

УДК 579.67:637.12.072:579.842

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ БАКТЕРИЙ ГРУППЫ КИШЕЧНОЙ ПАЛОЧКИ В ГОТОВЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

Н. Б. Шадрова<sup>1</sup>, О. В. Прунтова<sup>2</sup>, Г. С. Скитович<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Заведующий лабораторией, кандидат биологических наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: shadrova@arriah.ru

<sup>2</sup> Главный эксперт ИАЦ, доктор биологических наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: pruntova@arriah.ru

<sup>3</sup> Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, e-mail: skitovich@arriah.ru

## РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты испытаний образцов готовых молочных продуктов, поступивших в Испытательный центр ФГБУ «ВНИИЗЖ» в 2016 году, по показателю «Определение бактерий группы кишечной палочки (БГКП)». Определено видовое разнообразие выделенных бактерий, представлены характеристика свойств основных представителей БГКП и анализ возможных причин контаминации. Были идентифицированы: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Raoultella*, *Klebsiella*, *Cronobacter*. Частота обнаружения *E. coli* составила 61,3%, что свидетельствует о постпастеризационной контаминации молочных продуктов из производственной среды.

Ключевые слова: молочные продукты, бактерии группы кишечной палочки (БГКП).

UDC 579.67:637.12.072:579.842

# COLIFORM SPECIES DIVERSITY IDENTIFICATION IN RTE DAIRY PRODUCTS

N. B. Shadrova<sup>1</sup>, O. V. Pruntova<sup>2</sup>, G. S. Skitovich<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Head of Laboratory, Candidate of Sciences (Biology), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: shadrova@arriah.ru

<sup>2</sup> IAC Chief Expert, Doctor of Sciences (Biology), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: pruntova@arriah.ru

<sup>3</sup> Senior Researcher, Candidate of Sciences (Biology), FGBI "ARRIAH", Vladimir, e-mail: skitovich@arriah.ru

## SUMMARY

The paper presents the results of testing of RTE dairy products submitted to the FGBI "ARRIAH" Testing Centre in 2016 for Coliform identification. The species diversity of isolated bacteria was identified, properties of common Coliforms were characterized and possible sources of contamination were analyzed. *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Raoultella*, *Klebsiella*, *Cronobacter* were identified. The detection rate of *E. coli* was 61.3%, which suggests post pasteurization contamination of dairy products from production environment.

Key words: dairy products, Coliform bacteria.

## ВВЕДЕНИЕ

В молочной промышленности бактерии группы кишечной палочки (БГКП), в том числе *E. coli*, являются одним из основных нормируемых показателей безопасности для всех без исключения молочных продуктов [11, 13].

Требования к безопасности и качеству молока и молочных продуктов определяются Техническим регламентом Таможенного союза 033/2013 (ТР ТС 033/2013) «О безопасности молока и молочной продукции». В соответствии с этими требованиями допустимый уровень содержания БГКП в продуктах переработки молока при выпуске их в обращение колеблется в достаточно широких пределах. Так, в стерилизованных и ультрапастеризованных продуктах, а также в закваске из чистых культур БГКП должны отсутствовать в объеме 10 см<sup>3</sup>; в сметане, твороге и сыре, а также пастах масляных с компонентами – 0,001 см<sup>3</sup>/г [8, 13]. Международные стандарты по безопасности и качеству молочных продуктов в большинстве случаев допускают наличие в молочных продуктах не более 10 клеток БГКП в 1 см<sup>3</sup>/г [10, 15]. Следовательно, требования российских нормативных документов об отсутствии БГКП от 0,1 до 0,01 см<sup>3</sup>/г для большинства молочных продуктов с определенным приближением соответствуют международным нормативам.

На основании ГОСТ 32901-2014 к группе БГКП относят микроорганизмы семейства *Enterobacteriaceae* родов *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* и *Serratia*. Это бесспорные, грамтрицательные, аэробные и факультативно-анаэробные бактерии, имеющие форму палочки, сбраживающие лактозу с образованием кислоты и газа [6]. Эта группа включает более 100 представителей, постоянным местом обитания которых является кишечник преимущественно позвоночных организмов [11, 19].

