

УДК 637.3.05

БЕЗПЕЧНІСТЬ І ЯКІСТЬ СИРУ: *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Шугай М. О., к.б.н, с.н.с.

<https://orcid.org/0000-0003-1844-5967>

Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-17>

Предмет дослідження. Інтоксикації стафілококової етіології становлять чималу частку харчових захворювань мікробного походження в усіх країнах світу. Практично будь-який харчовий продукт може бути контамінований стафілококовими клітинами або їх токсинами і представляти небезпеку для споживача. Виробництво сиру – нестерильний процес. Крім бажаної мікрофлори – лактобактерій закваски, у сирні чани неминуче потрапляють сторонні мікроорганізми, у тому числі золотистий стафілокок, що створює потенційну небезпеку репродукції стафілококових клітин і накопичення їх токсинів у цільовому продукті. Стафілококові токсини відзначаються стійкістю до дії високої температури і ферментів та не інактивуються під час тривалого зберігання продукту. Споживання сиру, забрудненого стафілококами і їх токсинами, може призвести до розвитку харчових отруєнь людей. **Метою наукового дослідження** було провести систематизацію інформації щодо джерел забруднення та впливу технологічних умов виробництва сиру на репродукцію бактерій виду *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) і їх токсинів; визначити способи запобігання репродукції стафілококових клітин і синтезу токсинів під час виробництва сиру, що дозволить підвищити рівень безпечності та якості цільового продукту. **Матеріали та методи.** Сучасні аналітичні дані щодо особливостей біології бактерій виду *S. aureus*, їх чутливості до фізико-хімічних факторів, які мають місце у технологічному ланцюжку виробництва сиру; сучасні медичні дані, пов'язані з впливом золотистого стафілококу та його метаболітів на здоров'я людини; нормативні документи щодо якості молока-сировини та твердих і напівтвердих сирів; результати власних досліджень. **Результати і обговорення.** Основним джерелом стафілококового забруднення сиру є молоко, тому проблема виробництва безпечного цільового продукту полягає насамперед у використанні якісного сиропридатного молока, отриманого від здорових корів з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог. Аналітичними дослідженнями встановлено, що найсприятливіші умови для репродукції золотистого стафілококу і синтезу токсинів спостерігаються під час виробки та на початку дозрівання сиру. Для обмеження розвитку золотистого стафілококу до заквасок доцільно долучати лактобактерії зі специфічною до нього антагоністичною активністю. Пригнічення молочнокислої ферментації під час виробництва сиру підвищує ризик накопичення стафілококових токсинів внаслідок чого знижується рівень безпечності цільового продукту. На підставі результатів мікробіологічного моніторинга вітчизняних сирів, за наявності клітин *S. aureus*, зроблено висновок про відповідність сирів вимогам нормативних документів. **Сфера застосування результатів дослідження.** Отримані результати аналітичних досліджень будуть використані під час розроблення нових технологій сирів.

Ключові слова: безпечність і якість сиру, виробництво сиру, *Staphylococcus aureus*

SAFETY AND QUALITY CHEESE: STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Myroslava Shugai, PhD, Sen. Researcher

<https://orcid.org/0000-0003-1844-5967>

Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-17>

Subject of study. Intoxications of staphylococcal etiology account for a significant proportion of foodborne diseases of microbial origin in all countries. Virtually any food product can be contaminated with staphylococcal cells or their toxins and pose a danger to the consumer. Cheese production is a non-sterile process. In addition to the desired microflora – yeast lactobacilli, the cheese vats inevitably get foreign microorganisms, including *Staphylococcus aureus*, which poses a potential risk of reproduction of staphylococcal cells and the accumulation of their toxins in the target product. Toxins are resistant to high temperatures and enzymes and are not inactivated during long-term storage of the product. Consumption of cheese contaminated with staphylococci and their toxins can lead to food poisoning. **The aim of this work** is to systematize information on the sources of contamination and the impact of technological conditions of cheese production on the reproduction of bacteria of the species *Staphylococcus aureus* and their toxins; identify ways to prevent the reproduction of staphylococcal cells and the synthesis of toxins during cheese production, which would increase the level of safety and quality of the target product. **Materials and methods.** Current analytical data on the peculiarities of the biology of bacteria of the species *S. aureus*, their sensitivity to physicochemical factors that occur in the technological chain of cheese production; current medical data related to the effects of *Staphylococcus aureus* and its metabolites on human health; normative documents on the quality of raw milk and hard and semi-hard cheeses; results of own research. **Results and discussion.** The main source of staphylococcal contamination of cheese is milk, so the problem of producing a safe target product is primarily the use of quality raw milk obtained from healthy cows in compliance with sanitary and hygienic requirements. Analytical studies have shown that the most favorable conditions for the reproduction of *Staphylococcus aureus* and the synthesis of toxins are observed during the production and early maturation of cheese. To limit the development of *Staphylococcus aureus*, it is advisable to add lactobacilli with specific antagonistic activity to the yeast. Inhibition of lactic acid fermentation during cheese production increases the risk of accumulation of staphylococcal toxins, which reduces the safety of the target product. Based on the results of microbiological monitoring of domestic cheeses for the presence of *S. aureus* cells, a conclusion was made on the compliance of cheeses with the requirements of regulatory documents. **Scope of research results.** The obtained results of analytical research will be used in the development of new cheese technologies.

