

## ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

УДК 637.075:579.62

DOI: 10.15587/2313-8416.2014.31497

**ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА  
ENTEROBACTER SAKAZAKII В СЫРОМ МОЛОКЕ**

© А. Н. Бергилевич

*Представлены результаты характеристики микробиологического риска *E. sakazakii* в молоке коров экстра и высшего сортов. Определены степени риска: «высокий» – представляет сырое молоко, загрязненное этими бактериями в количестве превышающем  $26 \pm 4$  КОЕ/см<sup>3</sup>, «низкий» – менее чем  $26 \pm 4$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Установлено, что температура пастеризации 72 °C 15 с или 30 с полностью устраняет риск от *E. sakazakii*, в то же время пастеризация 62 °C 15 мин не дает гарантии полного устранения риска*

**Ключевые слова:** *Enterobacter sakazakii* (*E. sakazakii*), сырое молоко коров, характеристика микробиологического риска, степени риска

*The article presents the results of the microbiological risk assessment of bacteria *E. sakazakii* in cow milk of extra and premium grades. The levels of risk are defined: "high" - is raw milk that is contaminated by these bacteria in an amount exceeding  $26 \pm 4$  CFU/cm<sup>3</sup>, "low" – less than  $26 \pm 4$  CFU/cm<sup>3</sup>. It is determined that the pasteurization temperature 72 °C for 15 s or 30 s is fully eliminates the risk of *E. sakazakii*, while pasteurization at 62 °C for 15 min does not guarantee the complete elimination of the risk*

**Keywords:** *Enterobacter sakazakii*, raw milk of cows, microbiological risk characterization, risk levels

**1. Введение**

В соответствии с рекомендациями ФАО/ВООЗ и Комиссии Кодекс Алиментариус официальные санитарные мероприятия в отношении управления безопасностью пищевых продуктов должны основываться на научной оценке риска. Особенно актуальной для обеспечения безопасности пищевых продуктов является оценка микробиологического риска (ОМР). К основной цели ОМР относится систематизированная объективная оценка научных данных относительно конкретного микроорганизма. Для установления ОМР не обходимо соблюдать методологию оценки риска, которая предусматривает определение четырех составляющих:

- 1) идентификации опасного фактора;
- 2) определения характеристик опасного фактора;
- 3) оценки экспозиции;
- 4) определения характеристик риска [1–3].

Результаты ОМР предназначены для руководства при принятии конкретных официальных национальных управленческих решений, направленных на предотвращение или снижение отрицательного влияния на здоровье людей конкретного микроорганизма через употребление пищевых продуктов.

Характеристика микробиологического риска применяется в системах управления безопасностью пищевых продуктов, например в такой как НАССР и

непосредственно относится к санитарии и гигиене при производстве продовольственной продукции.

Обеспечение безопасности пищевых продуктов на основе оценки риска конкретного микроорганизма для потребителей, является основой международного пищевого законодательства. На основе результатов научной оценки рисков разрабатываются нормативы, рекомендации, стандарты, а также конкретные управленческие мероприятия для устранения риска [1–3]. Такой подход к обеспечению безопасности пищевых продуктов на основе оценки рисков в Украине официально признан и утвержден [4].

**2. Постановка проблемы.**

Необходимо отметить, что научная оценка рисков особенно актуальна в отношении новых пищевых рисков, то есть тех рисков с которыми человечество сталкивается впервые. Так, например, было с таким риском как диоксины, губчатая энцефалопатия крупного рогатого скота («ложное» бешенство). В ситуациях с новыми рисками ученые исследуют объект риска и дают конкретные рекомендации официальным государственным органам, отвечающим за принятие решений в области безопасности пищевых продуктов каким образом можно устранить риск. Ученые должны проводить исследования не только новых микроорганизмов, но и тех, которые уже давно известны. Это объясняется тем, что микроорганизмы могут изменять свои

свойства под действием внешних факторов, в том числе, и в результате изменения климата и потому необходимо постоянно корректировать предупреждающие действия по отношению к ним.

