

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет медико-фармацевтичних технологій
Кафедра біотехнології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАКВАСКИ ПРЯМОГО
ВНЕСЕННЯ ДЛЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ»**

Виконав : здобувач вищої освіти групи БТ621(3,10д)-02
спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія
освітньої програми Біотехнологія
Ерік СТЕПАНОВ

Керівник: Доцент закладу вищої освіти кафедри біотехнології,
к.фарм.н, с.н.с. **Наталія ДВІНСЬКИХ**

Рецензент: Доцент закладу вищої освіти кафедри біотехнології,
біофізики та аналітичної хімії Національного технічного
університету «Харківський політехнічний інститут»,
к.б.н., доц. **Наталія МАСАЛІТІНА**

Харків – 2025 рік

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена організації виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів на вітчизняному підприємстві. Розглянуто підбір заквасочних мікроорганізмів, їх властивості, технологічний процес отримання біомаси мікроорганізмів, сировину, обладнання. Розроблено біологічну, технологічну та апаратурну схеми виробництва заквасок, обґрунтовано використання сублімаційної сушарки. Визначено екологічні аспекти та практичну значущість для м'ясопереробки. Робота складається з вступу, чотирьох розділів, графічних матеріалів, висновків, списку літератури з 33 джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 79 сторінок, містить 7 рисунків, 10 таблиць та 2 креслення формату А1.

Ключові слова: закваска прямого внесення, ферментація, мікроорганізми, біореактор, ферментовані м'ясні продукти, технологічна схема.

ANNOTATION

The qualification work is devoted to the organization of the production of direct-introduction starter for fermented meat products at a domestic enterprise. The selection of starter microorganisms, their properties, the technological process of obtaining biomass of microorganisms, raw materials, equipment are considered. A biological, technological and hardware scheme for the production of starters is developed, the use of a freeze dryer is justified. Environmental aspects and practical significance for meat processing are determined. The qualification work consists of an introduction, four chapters, graphical materials, a conclusion, a list of used literature from 33 items and appendices. The total volume of work is 79 pages, 7 figures, 10 tables, 2 A1 format drawings.

Key words: direct-inoculation starter culture, fermentation, microorganisms, bioreactor, meat products, technological scheme, biotechnology.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Аналітичний огляд.....	8
2 Характеристика готового продукту, сировини, матеріалів, напівпродуктів.....	22
2.1 Характеристика готового продукту.....	22
2.2 Характеристика сировини, матеріалів, напівпродуктів	23
2.3 Характеристика біологічного об'єкту.....	28
3 Технологічна частина.....	35
3.1 Розрахунок матеріального балансу.....	35
3.2 Розрахунок і вибір технологічного обладнання (із кресленням основного апарату).....	39
3.3 Опис технологічного процесу.....	46
3.4 Схеми виробництва (зі специфікацією обладнання).....	61
3.5 Критичні параметри виробництва.....	70
3.6 Екологічні аспекти виробництва.....	74
Висновок.....	75
Список використаної літератури.....	76
Додатки.....	80

					162.01.21.00 000 ПЗ								
Змн..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розробив	Степанов Е.Г.				Організація виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевірив	Двінських Н.В.										2	79	
.									НФаУ Кафедра біотехнології				
Н. контр.													
Затвердив	Хохленкова Н.В.				Пояснювальна записка								

ВСТУП

Одним із перспективних напрямів розвитку виробництва м'ясних продуктів є випуск ферментованих або ензиматично оброблених виробів. Для їх отримання використовують бактеріальні препарати, які дають змогу контролювати перебіг біохімічних перетворень м'ясної сировини і збалансувати співвідношення у продукті вітамінів, протеїнів та незамінних амінокислот, підвищуючи тим самим біологічну цінність та санітарно-епідеміологічну безпеку готової продукції. Сутність впливу ферментації на сировину пов'язана з рядом факторів, по-перше, з утворенням заквасочними культурами протимікробних речовин, таких як бактеріюцини та молочна кислота. Утворення молочної кислоти спричиняє зниження рН м'яса, а кисле середовище несприятливе для росту патогенних мікроорганізмів, таких як *Salmonella* та *E. coli*, а також гнильних, це запобігає псуванню, тобто процес ферментації дозволяє продовжити термін зберігання продукту. По-друге, деякі ферментовані м'ясні продукти містять корисні бактерії, які потрапляють зі стартових культур та можуть сприяти здоров'ю кишківника та зміцненню імунної системи. По-третє, ферментація може допомогти в покращенні органолептичних (смакових та ароматичних) якостей м'яса, через зміну стану білків, вуглеводів та жирів під впливом ферментів заквасочних культур. А також ферментовані продукти легше засвоюються організмом завдяки розкладанню білків і жирів на простіші компоненти під час процесу ферментації.

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості зростає попит на натуральні, безпечні та функціональні м'ясні продукти, серед яких особливе місце займають ферментовані ковбаси та інші вироби, що виготовляються з використанням заквасок прямого внесення (Direct Vat Set — DVS). Такий підхід дозволяє не лише покращити органолептичні властивості продукту, а й забезпечити мікробіологічну стабільність та безпечність під час дозрівання й зберігання.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Закваски прямого внесення — це готові композиції живих мікроорганізмів, які вносять безпосередньо у м'ясну сировину без необхідності попереднього вирощування. Їх застосування суттєво спрощує технологічний процес, підвищує відтворюваність якості продукту, скорочує час виробництва, а також дозволяє керувати процесом ферментації шляхом підбору специфічних штамів.

З огляду на посилення вимог до харчової безпеки, мінімізацію використання хімічних консервантів, а також прагнення виробників до стандартизації та стабільності якості, організація власного виробництва заквасок прямого внесення стає надзвичайно актуальним завданням для м'ясопереробної галузі. Це відкриває нові можливості для імпортозаміщення, зниження витрат, підвищення конкурентоспроможності підприємств та розширення власної науково-технічної бази.

Таким чином, тема організації виробництва заквасок прямого внесення є актуальною як з науково-технологічної, так і з економічної точки зору, і спрямована на інноваційний розвиток біотехнологічного сектору харчової промисловості.

Ферментація м'яса – це ефективний метод, який покращує як безпеку, так і якість продукту, тому використання заквасок в технологічному процесі є доцільним, а їх виробництво - актуальним.

Мета дослідження. Метою даної роботи є наукове обґрунтування, розробка та організація технологічного процесу виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів, що забезпечує покращення мікробіологічної стабільності, органолептичних властивостей та безпечності готової продукції.

