

УДК 637.3.05:579.676

М.О. Шугай, к.б.н.,
Я.Ф. Жукова, к.б.н.,
Н.А. Чорна, н.с.,
Г.Ф. Калмикова, к.т.н.,
Ю.І. Охріменко, гол. фахівець,
Інститут продовольчих ресурсів НААН

**ВИКОРИСТАННЯ *LACTOBACILLUS CASEI SPP. CASEI 055*
ДЛЯ ЗАХИСТУ СИРУ ВІД КИШКОВОЇ ПАЛИЧКИ**

*Статтю присвячено проблемі поліпшення якості вітчизняних сичужних сирів. Показано, що використання захисної культури на основі *Lactobacillus casei spp. casei 055* дозволяє знизити чисельність кишкових паличок на 1,6 порядки порівняно з контрольним сиром.*

*Важливо, що використання додаткової до закваски культури не спричинило відхилень технологічного процесу під час виробки сиру, але прискорило його визрівання. Крім поліпшених мікробіологічних показників дослідні сири характеризувались більшим вмістом вільних амінокислот, у тому числі незамінних. За органолептичними характеристиками дослідні сири отримали вищі бали, ніж контрольний. Таким чином, штам *L. casei 055* є перспективним з точки зору використання як захисної культури, і може бути ефективним біологічним засобом поліпшення показників безпеки та якості вітчизняних сирів.*

Ключові слова: захисна культура, коліформи, *Lactobacillus casei*, сир, якість.

M.O. Shugai, Ph.D.Biology,
Y.F. Zhukova, Ph.D.Biology,
N. Tshorna, res. worker,
G.F. Kalmykova, Ph.D.Technics,
Y.I. Ohrimenko, master spec.
Food Resources Institute NAAS

**USE OF *LACTOBACILLUS CASEI SPP. CASEI 055*
TO PROTECT CHEESE FROM *ESCHERICHIA COLI***

*The article dedicated to the problem of improvement of the quality of domestic cheeses. It is shown that the use of protective culture of *Lactobacillus casei spp. casei 055* reduces the number of bacteria *Escherichia coli* by 1.5 orders of magnitude as compared to the control cheese. It is important that the using of the protective culture caused no abnormalities in the cheese-making process, but accelerated maturation of cheese. Experimental cheeses were characterized, in addition to improved microbiological characteristics, higher content of free amino acids, including irreplaceable ones as well. Experimental cheeses received higher organoleptic characteristics than the control ones. Thus, the strain *L. casei 055* is promising in terms of use as a defensive culture, and can be an effective biological means of improvements in safety and quality of domestic cheeses.*

Keywords: protective culture, *Lactobacillus casei*, cheese, coliforms, quality.

М.А. Шугай, к.б.н.,
Я.Ф. Жукова, к.б.н.,
Н.А. Чорна, н.с.,
А.Ф. Калмикова, к.т.н.,
Ю.І. Охріменко, главный специалист,
Институт продовольственных ресурсов НААН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *LACTOBACILLUS CASEI* SPP. *CASEI* 055 ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЫРА ОТ КИШЕЧНОЙ ПАЛОЧКИ

Статья посвящена проблеме улучшения качества отечественных сычужных сыров. Показано, что использование защитной культуры *Lactobacillus casei* spp. *casei* 055 позволяет снизить численность кишечной палочки более чем на 1,5 порядка по сравнению с контрольным сыром. Важно, что использование дополнительной к закваске культуры не повлекло отклонений технологического процесса во время выработки сыра, но ускорило его созревание. Кроме улучшенных микробиологических показателей экспериментальные сыры характеризовались бо □ *льшисе* содерж незаменимых. По органолептическим характеристикам экспериментальные сыры получили, чем контрольный.

Таким образом, штамм *L. casei* 055 является перспективным с точки зрения использования в качестве защитной культуры и может быть эффективным биологическим средством улучшения показателей безопасности и качества отечественных сыров.

Ключевые слова: защитная культура, *Lactobacillus casei*, сыр, качество.

Мікроорганізми відіграють провідну роль у виробництві сиру, формуванні його структури, консистенції, розвитку смако-ароматичного букету. Під дією ферментних систем мікрофлори в процесі гліколізу, протеолізу та ліполізу компоненти молока трансформуються у ряд високо- і низькомолекулярних сполук, що визначають смакові властивості сиру того чи іншого виду.

Оскільки умови виробки та визрівання сиру сприятливі для репродукції не лише заквашувальної, а й технічно шкідливої мікрофлори, існує ризик надмірного розвитку останньої. Це може призводити до виникнення вад та зниження безпеки продукту.

