

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ТВПШТСБ

**Кафедра біотехнології та біоінженерії
Спеціальність 162 – «Біотехнології та біоінженерія»**

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Допустити до захисту

Декан _____ Михайло ГИЛЬ

“ _____ ” _____ 2024 р.

Рекомендувати до захисту

В.о. зав. кафедри _____ Олена КАРАТЄЄВА

“ _____ ” _____ 2024 р.

**ОСОБЛИВОСТІ ОДЕРЖАННЯ ЗАКВАШУВАЛЬНОЇ КОМПОЗИЦІЇ
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СМЕТАНИ
04.02. – КР. 48-О. 24 05 20. 008**

Виконавець:

Здобувач вищої

освіти IV курсу _____ Денис РУКАВИЦЯ

Науковий керівник:

професор _____ Віктор СТАБНИКОВ

Рецензент:

доцентка _____ Олена ЮЛЕВИЧ

Миколаїв – 2024

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Характеристика мікроорганізмів, що входять до складу сметани	7
1.2. Середовища для культивування мікроорганізмів, що використовуються в складі сметани	12
1.3. Пробіотичні штами для створення функціональної сметани	16
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	18
2.1. Місце та об'єкт дослідження	18
2.2. Методика виконання роботи	19
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
3.1. Аналіз ринку сметани та заквашувальних композицій для її виробництва	22
3.2. Вибір біологічних агентів для виробництва функціональної сметани	29
3.3. Контроль показників якості функціональної сметани	38
3.3.1. Визначення мікробіологічних показників	38
3.3.2. Визначення хімічних показників сметани	44
3.3.3. Визначення органолептичних показників сметани	46
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	48
ВИСНОВКИ	51
ПРОПОЗИЦІЇ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційну роботу виконано в об'єму 59 сторінок друкованого тексту, з використанням 53 бібліографічних джерел спеціальної, додаткової літератури та періодичних видань. До роботи внесено 9 таблиць та 6 рисунків.

Тема дипломної роботи: «Особливості одержання заквашувальної композиції для виробництва сметани».

Об'єкт досліджень – технологічний процес виробництва сметани, її біохімічні та мікробіологічні показники.

Предмет досліджень – аналіз ступеня впливу виду закваски на характеристики сметани

Мета досліджень – визначити біологічні агенти для виробництва функціональної сметани шляхом вибору пробіотичних штамів з різномантними пробіотичними ефектами.

Для виконання мети були поставлені наступні завдання:

1. Виконати аналіз ринку сметанної продукції, а також заквашувальних композицій
2. Оцінити тенденції ринку, визначивши потенційний його розвиток в майбутньому задля визначення потреби в біотехнологічному виробництві заквашувальної композиції для виробництва функціональної сметани
3. Обрати біологічні агенти, які будуть відповідати вимогам по закваскам, а також по пробіотичним продуктам, визначити вплив обраних біологічних агентів та властивості, які вони будуть надавати кінцевому функціональному продукту
4. Оцінити готовий продукт за біохімічними, органлептичними та мікробіологічними показниками.

Методи дослідження – загальноприйняті стандартні біохімічні та мікробіологічні методи та метод порівняльного аналізу.

ВСТУП

Сметана – це один з найдавніших і найулюбленіших молочних продуктів, що займає важливе місце в кулінарних традиціях багатьох народів, особливо в Україні та інших східноєвропейських країнах. Цей продукт, що має кремоподібну текстуру та легку кислинку, утворюється в результаті природного ферментаційного процесу, під час якого вершки збагачуються корисними бактеріями [7, 15].

Сметана має давню історію, яка бере початок ще з часів давніх слов'ян, коли її використовували не лише як їжу, але й як лікувальний засіб. Протягом століть сметана залишалася важливою складовою раціону, особливо в регіонах, де традиційно займалися тваринництвом і мали доступ до свіжого молока. З розвитком молочної промисловості виробництво сметани стало більш стандартизованим, що дозволило зберегти її високу якість та розширити географію споживання [8].

Сметана є багатим джерелом білка, кальцію, вітамінів B2 та B12, а також корисних жирних кислот. Вона сприяє зміцненню кісток, поліпшенню стану шкіри та волосся, а також підтримці здоров'я травної системи. Особливо цінною є наявність пробіотиків, які допомагають нормалізувати мікрофлору кишечника та зміцнюють імунітет [9].

Пробіотики – це живі мікроорганізми, які при вживанні в достатніх кількостях сприяють підтримці здорової мікрофлори кишечника. Вони допомагають нормалізувати травлення, покращують всмоктування поживних речовин і зміцнюють імунну систему. Сметана, завдяки своєму природному ферментаційному процесу, багата на ці корисні бактерії, що робить її не лише смачним, але й функціональним продуктом харчування. Регулярне вживання сметани може сприяти профілактиці шлунково-кишкових захворювань, знижувати ризик розвитку алергій та навіть покращувати настрій за рахунок вироблення серотоніну в кишечнику. Таким чином, сметана виступає не лише

як кулінарний інгредієнт, але й як важлива складова раціону для підтримки загального здоров'я [7, 9].

У кулінарії сметана використовується дуже широко. Її додають до супів, борщів, соусів, салатів, запіканок, а також до випічки та десертів. Вона надає стравам ніжного смаку і кремової текстури. Наприклад, класичний український борщ неможливо уявити без ложки густої сметани, яка робить його ще смачнішим та ароматнішим. Крім того, сметана чудово поєднується з фруктами та ягодами, служить основою для приготування різноманітних кремів і мусів [7, 10].

У сучасній гастрономії сметана також знаходить своє місце. Її використовують у ф'южн-кухні, де вона додає традиційним стравам нових відтінків смаку. Вегетаріанські та веганські варіанти сметани, виготовлені з рослинних інгредієнтів, стають все більш популярними, пропонуючи альтернативу для тих, хто дотримується спеціальних дієт [12].

Таким чином, сметана залишається незамінним продуктом на кухні, який поєднує в собі багатство смаку, користь для здоров'я та широкі можливості для кулінарних експериментів. Її універсальність та природна привабливість забезпечують їй постійне місце на столах багатьох поколінь.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Характеристика мікроорганізмів, що входять до складу сметани

Для виробництва сметани використовуються різні види молочнокислих бактерій, які забезпечують ферментацію вершків і утворення характерного смаку та текстури продукту. Основними мікроорганізмами, що використовуються в цьому процесі, є:

Lactococcus lactis subsp. *lactis*

Lactococcus lactis subsp. *cremoris*

Lactococcus lactis subsp. *diacetylactis*

Leuconostoc mesenteroides subsp. *cremoris*

Leuconostoc lactis

Leuconostoc dextranicum

Streptococcus thermophilus

Ці бактерії розкладають лактозу (молочний цукор) на молочну кислоту, що знижує рН вершків і призводить до згущення та утворення сметани. Деякі з цих мікроорганізмів також виробляють ароматичні сполуки, такі як діацетил, який додає сметані характерний маслянистий аромат.

L. lactis subsp. *Lactis* – грам-позитивні коки, часто зустрічаються в парах або коротких ланцюжках. Діаметр клітин становить приблизно 0,5-1,2 мкм. Не утворюють спор. Нерухомі (атипічні). Оптимальна температура становить близько 30-32°C. При цьому, оптимальний рН коливається в діапазоні 6,5-7,0. Біологічний агент добре росте на живильних агарах з додаванням молока або глюкози. Утворюють невеликі, круглі, гладкі колонії білого кольору на агарі. Є факультативний анаеробом. Можуть рости на 0,1% метиленовому синьому молоці, а також в присутності 2% кухонної солі [28].

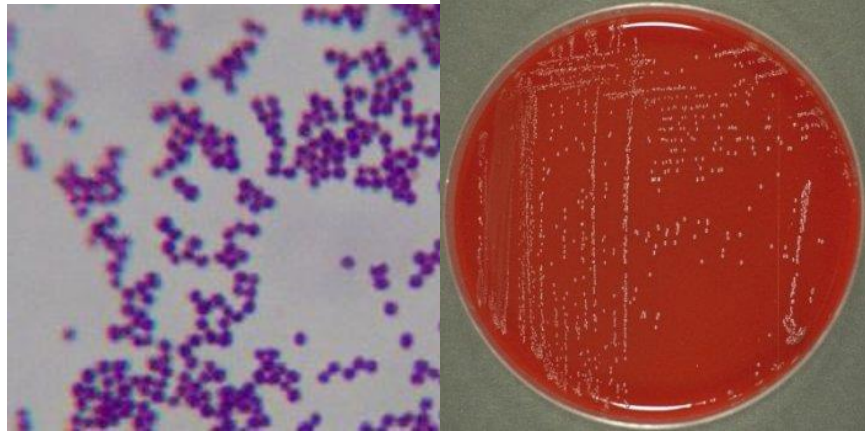


Рис. 1. Клітини *L. lactis subsp. lactis* пофарбовані за Грамом (зліва) та їх колонії на кров'яному агарі (зправа) [29, 47]

Бактерії мають гомоферментативний характер метаболізму. Негативні реакції на каталазу, оксидазу та гемоліз. Можуть зброджувати лактозу, глюкозу, галактозу, манозу, фруктозу та ряд інших цукрів [28].

L. lactis subsp. lactis є ключовим мікроорганізмом у виробництві сметани, де він ферментує лактозу у вершках, перетворюючи її на молочну кислоту. Знижує рН вершків, що призводить до згущення продукту і утворення характерної текстури сметани. Допомагає пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів через створення кислого середовища. При цьому, синтезують діацетид (характерний маслянистий аромат і смак сметани) та ацетоїн (нотки аромату та смаку сметани).

L. lactis subsp. cremoris та *L. lactis subsp. diacetylactis* мають дуже подібну характеристику по відношенню до вищезначеного біологічного агенту. Це грам-позитивні коки, зазвичай зустрічаються у вигляді пар або коротких ланцюжків. Діаметр клітин становить приблизно 0,5-1,2 мкм. Оптимальна температура росту 25-30°C. Все інше повторюється як в *L. lactis subsp. lactis*.

L. mesenteroides subsp. cremoris є важливим мікроорганізмом у виробництві сметани, оскільки сприяє не тільки зниженню рН і згущенню продукту, але й утворенню ключових ароматичних сполук, що значно покращують органолептичні властивості сметани. Це грам-позитивні коки, можуть формувати короткі ланцюжки або пари. Діаметр клітин становить

приблизно 0,5-0,7 мкм. Оптимальна температура: 20-25°C. Оптимальний рН: 6,2-6,8. Анаероби. Використовують гетероферментативний шлях, ферментують лактозу, глюкозу, сахарозу, манітол, фруктозу та інші цукри. Основні продукти метаболізму включають молочну кислоту, етанол, вуглекислий газ, діацетил, ацетоїн та інші ароматичні сполуки. Етанол може впливати на аромат і смак сметани. Вуглекислий газ сприяє створенню пухкої текстури та легкого відчуття на язичі [22].

Гетероферментативний тип метаболізму на прикладі *L. mesenteroides subsp. cremoris* показано на рис.1.2.

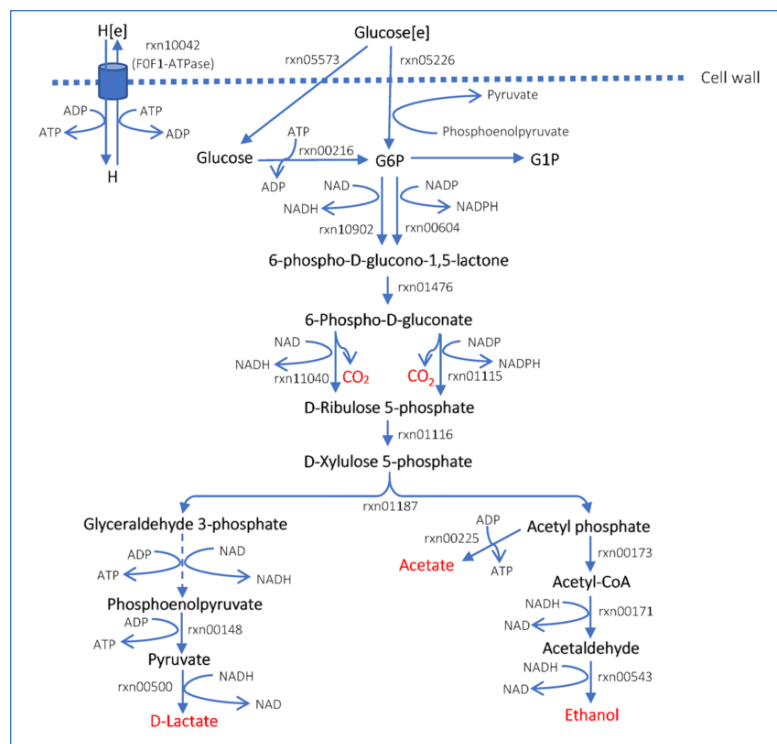


Рис. 2. Фосифокетотазний шлях біотрансформації глюкози за гетероферментативним типом для *L. mesenteroides subsp. cremoris*. G6P - D-глюкоза 6-фосфат; G1P- D-глюкоза 1-фосфат [45]

Глюкоза метаболізується через гліколіз та пентозо-фосфатний шлях, де одна молекула глюкозо-6-фосфат розщеплюється на дві гілки, що призводить до рівного молярного вмісту гліцеральдегід-3-фосфату та ацетилфосфату. Коли глюкоза є єдиним джерелом вуглецю, гліцеральдегід-3-фосфат перетворюється на лактат, під час цієї реакції виробляється АТФ. Ацетилфосфат перетворюється на етанол, що призводить до окислення НАДН,

або в ацетат шляхом ацетаткінази, що призводить до утворення АТФ. Перетворення ацетилфосфату в ацетат або етанол регулюється окисно-відновним балансом і потребує АТФ [45].