Для досягнення мети були визначені завдання:

1. Проаналізувати науково-технічну літературу щодо складу, властивостей та методів виробництва заквасок прямого внесення для м'ясної промисловості.
2. Вибрати перспективні штами мікроорганізмів, придатні для

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

використання у складі заквасок для ферментованих м'ясних продуктів.

3. Обґрунтувати біотехнологічні умови культивування вибраних мікроорганізмів для забезпечення їх високої життєздатності та активності.
4. Розробити технологічну схему виробництва закваски прямого внесення, враховуючи вимоги до стерильності, зберігання та стабільності.

Матеріали та методи. Здійснено систематизацію та класифікацію наявних даних з наукової літератури щодо заквасочних культур, які застосовують для ферментації м'ясної сировини. Для узагальнення отриманої інформації та формулювання висновків застосовано абстрактно-логічний метод.

Предметом роботи є біотехнологічні аспекти розробки та застосування заквасок прямого внесення, зокрема підбір штамів мікроорганізмів, умови їх культивування, стабілізації та організації процесу їх виробництва.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані результати мають важливе практичне значення для м'ясопереробної галузі, оскільки дозволяють:

- запровадити ефективну біотехнологію виробництва заквасок прямого внесення на основі відібраних високопродуктивних штамів молочнокислих бактерій;
- підвищити стабільність якості ферментованих м'ясних продуктів, покращити їх органолептичні характеристики, безпечність та терміни зберігання;
- зменшити технологічні витрати та час виробництва завдяки виключенню етапу попереднього вирощування культури;
- знизити залежність від імпорتنих заквасок шляхом створення вітчизняного виробництва;

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підвищити конкурентоспроможність підприємств шляхом впровадження інноваційних, науково обґрунтованих технологічних рішень.

Розроблена технологія може бути впроваджена на підприємствах харчової промисловості, біотехнологічних лабораторіях, а також використана для подальших наукових досліджень і розробок у сфері мікробіології та біотехнології м'яса.

За темою роботи опубліковано тези:

Степанов Е.Г. Аспекти створення заквасок для забезпечення безпечності та якості ферментованих м'ясних продуктів / Степанов Е.Г., наук. кер.: Двінських Н.В. // Актуальні питання створення нових лікарських засобів: мат. XXXI міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студентів (23-25 квітня 2025 р., м. Харків). – Харків: НФаУ, 2025. – С. 191-192.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Стратегії формування бактеріальних препаратів для м'ясної ферментації

Розробка складу бактеріальних препаратів для ферментації м'яса є складним і тривалим процесом, який потребує новітніх підходів. Мікроорганізми для заквасок вилучають із різних природних джерел - свіжої м'ясної сировини, фаршу, м'ясних, молочних, кисломолочних продуктів, овочів, фруктів, розсолів та сумішей для посолу. Ці штами проходять перевірку та випробування на придатність, непатогенність та нетоксичність. Відібрані штами піддають селекції у бажаному напрямі, застосовуючи як традиційні, так і сучасні генетичні методи. Технологічно перспективні штами становлять основу бактеріальних препаратів для безпосередньої ферментації м'ясної сировини. [1, 2]

Бактеріальні композиції можуть бути одно- і багатокомпонентними. Останні можуть містити кілька штамів одного виду або комплекс різних мікроорганізмів, зокрема таких родів, як *Pedococcus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, а також родин *Lactobacillaceae*, *Streptococcaceae*. Хоча чітко визначених правил для вибору культур не існує, для створення ефективних бактеріальних композицій користуються певними критеріями. Загальним є те, що культури мають бути непатогенними, нетоксикогенними і технологічними. Позитивною ознакою вважають нездатність культур утворювати небезпечні аміни (гістамін, тирамін, кадаверін, путресцин) та сірководень. Молочнокислі бактерії не повинні утворювати пероксид водню, газ, а також оцтову кислоту.

Добирають мікроорганізми, які мають певні технологічні і біологічні властивості, такі як ступінь кислотоутворення, ріст у широкому діапазоні температур (від 0 °C до 30 °C), стійкість до високих осмотичних концентрацій, нітритредукувальна, каталазна, протеолітична,

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ароматоутворювальна властивості, а також антагоністична активність щодо санітарно-показової мікрофлори, яка присутня у м'ясній сировині (*Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus ssp.*), безпечність культур, яку оцінюють на відсутність патогенності, токсичності та вірулентності, популяційна стабільність бактерій. [4]

Закваски для ферментованих м'ясних виробів зазвичай містять молочнокислі бактерії (наприклад, *Lactobacillus sakei*, *Pediococcus acidilactici*), а також нітратредуктазні бактерії (*Staphylococcus xylosus*) і дріжджі. Їх застосування сприяє[3]:

- пришвидшенню дозрівання;
- розвитку характерного аромату та смаку;
- зниженню рН, що пригнічує патогени;
- поліпшенню кольору та текстури.

1.2. Принципи вибору заквасочних культур

Біологічним об'єктом дослідження у виробництві заквасок прямого внесення є мікроорганізми, які забезпечують ферментацію м'ясної сировини та формування властивостей готового продукту. Основну роль відіграють молочнокислі бактерії (Лактобактерії), що є природними мешканцями м'ясної сировини і середовища ферментації. [5, 10]

Ферментація — це біохімічний процес, у якому мікроорганізми перетворюють цукри на молочну кислоту, що знижує рН м'ясної сировини. Це сприяє покращенню мікробіологічної стабільності, зниженню активності патогенів, формуванню смакових властивостей, аромату та кольору продукту. Найчастіше в ферментованих м'ясних продуктах застосовують молочнокислі бактерії, а також коагулазонегативні кокові форми, що мають нітратредуктазну активність.

Пробіотичні види все частіше займають своє місце у виробництві ферментованих м'ясних продуктів. Використання пробіотичних стартових

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

культур особливо виправдано в технології переробки м'яса з інтенсивним процесом виробництва. При цьому послаблюється ефект збереження таких знижених технологічних факторів, як час сушіння (ковбаси), час дозрівання в амбасадорі (делікатесні продукти), обробка димом. Для забезпечення належної гігієнічної якості слід вводити спеціально підібрані пробіотичні мікроорганізми як конкуруючу мікрофлору або для активного зниження рН (концентрація іонів водню). Однак критерії відбору мікроорганізмів як стартових культур не обмежуються їх захисними властивостями. Важливим є їхній вплив на смакові характеристики готового продукту, його біологічну цінність, структурно-механічні властивості і т.д.

Біфідобактерії мають високу антагоністичну активність, здатність знищувати токсичні метаболіти, рости в анаеробних умовах, накопичувати ароматичні сполуки, відновлюючи речовини, що дуже привабливо для використання в ковбасному виробництві. [12]

Пропіоновокислі бактерії здатні рости при низьких температурах, накопичувати ароматичні сполуки, виробляти антимулагени, вітамін В12, амінокислоти, мають антагоністичну активність до патогенної і умовно-патогенної мікрофлори, є слабкими кислотоутворювачами.