Серед сторонньої мікрофлори харчових продуктів поширеними є коліформи – грамнегативні бактерії родів *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* та ін. родини *Enterobacteriaceae*. У молочних продуктах, у тому числі сирих сирах, часто виявляються кишкові палички [1, 2]. Вони дуже розповсюджені в довкіллі й завжди наявні в молочній сировині. Під час пастеризації молока більшість кишкових паличок гине, проте незначний відсоток термостійких штамів може вижити. Крім цього, за нестерильних умов виробництва, існує ризик післяпастеризаційного забруднення, оскільки бактерії даної групи здатні активно репродукуватись на різноманітних об'єктах виробництва і є постійним компонентом мікрофлори сирзаводу. Значне розмноження кишкових паличок, часто супроводжуване інтенсивним газоутворенням, негативно позначається на органолептиці продукту – може виникати надто розвинений сітчастий рисунок і навіть здуття сирних головок, з'являється неприємний присмак [3]. Оскільки кишкові палички належить до умовно патогенних бактерій, споживання сирів з надмірним їх розвитком може представляти небезпеку для здоров'я людей з ослабленою імунною системою.

Відповідно до вимог вітчизняних нормативних документів у якісних твердих сирах коліформних бактерій не повинно бути у 0,01 г, а напівтвердих – у 0,001 г продукту.

Ріст коліформ у молоці та сирі обмежують молочнокислі бактерії. Це відбувається за рахунок швидкого зброджування ними лактози та підвищення кислотності середовища, а також унаслідок утворення специфічних антибіотичних речовин. Слід зазначити, що

лактобактерії відрізняються спектром антагоністичної дії та його інтенсивністю – ця ознака видо- і штамоспецифічна [4, 5]. Тому антагоністична активність є одним із критеріїв відбору лактобактерій під час конструювання заквасок. Однак не завжди вдається селекціонувати культури, які б поєднували необхідні технологічні властивості та високий рівень антагонізму до небажаної мікрофлори.

Для пригнічення розвитку сторонніх мікроорганізмів вітчизняною технологією виробництва сичужних сирів дозволено використовувати хімічні інгібітори. На виробництві зазвичай додають селітру в кількості 20-30 г на 100 кг молочної суміші. Внесення азотнокислих солей калію чи натрію не потребує значних матеріальних затрат і дозволяє блокувати розвиток спор клостридій та пригнітити газоутворювальну здатність коліформ. Проте, до нітратів виявляють високу чутливість пропіоновокислі та цитратзброджувальні лактобактерії, що може негативно позначитись на якості отриманого продукту [3]. Крім того, застосування нітратів може призводити до утворення канцерогенних нітрозамінів [6]. Тому в деяких країнах, наприклад, Швейцарії, Італії, Франції, Греції, їх використання заборонено.

Альтернативним, безпечним і перспективним способом підвищити рівень мікробіологічної безпеки сиру є використання лактобактерій з високою біологічною активністю до технічно шкідливої та умовно патогенної мікрофлори. Інгібуючий вплив молочнокислих бактерій зумовлений синтезом низки метаболітів різної хімічної природи. Основними протимікробними речовинами лактобактерій є органічні кислоти, які утворюються внаслідок зброджування вуглеводів і призводять до закислення середовища. Завдяки цьому ріст інших мікроорганізмів пригнічується. Неспецифічними інгібіторами також є етиловий спирт, перекис водню, диацетил, ацетоїн та інші продукти метаболізму. Специфічний характер антагоністичної активності та його вузький спектр пов'язані зі здатністю бактерій продукувати антимікробні поліпептиди – бактеріоцини [7]. Специфічність дії бактеріоцинів визначається їх природою та наявністю відповідних рецепторів на поверхні чутливих бактерій, на яких адсорбуються бактеріоцини.

На основі біологічно активних штамів лактобактерій, здатних пригнічувати ріст сторонніх мікроорганізмів, спеціалістами провідних мікробіологічних лабораторій створено бактеріальні препарати [8]. Такі культури та препарати на їх основі, відповідно до своєї функції отримали назву „захисні”. Використання захисних культур дозволяє поліпшити мікробіологічні показники продукту, підвищити його безпечність і якість, не впливаючи при цьому на розвиток мікрофлори закваски.

Попередні наші дослідження спрямовувались на пошук молочнокислих бактерій, які б задовольняли вимоги, що ставляться до захисних культур у сироварінні. З понад двохсот вилучених з природних джерел лактобактерій було відібрано перспективні культури з точки зору їх використання як захисних. Штами характеризувались високим рівнем антагонізму до кишкової палички, золотистого стафілококу і *Bacillus cereus*, були достатньо термо- і солестійкими, мали належну протеолітичну активність та добрі синергетичні показники молочних згустків [9].