Keywords: cheese safety and quality, cheese making, *Staphylococcus aureus*

Постановка проблеми. Інтоксикації стафілококової етіології становлять чималу частку харчових захворювань мікробного походження в усіх країнах світу [1]. Золотистий стафілокок можна виявити у молочних, м'ясних, рибних, овочевих продуктах, стравах з рису й картоплі, морепродуктах, хлібобулочних виробках, десертах [2-4]. Практично будь-який харчовий продукт може бути контамінований стафілококовими клітинами або їх токсинами і представляти небезпеку для споживача. Так, у Канаді з 2007 по 2010 рік 10,5% спалахів харчових отруєнь спричинено споживанням продуктів контамінованих *S. aureus* [5]. У США з вини цих мікроорганізмів щороку реєструється близько 185 тисяч отруєнь людей, з яких приблизно 1750 госпіталізують, у важких випадках настає летальний кінець [6]. Про спалахи отруєнь стафілококової етіології повідомляли

вітчизняні засоби інформації. Така широка екологічна ніша золотистого стафілококу та велика «популярність» порівняно з іншими об'єктами медичної мікробіології зумовлені особливостями біології цих бактерій.

S. aureus, як і більшість представників роду *Staphylococcus*, належить до убівітарних мікроорганізмів. Їх можна виявити у повітрі, пилові, воді, а також на слизовій оболонці носової порожнини, поверхні шкіри, волосяному покриві людини і теплокровних тварин, у їх кишечнику. За даними [7] від 30% до 50% популяції здорових людей є носіями золотистого стафілококу. Будучи коменсалами людини і тварин, ці мікроорганізми не завжди обмежують свої взаємовідносини з хазяїном рамками нешкідливого співжиття. З налічуваних нині 35 видів стафілококів, патогенними для людини крім *S. aureus* визнано коагулазонегативні *S. epidermidis* та *S. saprophyticus* [1]. Однак переважна більшість проблем пов'язана саме з мікроорганізмами виду *S. aureus* [8]. Вони можуть уражати практично всі типи тканин і всі органи людини, спричиняючи сепсис, остеомієліт, найрізноманітніші дерматологічні та кардіологічні захворювання, хвороби дихальної, сечостатевої та нервової систем [9]. Це обумовлено високою біохімічною пластичністю стафілококів, завдяки чому вони швидко адаптуються до умов середовища, а також наявністю комплексу факторів вірулентності: здатністю до адгезії на клітинах-мішенях, широкого спектру ферментів, що сприяють проникненню і розповсюдженню бактерій в організмі хазяїна та комплексу токсинів.

Стафілококові *ентеротоксини* (СЕ) представлені білками молекулярної маси 25-35 кДа. Вони стійкі до високої температури і протеолітичних ферментів (трипсину, пепсину, хімотрипсину, ренніту, папаїну) [10, 11] і, як і решта факторів вірулентності, часто кодовані плазмідами, профагами та іншими мобільними генетичними елементами, що сприяє швидкому їх набуттю клітинами та поширенню в популяції патогена. Цим обумовлена висока швидкість виникнення у лікарнях високовірулентних антибіотикостійких стафілококових штамів, які надзвичайно важко піддаються лікуванню.

Харчові отруєння можуть спричинити також стафілококові *екзотоксини* – білкові речовини, які виділяються у довкілля під час життєдіяльності мікроорганізму і не пов'язані з його строю. Нині їх відомо щонайменше 23 типи [12]. Через 2-4 години після вживання контамінованих стафілококовими токсинами харчових продуктів можуть виникати симптоми отруєння – спазми в животі, нудота, блювота, діарея, інтенсивність яких залежить від ступеня інфікування та стану здоров'я людини [7]. Найчастіше виявляються енттеротоксини А, В, С, D і Е, які є причинами 95% харчових стафілококових отруєнь [13].

