

УДК 637.133.3:637.075

Бергілевич О. М., доктор ветеринарних наук
Касянчук В.В. доктор ветеринарних наук
Сумський національний аграрний університет

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ПАСТЕРИЗАЦІЇ НА КІЛЬКІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ РОДИНИ ENTEROBACTERIACEAE В ТЕХНОЛОГІЇ ПАСТЕРИЗОВАНОГО ПИТНОГО МОЛОКА

Теоретично та експериментально обґрунтовано динаміку кількості мікроорганізмів родини Enterobacteriaceae і, в тому числі бактерій Enterobacter sakazakii в технології пастеризованого питного молока. Вивчено вплив параметрів пастеризації залежно від кількості вищезазначених мікроорганізмів в збірному молоці корів гатунків екстра та вищій і встановлено, що ефективною пастеризацією відносно цих мікроорганізмів є використання температури $62\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 30 хв. та $72\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 15 та 30 с.

Сучасне виробництво харчових продуктів характеризується швидкими змінами в технологічних процесах і технологіях, що здебільшого пов'язано з виникненням нових ризиків для здоров'я людини. В технології молока та молочних продуктів одним із найважливіших ризиків є ризик харчових отруень, що спричинені умовно-патогенними та патогенними мікроорганізмами. В нинішніх умовах виробники і постачальники харчових продуктів зобов'язані застосовувати методи наукових підходів до ефективного виявлення, оцінки та управління ризиками в процесі виробництва й обігу продукції. У молоці та молочних продуктах ризики частіше пов'язані з мікроорганізмами. Оскільки мікробіологічні ризики є найбільш важливими з поміж інших небезпек, таких як хімічні та фізичні, їм у харчовому законодавстві приділяється особлива увага. Контамінування молока та молочних продуктів мікроорганізмами здебільшого виникає через неналежні гігієнічні практики на виробництві [2,4]. Неотримання умов санітарії та гігієни супроводжується розповсюдженням в довкіллі виробничої зони мікроорганізмів родини Enterobacteriaceae. Ці мікроорганізми в нашій країні не нормуються як санітарно-показові індикатори, але в той же час їх можна використовувати для контролю за рівнем гігієни та санітарії виробничого процесу, що і використовується в країнах ЄС. Крім того, до мікроорганізмів родини Enterobacteriaceae відносяться і такі мікроорганізми як Enterobacter sakazakii. На ці мікроорганізми країнах ЄС, США, Японії, Канаді та інших звертається особлива увага, оскільки вони можуть виявлятися в сухих дитячих сумішах і, навіть спричинити смертність дітей віком до 1 року [1, 2, 4].

В Україні, ці мікроорганізми вперше були ідентифіковані з сирого молока корів, і за депоновані як референтний штам в колекції Національного центру штамів мікроорганізмів Державного науково-контрольного інституту біотехнології та штамів мікроорганізмів (реєстраційний № 503, свідоцтво на штам від 17.11.2010 р) [3]. Оскільки для забезпечення якості та безпечності молока і молочних продуктів необхідно контролювати всі біологічні небезпеки, мікроорганізми родини Enterobacteriaceae відносяться та мікроорганізми Enterobacter sakazakii також

повинні бути під контролем. Мікроорганізми родини *Enterobacteriaceae* в технології харчових продуктів і, в тому числі, пастеризованого питного молока відіграють важливу роль, оскільки вони являються індикаторами санітарії та гігієни виробничого процесу. Знаючи рівень обсіменіння цими мікроорганізмами як сирого молока так і пастеризованого молока, можна оцінити рівень санітарної культури виробництва. Крім того, контроль за кількістю цих мікроорганізмів дозволяє розробляти комплекс санітарно - гігієнічних заходів для покращення якості та безпечності готових продуктів.

Мета та завдання дослідження. Метою даної статті було теоретично та експериментально обґрунтувати динаміку кількості мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* і, в тому числі бактерій *Enterobacter sakazakii* в технології пастеризованого питного молока.

Матеріалом для досліджень були проби пастеризованого молока за дії різних режимів пастеризації (від $62\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 15 хв. до $72\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 30 с). Використовували для пастеризації сире молоко, що було віднесене до гатунків екстра та вищий з вмістом мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae*, від $7,0\pm 1,4$ до $22,5\pm 0,2$ тис. КУО/см³ та з показником КМАФАНМ від $58,0\pm 1,7$ до $90,0\pm 1,5$ тис. КУО/см³ (гатунок екстра). В сирому молоці вищого гатунку ці показники відповідно становили від $29,9\pm 1,3$ до $98,6\pm 12,0$ КУО/см³ та від $152,0\pm 0,8$ до $290,0\pm 1,4$ КУО/см³.