### 3. Анализ литературных данных

При изучении современных научных данных относительно микробиологических показателей молока и молочных продуктов, мы обратили внимание на такой микроорганизм как бактерия *Enterobacter sakazakii*, которая относится к пищевым патогенам и может вызывать заболевания и смерть новорожденных детей. Поэтому в странах ЕС и США *Enterobacter sakazakii* относится к микроорганизмам, который обязательно контролируется при производстве сухих детских смесей [5, 6]. В Украине этот микроорганизм только начинает изучаться и поэтому еще не определены официальные меры по контролю за ним [7–9]. Для обеспечения безопасности сухих детских смесей, контроль за *E. sakazakii* должен осуществляться во всех звеньях пищевой цепи. Самым уязвимым звеном в пищевой цепи производства сухих детских смесей является сырье – молоко сырое [8–10].

Поэтому изучение микробиологических показателей сырого молока, и в том числе в отношении такого микроорганизма как *Enterobacter sakazakii*, является актуальной и важной задачей. Особое внимание приобретает вопрос изучения *E. sakazakii* на основе применения современной методологии оценки микробиологического риска (ОМР). Поскольку эта оценка является комплексной.

Очень важно также учесть и то, что бактерии *E. sakazakii* относятся к семейству *Enterobacteriaceae*, которое является одним из самых больших и распространенных в объектах окружающей среды. Количество микроорганизмов этого семейства в сыром молоке прямо пропорционально зависит от уровня санитарии и гигиены его получения, хранения и транспортировки [9]. Но количество разных видов микроорганизмов в составе этого семейства может варьировать в зависимости от стационарного очага этих микроорганизмов или от случаев внешней контаминации ими. Так, например, согласно наших исследований, из 475 исследованных проб сырого молока, 106 проб (23 %) были положительными на наличие бактерий *E. sakazakii*. А инцидентность выявления этого микроорганизма на изучаемых объектах молочных ферм составила: кожа животных – 52 %, доильные аппараты – 37 %, секрет вымя коров, больных маститом – 17,2 %, молочные танки – 16,7 %. В то же время наличие бактерий семейства *Enterobacteriaceae* было повсеместным, но их общее количество варьировало в зависимости от уровня санитарии на ферме [9].

В связи с вышеизложенным, определение ОМР *Enterobacter sakazakii* необходимо проводить вместе с оценкой их взаимосвязи с семейством *Enterobacteriaceae*. Такой подход сделает более полной характеристику риска *E. sakazakii*. Получение результатов характеристики риска

относительно *Enterobacter sakazakii* будет служить основой для признания этого микроорганизма в качестве опасного патогенна для сухих детских смесей на официальном уровне в Украине.

### 4. Цель и задачи исследований

Целью данной работы было экспериментально определить характеристику микробиологического риска нового для Украины патогенного микроорганизма – *E. sakazakii*, в составе общей оценки риска, а также оценить степень риска этого микроорганизма в молоке коров экстрара и высшего сорта, которое используется для производства детских сухих смесей в зависимости от режимов его пастеризации а также от уровня контаминации молока микроорганизмами семейства *Enterobacteriaceae*.

### 5. Экспериментальные данные и их обработка

**Объектами исследования** были: ОМР, характеристика микробиологического риска и контроль в пищевой цепи производства молока.

**Предметы исследования:** бактерии *Enterobacter sakazakii*, микроорганизмы семейства *Enterobacteriaceae*, сырое молоко коров, режимы пастеризации молока.

**Методы исследований:** методология ОМР:

- 1) идентификация опасности;
- 2) оценка экспозиции (влияния, проявления);
- 3) определение характеристик опасности;
- 4) определение характеристик риска.

Кроме того, проводили ветеринарно-санитарные, микробиологические, аналитические, статистические исследования. Было исследовано 475 проб сырого и 250 проб пастеризованного молока. Применяли следующие режимы пастеризации молока: температура 62°C с экспозицией 15 мин и 30 мин, температура 72°C с экспозицией 15 с и 30 с.

Микробиологические исследования отобранных проб проводили на кафедре технологии молока и мяса Сумского НАУ и других лабораториях. Изучение биохимических свойств выделенных штаммов бактерий *E. sakazakii* проводили RapiD 20E-тестом в бактериологическом отделе Государственного НИИ по лабораторной диагностике и ветеринарно-санитарной экспертизе. Подтверждение биологических свойств одного из штаммов бактерий *Enterobacter sakazakii* и его депонирование как штамм «*Enterobacter sakazakii* M1» проводили в Государственном научно-контрольном институте биотехнологии и штаммов микроорганизмов (г. Киев). Индиацию и определение количества микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* определяли в соответствии с ISO 21528-1:2004 и ISO 21528-2:2004. Для идентификации бактерий *Enterobacter sakazakii* использовали ISO/TS 22964:2006.