Оскільки бактерії роду *Leuconostoc* "слабко" зброджують вуглеводи молока через малу кількість протеолітичних ферментів в молочному виробництві використовуються в комплексі з іншими молочнокислими бактеріями [33].

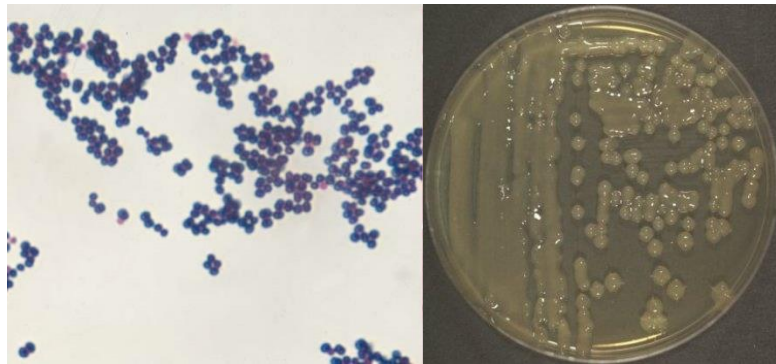


Рис. 3. Клітини *L. mesenteroides subsp. cremoris* пофарбовані за Грамом (зліва) та їх колонії на поживному агарі, що містить сахарозу (зправа) [34,35]

L. lactis дуже подібні до *L. mesenteroides subsp. cremoris*. Грам-позитивні коки або овоїдні клітини, часто утворюють ланцюжки або короткі ланцюжки. Діаметр клітин становить приблизно 0,5-1,0 мкм. Оптимальна температура складає 20-30°C. Оптимальний рН в межах 6,5-7,0. Дані бактерії володіють гетероферментативним типом метаболізму, що призводить до синтезу не лише молочної кислоти, а й етанолу. *L. lactis*, добре росте в лакмусовому молоці, якщо його не доповнити дріжджовим екстрактом (0,3 г/100 мл) [40].

L. dextranicum це грам-позитивні коки або овоїдні клітини, зазвичай утворюють ланцюжки або короткі ланцюжки. Діаметр клітин становить приблизно 0,5-0,8 мкм. Температурний оптимум складає 20-30°C. Оптимальне рН становить 6,5-7,0. Добре росте на поживних агарах з додаванням молока, сахарози або глюкози. Порівняно з іншими бактеріями роду *Leuconostoc* можуть синтезувати декстрини, які є полісахаридами та напряду впливати на смак сметани (бути в ролі підсолоджувача) та на її аромат. Також, декстрини в

сметані виступають в ролі стабілізаторів. За інформацією з літературних джерел, даний біологічний агент може синтезувати й інші глюкани, окрім декстрану [39, 41].

S. thermophilus це грам-позитивні коки, зазвичай утворюють короткі ланцюжки або пари. Діаметр клітин становить приблизно 0,5-1,0 мкм. Оптимальна температура: 37-45°C. Оптимальний рН: 6,0-7,0. Притаманний гомоферментативний тип метаболізму. Ферментує лактозу, глюкозу, галактозу, манітол та інші цукри. В складі сметани сприяє її згущенню і формуванню стійкої консистенції. Крім того, даний біологічний агент може синтезувати ароматичні сполуки, екзополісахариди, а також здатен до зниження рівню та холестерину [11].

В таблиці 1 зведено характеристику показників біологічних агентів, що використовуються для виробництва сметани.

Таблиця 1

Показники біологічних агентів, які впливають на якість сметани

Біологічний агент	Утворення молочної кислоти	Утворення етанолу	Утворення ароматичних сполук	Утворення полісахаридів
<i>L. lactis subsp. lactis</i>	+	-	+	-
<i>L. lactis subsp. cremoris</i>	+	-	+	-
<i>L. lactis subsp. diacetylactis</i>	+	-	+	-
<i>L. mesenteroides subsp. cremoris</i>	+	+	+	-
<i>L. lactis</i>	+	+	+	-
<i>L. dextranicum</i>	+	+	+	+
<i>S. thermophilus</i>	+	-	+	+

Варто зазначити, що велика кількість молочнокислих бактерій здатні до синтезу полісахаридів, але рідко коли це є їх головною характеристикою. Крім того, можливість синтезу полісахаридів визначається саме штамом мікроорганізму.

1.2. Середовища для культивування мікроорганізмів, що використовуються в складі сметани

Для культивування *L. lactis subsp. lactis* використовується чимала кількість можливих варіантів поживних бульйонів. Деякі штами здатні до синтезу бактеріоцинів, а саме нізину, що надає штаму антимікробних властивостей. До таких продуцентів відносять у *L. lactis subsp. lactis* NIZO 22186. Для синтезу високої концентрації біомаси, а також бактеріоцину використовують середовище на основі сахарози, пептону та дріжджового екстракту. При оптимізації кількості сахарози, що вноситься в середовище, вдалось досягти 7,47 г/л концентрації біомаси [20].

L. lactis subsp. lactis CRL 1584 також здатен синтезувати бактеріоцини проти такого патогену як *Listeria monocytogenes*. За результатами досліджень, було визначено, що даний штам культивує 8 різних бактеріоцинів: нізин, АВР-118, карнобактеріоцин В2, карнобактеріоцин ВМ1, курвацин А, ентероцин А, ентроцин В та ентероцин Р. Для культивування використовували середовище LAPTg на основі глюкози, дріжджового екстракту та пептону [46].

Штам *L. lactis subsp. lactis* АН2 здатен синтезувати близько 15 г/л моочної кислоти, використовуючи крохмаль як основне джерело вуглецю. Це пояснюється високою α -амілазною активністю даного штаму. Такі штами можуть використовуватись на не дуже совісних виробництвах сметани, через те, що крохмаль виступає як додатковий загущувач. Недобросовісні виробники додають його, тим самим знижуючи якість самого продукту [15].

В промислових масштабах для одержання біомаси та високої активності життєздатних клітин як основне поживне середовище використовують сухе знежирене молоко, з якого роблять поживний бульйон. Таким чином в роботі [28] вирощували *L. lactis subsp. lactis* LDTM6802 та *L. lactis subsp. cremoris* LDTM6803. На 24 годині культивування концентрація клітин становила $10^{9,5}$ КУО/мл та 10^8 КУО/мл, що відповідає вимогам для використання цих штамів в складі заквасок.

L. lactis ssp. *cremoris* LRCC5306 є доволі потужним виробником ароматичних сполук, а саме діацетилу. Виявлено, що найвище виробництво діацетилу було при $105,04 \pm 2,06$ мг/л, коли додавали 0,2% лимонної кислоти та 0,001% Fe^{2+} і культивували при 20°C протягом 15 годин. За оптимальних умов культивування, сметану було виготовлено з використанням LRCC5306 з показником життєздатності $1,04 \times 10^8$ КУО/г та $106,56 \pm 1,53$ мг/г [27].

L. lactis subsp. *cremoris* MG1363 за анаеробних умов (шляхом продування інертного носія азоту), може проявлять гетероферментативні властивості та, окрім молочної кислоти, синтезувати етанол, ацетат та 2,3-бутандіол. 2,3-бутандіол має характерний маслянистий аромат, який відомий своєю м'якістю і приємним смаком. У деяких випадках, включення 2,3-бутандіолу до формули сметани може також покращити текстуру продукту, надаючи йому більш кремову і м'яку консистенцію. Деякі дослідження показали, що 2,3-бутандіол може також покращити стабільність та тривалість зберігання сметани, допомагаючи зберігати її якість на тривалий час. Даний біологічний агент культивують в середовищі M17 з додаванням 0,5% лактози [17].

L. lactis subsp. *diacetylactis* BGBU1-4, крім того, що діацетил, також здатен синтезувати бактеріоцини (лактолістерин BU) проти *L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* spp. та великої кількості стрептококів. Ці контамінанти можуть забруднювати молочнокислу продукцію через контакт зі забрудненими поверхнями, обладнанням або неправильним зберіганням. *S. aureus* може продукувати токсини, які залишаються стабільними при варінні або випіканні, що робить продукти, забруднені *S. aureus*, небезпечними для споживання. Деякі види *Bacillus* spp., такі як *B. cereus*, можуть продукувати токсини, які можуть призводити до гострої харчової отруєння. Зазначену молочнокислу бактерію культивують на середовищі M17 із додаванням 0,5% глюкози [37].

L. mesenteroides subsp. *cremoris* виділенийний з молока вердблюда володіє на лише можливістю синтезувати бактеріоцини проти *L. monocytogenes*, а й

величезною кількістю пробіотичних властивостей. Використання такого мікроорганізму може перетворити звичайну сметану на корисний функціональний продукт. Даний мікроорганізм, шляхом культивування на середовищі МРС, за 18 годин синтезує 10^8 КУО/мл, що відповідає не лише вимогам до заквасок, а й вимогам щодо пробіотиків [42].

L. mesenteroides subsp. cremoris NRRL B-512F здатен до синтезу декстрану. Найвищий вихід цього полісахариду відзначається при використанні сахарози, молочного пермеату та дріжджового екстракту в кількості 20, 15 та 15 г/л. Найвища концентрація за наявності відповідної кількості зазначених компонентів становила $41,98 \pm 0,03$ г/л. Найвища концентрація клітин спостерігалась на 20 годині культивування та становила $10^{8,75}$ КУО/мл [21].

Штам *L. lactis* SM2 характеризується високою здатністю до синтезу бактеріоцинів (лейкоцину) під час свого культивування. Даний антимікробний агент показав гарну активність проти патогенів, таких як *S. aureus*, *B. subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas putida*, *Klebsiella* та *Serratia sp.* Культивуючи даний біологічний агент на середовищі МРС можна досягти концентрації в 10^6 КУО/мл, що замало для використання цього біологічного агента в складі заквасок [29]. *L. lactis* L2 також здатні до синтезу екзополісахаридів. За умов наявності в поживному середовищі сахарози 91,2 г/л, NaAc 1,2 г/л, а також рН 5,8 кількість екзополісахаридів становить $58,1 \pm 0,4$ г/л. За таких умов, концентрація клітин на 72 день культивування досягає 10^8 КУО/мл [24].

Крім ароматичних сполук та декстрану, *L. dextranicum* ST99 можуть також синтезувати бактеріоцини (мезентеріцин ST99). Даний антимікробний агент інгібує ріст багатьох мікроорганізмів, включаючи *B. subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus spp.*, *L. lactis subsp. cremoris*, *L. innocua*, *L. monocytogenes*, *Pediococcus pentosaceus*, *S. aureus*, *S. thermophilus*, *Clostridium spp.*, *Carnobacterium spp.*, *L. mesenteroides*. При культивуванні на середовищі МРС концентрація клітин становила 2×10^8 КУО/мл [50].

В таблиці 2 показано середовища для культивування молочнокислих бактерій, що використовуються для виробництва сметани.