Результати. Охарактеризувати небезпеку щодо мікроорганізмів у збірному молоці корів можна лише за умови встановлення їх залишкової кількості після термічної обробки, тому надалі вивчався вплив параметрів пастеризації на кількість мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* та бактерій *Enterobacter sakazakii* в збірному молоці корів (табл. 1).

Визначено, що пастеризація за температури $62\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 15 хв. була ефективною щодо КМАФАНМ в середньому на 82,3–89,8 %, мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* – на 99,6–99,9%. Що стосується бактерій *Enterobacter sakazakii*, то за наявності в молоці невеликої їх кількості ($17\pm 0,3$ КУО/см³ в молоці гатунку екстра) вищезазначений режим пастеризації був ефективним на 100%. Якщо кількість цих мікроорганізмів в молоці гатунку екстра становила $169\pm 22,4$ КУО/см³, то ефективність пастеризації була дещо нижчою і дорівнювала 99,8%.

Ефективність пастеризації за температури $62\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 30 хв. щодо КМАФАНМ становила 91,5–92,4% для молока гатунку екстра і 89,8–90,1% – для молока гатунку вищий. Зазначені режими пастеризації були на 100% ефективними стосовно бактерій *Enterobacter sakazakii* для обох гатунків молока.

Пастеризація за температури $72\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 15 с була ефективною в середньому на 96% ($p\leq 0,01$) стосовно МАФАНМ в молоці гатунку екстра та на 94% ($p\leq 0,001$, $p\leq 0,01$) – у молоці гатунку вищий. Стосовно мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* та бактерій *Enterobacter sakazakii* ці параметри пастеризації були на 100% ефективними в молоці гатунку екстра з різною їх кількістю. Дослідження показали, що температура пастеризації $72\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 30 с зменшує кількість МАФАНМ на 96,8–98,7%, кількість мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* на 99,9–100%, та бактерій *Enterobacter sakazakii* на 100% в обох гатунках молока.

Отже найбільш ефективною пастеризацією відносно до мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* та бактерій *Enterobacter sakazakii* є використання температури $62\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 30 хв. та $72\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 15 та 30 с.

Таблиця 1. Вплив параметрів пастеризації залежно від кількості мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* та бактерій *Enterobacter sakazakii* в збірному молоці корів, $M \pm m$, $n=7$

Показник	Гатунки молока			
	екстра	екстра	вищий	вищий
Показники до пастеризації				
КМАФАнМ, тис. КУО/см ³	58,0±1,7	90,0±1,5	152,0±0,8	290,0±1,4
Мікроорганізми родини <i>Enterobacteriaceae</i> , тис. КУО/см ³	7,0±1,4	22,5±0,2	29,9±1,3	98,6±12,0
Бактерії <i>E. sakazakii</i> , КУО/см ³	17,0±0,3	169,0±22,4	480,0±36,2	1270,0±109,1
Показники після пастеризації за параметрів 62±1°C протягом 15 хв.				
КМАФАнМ, тис. КУО/см ³	5,9±2,4**	11,25±2,7**	21,6±3,2*	51,3±12,6*
Мікроорганізми родини <i>Enterobacteriaceae</i> , КУО/см ³	8,0±2,5**	63,0±10,2**	108,0±15,5	320,0±12,8*
Бактерії <i>E. sakazakii</i> , КУО/см ³	0	25,0±4,3*	47,0±12,6*	127,0±12,9***
Показники після пастеризації за параметрів 62±1°C протягом 30 хв.				
КМАФАнМ, тис. КУО/см ³	4,4±1,2*	7,7±0,9*	15,0±1,2*	29,5±1,2*
Мікроорганізми родини <i>Enterobacteriaceae</i> , КУО/см ³	0	0	0	8,0±1,2*
Бактерії <i>E. sakazakii</i> , КУО/см ³	0	0	0	0
Показники після пастеризації за параметрів 72±1°C протягом 15 с				
КМАФАнМ, тис. КУО/см ³	1,7±0,2**	3,15±0,2**	6,4±1,5***	20,6±2,1**
Мікроорганізми родини <i>Enterobacteriaceae</i> , КУО/см ³	0	0	4±1,3	8±2
Бактерії <i>E. sakazakii</i> , КУО/см ³	0	0	0	0
Показники після пастеризації за параметрів 72±1°C протягом 30 с				
КМАФАнМ, тис. КУО/см ³	0,7±0,1***	2,3±0,9**	4,2±0,7*	9,3±1,5*
Мікроорганізми родини <i>Enterobacteriaceae</i> , КУО/см ³	0	0	0	3±1
Бактерії <i>E. sakazakii</i> , КУО/см ³	0	0	0	0

Примітка: * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$ – відносно показників до пастеризації.