В предыдущих наших работах мы опубликовали результаты собственных исследований относительно первых этапов

проведения ОМР *Enterobacter sakazakii*. В данной работе мы лишь приводим общую схему определения ОМР *Enterobacter sakazakii* (рис. 1), кратко анонсируем результаты наших исследований первых трех этапов ОМР и более детально рассматриваем последний этап ОМР – характеристику риска с определением степеней риска.

На первом этапе определения ОМР, который называется «Идентификация опасного фактора» мы впервые в Украине выделили из сырого молока несколько штаммов *Enterobacter sakazakii* из сырого молока коров и официально задепонировали один из них под названием «*Enterobacter sakazakii* M1».

На втором этапе определения ОМР, который обозначен как «Определение характеристик опасного фактора» мы определили уровень контаминации *Enterobacter sakazakii* молока, которое используется для производства детского питания (экстра и высший сорт). Было

установлено прямо пропорциональную связь между количеством бактерий *Enterobacter sakazakii* и количеством бактерий семейства *Enterobacteriaceae* в молоке этих сортов.

На третьем этапе определения ОМР, который называется «Оценка экспозиции», мы определяли влияние физико-химического состава (содержание белка, жира) молока на динамику количества бактерий *Enterobacter sakazakii*.

В данной работе мы уделяем особое внимание четвертому этапу определения ОМР *Enterobacter sakazakii*, который называется «Определение характеристик риска». На этом этапе исследований мы определяли степень риска бактерий *E. sakazakii* в молоке коров высшего сорта, который вероятно может возникнуть при условии отсутствия знаний о терморезистентности этих микроорганизмов и критических уровнях обсеменения этими микроорганизмами сырого молока.

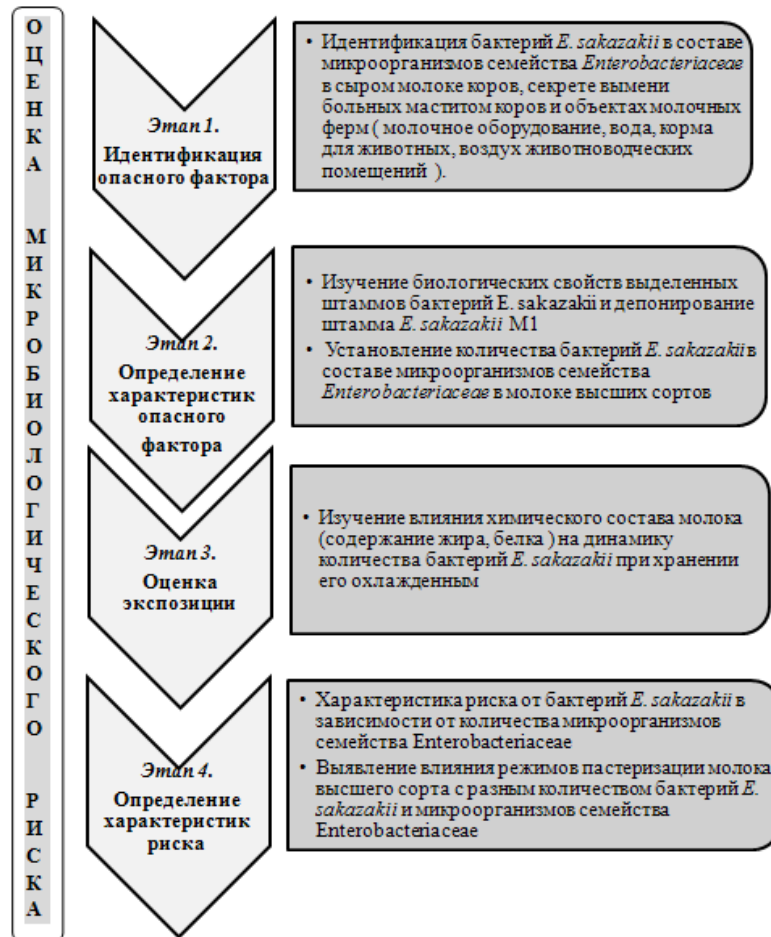


Рис. 1. Общая схема проведения ОМР бактерий *Enterobacter sakazakii* в молоке коров

Мы охарактеризовали риск бактерий *E. sakazakii* в молоке путем определения их остаточного количества после термической обработки пастеризацией со следующими

режимами: при температуре  $62 \pm 1$  °C с экспозицией 15–30 мин и при температуре  $72 \pm 1$  °C с экспозицией 15–30 сек (табл. 1).