Розвинені бакконцентрати активно зброджують харчові середовища, мають високі темпи росту біотехнологічної переробки м'ясної сировини. Враховуючи біотехнологічні властивості, антимулагенну активність біфідобактерій і пропіоновокислих бактерій, підібрані монокультури і полікультури відповідають специфічним вимогам виробничих процесів до різних видів м'ясних продуктів. Виявлено високу біохімічну активність пропіоновокислих заквасок у м'ясному субстраті, що дозволяє прискорити біотехнологічні процеси під час смакових якостей та дозрівання м'яса. [3, 4, 6]

Метод газової хроматографії показав, що використання концентрату на основі пропіоновокислих і біфідобактерій в ролі стартерних культур значно

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

збільшує кількість терпенів і лактонів, які впливають на формування смаку і аромату сиров'ялених ковбас.

Було доведено важливе значення біотехнологічних властивостей біфідобактерій, а також пропіонових бактерій у складі заквасок при виробництві ковбас для формування високоякісних видів готової продукції. Запропоновано раціональні параметри технологічного процесу виробництва варених, тушковано-копчених, сирокочених ковбас з вареного та натурального м'яса, консервованого м'яса з використанням концентратів на основі пробіотичних мікроорганізмів як стартових культур. [12, 15]

Основні групи мікроорганізмів у заквасках:

- *Молочнокислі бактерії (Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc)* відповідають за швидке зниження рН продукту за рахунок утворення молочної кислоти, що пригнічує ріст патогенів та покращує консервування.
- *Стафілококи (Staphylococcus carnosus, Staphylococcus xylosus)* впливають на колір і аромат продукту, здійснюючи нітратредукцію, сприяють формуванню характерних смакових компонентів.
- *Дріжджі та гриби* (у деяких випадках) забезпечують додаткову ферментацію, покращують органолептичні властивості.

Біологічні властивості мікроорганізмів:

- *Життєздатність* – здатність зберігати активність при виробництві, зберіганні та внесенні у м'ясну сировину.
- *Ферментативна активність* – здатність до синтезу молочної кислоти, нітратредуктази, протеаз, що впливає на ферментацію та формування смаку.
- *Антагонізм* – здатність пригнічувати патогенну мікрофлору та псувальні бактерії.
- *Толерантність до технологічних факторів* – витримують умови соління, низьких температур, низького рН.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення для виробництва

Правильний підбір та характеристика біологічного об'єкту дозволяє забезпечити високу якість заквасок, стабільність ферментації та безпечність ферментованих м'ясних продуктів. Вивчення біологічних властивостей штамів є основою для розробки ефективних технологічних рішень у м'ясопереробній промисловості. [21,24]

1.3 Добір штамів мікроорганізмів для DVS-заквасок

Виробництво заквасок прямого внесення (*DVS — Direct Vat Set*) розпочинається з ключового етапу — добору та підготовки штамів мікроорганізмів, які є основою для досягнення бажаних характеристик ферментованих м'ясних виробів. Якість, стабільність і функціональні властивості кінцевого продукту значною мірою залежать від правильно підбраного штаму або їхньої композиції. [11,14,]

Штами мікроорганізмів повинні відповідати ряду критичних критеріїв:

Технологічна ефективність: здатність до швидкого зростання та ферментації м'ясної сировини, активне продукування молочної кислоти, зниження рН;

Функціональність: утворення ароматичних сполук, коліроформуюча здатність (редукція нітратів), антагонізм до патогенів;

Стабільність у процесі культивування, сушіння та зберігання;

Безпека: відсутність токсичних або патогенних властивостей, відповідність статусу GRAS (*Generally Recognized As Safe*) або QPS (*Qualified Presumption of Safety*);

Генетична стабільність — штамми не повинні змінювати свої властивості протягом тривалого періоду експлуатації.

Основні типи мікроорганізмів, що використовуються в DVS-заквасках

У ферментованих м'ясних продуктах застосовують мультикультурні закваски, що включають кілька видів мікроорганізмів:

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Молочнокислі бактерії (LAB):

- *Lactobacillus sakei* – добре адаптований до м'ясного середовища, має сильну антимікробну активність;
- *Lactobacillus curvatus* – сприяє утворенню аромату;
- *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus* – швидко знижують рН, конкурентні до патогенів (*Listeria*, *Salmonella*).

Мікрококи та коагулазонегативні стафілококи:

- *Staphylococcus xylosus*, *S. carnosus* – ферментують нітрати, стабілізують колір, беруть участь у формуванні аромату.
- Плісняві гриби та дріжджі (для оболонкових ферментованих продуктів):
- *Penicillium nalgiovense*, *Debaryomyces hansenii* – покращують зовнішній вигляд, мають антимікробні властивості.

Джерела отримання штамів

Штами можуть бути отримані з:

- Колекцій мікроорганізмів (наприклад, ATCC, DSMZ, українські мікробіологічні банки);
- Виділення з традиційних м'ясних виробів – після ідентифікації, очищення та тестування;
- Генно-модифікованих або адаптованих ліній – для особливих технологічних властивостей (рідко застосовується через регуляторні обмеження).

1.4. Технологічні аспекти виробництва заквасок прямого внесення

Розглянуто технологічні аспекти застосування та виробництва заквасок. Основні з них наведено в табл. 1.1.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Лабораторне культивування штамів мікроорганізмів

Аспекти	Принцип	Аналіз
1	2	3
1.Види мікроорганізмів, що використовуються у м'ясній промисловості	<i>Видалення потогенних мікроорганізмів з м'яса</i>	Використання методів культивування мікроорганізмів дозволяє ефективно видаляти патогенні мікроорганізми з м'яса, підвищуючи його безпеку для споживання
	<i>Дріжджі, що впливають на якість м'яса</i>	Дріжджі, такі як <i>Debaryomyces</i> можуть збільшувати тривалість зберігання м'яса шляхом інгібування росту патогенних мікроорганізмів
	<i>Бактерії, що ферментують м'ясо</i>	Бактерії, такі як <i>Lactobacillus</i> і <i>Pediococcus</i> , використовуються для ферментації м'яса, завдяки чому підвищується його смакові якості та тривалість зберігання
2.Методи культивування штамів мікроорганізмів	<i>Методи глибокого культивування</i>	Методи грубокого культивування дозволяють культивувати мікроорганізми у великих об'ємах, забезпечуючи високий рівень чистоти і ефективності у виробництві.
	<i>Методи поверхневого культивування</i>	Методи поверхневого культивування застосовуються для мікроорганізмів, які потребують великої кількості кисню для росту, такі як <i>Aktinobacteria</i>
	<i>Контроль умов культивування</i>	Контроль температури, рН і концентрації поживних речовин забезпечує оптимальні умови для росту м/о і підвищення якості продукції
3.Обладнання для культивування штамів мікроорганізмів	<i>Ферментери для глибокого культивування</i>	Ферментори модуть культивувати великі об'єми мікроорганізмів забезпечуючи розподіл і оптимальні умови для росту
	<i>Інкубатори для поверхневого культивування</i>	Інкубатори забезпечують контроль температури і вологості, необхідних для оптимального росту мікроорганізмів на поверхні середовища.
	<i>Стерилізаційне обладнання</i>	Стерилізація обладнання і середовища дозволяє запобігати забрудненню патогенними мікроорганізмами і забезпечує чистоту продукції.