Висновки. Встановлено, що мікроорганізми родини *Enterobacteriaceae* в цілому більш чутливі до високих температур ніж мікроорганізми, що визначаються як МАФАнМ. Температура пастеризації 72±1°C протягом 30 с зменшує кількість МАФАнМ лише на 96,8–98,7%. Оптимально ефективним режимом пастеризації молока відносно мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* є використання температури 62±1°C протягом 30 хв. та температури 72±1°C протягом 15 та 30 с. Здійснено наукове обґрунтування доцільності використання мікроорганізмів родини *Enterobacteriaceae* як індикаторів рівня санітарії та гігієни виробництва молока в якості офіційного мікробіологічного критерію (МК), який після його пастеризації не повинен перевищувати рівень 10 КУО/см³.

Література

1. Бергілевич О.М. Оцінка мікробіологічного ризику *Enterobacter sakazakii* (*Cronobacter* spp) в харчовому ланцюзі виробництва сухих молочних продуктів для дитячого харчування / О.М. Бергілевич // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. - Випуск №151. – Ч. 2. – Серія «Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва». – С. 312 – 317.
2. Бергілевич А.Н. Изучение количества микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* в сыром сборном коровьем молоке в Украине / А.Н.Бергілевич // Инновационные процессы в АПК: сборник статей III Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 50-летию образования аграрного факультета РУДН. – 2011. – С. 299–301.
3. Порівняльна характеристика біологічних властивостей штамів бактерій *Enterobacter sakazakii*, виділених з сирого молока та об'єктів молочної ферми / О.М. Бергілевич, Л.І. Акименко, Д.А. Засєкін // Ветеринарна біотехнологія: бюлетень ІВМ та ДНКІБіШМ. – 2011. – №18. – С.11–17.
4. Bar-Oz B. *Enterobacter sakazakii* infection in the newborn / B. Bar-Oz, A. Preminger, O. Peleg [et al.] // *Acta Paediatrica*, (2001)90, 356–358.

References

1. Berhilevych O.M. Otsinka mikrobiolohichnoho ryzyku *Enterobacter sakazakii* (*Sronobacter* spp) v kharchovomu lantsiuzi vyrobnytstva sukhykh molochnykh produktiv dlia dytiachoho kharchuvannia / O.M. Berhilevych // Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. – 2010. - Vypusk №151. – Ch. 2. – Seriiia «Veterynarna medytsyna, yakist i bezpeka produktsii tvarynnytstva». – S. 312 – 317.
2. Berhylevych A.N. Yzuchenye kolychestva mykroorhanyzmov semeistva *Enterobacteriaceae* v syrom sbornom korovem moloke v Ukraine / A.N.Berhylevych // Ynnovatsyonnye protsessy v APK: sbornyk statei III Mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konfyrentsyy prepodavatedei, molodykh uchenykh, aspyrantov y studentov, posviashchennoi 50-letyiu obrazovanyia ahrarnoho fakulteta RUDN. – 2011. – S. 299–301.
3. Porivnialna kharakterystyka biolohichnykh vlastyvostei shtamiv bakterii *Enterobacter sakazakii*, vydilyenykh z syroho moloka ta ob'iektiv molochnoi fermy / O.M. Berhilevych, L.I. Akymenko, D.A. Zasiiekin // Veterynarna biotekhnolohiia: biuleten IVM ta DNKIBiShM. – 2011. – №18. – S.11–17.
4. Bar-Oz B. *Enterobacter sakazakii* infection in the newborn / B. Bar-Oz, A. Preminger, O. Peleg [et al.] // *Acta Paediatrica*, (2001)90, 356–358.