Таблица 1

Результаты изучения влияния параметров пастеризации в зависимости от количества микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* и бактерий *Enterobacter sakazakii* в сборном молоке коров

Показатели	Сорт молока			
	Экстра (min)	Экстра (max)	Высший (min)	Высший (max)
<b>Показатели до пастеризации</b>				
КМАФАнМ, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	58,0±1,7	90,0±1,5	152,0±0,8	290,0±1,4
Микроорганизмы семейства <i>Enterobacteriaceae</i> , тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	7,0±1,4	22,5±0,2	29,9±1,3	98,6±12,0
Бактерии <i>E. sakazakii</i> , КОЕ/см <sup>3</sup>	17,0±0,3	169,0±22,4	480,0±36,2	1270,0±109,1
<b>Показатели после пастеризации (температура 62 ± 1 °С, 15 мин (эффективность, %))</b>				
КМАФАнМ, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	5,9±2,4** (89,8 %)	11,25±2,7** (87,5 %)	21,6±3,2* (85,8 %)	51,33±12,6* (82,3 %)
Микроорганизмы семейства <i>Enterobacteriaceae</i> , тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	8±2,5** (99,9 %)	63±10,2** (99,8%)	108±15,5 (99,6 %)	320±12,8* (99,6 %)
Бактерии <i>E. sakazakii</i> , КОЕ/см <sup>3</sup>	0 (100 %)	25±4,3* (99,8 %)	47±12,6* (99,8 %)	127±12,9*** (99,7 %)
<b>Показатели после пастеризации (температура 62±1 °С, 30 мин (эффективность, %))</b>				
КМАФАнМ, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	4,4±1,2* (92,4 %)	7,7±0,9* (91,5 %)	15,0±1,2* (90,1 %)	29,5±1,2* (89,8 %)
Микроорганизмы семейства <i>Enterobacteriaceae</i> , тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0 (100 %)	0 (100 %)	0 (100 %)	8±1,2* (98,2 %)
Бактерии <i>E. sakazakii</i> , КОЕ/см <sup>3</sup>	0 (100 %)	0 (100 %)	0 (100 %)	0 (100 %)
<b>Показатели после пастеризации (температура 72±1 °С, 15 с (эффективность, %))</b>				
КМАФАнМ, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	1,7±0,2** (97,0 %)	3,15±0,2** (96,5 %)	6,4±1,5*** (95,8 %)	20,6±2,1** (92,9 %)
Микроорганизмы семейства <i>Enterobacteriaceae</i> , тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0 (100 %)	0 (100 %)	4±1,3 (99,9 %)	8±2 (99,8 %)
Бактерии <i>E. sakazakii</i> , КОЕ/см <sup>3</sup>	0 (100 %)	0 (100 %)	0 (100 %)	0 (100 %)
<b>Показатели после пастеризации (температура 72±1 °С, 30 с (эффективность, %))</b>				
КМАФАнМ, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0,7±0,1*** (98,7 %)	2,3±0,9** (97,5 %)	4,2±0,7* (97,1 %)	9,3±1,5* (96,8 %)
Микроорганизмы семейства <i>Enterobacteriaceae</i> , тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0 (100 %)	0 (100 %)	0 (100 %)	3±1 (99,9 %)
Бактерии <i>E. sakazakii</i> , КОЕ/см <sup>3</sup>	0 (100 %)	0 (100 %)	0 (100 %)	0 (100 %)

Примечание: \* –  $p \leq 0,05$ , \*\* –  $p \leq 0,01$ , \*\*\* –  $p \leq 0,001$  – по отношению к показателям до пастеризации

Как видно из табл. 1 при температуре пастеризации 62±1 °С на протяжении 15 мин было установлено, что она была эффективной в отношении общего количества микроорганизмов (КМАФАнМ) на 82,3–89,8 % – в зависимости от их количества в молоке до пастеризации. Эффективность этих параметров пастеризации в отношении микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* составила в среднем от 99,7 % (для молока высшего сорта с количеством микроорганизмов этого семейства от 108±15 КОЕ/см<sup>3</sup> до 320±18 КОЕ/см<sup>3</sup>) до 99,8–99,9 % для молока сорта экстра. Что касается бактерий *E. sakazakii*, то при наличии в молоке незначительного их количества (7±2 КУО/см<sup>3</sup> в молоке сорта экстра) пастеризация при температуре 62±1 °С на протяжении 15 мин была эффективной на 100 %. При наличии значительного количества этих микроорганизмов (1298±35 КОЕ/см<sup>3</sup> в молоке высшего сорта)

эффективность пастеризации была ниже и составляла 99,7 %.