Таблиця 2

Культивування біологічних агентів для виробництва сметани

Мікро-організми	Поживне середовище, г/л	Умови синтезу	Концентрація клітин, КУО/мл	Джерело
<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> LDTM6802	Молоко сухе знежирене - 100	30 °С, 24 год	10 ^{9,5}	[47]
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> LDTM6803			10 ⁸	
<i>L. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> LRCC5306	Сухі вершки – 78,8, Сухе знежирене молоко – 20, Лимонна кислота – 0,2, FeCl ₂ -0,01	20 °С, 15 год	1,04×10 ⁸	[27]
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> MG1363	Гідролізат казеїну – 5, Соевий пептон – 5, Яловичий екстракт – 5, Дріжджовий екстракт – 2,5, Аскорбінова кислота – 0,5, MgSO ₄ ·7H ₂ O – 0,25, Лактоза - 5	30 °С, 24 год	10 ^{9,5}	[17]
<i>L. lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> BGBU1-4	Гідролізат казеїну – 5, Соевий пептон – 5, Яловичий екстракт – 5, Дріжджовий екстракт – 2,5, Аскорбінова кислота – 0,5, MgSO ₄ ·7H ₂ O – 0,25, Глюкоза - 5	30 °С, 12 год	10 ^{9,5}	[37]
<i>L. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> NRRL B-512F	Сахароза – 20, Молочний пермеат – 15, Дріжджовий екстракт – 15, Триптон – 10, М'ясний екстракт – 10, Ацетат натрію – 5, K ₂ HPO ₄ – 2, MgSO ₄ ·7H ₂ O – 0,05	30 °С, 20 год	10 ^{8,75}	[21]
<i>S. thermophilus</i> LY03	Сухе молоко – 100, Пептон – 10, Дріжджовий екстракт - 5	42 °С, 12 год	3,3×10 ⁸	[20]
<i>S. thermophilus</i> CH101			6,3×10 ⁸	
<i>S. thermophilus</i> ST 111			4,7×10 ⁹	
<i>S. thermophilus</i> ST 113			4,1×10 ⁸	
<i>S. thermophilus</i> STD			1,5×10 ⁸	

1.3. Пробиотичні штами для створення функціональної сметани

Для того щоб пробіотик відповідав вимогам, що до нього висуваються, необхідно аналізувати такі властивості:

1. Таксономічна ідентифікація. Визначення виду та штаму пробіотика з використанням молекулярних методів (наприклад, секвенування 16S рРНК).
2. Живучість і стабільність. Оцінка виживання пробіотиків під час технологічних процесів та зберігання. Підрахунок кількості життєздатних клітин у кінцевому продукті.
3. Життєздатність у шлунково-кишковому тракті. Тестування здатності виживати у шлунковому середовищі з низьким рН і в присутності жовчних солей. Адгезивні властивості до клітин епітелію.
4. Антагоністична активність. Оцінка здатності пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів *in vitro*. Виробництво антимікробних сполук, таких як бактеріоцини.
5. Функціональна активність. Оцінка впливу на імунну систему (наприклад, стимуляція вироблення цитокінів). Виробництво корисних метаболітів (вітамінів, коротколанцюгових жирних кислот).
6. Безпека. Відсутність токсичних властивостей, таких як виробництво ентеротоксинів. Генетична стабільність та відсутність антибіотикорезистентних генів, які можуть передаватися.
7. Клінічна ефективність. Підтвердження ефективності пробіотиків у клінічних дослідженнях для конкретних цільових застосувань (наприклад, лікування або профілактика діареї, синдром подразненого кишечника).

В таблиці 3 висвітлено пробіотичні штами, які теоретично можна використовувати для виробництва функціональної сметани.

Таблиця 3

Аналіз пробіотичних штамів, які можна використовувати для виробництва функціональної сметани

Пробіотичний штам	Концентрація життєздатних клітин, КУО/мл(г)	Стійкість до кислого рН	Антагоністична активність	Адгезивні властивості	Стійкість до антибіотиків	Стійкість до жовчі	Синтез корисних метаболітів	Джерело
<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> HV219	10 ⁶	+	Проти молочнокислих бактерій	Дуже слабкі	+	+	Не визначали	[49]
<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> KC24	10 ⁸	+	<i>L. monocytogenes</i> <i>S. aureus</i>	слабкі	Не визначали	+	Фосфатаза, естераза, трипсин, β-галактозидаза	[32]
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> RPG-HL-0136	10 ¹⁰	+	<i>Bacteroides</i> та <i>Enterobacter</i>	високі	Не визначали	Не визначали	Коротколанцюгові жирні кислоти	[46]
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> MRS47	10 ⁸	+	+ (патогенів не вказано)	помірні	+	+	Коротколанцюгові жирні кислоти	[51]
<i>L. lactis</i> ізольований з кишки чорної риби поргі	10 ⁷	+	<i>E. coli</i> O157, <i>S. typhimurium</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>Shigella</i>	помірні	+	+	Не визначали	[53]
<i>S. thermophilus</i> S02FT	5,2×10 ⁷	+	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>L. monocytogenes</i>	Не визначали	+	+	Екзополісахариди	[38]
<i>S. thermophilus</i> CHCC 3534	10 ⁸	+		помірні	+	+		[26]

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є сметана – популярний кисломолочний продукт, який отримується шляхом ферментації вершків за допомогою спеціальних заквашувальних композицій. Сметана широко використовується в кулінарії як самостійний продукт, так і як інгредієнт для приготування різноманітних страв.

В рамках даної роботи необхідно вирішити наступні завдання:

1. Оцінити ринок виробництва готового кисломолочного продукту:
 - Аналіз поточного стану ринку сметани. Дослідити обсяги виробництва, споживання та експортно-імпорتنі операції.
 - Визначити основних виробників. Ідентифікувати ключових гравців ринку, їх частку та конкурентні переваги.
 - Тенденції та перспективи розвитку. Аналізувати нові тенденції, технології та потенційні можливості для зростання ринку.
2. Оцінити ринок заквашувальних композицій для виробництва сметани:
 - Аналіз постачальників заквашувальних композицій. Визначити основних виробників та постачальників заквашувальних культур для сметани.
 - Специфікації та стандарти якості. Вивчити вимоги до заквашувальних композицій, їхній склад та вплив на якість кінцевого продукту.
 - Ринкові тенденції. Оцінити інновації та нові продукти в сегменті заквашувальних композицій.
3. Визначити компонентний склад сметани:

- Аналіз складу сметани. Дослідити основні мікробні компоненти сметани.
- Обрати біологічних агентів для створення функціонального продукту сметани з забезпеченням якості здоров'я кінцевих споживачів
- Визначення якості продукту. Оцінити основні показники якості сметани, такі як кислотність, консистенція, смак, запах та мікробіологічна чистота.

Ці завдання допоможуть сформувати повне уявлення про ринок сметани, його поточний стан та перспективи, а також про важливі аспекти виробництва та якості цього продукту.

2.2. Методика виконання роботи

Для виконання завдань, пов'язаних з оцінкою ринку сметани та заквашувальних композицій, а також визначення компонентного складу сметани, буде використано кілька методик. Кожна з них спрямована на забезпечення надійних і точних результатів.

1. Оцінка ринку виробництва готового кисломолочного продукту

1.1. Аналіз поточного стану ринку сметани:

Збір вторинних даних. Використання публікацій, звітів галузевих асоціацій, даних статистичних служб та маркетингових досліджень для збору інформації про обсяги виробництва та споживання.

Аналіз трендів. Вивчення трендів за останні кілька років, щоб зрозуміти динаміку ринку.

SWOT-аналіз. Оцінка сильних і слабких сторін, можливостей та загроз на ринку сметани.

1.2. Визначення основних виробників:

Конкурентний аналіз. Вивчення діяльності ключових гравців ринку, їхніх ринкових часток, продукції та стратегій.

1.3. Тенденції та перспективи розвитку:

Аналіз інновацій. Дослідження нових технологій і тенденцій в галузі виробництва сметани.

Оцінка минулорічної тенденції. Аналітичне дослідження приросту ринку запропонованого продукту

2. Оцінка ринку заквашувальних композицій для виробництва сметани

2.1. Аналіз постачальників заквашувальних композицій:

Дослідження ринку. Збір інформації про основних постачальників, їхні продукти та частки ринку.

Порівняльний аналіз. Порівняння характеристик заквашувальних композицій від різних постачальників.

2.2. Специфікації та стандарти якості:

Огляд нормативної бази. Вивчення стандартів та регламентів, що стосуються заквашувальних композицій.

Тестування продуктів. Наведення даних щодо якості сметани згідно прийнятими стандартами якості.

3. Визначення компонентного складу сметани

3.1. Аналіз складу сметани:

Хімічний аналіз. Використання методів хімічного аналізу для визначення вмісту білків, жирів, вуглеводів, вітамінів та мінералів у сметані (наприклад, метод К'ельдаля для визначення білків, метод Гравіметрії для визначення жирів).

Фізико-аналітичні методи аналізу. Використання такого роду методів аналізу для визначення вмісту вітамінів та інших мікроелементів.

3.2. Вплив заквашувальних композицій на склад:

Мікробіологічний аналіз. Вивчення мікрофлори сметани для визначення впливу різних заквашувальних культур на склад продукту.

Органолептичний аналіз. Оцінка смаку, запаху, консистенції та інших органолептичних характеристик сметани, виготовленої з різними заквашувальними композиціями.

3.3. Визначення якості продукту:

Фізико-хімічні тести. Проведення тестів на кислотність, в'язкість, стабільність та інші фізико-хімічні показники.

Мікробіологічні тести. Передбачення появи харчових патогенів сметани, мікробіологічна оцінка якості сметани та визначення загального мікробного числа.

Для виробництва сметани використовують молоко, яке відповідає вимогам ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови».

Хімічні показники:

Титровану кислотність визначають згідно з ДСТУ 3624-92 «Молоко та молочні продукти. Титрометричні методи визначення кислотності».

Активну кислотність – згідно з ДСТУ 26791.

Вміст білка – згідно з ДСТУ 23327-98 «Молоко. Методи визначення загального білка».

Вміст кальцію – згідно з ДСТУ ISO 12081:2004 «Молоко. Визначення вмісту кальцію титрометричним методом».

Мікробіологічні показники:

Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) – згідно з ДСТУ IDF 73A.

Визначення *Salmonella* – згідно з ДСТУ IDF 93 A:2003.

За мікробіологічними показниками сметана повинна відповідати таким вимогам ДСТУ 4418:2005 «Сметана. Технічні умови»:

Кількість життєздатних молочнокислих бактерій, КУО в 1 г, не менше ніж 1×10^7 .

Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,001 г – не дозволено.

Патогенні мікроорганізми, в тому числі *Salmonella* в 25 г – не дозволено.

Staphylococcus aureus, в 1,0 г – не дозволено.

Дріжджі – не більше ніж 50 КУО/г.

Плісняві гриби – не більше ніж 50 КУО/г.

Органолептичні показники:

Консистенцію, смак та запах визначають органолептично; зовнішній вигляд, колір, якість пакування та маркування перевіряли візуально. Згідно з ДСТУ 4418:2005 «Сметана. Технічні умови», сметана повинна відповідати таким вимогам:

- Зовнішній вигляд та консистенція. Сметана повинна представляти однорідну масу з глянсуватою поверхнею, бути густою; можлива наявність поодиноких пухирців повітря та незначна крупинчастість.
- Смак і запах. Чистий, кисломолочний, з присмаком і ароматом, властивим пастеризованому продукту.
- Колір. Білий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі.

Ці методики та стандарти гарантують високу якість сметани та її безпеку для споживачів.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Аналіз ринку сметани та заквашувальних композицій для її виробництва

Станом на 2024 рік в Україні функціонує близько 57 компаній, що виготовляють сметану. Найбільша кількість знаходиться в Київській області – 14 виробників, друге місце належить Харківській області – 11 виробників [10]. В таблиці 4 наведено більше додаткової інформації про українські виробництва сметани.