Нормирование этого показателя необходимо по следующим причинам. Во-первых, БГКП могут быть причиной порчи молока и готовых молочных продуктов, что негативно влияет на выход продукции, срок годности и органолептические показатели и приводит к существенным экономическим потерям [2]. Во-вторых, представители БГКП могут представлять опасность для здоровья человека в случае обсемененности ими пищевых продуктов выше уровня, установленного ГОСТ 32901-2014, что приводит к пищевым отравлениям или, при наличии патогенных штаммов в этой группе, к пищевым токсикоинфекциям [3].

Основной путь заражения готовых молочных продуктов БГКП – это вторичное обсеменение после пастеризации. Нерегулярные или недостаточные мойка и дезинфекция производственного оборудования могут привести к появлению на поверхности металла сообществ БГКП, которые вырабатывают полисахариды, защищающие микроорганизмы от действия дезинфицирующих веществ. Поэтому БГКП в условиях предприятия-производителя более устойчивы к дезинфицирующим веществам, чем обитающие в природе. Все чаще в условиях молочного производства появляются штаммы БГКП, обладающие психротрофными свойствами, при этом степень их психротрофности постоянно возрастает [5].

Несмотря на внедрение многими предприятиями – производителями молочных продуктов системы безопасности пищевых продуктов (Hazard Analysis Critical Control Point – методики анализа рисков и критических

контрольных точек, или HACCP), в настоящее время очень актуальными являются проблемы установления источников микробной контаминации молока и молочных продуктов [4].

Необходимо отметить, что нормативные документы, на основании которых проводят испытания молочных продуктов [6, 8, 13], не устанавливают требования идентификации выявленных БГКП до вида. Однако для выяснения причин выпуска молочных продуктов, не соответствующих требованиям безопасности и качества, и установления источника загрязнения необходимо определять не только видовую, но зачастую и вариантную принадлежность (фаговар, серовар или биовар) БГКП [3, 9, 11].

В связи с вышеизложенным мониторинг видового разнообразия БГКП в готовых к употреблению молочных продуктах необходим для реальной оценки безопасности и качества одного из основных пищевых продуктов.

Целью данной работы было определение видового разнообразия бактерий БГКП, выделенных при испытании образцов готовой молочной продукции, поступивших в Испытательный центр ФГБУ «ВНИИЗЖ» в 2016 г.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

**Объект испытаний.** В качестве объекта испытаний использовали образцы готовой молочной продукции, поступившие в течение 2016 г. в Испытательный центр ФГБУ «ВНИИЗЖ» как от территориальных управлений Россельхознадзора в соответствии с планами мониторинговых исследований и государственных заданий, так и от индивидуальных заявителей.

**Контрольные штаммы:** *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 51299.

**Питательные среды.** Для определения БГКП в образцах молочной продукции в соответствии с ГОСТ 32901-2014 использовали среду Кесслера (ФБУН ГНЦ ПМБ, Оболенск).

Для дифференциации энтеробактерий по ГОСТ 32901-2014 использовали среду Эндо (Merck, Германия).

Для идентификации выделенных культур по биохимическим свойствам применяли хромогенный агар Chromocult Coliform Agar (Merck, Германия) и набор красителей для окрашивания мазков по Граму.

**Определение БГКП в молочных продуктах по ГОСТ 32901-2014.** Три последовательных разведения испытуемых образцов в объеме 1 см<sup>3</sup> засеивали в пробирки и колбы с соответствующим объемом жидкой среды Кесслера. Посевы помещали в термостат с температурой (37 ± 1) °С и инкубировали в течение 18–24 ч. Учет результатов проводили через 24 ч посредством визуального определения наличия или отсутствия газа в поплавках. При наличии газообразования считали, что БГКП обнаружены в данном объеме продукта. При отсутствии газообразования в нормируемом объеме делали заключение об отсутствии в нем БГКП и о соответствии продукта норме безопасности по данному показателю [6].