Метою наукового дослідження було провести систематизацію інформації щодо джерел забруднення та впливу технологічних умов виробництва сиру на репродукцію бактерій виду *S. aureus* і їх токсинів; визначити способи запобігання репродукції стафілококових клітин і синтезу токсинів під час виробництва сиру, що дозволило б підвищити рівень безпечності та якості цільового продукту.

Матеріали та методи. Сучасні аналітичні дані щодо особливостей біології бактерій виду *S. aureus*, їх чутливості до фізико-хімічних факторів, що мають місце у технологічному ланцюжку виробництва сиру; сучасні медичні дані, пов'язані з впливом золотистого стафілококу та його метаболітів на здоров'я людини; нормативні документи щодо якості молока-сировини та твердих і напівтвердих сирів; результати власних досліджень.

Результати та обговорення. Стафілококи характеризуються підвищеною стійкістю до факторів довкілля. Вони добре переносять висихання та зберігають життєздатність і вірулентність упродовж тижнів і навіть місяців, знаходячись у ґрунті. Джерелом клітин золотистого стафілококу у сирі є насамперед молоко. Незначна кількість цих мікроорганізмів у сирому молоці – звичайне явище. Згідно з [14] в одному см³ молока, отриманому від здорових корів, зазвичай міститься 100-200 клітин стафілококів, які потрапляють зі шкіри вимені під час доїння. Однак, якщо у череді виявиться маститна

корова (а з золотистим стафілококом пов'язано 30-40% випадків маститів, реєстрованих у світі [15]), чисельність цих мікроорганізмів, залежно від стану тварини (субклінічний чи клінічний мастит) і стадії розвитку інфекції може зрости до 10^4 – 10^8 КУО/см³ [16, 17].

Важливо відмітити, що під час захворювання корів маститом у молоці зростає чисельність соматичних клітин, натомість знижується вміст сухих речовин: білка, жиру, лактози, тобто всіх основних компонентів. Зміни складу молока, характерні для маститу, позначаються на його технологічних властивостях. Таке молоко має знижену кислотність і погано згортається сичужним ферментом, високий вміст у ньому хлоридів погіршує синерезис утвореного згустку, знижує його вологоутримувальну здатність [18]. Згідно з чинними ветеринарними вимогами молоко, отримане від маститних корів, використовувати для виробництва харчових продуктів заборонено [19].

Отже, основним джерелом забруднення молока-сировини патогенними стафілококами є молоко маститних корів та шкірні покриви тварин. Тому проведення профілактичних заходів, спрямованих на запобігання розвитку маститів молочної залози корів, належний догляд за тваринами та дотримання гігієнічних вимог під час доїння є важливими умовами отримання якісного і сиропридатного молока-сировини.

Молоко – хороше поживне середовище для розвитку стафілококів. Потрапивши в нього, ці мікроорганізми за сприятливих умов швидко збільшують чисельність. За даними літератури [20] клітини золотистого стафілокока можуть репродукуватись у широкому температурному (від 7°C до 48,5°C) і кислотному (від 4,2 до 9,3 одиниць рН) діапазонах, характеризуються високою солестійкістю (витримують концентрацію хлориду натрію до 15%). Оптимальна температура для накопичення стафілококових токсинів знаходиться в температурному проміжку 40-45°C, за температури нижчої від 12°C токсини не утворюються.

Завдяки високій термостійкості, незначний відсоток клітин термостійких штамів стафілокової популяції здатен вижити за режиму пастеризації молока, прийнятому у виробництві сиру (72±1°C, з витримкою 20-25 сек). Через певний час, необхідний для репарації отриманих сублетальних ушкоджень, вони відновлюють біосинтетичні та репродуктивні функції і можуть стати джерелом забруднення сиру. [21].

Патогенні стафілококи можуть контамінувати молоко і після пастеризації. Таке забруднення є найнебезпечнішим, оскільки штами людського походження потрапляють у молоко в активній формі і тому характеризуються високою енергією росту.

Репродукція стафілококів та утворення ними токсинів відбуваються уже під час виробки сиру, коли умови для цього дуже сприятливі. Кількість цих бактерій значно зростає у згустку за рахунок механічного захоплення мікроорганізмів білками під час їх коагуляції. На час виробки та початок дозрівання сиру припадає експоненційна фаза розвитку стафілококів, за якої клітини токсигенних штамів утворюють токсини. Під час виробки та на початку дозрівання сиру температура порівняно сприятлива, чи принаймні допустима для утворення токсинів. Стаціонарна фаза розвитку стафілококів починається після зброджування всієї лактози, зниження кислотності і температури сирної маси та асиміляції розчиненого у ній кисню, тобто коли умови в сирі стають несприятливими чи малосприятливими для утворення токсинів [22].