1	2	3
4.Безпека культивування штамів мікроорганізмів	<i>Забезпечення стерильності середовища культивування</i>	Забезпечення стерильності середовища і обладнання культивування дозволяє запобігати забрудненню патогенними мікроорганізмами.
	<i>Контроль умов праці</i>	Контроль умов праці, таких як температура і вологість, дозволяє запобігати розмноженню патогенних мікроорганізмів
	<i>Використання особистого захисного обладнання</i>	Використання особистого захисного обладнання, такого як рукавички і маски, дозволяє запобігти забрудненню персоналу патогенними мікроорганізмами
5.Вплив штамів мікроорганізмів на якість м'яса	<i>Поліпшення текстурних якостей м'яса</i>	Мікроорганізми заквасок виробляють ферменти, які розщеплюють білки і полісахариди.
	<i>Збільшення тривалості зберігання м'яса</i>	Мікроорганізми заквасок сприяють інгібуванню росту патогенних мікроорганізмів
	<i>Поліпшення смакових якостей м'яса</i>	Мікроорганізми заквасок виробляють різні ферменти і метаболіти.
6.Перспективи розвитку культивування штамів мікроорганізмів у м'ясній промисловості	<i>Розширення асортименту мікроорганізмів для культивування</i>	Розширення асортименту мікроорганізмів для культивування дозволяє підвищити різноманітність продукції м'ясної промисловості
	<i>Застосування генної інженерії у культивуванні мікроорганізмів</i>	Застосування генної інженерії у культивуванні мікроорганізмів дозволяє створювати нові штами з підвищенням властивостям.
	<i>Розробка нових технологій культивування</i>	Розробка нових технологій культивування мікроорганізмів дозволяє підвищити ефективність і якість виробництва м'яса.

Перед внесенням у біореактори виробничі штами проходять підготовку до культивування:

- Реактивацію у відповідному середовищі;

- Попереднє розмноження (1–2 стадії на середовищах з поступовим збільшенням об'єму);
- Адаптацію до технологічних умов — температури, рН, солевмісту.

Це забезпечує високий рівень життєздатності при масштабному вирощуванні та подальшому ліофільному сушінні. [11,13]

На цьому етапі здійснюється контроль якості штамів:

- Мікроскопія та визначення морфології клітин;
- Перевірка чистоти культури (відсутність сторонніх мікроорганізмів);
- Ферментативні властивості (продукування H_2O_2 , каталазна активність);
- Життєздатність (КУО/мл).

Лабораторне культивування — це етап вирощування активних клітин мікроорганізмів у контрольованих умовах із використанням живильних середовищ, який забезпечує накопичення біомаси для подальшого масштабного виробництва DVS-заквасок. Цей процес проводиться у стерильних умовах у спеціалізованих лабораторіях з контролем ключових параметрів — температури, рН, аерації тощо. [3,9]

Лабораторне культивування є одним із ключових етапів у технологічному ланцюзі створення заквасок прямого внесення (DVS), оскільки саме на цьому рівні формується основа майбутньої біомаси. Його мета полягає не лише в тому, щоб отримати достатню кількість активних клітин для наступного перенесення у виробничі біореактори, але й у ретельній перевірці їхньої якості, чистоти, життєздатності та функціональної активності. Окрім того, в лабораторних умовах штами мікроорганізмів адаптуються до технологічного середовища, у якому вони згодом функціонуватимуть у масштабному виробництві. У результаті формується материнська або передвиробнича культура, яка має відповідати всім вимогам до безпечності, ефективності та технологічної надійності. [1,5,7]

Протягом лабораторного культивування здійснюється постійний контроль ключових фізико-хімічних показників, зокрема оптичної густини середовища (переважно на довжині хвилі 600 нм), що дозволяє оперативно

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

оцінити концентрацію клітин у розчині. Також контролюється рН середовища — параметр, який безпосередньо відображає метаболічну активність культури, зокрема рівень продукування органічних кислот та інтенсивність ферментативних процесів. Не менш важливими є візуальні характеристики, як-от колір, запах або піноутворення, адже вони можуть сигналізувати про порушення у зростанні культури або її деградацію. Життєздатність клітин зазвичай визначається класичним мікробіологічним методом серійного розведення із наступним висівом на агарові поживні середовища. [11,14]

Після завершення фази росту обов'язковою є перевірка чистоти культури. З цією метою проводять висів на селективні середовища, які дозволяють виявити наявність небажаних домішок — таких як представники роду *Escherichia*, *Bacillus*, а також грибкові контаміанти. Виявлення сторонньої мікрофлори є підставою для вибракування партії, оскільки навіть незначна контамінація може суттєво вплинути на якість і безпечність кінцевого продукту. Додатково вивчається колоніальна морфологія мікроорганізмів, що дозволяє підтвердити автентичність штаму. У деяких випадках застосовуються швидкі біохімічні тести — зокрема на каталазну активність, продукцію перекису водню або здатність до редукції нітратів. Ці показники важливі для підтвердження збереження метаболічних властивостей, характерних для конкретного штаму.

Завдання лабораторного етапу не обмежується тільки ростом культури. Важливо не лише забезпечити її активність, а й зберегти її стабільність, стандартизувати властивості біомаси і забезпечити передбачуваність поведінки мікроорганізмів у технологічному процесі. Саме тому лабораторна культура повинна мати потенціал для масштабування, зберігаючи при цьому свої вихідні характеристики — ферментативну активність, стійкість до середовищних чинників і здатність до швидкої колонізації харчового субстрату. [9,12]

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подальше масштабування відбувається у промислових біореакторах — спеціалізованому устаткуванні, яке дозволяє отримати великі об'єми заквасочної біомаси. Залежно від потреб виробництва використовуються біореактори об'ємом від 100 до 3000 літрів і більше. Вони забезпечують контроль критичних параметрів, таких як температура, рН, розчинений кисень, а також підтримання стерильності протягом усього процесу. Важливою умовою є забезпечення належного перемішування культуральної рідини, що може відбуватися як механічним, так і пневматичним способом. Сучасні біореактори обладнані комп'ютерними системами автоматичного керування (наприклад, SCADA), які дозволяють точно регулювати умови ферментації та оперативно реагувати на будь-які відхилення.