**Дифференциация энтеробактерий по ГОСТ 32901-2014.** Образцы с признаками роста БГКП в среде Кесслера пересевали на среду Эндо для получения изолированных колоний. Результаты посевов оценивали визуально по характеру образовавшихся колоний: образование красных или темно-красных колоний с металлическим блеском на среде Эндо свидетельствовала

**Таблица 1**  
**Выявление БГКП в образцах готовой молочной продукции в 2016 г.**

№ п/п	Материал	Количество исследований (всего)	Выявление БГКП	
			количество	%
1	Масло сливочное	157	20	12,7
2	Ряженка и варенец	10	1	10
3	Сметана	118	9	7,6
4	Молоко питьевое пастеризованное в потребительской таре	64	15	23
5	Кисломолочный продукт	46	11	23,9
6	Творог	80	19	23,8
7	Сыры плавленые	3	0	0
8	Продукты на основе творога прочие	4	0	0
9	Молоко стерилизованное	1	0	0
10	Сливки питьевые пастеризованные	1	0	0
11	Сыр	4	0	0
12	Молоко топленое	2	0	0
13	Сыры полутвердые	1	0	0
14	Молоко сгущенное с сахаром	5	0	0
	Всего	496	75	15,1

ло о принадлежности микроорганизмов, давших рост на накопительных питательных средах, к лактозоположительным энтеробактериям (БГКП).

Для дальнейшей идентификации лактозоположительных энтеробактерий выполняли: оксидазный тест; окрашивание по Граму; ферментацию лактозы.

*Идентификация энтеробактерий по биохимическим свойствам.* Культуры бактерий, дифференцированные на среде Эндо как БГКП, высевали на плотную селективно-дифференциальную питательную среду Chromocult Coliform Agar для подтверждения принадлежности к БГКП. Изоляты, образующие на среде Chromocult Coliform Agar колонии розового, фиолетового или синего цветов, считали бактериями группы кишечной палочки [7, 19].

*Масс-спектрометрический анализ.* Идентификацию выделенных культур посредством масс-спектрометра MALDI Autoflex III Biotyper (Bruker Daltonik, Германия) проводили в линейном режиме. Параметры анализа оптимизировали для диапазона масс от 2000 до 20137 m/z (масса/время), записывали спектр, полученный в результате суммирования 10 одиночных спектров. Полученные масс-спектры записывали, обрабатывали и анализировали с использованием программного обеспечения flexControl, MALDI Biotyper версия 3.0 и MALDI Biotyper RTC (Bruker Daltonik, Германия).

В качестве матрицы для масс-спектрометрического исследования использовали насыщенный раствор α-циано-4-гидроксикоричной кислоты (CHCA) в растворе 50% ацетонитрила с 2,5% трифторуксусной кислотой.

Дальнейшую идентификацию проводили масс-спектрометрическим методом с использованием базы

данных микроорганизмов, содержащей информацию о спектрах 5600 различных микроорганизмов [20].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2016 г. лабораторией микробиологических исследований было проведено 496 исследований образцов готовой молочной продукции на наличие БГКП. В результате выполненной работы, данные о которой представлены в таблице, было показано, что наибольшее количество образцов, загрязненных БГКП, обнаружено в группе кисломолочных продуктов (кефир, йогурт, «Снежок» и т.п.) – 23,9% и в твороге – 23,8%. Микробная контаминация данной группы пищевых продуктов свидетельствует о неудовлетворительном санитарном состоянии производства молочных продуктов.

Оценка эффективности тепловой обработки нормализованной смеси (сырья для изготовления молочной продукции), применяемой на предприятии, является важным этапом микробиологического контроля, или критической контрольной точкой, в ходе технологического процесса. По данным литературы, на некоторых предприятиях молочной промышленности иногда наблюдается нестабильность микробиологических показателей на этом этапе производства. Кроме того, считается, что чем выше температура и больше продолжительность тепловой обработки, тем безопаснее получаемый продукт [5]. Но в последние годы в технологии молочной продукции увеличивается разнообразие применяемых компонентов, которые могут являться носителями как общеизвестных, так и новых форм микроорганизмов – нетипичных представителей микрофлоры молочных продуктов. Эти обстоятельства

приводят к возникновению эмерджентных пищевых патогенов, которые регистрируются в последние 20 лет, и к ним, по данным разных авторов, относят антибиотикоустойчивые формы *Salmonella enteritidis*, некоторые виды бактерий рода *Campylobacter*, *E. coli* O157:H7, терморезистентные *L. monocytogenes*, *Cryptosporidium*, *Cronobacter sakazakii*, бактерии рода *Yersinia* и др. [4, 9].