Мета даної роботи – у наближених до виробництва умовах визначити ефективність використання захисної від кишкових паличок культури на основі одного з селекціонованих штамів лактобактерій, оцінити вплив захисної культури на визрівання сиру й органолептичні показники готового продукту.

Матеріали та методи досліджень

Виробки сирів проводили з пастеризованого за температури 72 ± 2 °C упродовж 15 с молока вищого гатунку з використанням заквашувального препарату «CHOOZIT™ RA 070 series 71» фірми „Даніско” за технологією твердих сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання і високим рівнем молочнокислого бродіння (період визрівання 40 діб за температури $10\div 12$ °C). Закваску вносили відповідно до рекомендацій виробника.

Як тест-культуру використали штам *Escherichia coli* K14 (далі *E. coli* K14) з нашої

колекції технічно шкідливої мікрофлори, вилученої з вітчизняних сичужних сирів. Як захисну культуру – селекціонований нами штам та ідентифікований як *Lactobacillus casei* spp. *casei* (далі *L. casei* 055). Мікроорганізми підтримували методом субкультивування: *E. coli* K14 – на агаризованому м'ясопептонному агарі, *L. casei* 055 – у відновленому знежиреному молоці. Між пересівами обидва штами зберігали за температури холодильника. Перед дослідом культури активізували.

Дослід проводили таким чином. Було вироблено 4 варіанти сирів, які відрізнялися складом мікрофлори: перший містив лише закваску, до другого додатково вносили захисну культуру, до третього – кишкову паличку. Четвертий варіант сиру містив усі мікробні компоненти (див. таблицю 1). Захисну і тест-культуру вносили одночасно з закваскою з розрахунку, щоб чисельність клітин у молочній суміші становила: *L. casei* 055 – 1×10^5 КУО/см³, *E. coli* K14 – 5×10^2 КУО/см³.

Таблиця 1

Схема внесення мікробних компонентів у дослідні сири

№ сиру	Мікробна „формула” сиру	Мікрофлора сиру		
		Закваска, „Даніско”, D	Захисна культура (<i>L. casei</i> 055), A	Кишкова паличка, (<i>E. coli</i> K14), K
1	D	+	–	–
2	D + A	+	+	–
3	D + K	+	–	+
4	D + K + A	+	+	+

Позначення: + наявний у сирі компонент
– відсутній у сирі компонент.

Для досліджень за мікробіологічними та фізико-хімічними показниками відбирали проби сирів після пресування та упродовж визрівання: на 5-й, 10-й, 20-й, 30-й і 40-й день. Визначали: загальну чисельність МКБ (на ГА – агаризованому середовищі на основі гідролізованого відновленого молока), чисельність лактобацил (на агаризованому МРС), кількість кишкових паличок (на середовищі Кесслер), контролювали наявність дріжджів та плісені (на агаризованому середовищі Сабуро). Також визначали активну кислотність сиру і вміст вологи.

Уміст загального розчинного і небілкового нітрогену визначали методом К'ельдаля, амінокислотний склад – на амінокислотному аналізаторі LC-2000 Біотронік (Чехія). Біохімічні дослідження проводили двічі – після пресування та наприкінці визрівання сирів. Активність води визначали на приладі AquaLab 3.

Оцінювання сирів за органолептичними показниками здійснювали за стобальною шкалою [10].

Результати та їх обговорення

Під час виробки значних розбіжностей показників титрованої кислотності між варіантами сирів не спостерігали. Після внесення всіх мікробних компонентів титрована кислотність молочної суміші сирів № 1 і № 3 становила 20 °Т, сирів № 2 і № 4 – 21 °Т. Маса сирних головок після пресування була майже однакова – приблизно 1,2 кг.

Розвиток мікрофлори молочної суміші та сирної головки визначається видовими і навіть штамовими особливостями наявних мікроорганізмів та умовами виробки й визрівання сиру. Особливо важливими є температурний режим другого нагрівання і визрівання, спосіб соління і концентрація сольового розчину, вміст вологи у сирі до і після пресування.

У процесі визрівання вміст вологи в сирній масі поступово зменшується, що впливає на інтенсивність ферментативних процесів та репродуктивну здатність мікрофлори. При

надто швидкій і значній втраті вологи визрівання сиру уповільнюється. Найбільша втрата вологи відбувається в період соління сиру.

Як видно з рисунку 1, втрата вологи у дослідних сирах після соління становила (5 – 7,8) %, в подальшому вміст вологи незначно зменшився внаслідок всихання.