Перед початком культивування біореактори та поживні середовища проходять ретельну стерилізацію, зокрема парову стерилізацію *in situ* або автоклавування. Посів здійснюється в асептичних умовах, з використанням культури, підготовленої на лабораторному етапі. Після завершення фази росту культуральна рідина, що містить розвинену мікробну біомасу, піддається процесу виділення клітин. Це один із найвідповідальніших моментів, адже отримана біомаса має бути не тільки концентрованою, а й максимально чистою та життєздатною. [14,18]

Основним методом виділення мікроорганізмів із культурального середовища є центрифугування — технологія, що базується на використанні сили інерції для осадження клітин з рідини. Промислові центрифуги, такі як дискові, трубчасті або осадкові, дозволяють швидко й ефективно відділити мікробну масу при збереженні оптимального температурного режиму (+4...+10 °C), що є критично важливим для збереження біологічної активності. Окрім центрифугування, можуть використовуватися й інші методи, такі як ультрафільтрація (мембранна фільтрація) або флокуляція. Ультрафільтрація особливо доцільна для культур з меншою щільністю, де потрібна більш делікатна обробка. Флокуляція, у свою чергу, передбачає додавання до середовища спеціальних агентів (наприклад, харчових

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

полімерів), які сприяють агрегації клітин у більші структури — пластівці — з подальшим їхнім осадженням. [1,7,9]

Отримана біомаса на фінальному етапі змішується із захисними речовинами, які називають кріопротекторами. Саме вони відіграють вирішальну роль у збереженні життєздатності мікроорганізмів під час подальших стадій виробництва, зокрема заморожування, ліофілізації або спреї-сушіння. Кріопротектори стабілізують клітинні мембрани, захищають білки та внутрішньоклітинні компоненти від руйнування, сприяють збереженню ферментативної активності, а також забезпечують тривале зберігання заквасок без втрати функціональних властивостей. У результаті біомаса перетворюється на стабільний, стандартизований і зручний у використанні продукт, що може застосовуватись у харчовій промисловості, зокрема у виробництві ферментованих м'ясних виробів. [3,7,11]

Основні види захисних речовин представлено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Види та приклади кріопротекторів

Тип речовини	Приклади	Механізм дії
Полісахариди	Мальтодекстрин, декстрин, крохмаль	Формують захисну матрицю, утримують воду
Дисахариди	Сахароза, лактоза, трегалоза	Захищають мембрани, стабілізують білки
Білки	Желатин, казеїнат натрію, альбумін	Обволікають клітини, запобігають агрегації
Поліспирти	Гліцерин, сорбіт	Захищають клітини при заморожуванні
Інші агенти	Аскорбат, глютамат, ПЕГ	Антиоксидантна дія, осмотичний баланс

Після змішування біомаси з кріопротекторами оцінюють:

- Життєздатність мікроорганізмів (не повинна знижуватися);
- В'язкість та однорідність суміші;

- Здатність до сушіння (важливо для рівномірного висушування);
- Сумісність із подальшими процесами (ліофілізацією або спреї-сушінням).

Для м'ясних DVS-заквасок, що використовуються у ферментованих м'ясних виробках, особливо важливо:

- вибирати харчові допустимі захисники (відповідно до стандартів *FAO/WHO, ISO, HACCP*);
- уникати алергенів або інгредієнтів, не дозволених у м'ясопереробці;
- гарантувати відсутність стороннього смаку або запаху.

Консервація в технологічному процесі виробництва DVS-заквасок — це завершальний етап стабілізації клітинної біомаси після додавання захисних речовин. Основна мета — довготривале збереження життєздатності та технологічних властивостей мікроорганізмів у складі DVS-заквасок. У цьому етапі ключову роль відіграють методи сушіння або заморожування. [12,15,18]

Основними методами консервації заквасок є ліофілізація, спреї-сушіння та шокове заморожування. Найефективнішою вважається ліофілізація, яка забезпечує збереження до 98% клітин, мінімальну деградацію біомолекул і тривалий термін зберігання (до 2 років), проходячи три етапи: глибоке заморожування, основне сушіння у вакуумі та досушування до 1–3% вологості. Спреї-сушіння швидше й дешевше, проте має нижчу життєздатність клітин через ризик перегріву. Шок-фрост застосовується як тимчасове рішення і потребує холодового ланцюга. Успішна консервація залежить від контролю температури, тиску, швидкості заморожування, вологості та рН. Після сушіння продукцію пакують у герметичні пакети з бар'єром до вологи й кисню, часто з використанням вакууму або азоту. Зберігають ліофілізовані форми при 2–8 °С до 24 місяців, заморожені — при –20 °С до року, а спреї-сушені — до 6 місяців. Контроль якості включає перевірку життєздатності, вологості, ферментативної активності, відсутності забруднень і, за потреби, органолептичні тести.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Консервація є критично важливою для стабільності, ефективності та безпечності DVS-заквасок у виробництві. [1,4]

Висновок до розділу I:

Проаналізовано наукову та довідкову літературу щодо біотехнологічних основ використання заквасок прямого внесення у виробництві ферментованих м'ясних продуктів. Виявлено, що провідну роль у формуванні смаку, аромату, кольору та мікробіологічної безпечності готових виробів відіграють молочнокислі бактерії, а також супутні мікроорганізми зі спеціалізованими ферментативними властивостями.