При анализе эффективности пастеризации при температуре 62±1 °С на протяжении 30 мин, можно утверждать, что она на 92,4–91,5 % была эффективной для начального уровня КМАФАнМ (до пастеризации) в количестве от 58±1,7 тыс. КОЕ/см<sup>3</sup> до 90±1,5 тыс. КОЕ/см<sup>3</sup> и на 100 % эффективной в отношении микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* и бактерий *E. sakazakii* в молоке сорта экстра.

В молоке высшего сорта применение пастеризации с температурным режимом 62±1 °С на протяжении 30 мин при условии содержания в нем небольшого количества микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* (29,9±1,3 тыс. КОЕ/см<sup>3</sup>) является на 100 % эффективной, а при условии содержания этих микроорганизмов (83,2±1,2 тыс. КУО/см<sup>3</sup>) – на 98,2 %. Указанные параметры пастеризации в

отношении бактерий *E. sakazakii* в 100 % случаев в обоих сортах молока.

Как видно из табл. 1 пастеризация молока при температуре  $72 \pm 1$  °C на протяжении 15 с является более чем на 90 % эффективной по отношению МАФАНМ, на 99,8–100 % – по отношению к микроорганизмам семейства *Enterobacteriaceae* и бактериям *E. sakazakii*. При температуре пастеризации  $72 \pm 1$  °C на протяжении 15 с отмечали уменьшение КМАФАНМ на 96,5–97,0 % в молоке сорта экстра и на 92,2–95,8 % в молоке высшего сорта. Вышеуказанные параметры пастеризации приводили к уменьшению количества микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* в молоке сорта экстра в 100 % случаев, а в молоке высшего сорта от 99,9 до 100 %. Бактерии *E. sakazakii* при температуре пастеризации  $72 \pm 1$  °C на протяжении 15 с пастеризации гибли в 100 % случаев.

Установлено, что пастеризация при температуре  $72 \pm 1$  °C на протяжении 30 с на 96,8–98,7 % уменьшает количество МАФАНМ, на 99,9–100 % – количество микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae*, и на 100 % – количество бактерий *E. sakazakii*.

Для полноты характеристики риска *Enterobacter sakazakii*, мы определили качественные и количественные значения этого риска. При этом использовали данные, полученные нами при оценке

риска на предыдущих стадиях, которые касались динамики целевых микроорганизмов при охлаждении и транспортировке молока. Качественные значения характеристики риска *Enterobacter sakazakii* нами устанавливались такими обозначениями как: «низкий», «средний», «высокий». Эти значения были определены в соотношении с соответствующими им значениями количественной характеристики риска бактерий *E. sakazakii*. Это дало возможность сформировать цельную картину характеристики риска *Enterobacter sakazakii* в молоке коров используя вышеупомянутые три степени риска (табл. 2, 3).

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что риск бактерий *E. sakazakii* в сыром молоке коров сорта экстра характеризуется в основном как «средний» и «низкий». Термическая обработка молока сорта экстра при температуре  $62 \pm 1$  °C на протяжении 15 мин при условии начального количества микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* в количестве от  $7,0 \pm 1,4$  тыс. КОЕ/см<sup>3</sup> до  $22,5 \pm 0,2$  тыс. КОЕ/см<sup>3</sup> обеспечивает их уничтожение в среднем до  $15 \pm 3$  КУО/см<sup>3</sup>. В то же время, этот режим пастеризации полностью уничтожает бактерии *E. sakazakii*, при условии, если в молоке экстра сорта количество микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* является меньшим (в среднем  $7,0 \pm 1,4$  тыс. КОЕ/см<sup>3</sup>).