По данным разных исследований можно заключить, что если количество патогенных микроорганизмов или бактерий вышеуказанных групп составляет даже 10 КОЕ в 1 г продукта, то они могут представлять опасность. Представители перечисленных выше групп обладают большей устойчивостью к высокой температуре (60 °С и более) и низким значениям pH (4,0 и ниже), чем патогенные микроорганизмы, обитающие в организме человека и животных. Кроме того, эти бактерии способны адаптироваться к низким температурам хранения молочных продуктов, при которых не только выживают в течение длительного времени, но и размножаются [3, 4].

В настоящей работе выделенные в процессе испытаний из образцов молочных продуктов микроорганизмы были идентифицированы, как представители следующих родов: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Raoultella*, *Klebsiella*, *Cronobacter* (рис. 1). Чаще других обнаруживали *E. coli* – 61,3%, что свидетельствует о постпастеризационной контаминации молочных продуктов из производственной среды.

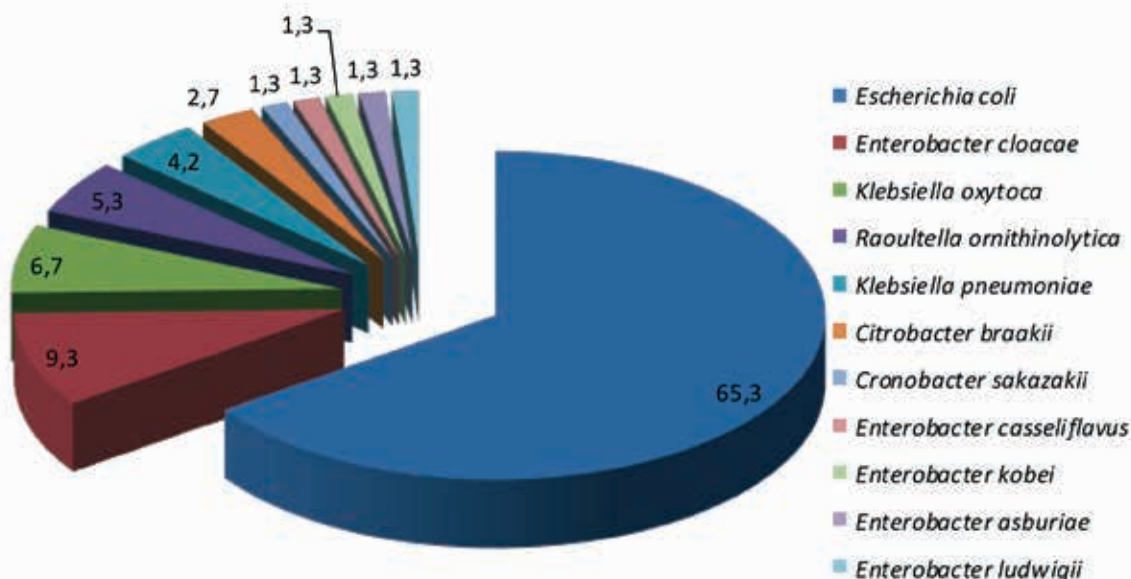
Такая контаминация обычно происходит вследствие попадания в пастеризованное молоко микроорганизмов с производственного оборудования, из воздуха или от персонала. К настоящему времени достоверно установлено, что около 45 видов микроорганизмов, относящихся к 30 родам, способны под воздействием различных неблагоприятных физико-химических факторов (температура, содержание химических веществ в окружающей среде и др.) переходить в некультивируемые формы. Так, *E. coli* может обратимо переходить в некультивируемую форму под влиянием концентраций хлора, применяемых для обеззаражи-

вания воды, или в присутствии ципрофлоксацина, или под действием теплового шока [12]. Некультивируемые («покоящиеся») формы бактерий невозможно обнаружить традиционными методами на обычных питательных средах. Они могут существовать в такой форме длительное время, но при восстановлении благоприятных условий вновь будут способны воспроизводить полноценные бактериальные клетки с характерными для своего вида свойствами [14, 18]. В связи с этим широкое применение все более высоких температур для тепловой обработки молочного и молокосодержащего сырья и производственного оборудования может способствовать появлению и длительному сохранению некультивируемых форм бактерий на конкретном предприятии [4].