Проаналізовано склад та функції основних штамів, що застосовуються у складі стартових культур, зокрема *Lactobacillus sakei*, *Pediococcus pentosaceus*, *Staphylococcus carnosus* та інших. Окрему увагу приділено особливостям технології виробництва заквасок прямого внесення, їх перевагам у порівнянні з традиційними заквасками, а також вимогам до штамів з точки зору безпеки, стабільності та технологічної ефективності. [18,21]

Зроблено висновок, що закваски прямого внесення є ефективним інструментом для підвищення якості та стандартизації ферментованих м'ясних продуктів. Їх впровадження у виробництво відкриває перспективи для оптимізації технологічного процесу, зниження втрат та розвитку інновацій у м'ясопереробній промисловості.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО ПРОДУКТУ, СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ, НАПІВПРОДУКТІВ

2.1 Характеристика готового продукту

Готовий продукт: закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г

Перелік показників якості готового продукту включає параметри, що визначають її придатність для використання в промисловому виробництві м'ясних делікатесів, таких як ковбаси чи сиров'ялені продукти. Ці показники базуються на типових вимогах до заквасок із штамами *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus* та *Pediococcus pentosaceus*, які забезпечують ферментацію, безпеку та стабільність продукту. [17,19]

Перелік показників якості наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Перелік показників якості закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter»

Показник	Межі прийнятності	Примітка
1	2	3
Чисельність живих мікроорганізмів	не менше 10^{10} – 10^{11} КУО/г	Гарантує достатню концентрацію активних культур (<i>Lactobacillus sakei</i> , <i>Staphylococcus carnosus</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i>) для ефективної ферментації м'яса
Активна кислотність (рН)	5,5–6,5	Відображає стабільність середовища закваски, що важливо для її зберігання та активності під час внесення в м'ясну масу
Вологість	не більше 5–8%	Забезпечує тривалий термін зберігання (див. нижче) і запобігає псуванню
Масова частка сухих речовин	не менше 92–95%	Вказує на якісне висушування (ліофілізацією), що зберігає життєздатність культур

1	2	3
Мікробіологічна чистота	Відсутність патогенних мікроорганізмів (<i>Salmonella</i> , <i>Listeria</i> , <i>E. coli</i>) та сторонньої мікрофлори ($<10^2$ КУО/г)	Гарантує безпеку продукту для використання в харчовій промисловості
Органолептичні показники	Сухий порошок або гранули без стороннього запаху, кольору від світло-кремового до білого	Визначає зовнішній вигляд і відсутність дефектів, що впливають на якість кінцевого м'ясного продукту
Термін придатності	6–12 місяців при зберіганні за температури 4–6 °С	Умови забезпечують стабільність закваски протягом усього періоду зберігання
Дозування для внесення	5–20 г на 1 тону м'ясної маси	Вказує оптимальну кількість для ферментації, що забезпечує бажані смакові та текстурні властивості

Ці показники контролюються на етапах виробництва та пакування (0,1 кг), щоб гарантувати високу якість і безпеку «MeatCrafter» для ферментованих м'ясних продуктів.

2.2 Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів

Характеристика сировини, матеріалів, напівпродуктів наведена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів, що використовуються при виробництві ферментованих м'ясних продуктів

Найменування	Категорія та номер НТД	Показники НТД, обов'язкові для перевірки	Примітка
1	2	3	4
1. Основна сировина:			
Виробничий штам <i>Lactobacillus sakei</i> 23К	Паспорт культури	Активність, кількість КУО/г, відповідність м/о	Компонент закваски

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Виробничий штам <i>Staphylococcus carnosus</i> IMB B-7372	Паспорт культури	Активність, кількість КУО/г, відповідність м/о	Компонент закваски
Виробничий штам <i>Pediococcus pentosaceus</i> KCTC15100	Паспорт культури	Активність, кількість КУО/г, відповідність м/о	Компонент закваски
Середовище МРС Агар з TWEEN® 80	НТД виробника	Зовнішній вигляд, розчинність, рН, маркування	Живильне середовище для I генерації
Середовище МРС Бульйон з TWEEN® 80	НТД виробника	Зовнішній вигляд, розчинність, рН, маркування	Живильне середовище для II-III генерації
Пептон	ДСТУ ГОСТ 13805 або НТД виробника	Азотисті речовини, розчинність, вологість	Складник живильного середовища (джерело білків)
Екстракт яловичини	НТД виробника	Колір, смак, розчинність, поживна цінність	Складник живильного середовища (джерело білків, амінокислот, ростових факторів)
Екстракт дріжджів	НТД виробника	Вміст білка, вологи, розчинність	Складник живильного середовища (стимулятор росту бактерій)
Глюкоза кристалічна гідратна		Кольоровість та прозорість розчину, масова частка золи, заліза, вологи, питоме обертання	Складник живильного середовища (джерело вуглеводів)
Калію фосфат двозаміщений	НТД виробника	Масова частка солі, чистота, рН	Буферний агент середовища
Кислота лимонна	ДСТУ 908	Чистота, вміст лимонної кислоти, рН	Регулятор кислотності

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Кальцію хлорид	ДСТУ 55973 або НТД виробника	Вміст Ca^{2+} , розчинність, чистота	Стимулятор ферментативної активності
Натрію ацетат	ГОСТ 199 або НТД виробника	Сільовий склад, вологість	Регулятор рН, консервант
Амонію цитрат	НТД виробника	Азот, вологість, рН	Джерело азоту
Магнію сульфат	ДСТУ 4329	Чистота, масова частка MgSO_4	Есенціальний мікроелемент
Марганцю сульфат	НТД виробника	Вміст Mn^{2+} , розчинність, чистота	Активатор ферментів
Натрію хлорид	ДСТУ 3583	Масова частка NaCl , домішки	Осмотичний регулятор
Твін 80	НТД виробника	Розчинність, в'язкість, кислотність	Емульгатор, стимулятор росту
Агар мікробіологічний	ГОСТ 17206 або НТД виробника	Гелеутворення, волога, зола	Гелеутворювач
Натрію гідроксид	ГОСТ 4328	Масова частка основної речовини, рН, прозорість	Корекція рН
Сахароза	ДСТУ 4623	Масова частка сахарози, редукувальних речовин, вологи, золи, кольоровість	Складник захисного середовища
Желатин	ТУ або НТД виробника	Вміст вологи, кислотність, чистота, ступінь гелеутворення (оцінюється за Блумом)	Складник захисного середовища
Вода очищена	ДФУ 2 вид., доп. 2, ст. 129 [7]	Опис, нітрати, вміст загального органічного вуглецю або речовини, що окиснюються, питома електропровідність, мікробіологічна чистота	Розчинник, база середовищ

1	2	3	4
2. Допоміжна сировина:			
Мило господарське	ДСТУ 4544:2006	Зовнішній вигляд, консистенція, колір, запах	Для санітарної обробки
Вода очищена	ДФУ 2 вид., доп. 2, ст. 129 [7]	Опис, нітрати, вміст загального органічного вуглецю або речовини, що окиснюються, питома електропровідність, мікробіологічна чистота	Для миття флаконів, для санпідготовки обладнання
Водню пероксид	ОСТ 301-02-205-99, марка мед. ГОСТ 177-88, змін. №1, №3	Зовнішній вигляд, масова частка пероксиду водню.	Для приготування дезінфікуючого розчину
Мийний засіб	НТД виробника, дозвіл на використання	Не входить до переліку сировини, що підлягає вхідному контролю	Для санобробки, для приготування дезрозчину
Спирт етиловий ректифікований	ДСТУ 4221:2003 «Екстра», «Вищої очистки»	Опис, колір, смак, запах, об'ємна частка етилового спирту.	Для приготування дезінфікуючого розчину
Хлорне вапно	ГОСТ 1692-85	Не входить до переліку сировини, що підлягає вхідному контролю	Дезінфекція обладнання
3. Матеріали:			
Марля медична	ТУ У 24.4-34588794-001:2007 Тип 17, шир. 90 см	Не входить до переліку сировини, що підлягає вхідному контролю	Для допоміжних цілей
Рукавички медичні	ДСТУ EN 455-3:2019	Не входить до переліку сировини, що підлягає вхідному контролю	Для створення асептики