Потенційний ризик утворення токсинів виникає у разі перевищення чисельності *S. aureus* 10^5 КУО/см³ [23]. Технологічні фактори, які відіграють важливу роль у процесі виробництва сиру, а саме, якість молока та режим його пастеризації, активність закваски, умови формування молочного згустку, умови соління та визрівання сиру, впливають і на розвиток золотистого стафілококу та утворення токсинів. З метою запобігання чи обмеження розвитку золотистого стафілококу до складу заквасок вводять лактобактерії зі специфічною антагоністичною активністю до цього мікроорганізму (рис. 1). Тому будь-яке пригнічення молочнокислої ферментації під час виробництва сиру підвищує ризик виникнення стафілококових токсикозів. Це підтверджується повідомленнями [24-26] про спалахи стафілококових отруєнь, викликаних вживанням твердого сиру, які пов'язувались

з низькою активністю закваски та недостатнім контролем за процесом виробництва, внаслідок чого популяція стафілококів зростала до рівня понад 10^6 КУО/г.

Зазначимо, що розмноження стафілококів практично не позначається на органолептичних показниках сиру, оскільки за анаеробних умов основним продуктом їх метаболізму є молочна кислота. Тому стафілококи можна вважати небезпечнішими збудниками харчових отруєнь ніж ентеробактерії.

У більшості країнах уміст стафілококів у сирах нормується відповідними документами. Вважається, що у зрілих сирах кількість коагулазо-позитивних стафілококів не повинна перевищувати 10^1 – 10^3 КУО/г [22], згідно з вітчизняними ДСТУ на тверді і напівтверді сири гранично допустимий рівень становить 5×10^2 КУО/г. Проте, використання цього показника є недостатнім для оцінки безпечності сирів щодо стафілококових отруєнь через значну варіабельність швидкості загибелі стафілококів під час дозрівання сиру. Точним показником є відсутність стафілококових токсинів у сирі. Однак, методи виявлення цих токсинів надто дорогі і складні. Тому гарантією безпечності сиру має бути правильно організована система контролю виробництва у критичних точках, яка включає контроль вмісту стафілококів у сирах 1-3-добового віку та швидкість кислотоутворення, зокрема активної кислотності після пресування [22].

В Інституті продовольчих ресурсів під час проведення моніторингу мікробіологічної якості вітчизняних сирів щодо наявності технічно шкідливої та умовно-патогенної мікрофлори, у тому числі *S. aureus*, було досліджено 15 проб сичужних сирів, вироблених Ахтирським і Шосткінським (Сумська обл.), Пирятинським і Гадяцьким (Полтавська обл.), Літинським і Тульчинським (Вінницька обл.), Баштанським (Миколаївська обл.), Іркліївським (Черкаська обл.), Новгород-Сіверським (Чернігівська обл.), Лозівським (Харківська обл.) та Звенигородським (Київська обл.) сирзаводами. Для виявлення *S. aureus* проводили висів проб на селективне середовище – молочно-сольовий м'ясопептонний агар з масовою часткою хлориду натрію 10% з подальшим культивуванням за температури 37°C упродовж 24 год. З колоній характерної для стафілококів морфології (діаметром 1-3 мм білого, кремового чи жовтого кольору, з гладенькою блискучою поверхнею та рівними краями) було вилучено 43 штами, які дослідили за фізіолого-біохімічними властивостями з метою з'ясування їх належності до виду *S. aureus*. Для експрес виявлення мікроорганізмів роду *Staphylococcus* скористались вітчизняним діагностичним препаратом на основі батуміну «Діастаф», що характеризується унікальною вибірковістю дії до стафілококів. Використання дисків з антибіотиком дозволило надійно і швидко (протягом 18 год) диференціювати стафілококи за зоною затримки росту навколо диска від інших грампозитивних коків нечутливих до препарату [27]. За допомогою препарату «Діастаф» встановлено належність 15 штамів до роду *Staphylococcus* (рис. 2).

Обов'язковим (але не достатнім) критерієм, за допомогою якого можна виокремити *S. aureus* від інших стафілококів, є здатність коагулювати плазму крові людини та багатьох тварин завдяки утворенню ферменту плазмокоагулази. Фермент виявлено лише у штама С29, який коагулював плазму крові кролика через 4 години. За спектром зброджування вуглеводів визначено, що штама С29 належить до виду *S. aureus* (Табл. 1). Отже, за сукупністю фізіолого-біохімічних ознак з 15 належних до роду *Staphylococcus* штамів як *S. aureus* ідентифіковано лише один, який було виявлено у першому розведенні, тоді як згідно з нормативними документами на тверді (ДСТУ 4421:2005, ДСТУ 6003:2008) і напівтверді (ДСТУ 4669:2006) сири, допускається наявність цих мікроорганізмів не вище рівня 5×10^2 КУО/г. Отримані результати свідчать, що за рівнем забруднення клітинами *S. aureus* вітчизняні сири відповідають вимогам відповідних нормативних документів і є безпечними для споживача.