Кроме представителей рода *Escherichia*, было установлено наличие в молочных продуктах энтеробактерий, относящихся к другим родам этого семейства (рис. 1). В большинстве своем эти энтеробактерии относятся к условно-патогенной микрофлоре, за исключением *Cronobacter sakazakii* (прежнее название *Enterobacter sakazakii*) [1, 7, 16].

***Cronobacter sakazakii*** – граммотрицательная, факультативно анаэробная палочка. *C. sakazakii* обнаруживали в сухих детских смесях, сухом молоке, крахмале, травяном чае. По данным ВОЗ (2004) и сообщениям исследователей, *C. sakazakii* выделяли в 63% случаев при исследовании сырого молока, из пастеризованного молока – в 13%, из молока больных маститом коров, а также обнаруживали в смывах с различных объектов молочной фермы и оборудования, которое используется в производстве молочных продуктов. Кроме того, микроорганизм выявляли в сточных водах. Бактерии *C. sakazakii* способны вызывать тяжелые заболевания, такие как некротические энтероколиты, менингиты и сепсис у детей первого года жизни, а также энтероколиты, инфекции мочевыводящих путей и остеомиелиты у людей других возрастов с ослабленным иммунитетом. Таким образом, этот микроорганизм может рассматриваться как потенциальный контамини-

Рис. 1. Видовое разнообразие БГКП и частота их выделения (%)



нант пищевых продуктов в процессе их производства [1, 15, 17]. В представленной работе изолят *C. sakazakii* был выделен из образца сливочного масла. Патогенность выделенного изолята была установлена биопробой на белых мышах.

***Citrobacter braakii*** относится к условно-патогенной микрофлоре кишечника человека. Цитробактер способен вызывать гастроэнтериты и токсикоинфекции. В Чехии в 1997 г. при тестировании 59 проб сырья и продуктов (сырое молоко, фарш, сырой картофель, сыр, замороженные пищевые продукты, кондитерские изделия) было выявлено 26 изолятов *C. braakii*. В 2013 г., после проверки Министерством здравоохранения Канады, были отозваны три партии продукта Vega One French Vanilla, в которых выявили *Citrobacter braakii*. В 2016 г. в Турции было проверено 250 образцов пищевых продуктов (100 – сырого куриного мяса, 100 – сырого коровьего молока и 50 – сыра), из них в 5,5% был обнаружен *Citrobacter braakii* [17].

***Enterobacter asburiae*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter ludwigii*, *Enterobacter casseliflavus*** – представители рода *Enterobacter*, обитают в кишечнике человека, животных, широко распространены в природе, встречаются в почве, воде, на растениях.

В 2006 г. в Индонезии при исследовании 74 проб сухой детской смеси было выявлено восемь положительных по *E. cloacae*. В 2008 г. в Португалии *E. cloacae* была обнаружена в полутвердом сыре. В 2010 г. в Корею этот микроорганизм идентифицировали в 54 пробах из 225 образцов сырого молока. В 2013 г. в Малайзии были положительны 3 из 96 проб детской смеси [3, 17].

***Klebsiella oxytoca* и *Klebsiella pneumoniae*** относятся к условно-патогенным микроорганизмам. Они широко распространены во внешней среде и часто обнаруживаются на коже, слизистых оболочках дыхательных путей и кишечника. Основным резервуаром при заражении коров являются вода, почва, подстилка, загрязняющие вымя и молочный канал. Таким образом, один из вероятных путей попадания бактерий рода *Klebsiella* в молочные продукты – это сырое молоко, при температурной обработке которого не происходит полной инактивации микроорганизмов. В 2015 г. в Иране при исследовании 62 проб молока в 1,6% были обнаружены бактерии *K. pneumoniae*. В 2016 г. в Турции из 250 образцов различных продуктов животного происхождения положительными по *K. pneumoniae* оказались 3,6% [3, 17].