1	2	3	4
Стрічка клейка (скотч)	ГОСТ 20477-86	Ширина стрічки, товщина клейового шару, довжина, липкість	Для транспортної тари
Пакети поліетиленові	НТД виробника	Зовнішній вигляд, основні розміри	Для первинної упаковки
4. Проміжні продукти			
Середовище 1	Методика міжопераційн ого контролю	pH, стерильність	Стадія ДР 3 Операція ДР 3.1
Середовище 2	Те ж	pH, стерильність	Стадія ДР 3 Операція ДР 3.2
Середовище 3	Те ж	pH, стерильність	Стадія ДР 3 Операція ДР 3.3
Захисне середовище	Те ж	pH, стерильність	Стадія ДР 3 Операція ДР 3.4
Посівний матеріал	Те ж	Відповідність ознакам штаму при мікроскопіюванні, відсутність сторонньої мікрофлори, оптична густина	Стадія ТП 4
Культуральни й бульйон	Те ж	Оптична густина, pH, чистота культури, споживання глюкози, накопичення кислот (оцтової, молочної)	Стадія ТП 5
Осад промийтий (біомаса)	Те ж	життєздатність, волога, консистенція чистота культури, pH 6,5-6,6	Стадія ТП 6
Суха біомаса	Те ж	Вологість	Стадія ТП 7
Мішки наповнені	Те ж	Маса	Стадія ПМВ 8

2.3. Характеристика біологічного об'єкту

Для виробництва заквасок для ферментованих м'ясних продуктів в Україні, таких як ковбаси чи сиров'ялені делікатеси, найчастіше використовують штами *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus* та *Pediococcus pentosaceus*, які добре адаптовані до м'ясного середовища, забезпечують ферментацію та сприяють безпеці продукту. Вибір штамів залежить від їхньої технологічної придатності, здатності конкурувати з небажаною мікрофлорою та відповідності санітарним нормам України. Оскільки в Україні не завжди доступні комерційні закваски з конкретними назвами штамів, використовуються як імпортовані, так і локально адаптовані культури. [18,26]

В якості об'єктів використані мікроорганізми:

- *Lactobacillus sakei* 23K,
- *Staphylococcus carnosus* IMB B-7372,
- *Pediococcus pentosaceus* KCTC15100.

Lactobacillus sakei

Lactobacillus sakei — один із ключових представників молочнокислих бактерій, що широко застосовується у виробництві ферментованих м'ясних продуктів як частина заквасок прямого внесення.

Біологічна характеристика:

- Форма: грампозитивна, нерухома паличка;
- Факультативний анаероб;
- Температурний оптимум росту: 25–37 °C;
- рН-діапазон росту: 4,5–6,5;

Технологічні властивості: стійкий до солі, нітритів і низької температури, що робить його ідеальним для ферментації м'ясних продуктів у складних умовах дозрівання.

Функціональне значення в технології [9,12]:

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- Інгібує ріст патогенних і псувних мікроорганізмів (*Listeria monocytogenes*, *Clostridium spp.* тощо);
- Стимулює формування специфічного смаку та аромату продукту завдяки продукуванню органічних кислот і летких сполук;
- Забезпечує стабільність мікробіологічного профілю продукту;
- Може використовуватись у комбінації з іншими штамами (*Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus curvatus*) для посилення ефекту ферментації.

Практичне застосування:

- Використовується у заквасках для сиркопчених, сиров'ялених ковбас, саямі, ферментованих сосисок;
- Ефективний при прямому внесенні, що спрощує виробничий процес і скорочує ризики контамінації.

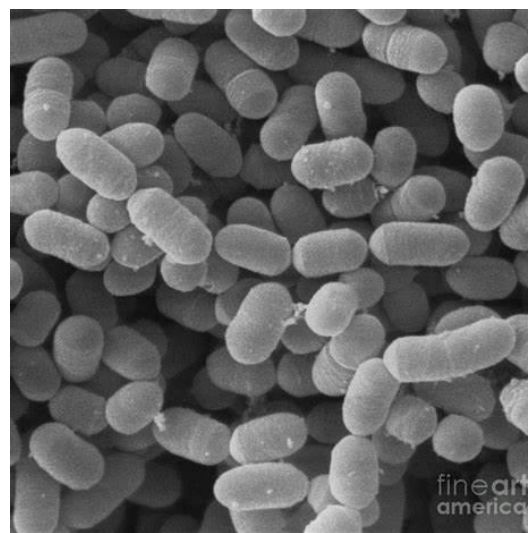
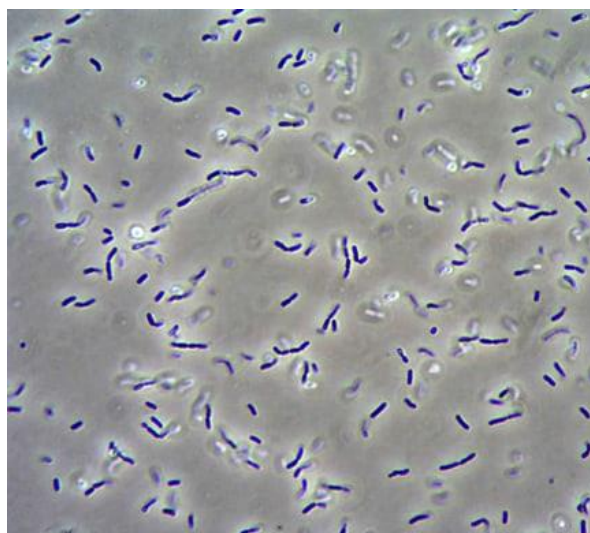


Рис. 2.1. *Lactobacillus sakei* під мікроскопом

Основні штами, які застосовують:

- *L. sakei* 23K: Широко вивчений штам, відомий своєю здатністю домінувати під час ферментації ковбас, особливо в умовах низьких температур (5–35 °C) і високої солоності (до 8%). Добре підходить для тривалого дозрівання м'ясних продуктів.
- *L. sakei* CTC 494: Вирізняється високою активністю у виробництві антилістерійних бактеріоцинів (наприклад, сакцину K), що забезпечує біозахист м'яса від патогенів, таких як *Listeria monocytogenes*.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- *L. sakei* KTU05-6: Локальний штам, ізолюваний у Литві, але доступний в Україні через співпрацю з біотехнологічними центрами. Використовується для ферментації та біозбереження, зокрема в комбінації з іншими культурами. [7,9,11]

Staphylococcus carnosus

Staphylococcus carnosus — грампозитивний факультативно анаеробний кокоїдний мікроорганізм, який широко використовується в м'ясопереробній промисловості у складі стартових культур.