Таблица 2

Количественная характеристика риска бактерий *Enterobacter sakazakii* для молока сорта экстра,  $M \pm m$ , КУО/см<sup>3</sup>, n=7

Показатели характеристики риска	Оценка степени риска (средние значения)		
	Низкий	Средний	Высокий
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> при хранении молока сырого охлаждённым, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	6,8±1,7	11,4±1,4	16,0±1,1
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> при хранении молока сырого охлаждённым, КОЕ/см <sup>3</sup>	5±1	79±5	144±17
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> при транспортировании молока сырого охлаждённым, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	7,0±1,4	14,8±0,8	22,5±0,2
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> при транспортировании молока сырого охлаждённым, КОЕ/см <sup>3</sup>	17±0,3	124±21,4	169±22,4
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> после пастеризации молока при температуре $62 \pm 1$ °C на протяжении 15 мин, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	8±2,1	35±3,4	63±4,7
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> после пастеризации молока при температуре $62 \pm 1$ °C на протяжении 15 мин, КОЕ/см <sup>3</sup>	0	2±0,4	25±5,9
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> после пастеризации молока при температуре $62 \pm 1$ °C на протяжении 30 мин, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0	0	28±2,7
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> после пастеризации молока при температуре $62 \pm 1$ °C на протяжении 30 мин, КОЕ/см <sup>3</sup>	0	0	3±0,7
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> после пастеризации молока при температуре $72 \pm 1$ °C на протяжении 15 с, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0	0	0
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> после пастеризации молока при температуре $72 \pm 1$ °C на протяжении 15 с, КОЕ/см <sup>3</sup>	0	0	0
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> после пастеризации молока при температуре $72 \pm 1$ °C на протяжении 30 с, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0	0	0
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> после пастеризации молока при температуре $72 \pm 1$ °C на протяжении 30 с, КОЕ/см <sup>3</sup>	0	0	0

Следует отметить, что бактерии *E. sakazakii* остаются неуничтоженными в пастеризованном молоке в количестве  $12 \pm 2$  КОЕ/см<sup>3</sup>, если количество микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* в среднем составляет  $27 \pm 3$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Это свидетельствует про средний риск такого молока в отношении микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* и бактерий *E. sakazakii*. При наличии в молоке после пастеризации остаточного количества бактерий *E. sakazakii* в среднем до  $25 \pm 5$  КОЕ/см<sup>3</sup> свидетельствует про высокий риск такого молока.

Пастеризация молока при температуре  $62 \pm 1$  °С на протяжении 30 мин для молока сорта экстра является на 100 % эффективной для микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* и для бактерий *E. sakazakii*. Это также касается применения высоких режимов пастеризации молока экстра сорта, например, таких как  $72 \pm 1$  °С на протяжении 15 с и на протяжении 30 с.

В табл. 3 приведено результаты характеристики риска относительно бактерий *Enterobacter sakazakii* в молоке высшего сорта с разными значениями содержания исследуемых микроорганизмов в динамике, начиная с начального их количества, при охлаждении и после пастеризации. Как свидетельствуют данные этой таблицы, молоко высшего сорта по ступеням риска относительно

микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* и бактерий *E. sakazakii* делится на «низкий», «средний» и «высокий».

Низкий риск отмечается при применении температуры пастеризации  $62 \pm 1$  °С в течение 30 минут и  $72 \pm 1$  °С в течение 15 или 30 секунд. При использовании термического режима обработки сырого молока, как сорта экстра так и высшего сорта, за температурными параметрами  $62 \pm 1$  °С в течение 15 минут количество микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* остается в пределах от  $108 \pm 15$  КОЕ/см<sup>3</sup> до  $320 \pm 18$  КОЕ/см<sup>3</sup>. В молоке с высоким содержанием микроорганизмов (КМАФАН –  $83,2 \pm 1,2$  тыс. КОЕ/см<sup>3</sup> и с количеством микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae*  $23,0 \pm 0,3$  тыс. КОЕ/см<sup>3</sup>) до пастеризации, бактерий *E. sakazakii* в среднем оставалось в количестве  $87 \pm 7$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Последняя цифра свидетельствует о высоком риске использования такого молока в технологии производства детских пищевых продуктов. Остаточное количество микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* со значением  $4 \pm 1$  КОЕ/см<sup>3</sup> можно отнести к среднему риску, а остаточное количество этих микроорганизмов в пределах до  $8 \pm 2$  КОЕ / см<sup>3</sup> оценивается как высокий риск.