Таблиця 4

Українські виробники сметани

Область	Локалізація	Назва виробника	Торгова марка	Сметанна продукція
Київська	м. Київ	Молочний Альянс, ПрАТ	Славія	Сметана жирністю 15, 20, 21%, в стаканчиках та м'яких пакетах
			Пирятинь	
			Яготинське	
		Здорово!	Сметана жирністю 15, 20, в стаканчиках, пластикових відерцях та м'яких пакетах	
	МІЛКІЛЕНД-УКРАЇНА, ТОВ	Добряна	Сметана жирністю 10, 15, 20, 21, 25%, в стаканчиках та м'яких пакетах	
		Latter	Сметана жирністю 15, в стаканчиках	
м. Вишневе	ПрАТ «Вім-Білл-Данн Україна»	Слов'яночка	Сметана жирністю 15, 20, 25%, в стаканчиках та м'яких пакетах	
м. Баришівка	ПАТ «Баришівський молокозавод»	Lago	Сметана жирністю 15%, в стаканчиках	

Продовж. табл. 4

	село Івки, Богуслав- ський район	ДОООБРА ФЕРМА, ПП	Доообра ферма	Сметана жирністю 20%, в скліних банках та відерцях
Київська	м. Київ	Лакталіс- Україна, ДчП	President	Сметана жирністю 10, 15, 20, 25, 30%, в стаканчиках та м'яких пакетах
			Фанні	Сметана жирністю 10, 15%, в стаканчиках та м'яких пакетах
		Ружин-молоко, ДчП	Румо	Сметана жирністю 21%, в пластиковому відеречку
	м. Кагарлик	Кагма, ПрАТ	Кагма	Сметана жирністю 15, 21%, в стаканчиках та м'яких пакетах
	м. Обухів	ТОВ "Фірма "Фавор"	А-МАМ	Сметана жирністю 20%, в стаканчиках та м'яких пакетах
Харківська	смт. Нова Водолага	Нововодолазький молокозавод, ПрАТ	Зорька	Сметана жирністю 15, 25%, в м'яких пакетах
	м.Куп'янськ	ТД МОЛОЧНА СЛОБОДА, ТОВ	Заріччя	Сметана жирністю 20%, в м'яких пакетах
	м. Зміїв	С-ТРАНС, ТОВ	Хуторок	Сметана жирністю 10, 15 та 21%, в м'яких пакетах
Полтавська	м.Кременчук	Кременчуцький міськмолкозаво д (Данон- Кремез), ПАТ	Просто наше	Сметана жирністю 10, 15 та 20%, в стаканчиках та м'яких пакетах
	м.Лубни	Лубенський молочний завод, ТОВ	Гармонія	Сметана жирністю 15, 21 та 25%, в м'яких пакетах
	смт. Решетилівка	ФУД ДЕВЕЛОПМЕНТ , ТОВ	Ферма Біла лінія	Сметана жирністю 15 та 20%, в стаканчиках та м'яких пакетах

Продовж. табл. 4

Вінницька	м. Іллінці	ЛЮСТДОРФ, ФІРМА, ТОВ	Селянське	Сметана жирністю 10, 15 та 20%, в стаканчиках та м'яких пакетах
			На здоров'я	Сметана жирністю 15%, в стаканчиках
Львівська	м. Львів	МОЛОЧНА КОМПАНІЯ ГАЛИЧИНА, ТОВ	Галичина	Сметана жирністю 10, 15 та 20%, в стаканчиках та м'яких пакетах
			Мої корівки	Сметана жирністю 15 та 20%, в м'яких пакетах
			Молочна родина	Сметана жирністю 20%, в стаканчиках
			Молочар	Сметана жирністю 20%, м'яких пакетах
Дніпропетровська	м. Дніпро	ПРИДНІПРОВ- СЬКИЙ, КОМБІНАТ, ПАТ	Злагода	Сметана жирністю 10, 15 та 20%, в м'яких пакетах
	м. Кривий Ріг	Криворізький міськмолкозав од N1, ПАТ	Смаковень кі/ Мілкін	Сметана жирністю 15 та 21%, в стаканчиках та м'яких пакетах
Миколаївська	м.Первомайськ	Первомайський молочноконсерв ний комбінат, ТОВ	Формула смаку	Сметана жирністю 15 та 21%, в м'яких пакетах

Продовж. табл. 4

Тернопільська	м. Тернопіль	Тернопільський молокозавод, ПрАТ	Молокія	Сметана жирністю 10, 15, 20, 22, 30%, в стаканчиках та м'яких пакетах
Житомирська	м. Житомир	Житомирський маслозавод, ПАТ	Рудь	Сметана жирністю 15, 21%, в м'яких пакетах
Рівненська	м. Рівне	Агропереробка, ВТП, ТОВ	Щедрик	Сметана жирністю 15 %, в м'яких пакетах
		Радивилівмолок о, ТОВ	Радимо	Сметана жирністю 10, 15, 20, 25%, в стаканчиках та м'яких пакетах
Хмельницька	м. Деражня	Деражнянський молочний завод, ТОВ	Деражня	Сметана жирністю 15, 20, 21%, в стаканчиках, м'яких пакетах та відерцях
Черкаська	м. Черкаси	Юрія, ПрАТ	Волошкове поле	Сметана жирністю 15, 21, 25%, в стаканчиках, м'яких пакетах та скляних банках

Примітка: Таблиця сформована автором з джерела [10]

Тож, з таблиці 4 видно величезний вибір виробників сметани в Україні. Варто зазначити, що насправді їх набагато більше, але в таблиці наведено найпопулярніші та найпоширеніші позиції на ринку сметани. З даної таблиці можна також зробити висновок про найпоширенішу форму випуску, а саме в м'яких пакетах, та найменш популярними є випуски сметани в відерцях та в скляних ємностях.

На сучасному етапі економічного розвитку України спостерігається зменшення обсягів виробництва окремих молочних продуктів у фізичному вираженні, що супроводжується зростанням їх цін. Це пов'язано зі зростанням вартості основної сировини – молока, та зниженням його кількості. Причиною зменшення обсягів молока є скорочення поголів'я корів в Україні. Згідно з прогнозами, до кінця 2022 року поголів'я корів в Україні через війну зменшиться до 1,39 млн, що стане найнижчим показником за всю історію країни через скорочення кількості корів у приватних господарствах. Водночас, виробництво молока в промисловому секторі України у 2022 році залишилося на майже незмінному рівні [6].

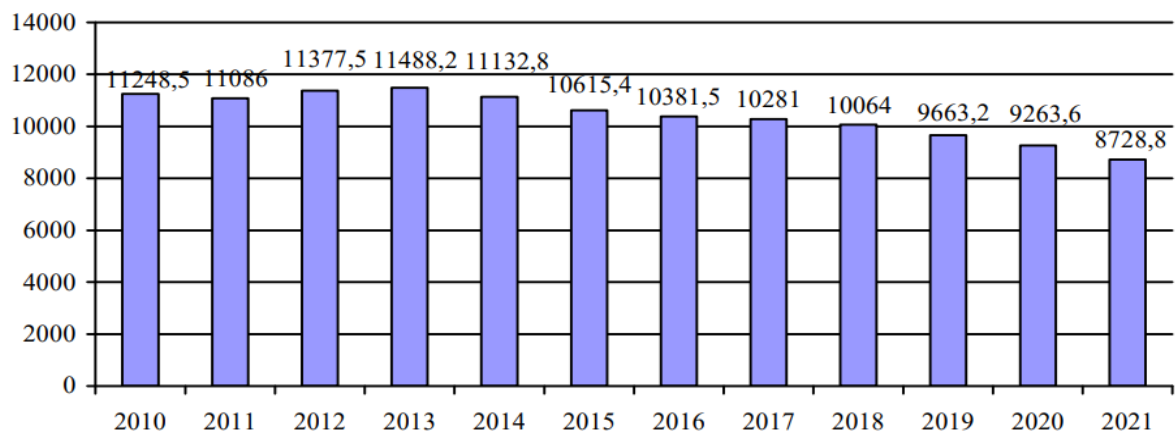


Рис. 4. Статистика виробництва молока в Україні протягом останніх років, тис. т. [6]

Ще одним фактором, що ускладнює для вітчизняних молокопереробних підприємств забезпечення ринку якісними молокопродуктами, є невисока якість сировини – молока. Близько 90% молока надходить від домогосподарств населення, які часто не дотримуються вимог щодо утримання корів, технології доїння, санітарно-гігієнічних норм. Це призводить до високого рівня бактеріального забруднення молока. Крім того, домогосподарства не здійснюють первинної переробки молока та не дотримуються умов його охолодження [6].

Споживання молока на душу населення в Україні протягом 2017–2021 років залишалося на стабільному рівні – приблизно 200 кг на душу. Найнижчий показник за цей період був зафіксований у 2018 році. Для

порівняння, Міністерство охорони здоров'я визначило раціональну норму споживання молокопродуктів на рівні 380 кг на душу населення [6].

Незважаючи на все це, в останні роки в Україні, як і в усьому світі, спостерігається зростання інтересу до здорового способу життя та правильного харчування. Все більше людей усвідомлюють важливість здорового харчування для підтримки доброго самопочуття та профілактики різних захворювань [13].

Одним із аспектів цього тренду є збільшення попиту на функціональні продукти, які не лише задовольняють харчові потреби, але й мають додаткові корисні властивості. До функціональних продуктів відносяться ті, що містять пробіотики, вітаміни, мінерали та інші біологічно активні компоненти [13].

За даними досліджень ринку, споживання функціональних продуктів в Україні демонструє стабільне зростання. Наприклад, у 2020 році ринок функціональних продуктів в Україні зріс на 15% порівняно з попереднім роком. Згідно з прогнозами, у найближчі роки цей тренд продовжуватиметься [13].

Споживання молокопродуктів, збагачених пробіотиками, також зростає. Вже зараз такі продукти займають близько 10% ринку молочних продуктів, і очікується, що ця частка буде збільшуватися. Зокрема, йогурти та кефіри з пробіотиками набувають все більшої популярності серед українських споживачів [13].

Фактори, що сприяють популяризації [13]:

- Зростаюча кількість інформації про користь здорового харчування та функціональних продуктів у засобах масової інформації та соціальних мережах.

- Активні освітні кампанії з боку держави та громадських організацій, спрямовані на підвищення обізнаності населення про здорове харчування.

- Збільшення асортименту функціональних продуктів на полицях магазинів, що робить їх більш доступними для споживачів.

- Зростаюча популярність здорового способу життя серед молоді та людей середнього віку, що включає правильне харчування, фізичну активність та турботу про своє здоров'я.

Оскільки молочнокислу продукцію, в тому ж числі сметану, найлегше виготовити одразу у вигляді функціонального продукту, можна прийти до висновку, що в майбутньому зазначені компанії з табл.3.1 будуть лише збільшувати свій асортимент в сторону здорового харчування. Чого вартує новий тренд на забезпечення потреб людей, які не можуть споживати лактозу, через що була створена низка молочнокислих продуктів, де цей цукор просто відсутній. Стримуючими факторами цього розвитку може бути агресивна стадія війни, яка може призвести до непередбачуваних наслідків, але сучасна тенденція дозволяє позитивно розглядати дане питання.

Проте, ринок виробництва кисломолочних продуктів повний не лише готовою продукцією, а й заквасками для її виробництва. В таблиці 5 показано закваски для виробництва сметани, що реалізуються в Україні.

Таблиця 5

Реалізація заквасок для виробництва сметани в Україні

Торгова марка	Країна виробник	Вартість за дозу, грн	Склад	Об'єм молока на 1 дозу, л	Джерело
Cheese master	Італія	16,49	Не вказано	8-10	[4]
Vivo	Україна	13	<i>L. lactis</i> , <i>L. cremoris</i> , <i>L. diacetylactis</i> , <i>S. thermophilus</i>	1-3	[1]
Biovitec	Франція	421		500	[3]
Dalton	Італія	75	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> <i>L. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>S. filant</i>	50	[5]

Тож, з таблиці 5 можна зробити висновок лише про одну українську компанію, яка реалізовує закваски. Проте, потрібно зауважити, що Vivo закупає ліофілізовані мікроорганізми, а не виготовляє їх самостійно, що каже про відсутність біотехнологічних фірм про виробництву заквасок для сметани в зазначеному списку.

З врахуванням тенденції, а також відсутності українських виробників заквасок для сметани, є потреба в розробці такого виробництва. Пропонується виготовити новий продукт, а саме функціональну сметану, яка буде містити в собі пробіотичні штами для її виробництва.

3.2. Вибір біологічних агентів для виробництва функціональної сметани

Згідно стандарту ДСТУ 4418:2005 Сметана, в склад входять мезофільні молочнокислі коки *Lactococcus sp.*, а також може додаватись або може бути відсутнім термофільний стрептокок. Тому, для виробництва функціональної сметани пропонується обрати 2 пробіотичних штами: один серед *Lactococcus sp.*, а інший – термофільний стрептокок. Важливою умовою для заквасок сметани є концентрація клітин, вона повинна становити не менше 10^7 КУО/мл(г) [2]. Попередня характеристика показана в таблиці 6. З таблиці 6. можна зробити висновок, що найбільша концентрація клітин серед лактококів притаманна для *L. lactis* Gh1, а для термофільних стрептококів – *S. thermophilus* IDCC 2201. Обидва штами культивуються на однаковому середовищі, що може дозволити зменшити витрату часу на вибір та закупку відповідних компонентів.