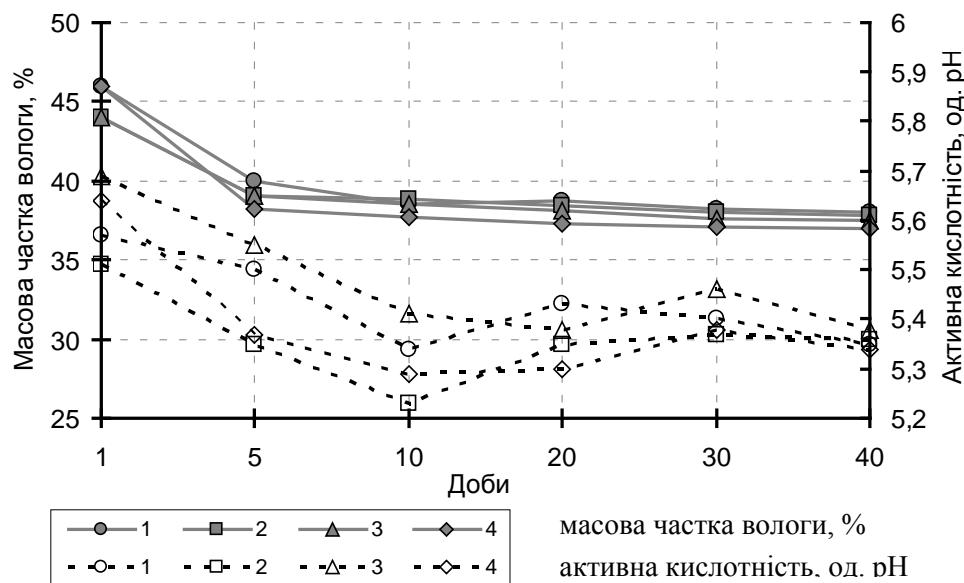


Рис. 1 Зміна масової частки вологи та рівня активної кислотності сирів під час визрівання

Внесення захисної культури дещо збільшило активну кислотність сирів № 2 та № 4; найнижчі значення цього показника зафіксовано на десятий день визрівання – 5,23 і 5,29 одиниць рН, проти 5,30 у сирі № 1, що містив лише закваску. Однак, такі відмінності є несуттєвими. До кінця терміну визрівання активна кислотність усіх сирів практично зрівнялась і становила 5,35-5,38 одиниць рН.

Варіанти сирів мали близькі значення активності води: після виробки цей показник становив 0,989–0,991 aW_p , у зрілих сирах – 0,964–0,966 aW_p . Тенденцію до зменшення активності води упродовж визрівання сирів та подібні значення даного показника виявлено в дослідженнях Ciprova [11]. Очевидно, це зумовлено збільшенням концентрації розчинних нітрогеновмісних компонентів у сирах і збільшенням кислотності продукту, що є наслідком метаболізму сирної мікрофлори. Таким чином, за фізико-хімічними показниками значних відмінностей між варіантами сирів не спостерігалось.

Натомість сири відрізнялися мікробіологічними характеристиками. З рисунку 2 видно, що у варіантах № 1 та № 2 на жодному з етапів дослідження кишкової палички не виявлено. Отже, санітарно-гігієнічні умови виробки сирів були належними, завдяки чому вдалось уникнути перехресної контамінації сторонньою мікрофлорою, а отримані експериментальні дані є коректними.

У сирах № 3 (D + K) та № 4 (D + K + A), вироблених з кишковою паличкою чисельністю 5×10^2 КУО/см³ (що становить 2,7 логарифмічних одиниць), її титр зріс і на кінець визрівання становив 6,4 і 4,8 логарифмічних одиниць, відповідно. Таке співвідношення титрів *E. coli* спостерігали і під час зберігання сирів. Очевидно, зменшення чисельності кишкової палички на 1,6 порядку у сирі № 4 обумовлено впливом захисної культури, внесеної у цей сир (див. рис. 2). На жаль, використані у дослідженні мікробіологічні методи не дають змоги визначити чисельність клітин доданого у сири штаму *L. casei* 055, і вказують лише загальну кількість лактобактерій. Цей показник на кінець визрівання був дещо вищим у варіантах № 2 та № 4, куди вносили захисну культуру.