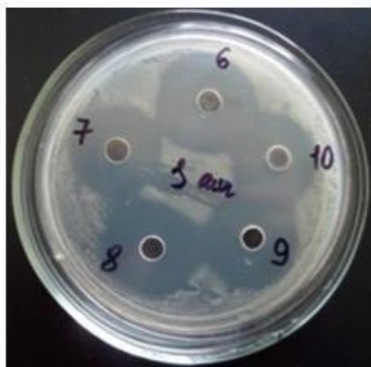
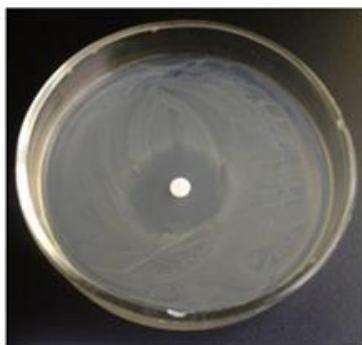


Рис. 1. Пригнічення росту *S. aureus* внаслідок специфічної антагоністичної активності штамів молочнокислих бактерій (метод «лунок»)



а



б

Рис. 2. Ідентифікація бактерій роду *Staphylococcus*:
а – пригнічення росту штаму С 29 під впливом діагностичного препарату «Діастаф»;
б – тест на наявність каталази (поява бульбашок кисню після нанесення на поверхню колоній пероксиду водню свідчить про наявність ферменту каталази у клітинах культури)

Таблиця 1

Фізіолого-біохімічні властивості штаму С29

Наявність фермента чи здатність до реакції				Ферментування						Реакція плазми-коагуляції
Каталаза	Оксидаза	Продукція індолу	Відновлення нітратів	Глюкози	Манніта	Мальтози	Лактози	Рафінози	Сахарози	
+	–	–	+	+	+	+	+	–	+	+

Позначення: + наявність ознаки; – відсутність ознаки

Висновки.

1. Стійкість до несприятливих чинників та висока біохімічна пластичність сприяють швидкій адаптації золотистого стафілококу до умов довкілля та освоєнню різноманітних екологічних ніш, серед яких практично всі харчові продукти, а також слизові оболонки, поверхня шкіри, волоссяний покрив, кишечник людини і теплокровних тварин. Споживання продуктів, забруднених золотистим стафілококом та його токсинами загрожує розвитком харчових отруєнь. У людей з пригніченою імунною системою золотистий стафілокок може переходити до паразитичного способу життя і уражати будь-які тканини й органи, що супроводжується розвитком захворювань.

2. Основним джерелом стафілококового забруднення сиру є молоко, тому проблема вироблення безпечного цільового продукту полягає насамперед у використанні якісного сиропридатного молока-сировини, отриманого від здорових корів з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог.

3. Практично всі технологічні операції виробництва сиру впливають на репродукцію золотистого стафілококу і утворення ним токсинів. Найсприятливіші умови для його розвитку спостерігаються під час виробки та на початку дозрівання сиру. Для обмеження репродукції золотистого стафілококу до заквасок доцільно вводити

лактобактерії зі специфічною до нього антагоністичною активністю. Забезпечення необхідного рівня молочнокислої ферментації, особливо під час виробки і на початку визрівання сиру, є гарантією отримання якісного і безпечного цільового продукту.

4. Рівень забруднення сирів вітчизняного виробництва мікроорганізмами виду *S. aureus* значно нижчий показників, встановлених нормативними документами, що свідчитьпро їх безпечність для споживача.