Оскільки пропонується розробляти саме функціональний продукт, потрібно оцінити й пробіотичні властивості штамів. Така характеристика приведена в таблиці 7.

Таблиця 6

**Характеристика пробіотичних штамів для виробництва
функціональної сметани**

Біологічний агент	Поживне середовище, г/л	Умови біосинтезу	Концентрація клітин, КУО/мл	Джерело
<i>L. lactis</i> ML2018	Декстроза – 20,0 Дикалію фосфат - 2,0	37 °С, 48 год	10 ⁸	[36]
<i>L. lactis</i> Gh1	Гідролізат казеїну – 10,0 Тріамонія цитрат - 2,0 М'ясний екстракт – 10,0 Твін 80 - 1,08 Натрій ацетат – 5,0 Магнію сульфат гептагідрат - 0,20, Дріжджовий екстракт - 4,0 Марганцю сульфат тетрагідрат - 0,05	37 °С, 48 год	1,8×10 ⁹	[23]
<i>S. thermophilus</i> IDCC 2201		37 °С, 48 год	2×10 ⁸	[16]
<i>L. lactis ssp. lactis</i> виділений з сирого молока	Пептон – 25,5, Глюкоза – 5, Лактоза – 5, Сахароза – 5, Хлорид натрію – 4, Ацетат натрію – 1,5, Желатин – 2,5, Аскорбінова кислота – 0,5	30 °С, 48 год	10 ⁷	[52]
<i>S. thermophilus</i> RD102	Аскорбінова кислота - 0,5, Лактоза - 5, Сульфат магнію - 0,25, М'ясний екстракт - 5,	42 °С, 18 год	10 ⁸	[25]
<i>S. thermophilus</i> RD104	М'ясопептон - 2,5, Гліцерофосфат натрію - 19, Пептон соєвий - 5, Триптон - 2,5, Дріжджовий екстракт - 2,5		10 ⁸	

З таблиці 7 робимо висновок про величезну кількість позитивних характеристик серед лактококів для *L. lactis ssp. lactis* виділений з сирого молока.

**Порівняння пробіотичних властивостей молочнокислих бактерій
для виробництва функціональної сметани**

Штам	Пробіотичні та інші характеристики	Джерело
<i>L. lactis</i> ML2018	Стійкі до кислотного рН та жовчі, мають протиракові властивості, помірний ступінь адгезії, синтезує коротколанцюгові жирні кислоти та бактеріоцини	[36]
<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> виділений з сирого молока	Має антимікробні властивості проти <i>S. enterica</i> ssp. <i>enterica</i> СЕСТ 443, <i>S. choleraesuis</i> ssp. <i>choleraesuis</i> АТСС 13076, <i>L. monocytogenes</i> СЕСТ 932 <i>L. monocytogenes</i> АТСС 7644, <i>E. coli</i> АТСС 25922, <i>E. coli</i> СЕСТ 4267, <i>E. aerogenes</i> АТСС 13048. Стійкий до жовчних солей та кислого рН, антибіотиків. Володіє антиоксидантними та ліполітичними (гіпохолестеринемічними) властивостями	[52]
<i>L. lactis</i> Gh1	Активний проти <i>L. monocytogenes</i> АТСС 15313. Стійкий до кислого рН, великої кількості антибіотиків, високих концентрацій солей та жовчних солей. Синтезує протеолітичні ферменти. Гемолітична активність.	[23]
<i>S. thermophilus</i> RD102	Стійкий до кислого рН та жовчних солей, не дуже стійкий до антибіотиків, синтезує фолат та гідролітичні ферменти	[25]
<i>S. thermophilus</i> RD104	Стійкий до кислого рН та жовчних солей, стійкий до антибіотиків, синтезує фолат та гідролітичні ферменти	
<i>S. thermophilus</i> IDCC 2201	Синтезує естерази, галактозидазу, фосфатази, манозидазу та аріламідази. Має антагоністичні властивості.	[16]

Щодо термофільних стрептококів – всі вони подібні один між одним, проте за всіма характеристиками найкращим штамом можна вважати *S. thermophilus* RD104. Для додаткового порівняння пропонується визначити вартість поживних середовищ, які використовуються для культивування запропонованих біологічних агентів. Прорахунок показано в таблиці 8.

Таблиця 8

**Визначення вартості 1 л поживного бульйону для мікроорганізмів,
що є потенційними кандидатами для створення функціональної сметани**

Штам	Склад поживного середовища, г/л	Вартість за 1 кг компоненту, грн	Перерахунок на 1 л поживного середовища, грн	Джерело*
<i>L. lactis</i> ML2018 <i>L. lactis</i> Gh1 <i>S. thermophilus</i> IDCC 2201	Декстроза – 20,0	47	0,94	1
	Дикалію фосфат - 2,0	48	0,09	2
	Гідролізат казеїну – 10,0	744	7,44	3
	Тріамонія цитрат - 2,0	40	0,08	4
	М'ясний екстракт – 10,0	827	8,27	5
	Твін 80 - 1,08	204	0,20	6
	Натрій ацетат – 5,0	87	0,44	7
	Магнію сульфат гептагідрат - 0,20	45	0,01	8
	Дріжджовий екстракт - 4,0	827	3,3	9
	Марганцю сульфат тетрагідрат - 0,05	39	0,01	10
Ціна за літр поживного бульйону – 20,78 грн				
<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> виділений з сирого молока	Пептон – 25,5	620	15,81	11
	Глюкоза – 5	45,6	0,23	12
	Лактоза – 5	35	0,18	13
	Сахароза – 5	18,5	0,09	14
	Хлорид натрію – 4	14	0,06	15
	Ацетат натрію – 1,5	87	0,13	7
	Желатин – 2,5	293	0,73	16
	Аскорбінова кислота – 0,5	290	0,15	17
Ціна за літр поживного бульйону – 17,38 грн				
<i>S. thermophilus</i> RD102 <i>S. thermophilus</i> RD104	Аскорбінова кислота - 0,5	290	0,15	17
	Лактоза - 5	35	0,18	13
	Сульфат магнію - 0,25	45	0,01	8
	М'ясний екстракт - 5	827	4,14	5
	М'ясопептон - 2,5	620	1,55	11
	Гліцерофосфат натрію - 19	26	0,49	18
	Пептон соєвий - 5	413	2,07	19
	Триптон - 2,5	413	1,03	20
Дріжджовий екстракт - 2,5	827	2,07	9	
Ціна за літр поживного бульйону – 11,69 грн				

Примітка (ціни наведено станом на червень 2024 року)

Тож, з таблиці 8 очевидна дешевизна для культивування *S. thermophilus* RD102, *S. thermophilus* RD104.

Найбільша вартість притаманна для тих мікроорганізмів, що культивуються на першому середовищі – МРС. Для остаточного порівняння звертаємось до узагальненої таблиці 9.

Таблиця 9

Фінальне порівняння пробіотичних штамів для виробництва функціональної сметани

Штам	Концентрація клітин, КУО/мл	Тривалість культивування, год	Ціна за 1 л поживного середовища, грн	Оцінка пробіотичних властивостей
<i>L. lactis</i> ML2018	10 ⁸	48	20,78	++
<i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> виділений з сирого молока	10 ⁷	48	17,38	+++
<i>L. lactis</i> Gh1	1,8×10 ⁹	48	20,78	++
<i>S. thermophilus</i> RD102	2×10 ⁸	48	20,78	+
<i>S. thermophilus</i> RD104	10 ⁸	18	11,69	+++
<i>S. thermophilus</i> IDCC 2201	10 ⁸	18	11,69	++

Тож, за кінцевим порівнянням обираємо штами *L. lactis* ssp. *lactis* виділений з сирого молока та *S. thermophilus* RD104, які повністю відповідають вимогам по заквашувальним композиціям, а також пробіотичній концентрації. Крім того, дані штами мають ряд інших переваг. Наприклад, *L. lactis* ssp. *lactis* виділений з сирого молока культивується на найдешевшому середовищі серед лактококів. Щодо *S. thermophilus* RD104 – в нього найнижча тривалість культивування, а також має найнижчу вартість поживного середовища для термофільних стрептококів.

Важливою характеристикою *L. lactis* ssp. *lactis* виділений з сирого молока є наявність естераз та ліпаз. Естерази є ферментами, які відіграють важливу роль у метаболізмі ліпідів, зокрема в розщепленні ефірів жирних кислот і холестерину. У контексті пробіотиків, естерази мають особливе значення завдяки своїй здатності знижувати рівень холестерину в крові, що надає функціональним продуктам гіпохолестеринемічний ефект [52].

Естерази, продукувані пробіотичними бактеріями, здатні гідролізувати холестеринові ефіри до вільного холестерину та жирних кислот. Цей процес допомагає знижувати загальний рівень холестерину в організмі. Деякі пробіотики з естеразною активністю можуть знижувати абсорбцію холестерину в кишечнику. Це досягається шляхом деградації харчових ефірів холестерину до форм, які менш доступні для всмоктування. Пробіотичні бактерії можуть зв'язувати холестерин на своїх клітинних стінках, що сприяє його виведенню з організму разом з калом [52].

Гіпохолестеринемічний ефект пробіотиків полягає у зниженні рівня холестерину в крові, що є важливим фактором профілактики серцево-судинних захворювань. Пробіотики сприяють цьому ефекту через кілька механізмів [50]:

- Деградація холестерину в кишечнику. Пробіотики з естеразною активністю гідролізують холестерин до менш всмоктуваних форм.
- Продукування коротколанцюгових жирних кислот. Пробіотичні бактерії ферментують дієтичні волокна до коротколанцюгових жирних кислот, які можуть інгібувати синтез холестерину в печінці.
- Модуляція кишкової мікрофлори. Пробіотики сприяють зростанню корисних бактерій, які можуть знижувати рівень холестерину.

- Зв'язування та виведення Пробиотики можуть зв'язувати холестерин і сприяти його виведенню з організму, що зменшує кількість холестерину, доступного для абсорбції.

Пробиотики з гіпохолестеринемічним ефектом можуть бути корисними для різних категорій пацієнтів, зокрема для тих, хто має підвищений ризик серцево-судинних захворювань або вже страждає на певні медичні стани. Ось деякі з категорій хворих, яким такі пробиотики можуть бути особливо корисними [52]:

1. Пацієнти з гіперхолестеринемією. Пробиотики з гіпохолестеринемічним ефектом можуть допомогти знизити рівень загального холестерину та ліпопротеїнів низької щільності у крові. Допомагають у додаток до традиційної медикаментозної терапії для покращення ліпідного профілю.
2. Люди з ризиком серцево-судинних захворювань. Пробиотики можуть бути частиною профілактичних заходів для зниження ризику розвитку атеросклерозу, інфаркту міокарда та інсульту. Включення таких пробиотиків у щоденний раціон може сприяти підтримці здорового серця та судин.
3. Пацієнти з метаболічним синдромом. Метаболічний синдром включає кілька факторів ризику, таких як ожиріння, високий кров'яний тиск, підвищений рівень цукру в крові та дисліпідемію. Пробиотики можуть допомогти у регуляції ліпідного обміну та зниженні холестерину, що є важливим для людей з метаболічним синдромом.
4. Люди з ожирінням. Пацієнти з надмірною вагою або ожирінням часто мають підвищений рівень холестерину, що збільшує ризик серцево-судинних захворювань. Пробиотики можуть сприяти поліпшенню ліпідного профілю та допомогти у комплексному підході до зниження ваги.

5. Пацієнти з діабетом 2 типу. Діабетики часто стикаються з проблемами високого рівня холестерину та іншими ліпідними розладами. Пробиотики можуть допомогти поліпшити ліпідний профіль та контролювати рівень холестерину у крові.
6. Пацієнти після серцево-судинних подій. Люди, які перенесли інфаркт міокарда або інсульт, можуть отримати користь від пробіотиків, які знижують холестерин, для запобігання повторних подій. Включення пробіотиків у раціон може бути частиною реабілітаційних програм.
7. Люди похилого віку. У людей похилого віку часто спостерігається підвищений рівень холестерину через природні зміни в метаболізмі. Пробиотики можуть допомогти підтримати здоров'я серцево-судинної системи та знизити ризик захворювань.