УДК 637.133.3:637.075**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПАСТЕРИЗАЦИИ НА КОЛИЧЕСТВО МИКРООРГАНИЗМОВ СЕМЕЙСТВА *ENTEROBACTERIACEAE* В ТЕХНОЛОГИИ ПАСТЕРИРОВАННОГО ПИТЬЕВОГО МОЛОКА / Бергілевич А. Н., Касянчук В.В.**

Теоретически и экспериментально обоснована динамика численности микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* и, в том числе бактерий *Enterobacter sakazakii* в технологии пастеризованного питьевого молока. Изучено влияние параметров пастеризации зависимости от количества вышеуказанных микроорганизмов в сборном молоке коров сортов экстра и высший. Установлено, что пастеризация при температуре $62\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 15 мин была эффективной в отношении микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae* - на 99,6-99,9% в молоке сортов экстра и высший. Что касается бактерий *Enterobacter sakazakii*, то при наличии в молоке небольшого их количества ($17\pm 0,3$ КУО/см³ в молоке сорта экстра) вышеупомянутый режим пастеризации был эффективным на 100%. Если количество этих микроорганизмов в молоке составляло $169\pm 22,4$ КУО/см³, то эффективность пастеризации была несколько ниже и становила 99,8%. При анализе эффективности пастеризации за параметров $62\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 30 минут, можно утверждать, что использование таких режимов

является на 100% эффективным относительно микроорганизмов семейства Enterobacteriaceae и бактерий *E. sakazakii* для обеих сортов молока. Пастеризация при температуре $72 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 15 с была эффективной в среднем на 96% по отношению к микроорганизмам семейства Enterobacteriaceae и бактериям *Enterobacter sakazakii*. Исследования показали, что температура пастеризации $72 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 30 с уменьшает количество микроорганизмов семейства Enterobacteriaceae на 99,9-100%, и бактерий *Enterobacter sakazakii* на 100% в обеих сортах молока. Так что наиболее эффективной пастеризацией отношении микроорганизмов семейства Enterobacteriaceae и бактерий *Enterobacter sakazakii* является использование температуры $62 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 30 мин и $72 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 15 и 30 с. Осуществлено научное обоснование целесообразности использования микроорганизмов семейства Enterobacteriaceae качестве индикаторов уровня санитарии и гигиены производства молока в качестве официального микробиологического критерия (МК), который после его пастеризации не должен превышать уровень 10 КУО/см³.

UCC 637.133.3:637.075**INFLUENCE OF PASTEURIZATION PARAMETERS ON THE NUMBER OF MICROORGANISMS OF THE FAMILY ENTEROBACTERIACEAE IN TECHNOLOGY PASTEURIZED DRINKING MILK / Bergilevich O., Kasianchuk V.**

In the article theoretically and experimentally proved the dynamics of the family Enterobacteriaceae and microorganisms, including bacteria *Enterobacter sakazakii* in technology pasteurized drinking milk. Influence of pasteurization parameters depending on the number of microorganisms in the aforementioned collective milk cows brands extras and higher. Found that pasteurization at a temperature $62 \pm 1^\circ\text{C}$ for 15 min was effective against microorganisms family Enterobacteriaceae - on 99,6-99,9% in milk extra and higher grades. As bacteria *Enterobacter sakazakii*, then the presence of milk a small fraction ($17 \pm 0,3$ CUO/cm³ in milk quality extra) mode aforementioned pasteurization was effective at 100%. If the number of these microorganisms in milk was $169 \pm 22,4$ CUO/cm³, the effectiveness of pasteurization was slightly lower and amounted to 99.8%. In analyzing the effectiveness of pasteurization parameters for $62 \pm 1^\circ\text{C}$ for 30 minutes, it can be argued that the use of such regimes is 100% effective in the family Enterobacteriaceae microorganisms and bacteria *E. sakazakii* for both brands of milk. Pasteurization at temperature $72 \pm 1^\circ\text{C}$ for 15 s was effective on average by 96% with respect to the family Enterobacteriaceae microorganisms and bacteria *Enterobacter sakazakii* these parameters pasteurization were 100% effective in milk quality extra with varying their number. Studies have shown that pasteurization temperature $72 \pm 1^\circ\text{C}$ for 30 s reduces the number of microorganisms on the family Enterobacteriaceae 99,9-100%, and bacteria *Enterobacter sakazakii* 100% in both brands of milk. So the most effective pasteurization in relation to the family Enterobacteriaceae microorganisms and bacteria *Enterobacter sakazakii* is to use temperature $62 \pm 1^\circ\text{C}$ for 30 min and $72 \pm 1^\circ\text{C}$ for 15 and 30 c. Carried out the scientific rationale for the use of microorganisms family Enterobacteriaceae as indicators of the level of sanitation and hygiene in milk production as an official microbiological criteria (MC), which after pasteurization should not exceed level 10 CUO/cm³.

*Рецензент: Власенко В.В., доктор біологічних наук, професор,
Вінницький національний аграрний університет*