***Raoultella ornithinolytica*** – граммотрицательная палочка из семейства *Enterobacteriaceae*. Естественной средой ее обитания является растительная и водная среда. Недавние исследования указывают на роль *R. ornithinolytica* в возникновении инфекционных процессов у человека (инфекции мочевыводящих путей, желудочно-кишечные инфекции, раны и кожные инфекции). Ntuli V. и соавт. (2016) сообщают о выделении *Raoultella ornithinolytica* из проб пастеризованного молока, отобранного в ЮАР [19].

По данным литературы известно, что БГКП, попавшие в молочный продукт, способны как размножаться, так и отмирать. Скорость этих процессов зависит от температуры и сроков хранения. Развития кишечной микрофлоры, попавшей в процесс изготовления молочных продуктов, не происходит, если продолжительность технологического процесса производства незначительна, а после его окончания продукт быстро охлаждается до низкой положительной или отрицательной температуры. Так, проведенными



Рис. 2. Форма колоний изолята *C. sakazakii* на агаре Chromocult Coliform Agar через 24 ч культивирования (увеличение  $\times 10$ )

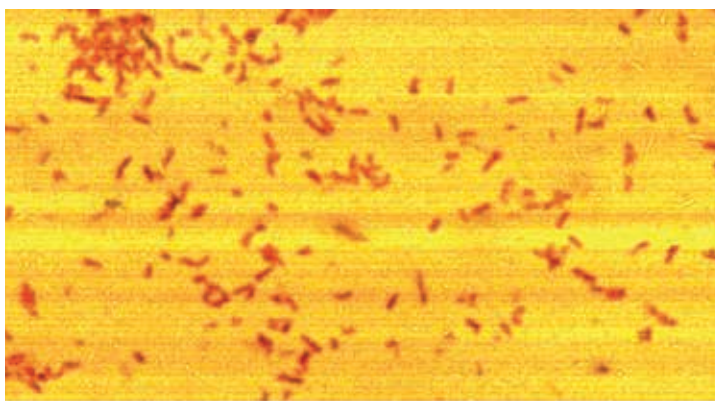


Рис. 3. Морфология бактерий *C. sakazakii*, окраска по Граму (увеличение  $\times 1000$ )

в ФГБНУ «ВНИИ маслоделия и сыроделия» (г. Углич) исследованиями установлено, что в масле при хранении БГКП не развиваются, а скорость их отмирания зависит от исходного количества жизнеспособных клеток и температуры хранения. Однако при нарушении температурных режимов хранения возникает реальная опасность развития кишечной микрофлоры в продукте и снижения уровня его безопасности [2, 5, 11].

Таким образом, несоответствия, установленные в результате проведенных исследований молочных продуктов, могут свидетельствовать как о нарушении технологических процессов при производстве, так и о нарушении условий хранения готового продукта.

Кроме того, факт обнаружения таких микроорганизмов, как *C. sakazakii*, в продукте, готовом к употреблению, вызывает беспокойство. В целом 15% несоответствующей молочной продукции свидетельствует о проблемах в молокоперерабатывающей отрасли.

Многие исследователи отмечают, что среди БГКП часто выявляют штаммы с пониженной способностью к утилизации углеводов, но обладающие факторами патогенности. По этой причине контроль молочных продуктов на присутствие БГКП по первой бродильной пробе (т. е. по газообразованию на среде Кесслера) не всегда дает достоверную информацию. Поэтому для подтверждения отсутствия БГКП в продукции ре-

комендуют проводить пересев с жидкой питательной среды на плотную селективную среду, например среду Эндо, и только по результатам этого теста делать заключение [3, 4].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате испытания 496 образцов готовых молочных продуктов по показателю «Определение БГКП» было выявлено 75 образцов, не соответствующих требованиям нормативных документов РФ, что составило 15% от общего количества проведенных исследований.

Дифференциация и определение видового разнообразия выделенных БГКП показали, что данные энтеробактерии являются представителями следующих родов: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Raoultella*, *Klebsiella*, *Cronobacter* – и принадлежат к 11 видам.

В одной пробе сливочного масла обнаружен патогенный микроорганизм *Cronobacter sakazakii*.