Для *S. thermophilus* RD104 характерний синтез фолієвої кислоти та протеолітичних ферментів.

Протеолітичні ферменти, або протеази, відіграють важливу роль у функціональних продуктах, збагачених пробіотиками, завдяки своїм здатностям розщеплювати білки до пептидів та амінокислот. Ось як вони впливають на функціональні продукти [25]:

1. Поліпшення травлення. Протеази сприяють більш ефективному розщепленню білків у шлунково-кишковому тракті, що полегшує їх засвоєння організмом. Допомагають у зменшенні симптомів, пов'язаних із порушенням травлення, таких як здуття живота та дискомфорт.
2. Зниження алергенності. Протеолітичні ферменти можуть розщеплювати потенційні алергени в харчових продуктах, знижуючи їх алергенний потенціал. Це особливо важливо для людей з харчовими алергіями та непереносимостями.
3. Антибактеріальна активність. Протеази можуть розщеплювати білкові компоненти клітинних стінок патогенних мікроорганізмів,

знижуючи їх кількість та сприяючи здоровій мікрофлорі кишечника.

4. Покращення смакових характеристик. Протеолітичні ферменти розщеплюють білки до пептидів, які можуть мати приємний смак і аромат, покращуючи органолептичні властивості продукту.

Фолієва кислота, продукована пробіотиками, також має значні переваги для функціональних продуктів [25]:

1. Підтримка здоров'я серцево-судинної системи. Фолієва кислота відіграє ключову роль у метаболізмі гомоцистеїну. Високий рівень гомоцистеїну пов'язаний з підвищеним ризиком серцево-судинних захворювань, тому зниження його рівня за допомогою фолієвої кислоти сприяє здоров'ю серця.
2. Запобігання дефіциту фолієвої кислоти. Дефіцит фолієвої кислоти може призвести до мегалобластної анемії та інших порушень здоров'я. Пробіотики, що продукують фолієву кислоту, допомагають запобігти цьому дефіциту.
3. Підтримка вагітних жінок. Фолієва кислота необхідна для правильного розвитку плоду, особливо у перші тижні вагітності. Пробіотики, що продукують фолієву кислоту, можуть бути корисними для вагітних жінок для запобігання вродженим вадам розвитку у дітей.
4. Підтримка імунної системи. Фолієва кислота сприяє синтезу ДНК і РНК, а також поділу клітин, що є важливим для підтримки функцій імунної системи.
5. Поліпшення стану нервової системи. Фолієва кислота необхідна для синтезу нейромедіаторів, таких як серотонін і допамін, що сприяє здоров'ю нервової системи та покращує настрій.

Тож, створення функціональної сметани на основі зазначених біологічних агент принесе користь не лише здоровим людям, а може також

допомогти покращити якість життя людям, які мають проблеми зі своїм здоров'ям, починаючи від ожиріння, закінчуючи нервовими розладами.

3.3. Контроль показників якості функціональної сметани

3.3.1. Визначення мікробіологічних показників

Методика контролю життєздатних клітин для сметани

Контроль життєздатних клітин у сметані є важливим етапом забезпечення її якості та безпеки. Ця процедура допомагає визначити кількість життєздатних пробіотичних бактерій, які забезпечують корисні властивості продукту. Основні кроки методики включають відбір проб, підготовку зразків, інокуляцію, інкубацію, підрахунок колоній та інтерпретацію результатів. Ось детальний опис кожного етапу [2]:

Зразки сметани відбираються у стерильних умовах, щоб уникнути контамінації. Відбирають декілька зразків з різних партій сметани для забезпечення репрезентативності. Зразки сметани ретельно перемішуються для рівномірного розподілу мікроорганізмів. Зразки розводяться стерильним фізіологічним розчином або пептоновою водою. Зазвичай використовуються серійні десятикратні розведення (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} тощо) [2].

Використовують відповідне селективне та диференційне поживне середовище для вирощування життєздатних клітин. Для лактобактерій і біфідобактерій можуть використовуватися МРС-агар або інші спеціалізовані середовища. Далі, 1 мл розведеного зразка додається до стерильних чашок Петрі, після чого додається рідкий агар, розплавлений і охолоджений до 45-50°C. Ретельно змішують та залишають для затвердіння. Чашки Петрі інкубують при оптимальних для пробіотичних бактерій температурах (наприклад, 37°C) протягом певного часу (зазвичай 48-72 години). Після інкубації підраховують кількість колоній, що виростили на середовищі.

Підрахунок проводять за допомогою лупи або колонієлічильника. Колонії враховуються тільки в тих чашках, де їх кількість становить від 30 до 300.

Отримані результати порівнюються з нормативними значеннями для сметани. Зазвичай сметана повинна містити не менше 1×10^7 КУО/г життєздатних молочнокислих бактерій. Результати фіксуються в лабораторних журналах і використовуються для підтвердження якості продукту [2].

Визначення бактерій групи кишкових паличок (коліформи)

Процес визначення коліформ включає декілька етапів: відбір проб, попередню підготовку, інокуляцію на селективні середовища, інкубацію та інтерпретацію результатів [2].

Проби беруть у стерильних умовах із різних партій продукції для забезпечення репрезентативності. Використовують стерильні шпателі, ложки або інші інструменти для відбору проб. Використовують селективні та диференційні поживні середовища, такі як лактозопептонна вода, середовище Ендо або середовище для коліформ (VRBA – Violet Red Bile Agar). Зразок в об'ємі 0,1 мл переносять на поверхню агарового середовища або додають у рідке середовище [2].

Чашки Петрі або пробірки інкубують при температурі 37°C. Інкубація триває 24-48 годин. Якщо використовується рідке середовище, забезпечують анаеробні умови, закриваючи пробірки ватними або гумовими пробками. Після інкубації оцінюють ріст колоній на твердих середовищах або зміну кольору середовища у пробірках. На середовищі Ендо коліформні бактерії утворюють характерні колонії червоного кольору з металевим блиском. Перерахунок здійснюється за загальним принципом по рівнянню, що вказано вище [2].

Відповідно до ДСТУ, кількість коліформ повинна бути відсутня в 0,001 г сметани. Якщо в 0,001 г зразка не виявлено росту коліформ, продукт відповідає санітарно-гігієнічним нормам. Якщо виявлено коліформи,

необхідно провести додаткові дослідження для визначення джерела забруднення та покращення санітарних умов виробництва [2].

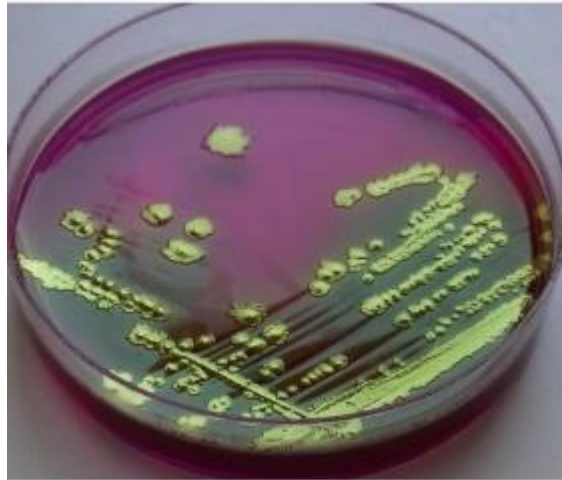


Рис. 5. Колонії ентеробактерій на агаризованому середовищі Ендо [43]

Визначення патогенних мікроорганізмів, включаючи Salmonella

Патогенні мікроорганізми, такі як *Salmonella*, можуть спричиняти серйозні харчові отруєння, тому їх виявлення у сметані є важливим аспектом контролю якості та безпеки.

Для аналізу використовують лактозопептонну воду або буферизовану пептонну воду. Певну кількість зразка (наприклад, 25 г сметани) додають до 225 мл середовища для попереднього збагачення. Інкубація при 37°C протягом 18-24 годин.

Далі, використовують два види середовищ для селективного збагачення: середовище Раппопорта-Вассіліадіса та селенітовий бульйон. Переносять 0,1 мл культури з попереднього збагачувального середовища у 10 мл середовища Раппопорта-Вассіліадіса та 1 мл у 10 мл селенітовий бульйон. Середовища Раппопорта-Вассіліадіса інкубують при 42°C протягом 24 годин, а селенітовий бульйон – при 37°C протягом 24 годин.

Далі виконують ізоляцію на селективних середовищах. Для цього можна використовувати середовище Кауфмана-Мюллера, середовище БГЛБ (Brilliant Green Lactose Bile), агар XLD (ксилозо-лізин-дезоксихолатний) або

агар Гектоена. Виконують висівання на поверхню агарових пластинок з селективними середовищами. Інкубація при 37°C протягом 24-48 годин.

Колонії *Salmonella* на агарі XLD мають чорний центр і червоне оточення. На агарі БГЛБ колонії непрозорі з червоним кольором. Обчислюють кількість підозрілих колоній. Додатково можуть призначити біохімічні тести (окси-тест, тест на збродження вуглеводів, тест на утворення індолу, тест на розчеплення сечовини), а також серологічне підтвердження.

Продукт відповідає вимогам, якщо *Salmonella* відсутня в 25 г зразка. При виявленні *Salmonella* необхідно провести розслідування джерела забруднення та вжити заходів для покращення санітарних умов виробництва.

Визначення Staphylococcus aureus

S. aureus є патогенним мікроорганізмом, здатним виробляти токсини, які викликають харчові отруєння. Тому його наявність у сметані суворо контролюється [2].

Використовують селективні та диференційні поживні середовища, такі як жовтково-сольовий агар (Baird-Parker Agar) або маніт-сольовий агар. Об'єм розведеного зразка (конкретно 0,1 мл) переносять на поверхню агару та рівномірно розподіляють за допомогою стерильної шпателі. Чашки Петрі інкубують при температурі 37°C. Інкубація триває 24-48 годин. На жовтково-сольовому агарі колонії *S. aureus* утворюють чорні або темно-сірі колонії з зоною лецитовітелазної активності (помутніння середовища навколо колоній) [2].

Для точного підтвердження призначають наступні біохімічні тести [2]:

- Тест на коагулазу. Позитивний результат підтверджує присутність *S. aureus*.
- Каталазний тест. *S. aureus* є каталазопозитивним.
- Ферментація манітолу. На маніт-сольовому агарі *S. aureus* ферментує манітол, змінюючи колір середовища на жовтий.



Рис. 6. S. aureus на жовтково-сольовому агарі колонії [14]

Продукт відповідає вимогам, якщо *S. aureus* відсутній у 1 г зразка. При виявленні *S. aureus* необхідно провести розслідування джерела забруднення та вжити заходів для покращення санітарних умов виробництва.

Визначення дріжджів та пліснявих грибів

Контроль за наявністю дріжджів та пліснявих грибів у сметані є важливим для забезпечення її якості та безпеки. Підвищена кількість дріжджів і пліснявих грибів може спричинити псування продукту, зміну його органолептичних властивостей та ризик для здоров'я споживачів [2].

Використовують селективні та диференційні поживні середовища, такі як агар Сабуро або дріжджовий екстракт агар. Певний об'єм розведеного зразка (наприклад, 0,1 мл) переносять на поверхню агару та рівномірно розподіляють за допомогою стерильної шпатель. Чашки Петрі інкубують при температурі 25-30°C. Інкубація триває 3-5 днів для дріжджів і до 7 днів для пліснявих грибів [2].

Колонії дріжджів зазвичай круглі, гладкі, блискучі, білі або кремові. Колонії пліснявих грибів зазвичай пухнасті, з різними кольорами (зелені, чорні, білі), залежно від виду [2].

Згідно з ДСТУ 4418:2005, кількість дріжджів у сметані не повинна перевищувати 50 КУО/г, а кількість пліснявих грибів – 50 КУО/г. При виявленні перевищення встановлених норм необхідно провести розслідування джерела забруднення та вжити заходів для покращення санітарних умов виробництва [2].

Визначення титрованої та активної кислотності

Титрована кислотність сметани відображає загальний вміст кислот, які можуть нейтралізуватися лугом. Цей показник важливий для визначення якості та ступеня ферментації продукту.

Методика визначення титрованої кислотності згідно з ДСТУ 3624-92:

Зразок сметани (10 г) поміщають у скляний або порцеляновий посуд. Додають 20 мл дистильованої води для розведення зразка. Додають 2-3 краплі фенолфталеїну (0,5% розчин) як індикатора. Проводять титрування 0,1 н розчином гідроксиду натрію (NaOH) до появи стійкого рожевого забарвлення.