Бібліографія

1. Balaban N., Rasooly A. Review – Staphylococcal enterotoxins. Int. J. Food Microbiol., 2000. 61. P. 1-10.
2. Kerouanton A., Hennekinne J. A., Letertre C., Petit L., Cheneau O., Brisabois A., De Buyser M. L. Characterization of *Staphylococcus aureus* strains associated with food poisoning outbreaks in France. International Journal of Food Microbiology. 2007. 115. P. 369-375.
3. Alejandro De Jesús Cortés-Sánchez, Mayra Díaz-Ramírez, Ma. De la Paz Salgado-Cruz and Rocío G. Hernandez-Nava Food Safety and Fish Production the Case of *Staphylococcus aureus*: A Review. Alejandro De Jesús Cortés-Sánchez et al. OnLine Journal of Biological Sciences 2020. 20 (4). P. 291-306.
4. Guoping L., Jiang R., Zhang H., Wang L., Li L., Gao W., Zhang H., Pei Y., Wei X., Dong H., Qin L. Molecular Characteristics of *Staphylococcus aureus* From Food Samples and Food Poisoning Outbreaks in Shijiazhuang, China. Frontiers in Microbiology. 2021. 12. P. 52-76 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.652276>.
5. Crago B., Ferrato C., Drews S. J., Svenson L. W., Tyrrell G., Louie M. Prevalence of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) in food samples associated with foodborne illness in Alberta, Canada from 2007- 2010. Food Microbiol. 2012. 32:202-205.
6. European Commission (EC) 2003. Opinion of the Scientific Committee on Veterinary Measures relating to public health on Staphylococcal enterotoxins in milk products, particularly cheeses (adopted on 26-27 March 2003). Brussels. 73 p. (ec.europa.eu/food/fs/sc/scv/out61_en.pdf accessed on 15 April 2011).
7. Loir Y. L., Baron F., Gautier M. *Staphylococcus aureus* and food poisoning. Genetic and molecular research. 2013. № 2. P. 63-76.
8. Hennekinne J. A., De Buyser M. L., Dragacci S. *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation. FEMS Microbiol. 2012. Rev. 36. P. 815-836.
9. Garzoni C., Kelley W. *Staphylococcus aureus*: new evidence for intracellular persistence. Trends microbiol. 2009. 17. P. 59-65.
10. Halpin-Dohnalek M., Marth E. *Staphylococcus aureus*: Production of extracellular compounds and behaviour in foods – a review. J. food protect. 1989. 52. P. 267-282.
11. Kérouanton A., Hennekinne J., Letertre C. Characterization of *Staphylococcus aureus* strains associated with food poisoning outbreaks in France. Int. j. food microbiol. 2007. 115. P. 369-375.
12. Abril A. G., Villa T. G., Barros-Velázquez J., Cañas B., Sánchez-Pérez A., Calomata P., Carrera M. *Staphylococcus aureus* Exotoxins and Their Detection in the Dairy Industry and Mastitis. Toxins 2020. 12. <https://doi.org/10.3390/toxins12090537>.
13. Carfora V., Caprioli A., Marri N., Sagrafoli D., Boselli C., Giacinti G., Giangolini G., Sorbara L., Dottarelli S., Battisti A., Enterotoxin genes, enterotoxin production, and methicillin resistance in *Staphylococcus aureus* isolated from milk and dairy products in Central Italy. Int Dairy J. 2015. 42. P. 12-15.
14. Valik L., Gorner F., Sonneveld K., Polka P. Faktory ovplyvňujúce fermentáciu ovčieho hrudkového syra na salaši. In: Celostatní přehledky sýrů, 2004. Výsledky přehledů a sborník přednášek semináře Mleko a sýry 2004. Česká společnost chemická. Praha. P. 85-87.
15. Peles F., Wagner M., Varga L. Characterization of *Staphylococcus aureus* strains isolated from bovine milk in Hungary. Int. j. food microbiol. 2007. 118. P. 186-193.

16. Boynukara B., Gulhan T., Alisarli M. Classical enterotoxigenic characteristics of *Staphylococcus aureus* strains isolated from bovine subclinical mastitis in Van, Turkey. *Int. j. food microbiol.* 2008. 125. P. 209-211.

17. Lancette G.A., Tatini S. R. *Staphylococcus aureus*, Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association, Washington: 1992. P. 533-550.

18. Bobbo T., Ruegg P. L., Stocco G., Fiore E., Giancesella M., Morgante M., Pasotto D., Bittante G., Cecchinato A. Associations between pathogen-specific cases of subclinical mastitis and milk yield, quality, protein composition, and cheese-making traits in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2017. 100(6). P. 4868-4883.

19. Правила ветеринарно-санітарної експертизи молока і молочних продуктів та вимог щодо їх реалізації: зареєстровані в Мін. юстиції України 07.05.2004 за №579/9178 [Електронний ресурс]. 2004. 29 с. Режим доступу: <http://document.org.ua/pravila-veterinarno-sanitarnoyi-ekspertizi-moloka-i-molochni-nor8341.html>.

20. Janštová B., Necidova L., Skockova A., Janstova B. Staphylococcal enterotoxin production in model samples of milk and fresh cheese. *Journal of Food and Nutrition Research.* 2014. 53(4). P. 389-392.

21. Yaniarti M., Amarantini C., Budiarso T.Y. The effect of temperature and Pasteurization time on *Staphylococcus aureus* isolates from dairy products. *Chemistry* 2017. DOI:10.1063/1.5012727

22. Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. Под ред. Гудкова С. А. Москва: ДеЛи принт. 2003. 800 с.