ПРОДОВОЛЬЧІ РЕСУРСИ

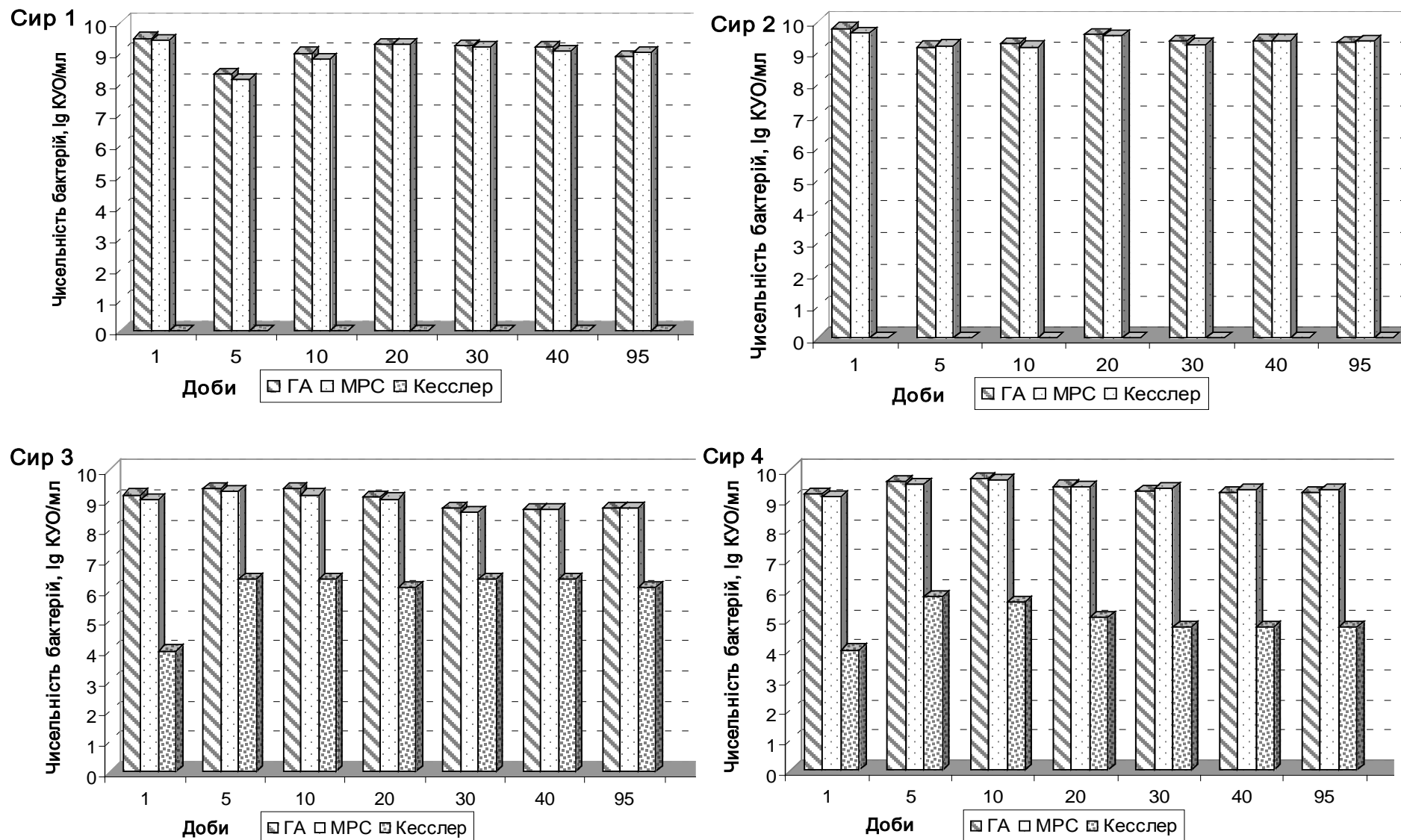


Рис. 2. Динаміка розвитку мікрофлори під час визрівання і зберігання сирів: на середовищах ГА і MPC – лактобактерії, Кесслер – кишкові палички; дріжджів і плісені не виявлено.

Головна роль у визріванні сиру належить ферментним системам мікроорганізмів закваски, які розщеплюють параказеїн з утворенням різноманітних нітрогеновмісних сполук. Однак перетворення казеїну молока в параказеїн – власне білок, з якого потім формується сир, відбувається під впливом молокозгортального ферменту коагулянта (хімозину, пепсину, протеїназ рослинного чи мікробного походження). За сумісної дії молокозгортального і бактеріальних ферментів їх протеолітична активність посилюється. Якщо під впливом молокозгортального фермента параказеїн гідролізується в основному з утворенням первинних продуктів – пептонів і поліпептидів, то ферменти молочнокислих бактерій спричиняють глибше розщеплення з утворенням амінокислот. Рівень накопичення вільних амінокислот залежить від складу й властивостей молока, параметрів технологічного процесу, біологічних особливостей мікроорганізмів закваски та додаткової мікрофлори [12, 13].

Під час визрівання сиру кількість вільних амінокислот зростає. У міру їх накопичення специфічний сирний смак посилюється. Вивільнені амінокислоти і пептиди стають попередниками амінокислот, яких не було в казеїні, біогенних амінів і летких ароматичних сполук – альдегідів, кетонів, спиртів та жирних кислот з коротким вуглеводневим ланцюгом. Середні й короткі пептиди беруть участь у формуванні смакових характеристик сиру [14].