Активна кислотність визначає концентрацію вільних іонів водню (H^+) у сметані, що є показником свіжості та якості продукту.

Методика визначення активної кислотності згідно з ДСТУ 26791:

Зразок сметани гомогенізують, щоб отримати однорідну масу. Використовують електронний рН-метр, калібрований за стандартними буферними розчинами (рН 4,00 і рН 7,00). Електрод рН-метра занурюють у зразок сметани. Читають показання рН-метра після стабілізації значення.

У сметані, рН-значення зазвичай знаходиться в діапазоні від 4,4 до 4,8. Чим нижче значення рН, тим кисліше є продукт. Зниження рН зазвичай вказує на відкисання продукту, яке може статися через розвиток молочнокислих бактерій. Такий процес може відбуватися при тривалому зберіганні або некоректних умовах температурного режиму. Наявність аномально високих або низьких значень рН може свідчити про порушення технологічного процесу виробництва або погіршення якості продукту.

3.3.2. Визначення хімічних показників сметани

Для визначення хімічних показників сметани використовують різні методи та аналітичні прилади. Основні хімічні показники, які зазвичай вимірюють у сметані, включають вміст жиру, білків, вуглеводів, вологи, пептидів, вільної жирної кислоти, аміаку, ферментативні активності тощо.

Методика визначення жиру в сметані

Для визначення вмісту жиру в сметані застосовують різні методи, але основний метод - це гравіметричний метод. Виміряють масу порожнього чистого посуду. Перенесуть певну кількість сметани (зазвичай 5-10 грамів) у цей посуд. Сметану розподіляють рівномірно по дну вагиля, щоб уникнути збільшення площі поверхні. Посуд з сметаною ставлять у сушарку до повного висихання.

Методика визначення вмісту білка в сметані

Визначення проводяться відповідно до ГОСТ 25179-90.

Колориметричний метод визначення масової частки білка ґрунтується на здатності білків молока при рН нижче ізоелектричної точки зв'язувати кислий барвник, утворювати з ним нерозчинний осад, після видалення якого вимірюють оптичну густину вихідного розчину барвника відносно отриманого розчину. Густина зменшується пропорційно масовій частці білка.

У скляну пробірку за допомогою піпетки вносять 1 см³ сметани, додають 20 см³ розчину барвника, закривають гумовою пробкою, перемішують вміст перевертанням пробірки від 2 до 10 разів. Необхідно запобігати струшуванню, оскільки при цьому утворюється стійка піна, яка заважає подальшим визначенням.

Вміщують пробірку в центрифугу і центрифугують протягом 10 хв при частоті обертання 25 с⁻¹ (1500 об/хв) або 20 хв при частоті обертання 17 с⁻¹ (1000 об/хв).

Після центрифугування піпеткою відбирають 1 см³ надосадової рідини, вміщують у мірну колбу на 50 см³, доливають до мітки дистильованою

водою і перемішують. Аналогічно розбавляють робочий розчин барвника в 50 разів.

За допомогою фотоелектроколориметра або спектрофотометра вимірюють оптичну густину розведеного розчину барвника по відношенню до розведеного розчину мірної колби.

Після кожних 24 спостережень кювету промивають буферним розчином.

Допустима похибка результатів вимірювань у діапазоні масової частки білка 2,5-4,0% становить $\pm 0,1\%$ масової частки білка.

Методика визначення вмісту кальцію в сметані

Для визначення вмісту кальцію у сметані можна використовувати кілька методів, одним з яких є комплексометричний метод з використанням EDTA (Етілендіамінтетраацетату).

Визначення концентрації робочого розчину трилону Б (стандартизація). Визначення проводять при $pH = 9,2$. У конічну колбу відміряють піпеткою 100 см^3 $0,05\text{ н}$ розчину магній сульфату, додають циліндром 5 см^3 амонійної буферної суміші та декілька кристалів індикатора еріохрому чорного. Титрують трилоном Б до переходу вишнево-червоного забарвлення в синє.

Проведення досліджень.

1. Відбирають аліквоту 10 мл сметани в конічну колбу.
2. Додають 100 мл дистильованої води та 4 мл 8 моль/л розчину гідроксиду натрію і дають розчину постояти близько 5 хвилин з періодичним перемішуванням. Невелика кількість магнію гідроксиду може осаджуватися протягом цього часу.
3. Додають 0,05 г індикатора мурексиду і перемішують розчин, щоб розчинити порошок.
4. Титрують пробу розчином $0,05\text{ н}$ EDTA. Кінцева точка титрування – це зміна кольору від рожевого / червоного до фіолетового.

3.3.3. Визначення органолептичних показників сметани

Визначення органолептичних показників сметани проводиться за допомогою сенсорного органу, особливо смакового та нюхового. Оцінка проводиться на основі зовнішнього вигляду, консистенції, кольору, смаку та запаху продукту. Відповідно до Державних стандартів, органолептичні показники сметани оцінюються за такими характеристиками:

1. Зовнішній вигляд:

Сметана повинна мати однорідну масу без грубих включень або відкладень. Кольором сметани має бути білий з кремовим відтінком. Колір повинен бути рівномірним по всій масі продукту.

2. Консистенція:

Сметана повинна бути густою та кремовою, без надмірної рідкості чи водянистості. Можлива наявність невеликих пухирів повітря або м'яких крупинок, що є припустимою нормою для сметани.

3. Смак та запах:

Смак сметани має бути приємним, чистим та ненав'язливим. Запах повинен бути кисломолочним, без ознак присмаку або запаху, що не є характерним для сметани.

4. Маркування та упаковка:

Якість пакування сметани також оцінюється, включаючи наявність маркування, дати виробництва та терміну придатності. Пакування повинно бути цілісним та герметично закритим для збереження якості продукту.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

На молокопереробному заводі, як і в будь-якому виробничому підприємстві, охорона праці має велике значення для забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Основні принципи охорони праці на молокопереробному заводі включають в себе наступне:

- Проведення систематичної оцінки ризиків на робочих місцях для ідентифікації потенційних небезпек та вжиття відповідних заходів для їх усунення або мінімізації.

- Забезпечення належного розташування та обладнання робочих місць, а також навчання працівників правилам безпеки та здоров'я.

- Забезпечення працівників необхідним захисним спорядженням, таким як рукавички, захисні окуляри, маски та спеціальний одяг.

- Проведення регулярних навчальних заходів та інструктажів з питань безпеки та здоров'я на робочому місці.

- Мінімізація впливу шкідливих факторів, таких як шум, пил, хімічні речовини, шляхом використання ефективних систем вентиляції та дотримання правил їх управління.

- Забезпечення регулярних перерв у роботі для відновлення працівників та запобігання перенапруженню та втоми.

- Постійний контроль за дотриманням працівниками правил техніки безпеки та вживання необхідних заходів у разі виявлення порушень.

- Розробка та впровадження планів надзвичайних ситуацій, включаючи евакуацію та надання першої допомоги у разі необхідності.

Професійні працівники у сфері харчового виробництва, зокрема на молокопереробних заводах, мають відповідати певним вимогам та проходити обов'язкове навчання з питань охорони праці. Основні вимоги та навчальні заходи можуть включати наступне.

Проходження медичного огляду перед прийняттям на роботу та регулярні медичні огляди в майбутньому для забезпечення фізичної придатності до виконання роботи. Проходження курсів з пожежної безпеки, навчання про користування пожежними засобами та вміння діяти у випадку пожежі чи інших надзвичайних ситуацій. Навчання правилам особистої гігієни, правильного використання мийних та дезінфекційних засобів, знання норм та стандартів щодо санітарії на робочому місці. Ознайомлення з правилами безпечного користування хімічними речовинами, правильного зберігання та утилізації небезпечних речовин. Навчання правилам безпеки при роботі з обладнанням, машинами та іншими технічними засобами, включаючи правила перевезення та підйому важких предметів. Освоєння навичок першої медичної допомоги в разі травм або нещасних випадків на робочому місці. Навчання правилам безпеки при роботі з електричним обладнанням та вміння діяти в разі аварій з електропостачанням. Ознайомлення з процедурами контролю якості продукції та знання правил санітарії на виробничому процесі.

Вимоги до освіти працівників на молокопереробних заводах можуть варіюватися залежно від конкретної посади та функцій, які вони виконують. Зазвичай вимагається повна середня освіта (шкільне освітнє закладу), яка є базовою освітою для багатьох технічних та адміністративних посад. Для технічних спеціалістів (наприклад, операторів обладнання, механіків) можуть бути вимоги до спеціалізованої технічної освіти або відповідного професійного навчання. Деякі посади на керівних та адміністративних рівнях можуть вимагати вищу освіту, зазвичай пов'язану з областями менеджменту, технічних наук або харчових технологій. Деякі спеціалізовані посади, наприклад, лаборанти з контролю якості чи технологи з переробки молока, можуть вимагати спеціалізованої освіти в галузі харчових технологій, мікробіології, хімії тощо.

Певні посади можуть передбачати навчання на робочому місці, де працівник отримує необхідні знання та навички в процесі роботи під

керівництвом досвідчених співробітників. Усі працівники повинні проходити обов'язкове навчання з охорони праці, що включає в себе правила техніки безпеки, навички реагування на надзвичайні ситуації та інші аспекти забезпечення безпеки на робочому місці.

Заходи з попередження можливих ризиків, які можуть впливати на якість кінцевої продукції на молокопереробному заводі, включають в себе різноманітні аспекти безпеки, санітарії та технічних заходів. Ось кілька основних заходів:

1. Забезпечення чистоти та гігієни. Регулярне прибирання та дезінфекція обладнання, приміщень та поверхонь, дотримання правил особистої гігієни працівників.

2. Контроль за якістю сировини. Систематичний аналіз якості початкової сировини (молока), виявлення і усунення можливих дефектів або забруднень.

3. Відповідне зберігання. Забезпечення правильного зберігання сировини, напівфабрикатів та готової продукції за оптимальних температурних режимів та умов.

4. Навчання та тренінги для працівників. Проведення регулярних навчальних заходів з правил техніки безпеки, санітарії та правильного використання обладнання.

5. Контроль за процесом виробництва. Встановлення ефективних систем контролю за процесом виробництва, виявлення та коригування відхилень в якості продукції.

6. Технічне обслуговування та ремонт. Своєчасне технічне обслуговування та ремонт обладнання для запобігання можливих відмов та збереження якості виробництва.

7. Контроль якості та лабораторні дослідження. Проведення регулярних лабораторних досліджень якості продукції та вжиття заходів у випадку виявлення аномалій.

8. Автоматизація та використання сучасних технологій:
Впровадження автоматизованих систем контролю якості та виробництва,
використання сучасних технологій для моніторингу та оптимізації процесів.