Таблица 3

Количественная характеристика риска бактерий *Enterobacter sakazakii* для молока высшего сорта,  $M \pm m$ , КУО/см<sup>3</sup>, n=7

Показатели характеристики риска	Оценка степени риска (средние значения)		
	Низкий	Средний	Высокий
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> при хранении молока сырого охлажденным, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	17,9±0,1	46,6±0,4	75,3±0,6
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> при хранении молока сырого охлажденным, КОЕ/см <sup>3</sup>	22±2	576±15	1130±32
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> при транспортировании молока сырого охлажденным, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	17,3±1,3	50,3±1,3	83,2±1,2
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> при транспортировании молока сырого охлажденным, КОЕ/см <sup>3</sup>	480±36,2	875±98,4	1270±109,1
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> после пастеризации молока при температуре $62 \pm 1$ °С на протяжении 15 мин, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	108±15,4	214±16,7	320±18,8
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> после пастеризации молока при температуре $62 \pm 1$ °С на протяжении 15 мин, КОЕ/см <sup>3</sup>	10±2,1	87±7,2	127±12,5
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> после пастеризации молока при температуре $62 \pm 1$ °С на протяжении 30 мин, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0	4±1,3	8±2,5
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> после пастеризации молока при температуре $62 \pm 1$ °С на протяжении 30 мин, КОЕ/см <sup>3</sup>	0	0	0
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> после пастеризации молока при температуре $72 \pm 1$ °С на протяжении 15 с, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0	5±2,1	15±2,3
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> после пастеризации молока при температуре $72 \pm 1$ °С на протяжении 15 с, КОЕ/см <sup>3</sup>	0	0	0
Количество микроорганизмов семейства <i>Enterobacteriaceae</i> после пастеризации молока при температуре $72 \pm 1$ °С на протяжении 30 с, тыс. КОЕ/см <sup>3</sup>	0	2±1,1	7±1,5
Количество бактерий <i>E. sakazakii</i> после пастеризации молока при температуре $72 \pm 1$ °С на протяжении 30 с, КОЕ/см <sup>3</sup>	0	0	0

В целом, данные табл. 2 и 3 показывают, о том, что в сыром молоке сортов экстра и высший риск по контаминации бактериями *E. sakazakii* готовых молокопродуктов оценивается как высокий, средний и низкий и зависит от начального уровня контаминирования сырого молока этими микроорганизмами и режимов пастеризации молока.

## 6. Выводы

1. Установлены эффективные режимы пастеризации сырого молока по отношению к микроорганизмам семейства *Enterobacteriaceae* и в частности бактерий *E. sakazakii*, которые характеризуются применением температуры нагрева  $62 \pm 1$  °C в течение 30 минут или температуры нагрева  $72 \pm 1$  °C в течение 15 и 30 секунд.

2. При характеристике риска бактерий *Enterobacter sakazakii* вдоль пищевой цепи производства молока, установлено, что в сыром молоке коров сорта экстра риск характеризуется как «средний» и «низкий», а в молоке высшего сорта – как «низкий», «средний» и «высокий» и зависит от исходного уровня контаминирования сырого молока этими микроорганизмами и режимов пастеризации молока.

3. Проведенной оценкой риска *Enterobacter sakazakii* в звеньях пищевой цепи производства сырого молока сортов экстра и высший, установлено, что наибольший риск представляет сырое молоко при контаминации его бактериями *Enterobacter sakazakii* в количестве более чем  $26 \pm 4$  КОЕ/см<sup>3</sup> и которое было подвергнуто пастеризации при температуре  $62 \pm 1$  °C в течение 15 мин, а молоко с содержанием бактерий *Enterobacter sakazakii* до  $26 \pm 4$  КОЕ/см<sup>3</sup> пастеризованное при  $72 \pm 1$  °C в течение 15 и 30 минут имеет низкий риск.

## Литература

1. Использование оценок микробиологического риска в управлении рисками: Информационная записка ИНФОСАН № 05/2007 (Оценки микробиологического риска) [Текст] / FAO/ВОЗ, 2007. – 5 с.
2. Принципы и методические указания, касающиеся проведения оценки микробиологического риска [Текст] / CAC/GL-30, 1999. – 15 с.
3. The Use of Microbiological Risk Assessment Outputs to Develop Practical Risk Management Strategies: Metrics to improve food safety [Text] / Report of a Joint Expert Meeting, FAO/WHO. – Kiel, Germany, 2006. – 77 p.
4. Закон України Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів [Текст] / Верховна Рада України, 2014. – № 41-42.
5. Norrakiah, A. S. Cronobacter (*Enterobacter*) *sakazakii*, *Enterobacteriaceae* and aerobic plate count in raw and pasteurized milk [Text] / A. S. Norrakiah, S. Md Z. Noorzatul, Lim Yen Yi. – 1st International Conference on Cronobacter, 2009. – Poster 56
6. Fiore, A. *Enterobacter sakazakii*: epidemiology, clinical presentation, prevention and control [Text] / A. Fiore, M. Casale, P. Aureli // Ann. Ist. Super. Sanità. – 2008. – Vol. 44, Issue 3. – P. 275–280.