Необходимо отметить, что 15% готовой молочной продукции, только по одному показателю не соответствующей требованиям нормативных документов РФ, свидетельствует о проблемах в молокоперерабатывающей отрасли.

Таким образом, проведенные исследования доказывают не только необходимость постоянного контроля качества молока, условий производства молочных продуктов, но и жесткого соблюдения условий хранения готовых продуктов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бергилевич А. Н., Гришина Е. А., Касянчук В. В. Идентификация *Enterobacter sakazakii* в сыром молоке для производства сухих детских смесей // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 2 (12). – С. 42–47.
2. Блэкберн К. де В. Микробиологическая порча пищевых продуктов. – СПб.: Профессия, 2008. – С. 216–239.
3. Бхуния А. К. Патогенные микроорганизмы пищевых продуктов. – СПб.: Профессия, 2014. – С. 242–263.
4. Ганина В. И., Борисова Л. А., Захарченко А. В. Биобезопасность молочной продукции // Переработка молока. – 2010. – № 8 (130). – С. 14–16.
5. Ганина В. И., Гриневич А. И., Волкова Р. А. Микробиологическая безопасность молочных и молочно-растительных консервов // Молочная промышленность. – 2012. – № 8. – С. 58–59.
6. ГОСТ 32901-2014. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2015. – 25 с.
7. ГОСТ ISO/TS 22964-2013. Молоко и молочные продукты. Определение содержания *Enterobacter sakazakii*. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.
8. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитар-

но-эпидемиологическому надзору (контролю). Глава II. Раздел 1. Требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – С. 6–357.

9. Ефимочкина Е. Р. Новый вид пищевых патогенов *Enterobacter sakazakii* в детских продуктах // Молочная промышленность. – 2010. – № 5. – С. 17–19.

10. Регламент № 853/2004 Европейского парламента и Совета ЕС. Об установлении специальных гигиенических правил, подлежащих применению к продовольственным товарам животного происхождения (принят в г. Страсбурге 29.04.2004). – URL: <http://www.cnmvl.ru/upload/norm-doc/EC/Reg%20853%202004.pdf>.

11. Свириденко Г. М. Бактерии группы кишечных палочек – основная санитарно-показательная микрофлора молочных продуктов // Молочная промышленность. – 2009. – № 6. – С. 73–75.

12. Соколенко А. В. Некультивируемые формы бактерий: распространение в природе, индукторы некультивируемого состояния и реверсии // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 2. – С. 11–15.

13. Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 033/2013). О безопасности молока и молочной продукции: утв. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 09.10.2013 № 67. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/499050562>.

14. Четина Е. В. Влияние некоторых физиологических и генетических факторов на процесс перехода энтеротоксигенных штаммов *Escherichia coli* в некультивируемое состояние // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 1997. – № 1. – С. 8–14.

15. A study into the occurrence of *Cronobacter spp.* in The Netherlands between 2001 and 2005 / M. C. Kandhai, A. E. Heuvelink, M. W. Reij [et al.] // Food Control. – 2010. – Vol. 21, № 8. – P. 1127–1136.

16. Does enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 enter the viable but nonculturable state in salted salmon roe? / S. I. Makino, T. Kii, H. Asakura [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. – 2000. – Vol. 66, № 12. – P. 5536–5539.

17. *Enterobacter sakazakii* and other microorganisms in powdered infant Formula: Meeting report / FAO/WHO – MRA Series 6. – Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2004. – URL: <http://www.who.int/foodsafety/publications/mra6-enterobacter-sakazakii/en/>.

18. Inducible gene expression by nonculturable bacteria in milk after pasteurization / T. S. Gunasekera, A. Sørensen, P. V. Attfield [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. – 2002. – Vol. 68, № 4. – P. 1988–1993.

19. Ntuli V., Njage P. M. K., Buys E. M. Characterization of *Escherichia coli* and other *Enterobacteriaceae* in producer-distributor bulk milk // J. Dairy Sci. – 2016. – Vol. 99, № 12. – doi: 10.3168/jds.2016-11403.

20. Sauer S., Kliem M. Mass spectrometry tools for the classification and identification of bacteria // Nature Rev. Microbiol. – 2010. – Vol. 8, № 1. – P. 74–82.