ВИСНОВКИ

1. Молочнокисла галузь є важливим аспектом українського економічного ринку. Він має значну роль і продовжує стрімко розвиватись, незважаючи на несприятливі фактори. Не зважаючи на те, що вартість на цю продукцію збільшується, вона все ще залишається доступною для широкого кола споживачів.
2. Щодо термофільних стрептококів – всі вони подібні один між одним, проте за всіма характеристиками найкращим штамом можна вважати *S. thermophilus* RD104.
3. За кінцевим порівнянням обираємо штами *L. lactis ssp. lactis* виділений з сирого молока та *S. thermophilus* RD104, які повністю відповідають вимогам по заквашувальним композиціям, а також пробіотичній концентрації.
4. Крім того, дані штами мають ряд інших переваг *L. lactis ssp. lactis* виділений з сирого молока культивується на найдешевшому середовищі серед лактококів. Щодо *S. thermophilus* RD104 – в нього найнижча тривалість культивування, а також має найнижчу вартість поживного середовища для термофільних стрептококів.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Почати створювати функціональні продукти (на прикладі сметани), задля збільшення асортименту кисломолочної продукції, а також пропозиції альтернативних ефектів (таких як покращення загального стану здоров'я), щоб охопити ще більше потенційних споживачів.
2. Більш детально розглядати потенціал використання пробіотичних штамів у якості основи для виробництва функціональних продуктів, задля прогнозування позитивних ефектів та надання відповідних рекомендацій для вживання функціонального продукту для того чи іншого стану.
3. Виготовляти функціональну сметану на основі пробіотичних штамів *L. lactis ssp. lactis* виділений з сирого молока та *S. thermophilus* RD104, які забезпечують не лише загальні пробіотичні властивості, а й надають продукту гіпохолестеринемічний ефект, а також інших корисних метаболітів, такі як фолієва кислота та протеолітичні ферменти, що покращують травлення та загальний стан здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бактеріальна закваска «Сметана VIVO». [Електронний ресурс]. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/224034415/p224034415/>
2. ДСТУ 4418:2005 Сметана від 30.05.2005. URL: https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTY2/dsty_4418-2005.pdf
3. Закваска для СМЕТАНИ на 500 кг молока, PRODALACT MTD 57, Biovites, Франція - сметанний продукт. [Електронний ресурс]. URL: https://prodservis.com.ua/ua/p1405246968-zakvaska-dlya-smetany.html?source=merchant_center&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwjQWzBhAqEiwAQmtgTwRyDzNuVYgiTD-D4Pbqi6XMkE4A6o6fhSM62vsue7wTlb3urYmmfhoCVVwQAvD_BwE
4. Закваска для сметани на 8-10л молока. [Електронний ресурс]. URL: https://cheesemaster.ua/zakvaska-dlya-smetani-na-8-10l-moloka/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwjQWzBhAqEiwAQmtgT4paWfO9J-M7Msqn8PUI3AR3GoOC5ExFYked9xKx9yaAG316F-buTBoCHwwQAvD_BwE
5. Закваска СМЕТАНА (Далтон). [Електронний ресурс]. URL: <https://dom-gastronom.com.ua/uk-ua/kislomolochnye-zakvaski/zakvaska-smetana>
6. Кузьо Н. Є., Косар Н. С., Малиха В. В. Дослідження тенденцій розвитку ринку молочних продуктів України та напрями активізації маркетингової діяльності на ньому виробників сиру // Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку. – 2023. – №. 1. – С. 9. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2023/sep/31272/menedzhment-173-182.pdf>
7. Сметана корисні властивості і протипоказання. [Електронний ресурс]. URL: https://agrointer.com.ua/smetana-poleznye-svoystva-i-protivopokazaniya/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwjQWzBhAqEiwAQmtgT9baIWrxZeD-Fnfn4zJt1X0HqTvKXUi21ZWLM5VvyLU3bm1_jcXxoCagoQAvD_BwE

8. Сметана – найцікавіші факти. [Електронний ресурс]. URL: <https://pro-cikave.com.ua/smetana-cikavi-fakty/>
9. Сметана у щоденному раціоні. [Електронний ресурс]. URL: <https://milkalliance.com.ua/blog/ua/stattya/smetana-u-shchodennomu-ratsioni-skilki-komu-i-koli>
10. Список компаній - Сметана – Україна. [Електронний ресурс]. URL: <https://ua.kompass.com/a/%D1%81%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0/0317021/>
11. Спосіб визначення культур *Streptococcus thermophilus* за допомогою пари специфічних олігонуклеотидних праймерів методом полімеразної ланцюгової реакції. [Електронний ресурс]. URL: <https://exchange.iii.ua/uk/exchange/sposib-viznachennya-kultur-streptococcus-thermophilus-za-dopomogoyu-pari-specifichnih>
12. Що потрібно знати про сметану. [Електронний ресурс]. URL: <https://harchi.info/blogs/san-ayt-j/shcho-potribno-znaty-pro-smetanu>
13. Що таке функціональні продукти харчування. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.zelena-planeta.ua/shho-take-funkcionalni-produkti-harchuvannya>
14. Al-Khafaji M., Flayyih M., Sabah M. Isolation, Identification and Detection of Some Virulence Factors of *Staphylococci* in milk and cheese in Baghdad //Iraqi Journal of Science. – 2013. – Т. 54. – №. 4Appendix. – С. 1057-1067. URL: https://www.researchgate.net/publication/279977685_Vol54Y2013No5P1057-1067mar1
15. Aso Y., Hashimoto A., Ohara H. Engineering *Lactococcus lactis* for D-lactic acid production from starch //Current Microbiology. – 2019. – Т. 76. – С. 1186-1192. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00284-019-01742-4>

16. Ban O. H. et al. Safety assessment of *Streptococcus thermophilus* IDCC 2201 used for product manufacturing in Korea //Food Science & Nutrition. – 2020. – T. 8. – №. 11. – C. 6269-6274. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1925>
17. Cretenet M. et al. Early adaptation to oxygen is key to the industrially important traits of *Lactococcus lactis* ssp. cremoris during milk fermentation //Bmc Genomics. – 2014. – T. 15. – C. 1-15. DOI: <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/15/1054>
18. Deosarkar S. S., Khedkar C. D., Kalyankar S. D., and Sarode A. R. Cream: Types of cream // Encyclopedia of Food and Health – 2016. – P. 331-337. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00205-1>
19. De Vuyst L., Vandamme E. J. Influence of the carbon source on nisin production in *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* batch fermentations //Journal of general microbiology. – 1992. – T. 138. – №. 3. – C. 571-578. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=0efc77e7bf7cda89414e17fca9965597ce80aef5>
20. De Vuyst L. et al. Exopolysaccharide-producing *Streptococcus thermophilus* strains as functional starter cultures in the production of fermented milks //International Dairy Journal. – 2003. – T. 13. – №. 8. – C. 707-717. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00105-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00105-5)
21. Esmailnejad-Moghadam B. et al. Low molecular weight dextran production by *Leuconostoc mesenteroides* strains: Optimization of a new culture medium and the rheological assessments //Bioactive carbohydrates and dietary fibre. – 2019. – T. 18. – C. 100181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2019.100181>
22. Garvie E. I. *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* (Knudsen and Sørensen) comb. nov. and *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* (Beijerinck) comb. nov. // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 1983, 33(1), 118-119. DOI: <https://doi.org/10.1099/00207713-33-1-118>

23. Jawan R. et al. In vitro evaluation of potential probiotic strain *Lactococcus lactis* Gh1 and its bacteriocin-like inhibitory substances for potential use in the food industry //Probiotics and antimicrobial proteins. – 2021. – Т. 13. – С. 422-440. <https://doi.org/10.1007/s12602-020-09690-3>
24. Jiang J. et al. Optimization production of exopolysaccharide from *Leuconostoc lactis* L2 and its partial characterization //International Journal of Biological Macromolecules. – 2020. – Т. 159. – С. 630-639. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.05.101>
25. Iyer R. et al. Probiotic properties of folate producing *Streptococcus thermophilus* strains //Food Research International. – 2010. – Т. 43. – №. 1. – С. 103-110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.011>
26. Khalil R. K. S. Influence of gallic acid and catechin polyphenols on probiotic properties of *Streptococcus thermophilus* CHCC 3534 strain //World Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2010. – Т. 26. – С. 2069-2079. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0393-8>
27. Kim Y. et al. Isolation of *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* LRCC5306 and optimization of diacetyl production conditions for manufacturing sour cream //Food Science of Animal Resources. – 2021. – Т. 41. – №. 3. – С. 373. DOI: <https://doi.org/10.5851/2Fkosfa.2021.e3>
28. *Lactococcus lactis*. [Электронный ресурс]. URL: <https://tgw1916.net/Lactococcus/lactis.html>
29. *Lactococcus lactis*. [Электронный ресурс]. URL: https://atlas.sund.ku.dk/microatlas/food/bacteria/Lactococcus_lactis/
30. Lahiri D. et al. Production and purification of bacteriocin from *Leuconostoc lactis* SM 2 strain //Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2020. – Т. 30. – С. 101845. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101845>
31. Lee H. W. et al. Investigation of flavor-forming starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* LDTM6802 and *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* LDTM6803 in miniature gouda-type cheeses //Journal of Microbiology and

Biotechnology. – 2020. – Т. 30. – №. 9. – С. 1404. DOI: <https://doi.org/10.4014%2Fjmb.2004.04004>

32. Lee N. K. et al. Multifunctional effect of probiotic *Lactococcus lactis* KC24 isolated from kimchi //LWT-Food Science and Technology. – 2015. – Т. 64. – №. 2. – С. 1036-1041. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.019>

33. *Leuconostoc mesenteroides*. [Электронный ресурс]. URL: <https://produkty.in.ua/reference/other-supplement/18479>

34. *Leuconostoc mesenteroides*. [Электронный ресурс]. URL: https://atlas.sund.ku.dk/microatlas/food/bacteria/Leuconostoc_mesenteroides/pop1.html

35. *Leuconostoc Mesenteroides*. [Электронный ресурс]. URL: <http://gmgmesjwk.pbworks.com/w/page/6526698/Classification%20and%20Cell%20Structure>

36. Liu M. et al. Protective effects of a novel probiotic strain, *Lactococcus lactis* ML2018, in colitis: in vivo and in vitro evidence //Food & function. – 2019. – Т. 10. – №. 2. – С. 1132-1145. DOI: <https://doi.org/10.1039/C8FO02301H>

37. Lozo J. et al. Lactolisterin BU, a novel class II broad-spectrum bacteriocin from *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* bv. *diacetylactis* BGBU1-4 //Applied and Environmental Microbiology. – 2017. – Т. 83. – №. 21. – С. e01519-17. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.01519-17>

38. Mahmood T. et al. Selection and characterization of probiotic culture of *Streptococcus thermophilus* from dahi //International journal of food sciences and nutrition. – 2013. – Т. 64. – №. 4. – С. 494-501. DOI: <https://doi.org/10.3109/09637486.2012.749840>

39. Majumder A., Goyal A. Rheological and gelling properties of a novel glucan from *Leuconostoc dextranicum* NRRL B-1146 //Food research international. – 2009. – Т. 42. – №. 4. – С. 525-528. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.01.003>

40. McSweeney P. L. H. The microbiology of cheese ripening //Cheese problems solved. – 2007. – С. 117-32. DOI: <https://doi.org/10.1533/9781845693534.117>
41. Milliere J. B. et al. Phenotypic characterization of *Leuconostoc* species //Journal of Applied Microbiology. – 1989. – Т. 67. – №. 5. – С. 529-542. URL: <https://academic.oup.com/jambio/article-abstract/67/5/529/6725190>
42. Mokdad F. H. et al. Characterization of bioactive *Leuconostoc mesenteroides* producing bacteriocin strains isolated from camel's and goat's Algerian raw milks //Ponte. – 2020. – Т. 76. – №. 3. DOI: <https://doi.org/10.21506/j.ponte.2020.3.4>
43. Mullan W. M. A. Starter cultures| Importance of selected genera // Encyclopedia of Food Microbiology. Second Edition – 2014. – P. 515-521. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123847300003219>
44. Nutrient medium Endo-Agar. [Электронный ресурс]. URL: <https://a-matrix.ng/product/nutrient-medium-endo-agar/>
45. Özcan E. et al. A genome-scale metabolic network of the aroma bacterium *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* //Applied microbiology and biotechnology. – 2019. – Т. 103. – С. 3153-3165. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00253-019-09630-4>
46. Park B. H. et al. Probiotic effect of *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* RPG-HL-0136 on intestinal mucosal immunity in mice //Applied Biological Chemistry. – 2021. – Т. 64. – №. 1. – С. 93. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13765-021-00667-6>
47. Pasteris S. E. et al. Characterization of a bacteriocin produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* CRL 1584 isolated from a *Lithobates catesbeianus* hatchery //World journal of microbiology and biotechnology. – 2014. – Т. 30. – С. DOI: <https://doi.org/1053-1062.10.1007/s11274-013-1524-9>
48. The Micromorphology of Bacterial Strain *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eurekalert.org/multimedia/726623>

49. Todorov S. D. et al. Probiotic properties of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* HV219, isolated from human vaginal secretions //Journal of Applied Microbiology. – 2007. – T. 103. – №. 3. – C. 629-639. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03290.x>

50. Todorov S. D., Dicks L. M. T. Characterization of mesentericin ST99, a bacteriocin produced by *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* ST99 isolated from boza //Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. – 2004. – T. 31. – №. 7. – C. 323-329. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10295-004-0153-6>

51. Vieira C. P. et al. *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* MRS47, a potential probiotic strain isolated from kefir grains, increases cis-9, trans-11-CLA and PUFA contents in fermented milk //Journal of Functional Foods. – 2017. – T. 31. – C. 172-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.01.047>

52. Yerlikaya O. Probiotic potential and biochemical and technological properties of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* strains isolated from raw milk and kefir grains //Journal of dairy science. – 2019. – T. 102. – №. 1. – C. 124-134. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14983>

53. Zhang W., Liu M., Dai X. Biological characteristics and probiotic effect of *Leuconostoc lactis* strain isolated from the intestine of black porgy fish //Brazilian journal of microbiology. – 2013. – T. 44. – C. 685-691. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013005000053>