23. Masoud W., Vogensen F. K., Lillevang S., Al-Soud W. A., Sørensen S. J., Jakobsen M. The fate of indigenous microbiota, starter cultures, *Escherichia coli*, *Listeria innocua* and *Staphylococcus aureus* in Danish raw milk and cheeses determined by pyrosequencing and quantitative real time (qRT)-PCR, *Int. J. Food Microbiol.* 2012. 153 (1). P. 192-202.

24. Johnson E.A., Nelson J.H., Johnson M. Microbiological safety of cheese made from heat-treated milk. Part 1. Executive summary, introduction and history. *Journal of Food Protection.* 1990. 53 (5). P. 441-452.

25. Johnson E.A., Nelson J.H., Johnson M. Microbiological safety of cheese made from heat-treated milk. Part II. Microbiology. *Journal of Food Protection.* 1990. 53 (6). P. 519-540.

26. Johnson E.A., Nelson J.H., Johnson M. Microbiological safety of cheese made from heat-treated milk. Part III. Technology, discussion, recommendations, bibliography. *Journal of Food Protection.* 1990. 53 (8). P. 610-623.

27. Смірнов В. В., Чуркіна Л. М., Носенко Г. А., Бідненко С. І., Артисюк О. І., Пустовалова Л. І., Кіпріанова О. А., Гарагуля О. Д. Ефективність діагностичних дисків з батуміном при ідентифікації та індикації стафілококів. *Лікарська справа.* 2002. № 5-6 (1064). С. 27-31.

References

1. Balaban, N., Rasooly, A. (2000). Review – Staphylococcal enterotoxins. *Int. J. Food Microbiol.* 61. P. 1-10.

2. Kerouanton, A., Hennekinne, J. A., Letertre, C., Petit, L., Cheneau, O., Brisabois, A., De, Buyser M. L. (2007). Characterization of *Staphylococcus aureus* strains associated with food poisoning outbreaks in France. *International Journal of Food Microbiology.* 115. P. 369-375.

3. Alejandro De Jesús Cortés-Sánchez, Mayra Díaz-Ramírez, Ma. De la Paz Salgado-Cruz and Rocío G. (2020). Hernandez-Nava Food Safety and Fish Production the Case of *Staphylococcus aureus*: A Review. Alejandro De Jesús Cortés-Sánchez. *OnLine Journal of Biological Sciences* 20 (4). P. 291-306.

4. Guoping, L., Jiang, R., Zhang, H., Wang, L., Li, L., Gao, W., Zhang, H., Pei, Y., Wei, X., Dong, H., Qin, L. (2021). Molecular Characteristics of *Staphylococcus aureus* From Food Samples and Food Poisoning Outbreaks in Shijiazhuang, China. *Frontiers in Microbiology*. 12. P. 52-76. doi: 10.3389/fmicb.2021.652276
5. Crago, B., Ferrato, C., Drews, S. J., Svenson, L.W., Tyrrell, G., Louie, M. (2012). Prevalence of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) in food samples associated with foodborne illness in Alberta, Canada from 2007- 2010. *Food Microbiol.* 32. P. 202-205.
6. European Commission (EC) (2003). Opinion of the Scientific Committee on Veterinary Measures relating to public health on Staphylococcal enterotoxins in milk products, particularly cheeses (adopted on 26-27 March 2003). Brussels. 73 p. (ec.europa.eu/food/fs/sc/scv/out61_en.pdf accessed on 15 April 2011).
7. Loir, Y. L., Baron, F., Gautier, M. (2013). *Staphylococcus aureus* and food poisoning. Genetic and molecular research. № 2. P. 63-76.
8. Hennekinne, J. A., De, Buyser M. L., Dragacci, S. (2012). *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation. *FEMS Microbiol. Rev.* 36. P. 815-836.
9. Garzoni, C., Kelley, W. (2009). *Staphylococcus aureus*: new evidence for intracellular persistence. *Trends microbiol.* 17. P. 59-65.
10. Halpin-Dohnalek, M., Marth, E. (1989). *Staphylococcus aureus*: Production of extracellular compounds and behaviour in foods – a review. *J. food protect.* 52: 267-282.
11. Kérouanton, A., Hennekinne, J., Letertre, C. (2007). Characterization of *Staphylococcus aureus* strains associated with food poisoning outbreaks in France. *Int. J. food microbiol.* 115. P. 369-375.
12. Abril, A. G., Villa, T. G., Barros-Velázquez, J., Cañas, B., Sánchez-Pérez, A., Calomata, P., Carrera, M. (2020). *Staphylococcus aureus* Exotoxins and Their Detection in the Dairy Industry and Mastitis. *Toxins*. 12. <https://doi.org/10.3390/toxins12090537>.
13. Carfora, V., Caprioli, A., Marri, N., Sagrati, D., Boselli, C., Giacinti, G., Giangolini, G., Sorbara, L., Dottarelli, S., Battisti, A. (2015). Enterotoxin genes, enterotoxin production, and methicillin resistance in *Staphylococcus aureus* isolated from milk and dairy products in Central Italy. *Int Dairy J.* 42. P. 12-15.
14. Valík, L., Gorner, F., Sonneveld, K., Polka, P. (2004). Faktory ovplyvňujúce fermentáciu ovčieho hrudkového syra na salaši. In: Celostatní přehledky sýrů, 2004. Výsledky přehledů a sborník přednášek semináře Mléko a sýry 2004. Česká společnost chemická. Praha: 85-87.
15. Peles, F., Wagner, M., Varga, L. (2007). Characterization of *Staphylococcus aureus* strains isolated from bovine milk in Hungary. *Int. j. food microbiol.* 118. P. 186-193.
16. Boynukara, B., Gulhan, T., Alisarli, M. (2008). Classical enterotoxigenic characteristics of *Staphylococcus aureus* strains isolated from bovine subclinical mastitis in Van, Turkey. *Int. j. food microbiol.* 125. P. 209-211.
17. Lancefield, G. A., Tatini, S. R. (1992). *Staphylococcus aureus*, Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association, Washington: P. 533-550.
18. Bobbo, T., Ruegg, P. L., Stocco, G., Fiore, E., Ganesella, M., Morgante, M., Pasotto, D., Bittante, G., Cecchinato, A. (2017). Associations between pathogen-specific cases of subclinical mastitis and milk yield, quality, protein composition, and cheese-making traits in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100(6). P. 4868-4883.
19. Правила ветеринарно-санітарної експертизи молока і молочних продуктів та вимог щодо їх реалізації: зареєстровані в Мін. юстиції України 07.05 2004 р. за №579/9178. [Rules of veterinary and sanitary examination of milk and dairy products and requirements for their implementation: registered in the Ministry. of Justice of Ukraine on May 7, 2004 under