Амінокислоти в свою чергу можуть розпадатись на простіші сполуки. Утворений при цьому аміак насичує сирне тісто і надає йому пікантної гостроти. Відщеплений від амінокислот шляхом декарбоксілювання вуглекислий газ бере участь в утворенні сирного рисунку; внаслідок накопичення амінів сирна маса набуває лужних властивостей, характерних для зрілих сирів.

Під дією ліполітичних ферментів мікрофлори відбувається гідроліз молочного жиру завдяки чому в зрілому сирі накопичуються леткі жирні кислоти, що також формують сенсорні характеристики продукту, надають смаку і аромату. Проте, порівняно з протеолізом інтенсивність ліполітичних процесів у сирах значно нижча [15].

Під час визрівання гідролізується менша частина параказеїну. Продукти розщеплення розчиняються у воді; їх можна поділити на білкові (протеози і поліпептиди великої молекулярної маси) і небілкові (низькомолекулярні поліпептиди, пептиди, аміни, аміді, амінокислоти, аміак) нітрогеновмісні речовини.

Кількість пептидів та амінокислот характеризує глибину ферментативних перетворень молочних білків, також ці сполуки відіграють важливу роль у формуванні смаку сиру. Тому розглянемо характеристики дослідних сирів за цими показниками.

За даними біохімічних досліджень, як і слід було очікувати, в усіх сирах наприкінці визрівання спостерігали збільшення фракцій розчинного та небілкового нітрогену. При цьому, залежно від мікробного складу варіанту сиру, співвідношення між фракціями було різним (див. табл. 2). Найвищі показники розчинного білкового нітрогену, представленого високомолекулярними поліпептидами, що осаджуються трихлороцтовою кислотою, мали варіанти сирів № 1 та № 2. Натомість кількість розчинного небілкового нітрогену була приблизно однакова у варіантах № 2, № 3, № 4 і становила 16,54–17,09 % проти 13,21 % у варіанті № 1.

Дослідні сири суттєво відрізнялися кількісним і якісним складом вільних амінокислот. Як видно з діаграми (Рис. 3), у варіантах № 1 (D) і № 3 (D + K) фракції вільних амінокислот були найменшими, їх сумарна кількість становила 86,78 і 82,12 мг на 100 г продукту, відповідно. Водночас сири, виробленні з додаванням захисної культури, за даним показником мали значно вищі значення: № 2 (D + A) – 229,99 мг/100 г, а № 4 (D + K + A) – 386,98 мг/100 г, що в 2,7 і 4,5 рази більше порівняно з сирами № 1 (D) і № 3 (D + K).

Вміст нітрогеновмісних сполук у дослідних сирах після пресування і наприкінці визрівання