7. Бергілевич, О. М. Вплив режимів пастеризації на кількість мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* в технології пастеризованого питного молока [Текст] / О. М. Бергілевич, В. В. Касянчук // Збірник наукових праць Вінницького НАУ, Серія «Сільськогосподарські науки». – 2013. – Вип. 2 (72). – С. 145–149.

8. Бергілевич, О. М. Характеристика ступенів ризику стосовно бактерій *Enterobacter sakazakii* в молоці корів після пастеризації [Текст] / О. М. Бергілевич, В. В. Касянчук // Вісник Сумського національного аграрного університету, Серія «Ветеринарна медицина». – 2013. – Вип. 2 (32). – С. 46–50.

9. Бергілевич, А. Н. Идентификация *Enterobacter sakazakii* в сыром молоке для производства сухих детских смесей [Текст] / А. Н. Бергілевич, Е. А. Гришина, В. В. Касянчук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2, № 12 ( 8). – С. 42–47. – Режим доступа: <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/23698/21398>

10. Fiore, A. *Enterobacter sakazakii*: epidemiology, clinical presentation, prevention and control [Text] / A. Fiore, M. Casale, P. Aureli // Ann. Ist. Super. Sanità. – 2008. – Vol. 44, Issue 3. – P. 275–280.

## References

1. The use of microbiological risk assessments in risk management: INFOSAN Information Note № 05/2007 (Microbiological Risk Assessment) (2007). FAO/WHO, 5. [in Russian]
2. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment (1999). CAC / GL-30, 15.
3. The Use of Microbiological Risk Assessment Outputs to Develop Practical Risk Management Strategies: Metrics to improve food safety (2006). Report of a Joint Expert Meeting, FAO/WHO. Kiel, Germany, 77.
4. The Law of Ukraine on basic principles and requirements for safety and quality of food (2014)., 41–42.
5. Norrakiah, A. S., Noorzatul, S. Md Z., Yen Yi, Lim (2009). Cronobacter (*Enterobacter*) *sakazakii*, *Enterobacteriaceae* and aerobic plate count in raw and pasteurized milk : 1st International Conference on Cronobacter, Poster 56
6. Fiore, A., Casale, M., Aureli, P. (2008). *Enterobacter sakazakii*: epidemiology, clinical presentation, prevention and control. Ann. Ist. Super. Sanità, 44 (3), 275–280.
7. Berhilevych, O. M., Kasyanchuk, V. V. (2013). Effect of pasteurization rezhmiv the number of microorganisms of the family *Enterobacteriaceae* in pasteurized drinking milk technology. Scientific Papers of Vinnitsa NAU series "Agriculture", 2 (72), 145–149. [in Ukrainian]
8. Berhilevych, O. M., Kasyanchuk, V. V. (2013). Characteristics degrees risk regarding bacteria *Enterobacter sakazakii* in milk of cows after pasteurization. Bulletin of Sumy National Agrarian University, Series "Veterinary Medicine", 2 (32), 46–50. [in Ukrainian]
9. Berhylevych, A. N., Hryshyna, E. A., Kasyanchuk, V. V. (2014). Identification of *Enterobacter sakazakii* in raw milk for the production of powdered infant formula. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2/12 (68), 42–47. Available at: <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/23698/21398> [in Russian]
10. Fiore, A., Casale, M., Aureli, P. (2008). *Enterobacter sakazakii*: epidemiology, clinical presentation, prevention and control. Ann. Ist. Super. Sanità, 44 (3), 275–280.

Дата надходження рукопису 18.11.2014

**Бергілевич Александра Николаевна**, доктор ветеринарных наук, профессор, кафедра технологии молока и мяса, Сумской национальной аграрный университет, ул. Григория Кондратьева, 160, г. Сумы, Украина, 40021, E-mail: [bergilevich@ukr.net](mailto:bergilevich@ukr.net)