№579 / 9178] [Електронний ресурс]. 2004. 29 с. <http://document.org.ua/pravila-veterinarno-sanitarnoyi-ekspertizi-moloka-i-molochni-nor8341.html>.

20. Janštová, B., Necidová, L., Skocková, A., Janstová, B. (2014). Staphylococcal enterotoxin production in model samples of milk and fresh cheese. *Journal of Food and Nutrition Research*. 53(4). P. 389-392.

21. Yaniarti, M., Amarantini, C., Budiarmo, T. Y. (2017). The effect of temperature and Pasteurization time on *Staphylococcus aureus* isolates from dairy products. *Chemistry* DOI:10.1063/1.5012727

22. Gudkov, A. V. (2003). *Syrodellie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko-himicheskie aspektyi*. [Cheese-making: technological, biological and physico-chemical aspects.] Moskva: DeLi print. 800 p. [in Russian].

23. Masoud, W., Vogensen, F. K., Lillevang, S., Al-Soud, W. A., Sørensen, S. J., Jakobsen, M. (2012). The fate of indigenous microbiota, starter cultures, *Escherichia coli*, *Listeria innocua* and *Staphylococcus aureus* in Danish raw milk and cheeses determined by pyrosequencing and quantitative real time (qRT)-PCR, *Int. J. Food Microbiol.* 153 (1). P. 192-202.

24. Johnson, E. A., Nelson, J. H., Johnson, M. (1990). Microbiological safety of cheese made from heat-treated milk. Part 1. Executive summary, introduction and history. *Journal of Food Protection*. 53 (5). P. 441-452.

25. Johnson, E. A., Nelson, J. H., Johnson, M. (1990). Microbiological safety of cheese made from heat-treated milk. Part II. Microbiology. *Journal of Food Protection*. 53 (6). P. 519-540.

26. Johnson, E. A., Nelson, J. H., Johnson, M. (1990). Microbiological safety of cheese made from heat-treated milk. Part III. Technology, discussion, recommendations, bibliography. *Journal of Food Protection*. 53 (8). P. 610-623.

27. Smirnov, V. V., Churkina, L. M., Nosenko, H. A., Bidnenko, S. I., Artysiuk, O. I., Pustovalova, L. I., Kiprianova, O. A., Harahulia, O. D. Efektyvnist diahnostychnykh diskiv z batuminom pry identyfikatsii ta indykatsii stafilokokiv [The effectiveness of diagnostic disks with batumin in the identification and indication of staphylococci]. *Likarska sprava*. 2002. № 5-6 (1064). P. 27-31. [in Ukrainian].