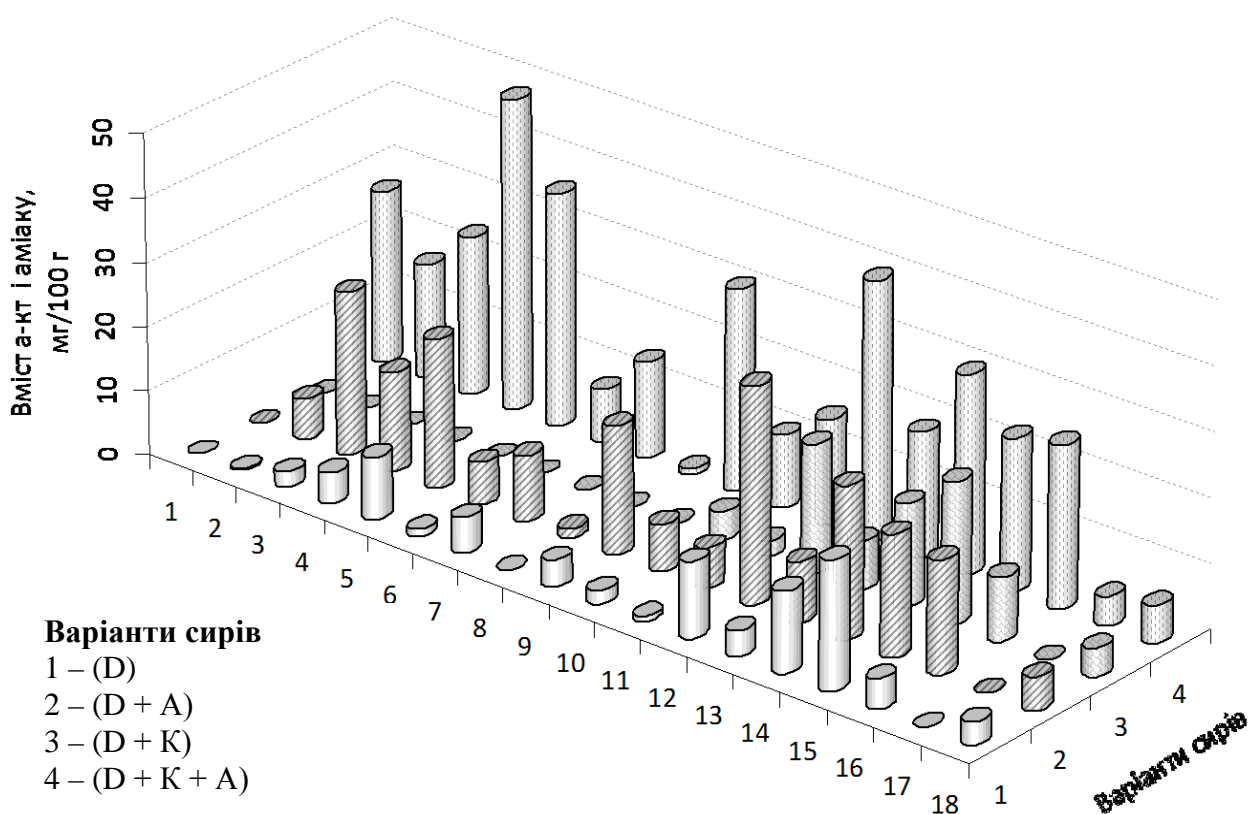
№ сиру	Вміст (г/100 г)		Вміст (% від загального нітрогену)	
	загального азоту	загального білку	розчинного азоту	небілкового азоту
Сир після пресування				
1	3,51 ± 0,05	22,41 ± 0,20	9,40 ± 0,19	5,70 ± 0,11
2	3,51 ± 0,05	22,37 ± 0,19	9,12 ± 0,18	4,57 ± 0,09
3	3,89 ± 0,06	24,39 ± 0,21	5,91 ± 0,12	4,11 ± 0,08
4	3,45 ± 0,04	22,03 ± 0,20	5,80 ± 0,12	4,93 ± 0,09
Зрілий сир				
1	3,86 ± 0,06	24,65 ± 0,22	20,47 ± 0,21	13,21 ± 0,21
2	3,81 ± 0,05	24,32 ± 0,21	23,36 ± 0,23	16,54 ± 0,20
3	3,98 ± 0,06	25,38 ± 0,22	17,84 ± 0,18	17,09 ± 0,16
4	3,68 ± 0,05	23,48 ± 0,21	17,12 ± 0,17	16,85 ± 0,19

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що залучення культури *L. casei* 055 сприяло поглибленню протеолізу, внаслідок чого зросла кількість розчинних продуктів розщеплення білків, у тому числі коротколанцюгових пептидів та вільних амінокислот, які формують смак і консистенцію сиру. Це узгоджується з літературними даними [16, 17] щодо вищої протеолітичної активності протеолітичних ферментів у молочнокислих паличок порівняно з лактококами (зауважимо, що заквашувальна культура містила мезофільні й термофільні кокові форми лактобактерій).

Кожен варіант сиру характеризувався особливим амінокислотним спектром. Найвужчим він був у № 3 (D + K) і налічував лише 8 амінокислот з 17 тестованих. У сирі № 1 (D) виявлено 15, у № 2 (D + A) – 16, а і № 4 (D + K + A) – усі 17 амінокислот.

Хотілося б звернути увагу на той факт, що сири № 2 та № 4, вироблені з захисною культурою, характеризувались високим вмістом незамінних амінокислот. Незамінні амінокислоти не синтезуються організмом людини, але необхідні для нормальної життєдіяльності і тому мають надходити з харчовими продуктами. Внаслідок залучення до ферментативного процесу *L. casei* 055 в дослідних сирах порівняно з контрольним № 1 значно зросла кількість лейцину, фенілаланіну, треоніну, валіну, метіоніну, ізолейцину, тирозину та лізину (див. рис. 3).

Під час дегустації було відмічено, що за органолептичними показниками всі варіанти сирів відповідали вимогам нормативних документів: характеризувались вираженим сирним, ледь кислуватим смаком без стороннього присмаку і запаху; на розрізі мали рівномірний жовтуватий колір та рівномірний рисунок з вічок неправильної форми. Однак, відмінності мікробного складу незначним чином, але позначились на сенсорних характеристиках продукту – порівняно з контрольним сиром № 1 (D) варіанти № 2 (D + A) та № 4 (D + K + A) мали багатшу смакову гаму, а сири № 3 та № 4 – більш виражений, але в межах норми рисунок, зумовлений виділенням газів внаслідок розвитку кишкових паличок.



1 – аспарагінова кислота	7 – аланін	13 – тірозін
2 – треонін	8 – цистин	14 – фенілаланін
3 – серін	9 – валін	15 – гістидін
4 – глютамінова кислота	10 – метіонін	16 – лізин
5 – пролін	11 – ізолейцин	17 – аргенін
6 – гліцин	12 – лейцин	18 – аміак

Рис. 3 Вміст вільних амінокислот і аміаку в зрілих сирах.

За результатами дегустації* сирів № 1 і № 4, вироблені з залученням *L. casei* 055, отримали по 93 бали, сир № 3 – 90, а сир № 1 – 87 балів.

*Примітка. Внаслідок дегустації сирів з кишковою паличкою жоден з дегустаторів не постраждав.

Висновки

Залучення захисної культури *L. casei* 055 дало змогу не тільки знизити чисельність кишкових паличок у дослідному сирі, а й поліпшити смакові характеристики та біологічну цінність продукту, прискорити термін його визрівання. Важливо, що використання захисної культури одночасно з закваскою практично не вплинуло на технологічний процес виробки сирів і не потребувало його корекції.

Таким чином, штам *L. casei* 055 є перспективним з точки зору використання як захисної культури, і може бути ефективним біологічним засобом поліпшення показників безпеки та якості вітчизняних сирів.

Література

1. *Dairy Microbiology Handbook: The Microbiology of Milk and Milk Products* by R.K. Robinson Wiley – 2002. – 765 p.

2. *Ledenbach L.H., Marshal R.T. Microbiological Spoilage of Dairy Products in Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages.* – Editors: W.H. Sperber,

M.P. Doyle. – 2009. – P. 41–67.

3. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков / Под ред. Гудкова С.А. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.

4. Глушанова Н.А. Биологические свойства лактобацилл / Н.А. Глушанова // Бюллетень сибирской медицины. 2003. – № 4. – С. 50–58.

5. Шугай М.О. Антагоністична активність як критерій відбору молочнокислих бактерій у біотехнології молочних ферментованих продуктів / М.О. Шугай // Продовольчі ресурси: зб. наук. праць / НААН; Ін-т прод. ресурсів НААН. – К.: ННЦ „ІАЕ” – 2015. – № 4. – С. 69–74.

6. Vittozzi L. Toxicology of nitrates and nitrites / L. Vittozzi // Food Additives & Contaminants. – 1992. – Vol. 9. – № 5. – P. 579–585.

7. Стоянова Л. Г., Антимикробные метаболиты бактерий: разнообразие и свойства / Л. Г. Стоянова, Е. А. Устюгова, А. И. Нетрусов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2012. – том 48. – № 3, с. 259–275.

8. Шергин А.Н. Защитные культуры Danisco для предотвращения развития дрожжей и плесеней при производстве сыров / А.Н. Шергин // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – № 3. – С. 45–46.

9. Шугай М. Селекція штамів *Lactobacillus* spp. для захисних композицій при виробництві сирів / М. Шугай, Н. Чорна // Товари і ринки – 2015. – № 2 (20). – С. 73–84.

10. ГОСТ 7616-85 Сыры сычужные твердые. Технические условия. – Введ. 1986-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 14 с.

11. Ciprovică I. The influence of ripening temperature on diversity of non-starter lactic acid bacteria in semi-hard cheeses / I. Ciprovică, A. Mikelson // Romanian Biotechnol. Letters. – 2011. – Vol. 16. – № 6. – P. 155–161.

12. Muir D.D. Sensory properties of hard cheeses: Identification of key attributes / D.D. Muir, E.A. Hunter, J.M. Banks & D.S. Horne // International Dairy Journal. – 1995. – № 5. – P. 157–177.

13. Urbach G. The flavour of milk and dairy products. II. Cheese: Contribution of volatile compounds / G. Urbach // International Journal of Dairy Technology – 1997. – № 50. – P. 79–89.

14. Yvon M. and Rijnen L. Cheese flavour formation by amino acid catabolism // M. Yvon and L. Rijnen // International Dairy Journal. – 2001. – № 11. – P. 185–202.

15. Wolf I.V. Production of flavour compounds from fat during cheese ripening by action of lipases and esterases / I.V. Wolf, C.A. Meinardi, C.A. Zalazar // Protein Pept. Lett. – 2009. – № 16(10). – P. 1235–43.

16. Takafuji S. Proteolytic enzymes of lactic acid bacteria / S. Takafuji, T. Iwasaki, M. Sasaki, P.S.T. Tan // Food Science. – 1997. – № 37. – P. 753–767.

17. Olson N. F. The impact of lactic acid bacteria in cheese flavor / N.F. Olson // FEMS Microbiol. Rev. – 1990. – 87. – P. 131–148.