Біологічна характеристика:

- Форма: грампозитивний кок;
- Режим дихання: факультативний анаероб;
- Температура росту: 20–37 °C (оптимум – близько 30 °C);
- рН-діапазон: 4,5–7,5;
- Каталаза-позитивний, що відрізняє його від молочнокислих бактерій.

Технологічне значення:

- Редукція нітратів до нітритів → забезпечує стабільний колір м'ясних продуктів (утворення нітрозоміоглобіну);
- Має ароматотворчі властивості: продукує леткі сполуки (альдегіди, спирти, кетони), які збагачують смак і аромат;
- Антиоксидантна активність – захищає ліпіди від окислення, подовжуючи термін зберігання;
- Відсутність патогенності – безпечний для використання в харчовій промисловості, не продукує ентеротоксинів.

Роль у заквасках прямого внесення:

- Забезпечує мікробіологічну стабільність продукту в поєднанні з молочнокислими бактеріями;
- Сприяє рівномірному дозріванню м'ясного фаршу;
- Часто входить до складу комбінованих заквасок разом із *Lactobacillus sakei* чи *Pediococcus pentosaceus*.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Застосування:

- У виробництві сиров'ялених ковбас, салямі, ферментованих м'ясних снєків;
- У заквасках прямого внесення як допоміжний штам для поліпшення органолептики та кольору.



Рис. 2.2. *Staphylococcus carnosus* під мікроскопом.

Pediococcus pentosaceus

Pediococcus pentosaceus — представник роду молочнокислих бактерій, що активно використовується в м'ясопереробній та харчовій промисловості.

Біологічна характеристика:

- Форма: грампозитивний, кок у вигляді тетрад (чотирьох клітин у вигляді квадрата);
- Тип дихання: факультативний анаероб;
- Молочнокисла ферментація: гомоферментативна, продукує переважно молочну кислоту;
- Оптимальна температура росту: 30–37 °C;
- Оптимальний pH: 5,5–6,2;
- Каталаза-негативний.

Технологічне значення:

- Швидке закислення середовища - зниження pH, що пригнічує розвиток патогенної мікрофлори;

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- Продукує бактеріоцин (*педіоцин*) – природний антимікробний пептид, ефективний проти *Listeria monocytogenes*;
- Сприяє утворенню стабільної мікрофлори у м'ясному фарші;
- Покращує смакові характеристики продукту за рахунок утворення органічних кислот.

Роль у заквасках прямого внесення:

- Основний штам для інтенсивної ферментації м'ясної сировини;
- Створює кисле середовище для активації протеолізу, дозрівання білків;
- Забезпечує харчову безпеку за рахунок пригнічення патогенів;
- Часто використовується в комбінації з іншими мікроорганізмами, такими як *Lactobacillus sakei* або *Staphylococcus carnosus*.

Застосування:

- В сиров'ялених ковбасах, салямі, ферментованих закусках;
- У заквасках прямого внесення, як активний стартер для швидкого старту ферментації.

Переваги:

- Висока стійкість до солі та нітритів;
- Сумісність з іншими культурами;
- Висока швидкість росту та кислотоутворення.



Рис. 2.3 *Pediococcus pentosaceus* під мікроскопом.

Основні штами, які застосовують [3,10,11]:

- *P. pentosaceus* КСТС-13100: Цей штам відомий своєю швидкою кислотоутворювальною здатністю, що сприяє швидкому зниженню рН у м'ясній масі, що важливо для стабілізації текстури та безпеки продукту.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- *P. pentosaceus* KTU05-9: Ще один локально адаптований штам, який продукує педоцини – бактеріюцини, що пригнічують ріст небажаної мікрофлори. Використовується для покращення смаку та аромату.
- *P. pentosaceus* E-90390: Virізняється стабільним ростом і здатністю покращувати органолептичні властивості (наприклад, кокумі-смак через гамма-глутамілпептиди) під час ферментації.

Локальні штами, такі як KTU05-6 і KTU05-9, можуть бути отримані через співпрацю з українськими науковими інститутами (наприклад, Інститут мікробіології та вірусології НАН України) або імпортовані від європейських виробників заквасок (наприклад, Chr. Hansen, DuPont).

Виробничі умови (температура 20–30 °С, вологість 75–85%, додавання солі 2–3%) повинні відповідати потребам цих штамів для оптимального росту та ферментації.

Для початку виробництва в Україні доцільно обрати комбінацію *L. sakei* 23K і *P. pentosaceus* КСТС-13100, оскільки вони добре зарекомендували себе в м'ясній ферментації. Локальні штами KTU05-6 і KTU05-9 можуть бути цікавими для зменшення залежності від імпорту [16,19].

Висновок до розділу 2:

У другому розділі було здійснено комплексний аналіз компонентів, що використовуються при виробництві ферментованих м'ясних продуктів, а також надано характеристику готового продукту. Розглянуто основні органолептичні властивості (зовнішній вигляд, консистенція, смак, аромат), фізико-хімічні показники (вологість, кислотність, вміст білків і жирів).

Проведено детальне вивчення сировини, яка використовується у виробництві, оскільки стабільність і безпечність готового продукту напряду залежать від якості вихідної сировини та відповідності її показників вимогам нормативної документації.

Також розглянуто матеріали і допоміжні компоненти, інші допоміжні засоби, які забезпечують захист продукту під час виробничого процесу.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Окремий акцент зроблено на біологічному об'єкті — мікроорганізмах, що використовуються в складі заквасок прямого внесення. Проаналізовано їх таксономічну належність, морфолого-фізіологічні особливості, метаболічну активність та роль у процесах ферментації. Підкреслено значення правильно підбраного штаму для забезпечення стабільного перебігу технологічного процесу, формування органолептичних характеристик і мікробіологічної безпеки продукту.

Таким чином, у розділі обґрунтовано вимоги до сировини, допоміжних матеріалів та біологічного агента, що дозволяє створити ефективну основу для наступного етапу — розробки технологічного процесу виробництва закваски прямого внесення[18,20].

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок матеріального балансу

Матеріальний баланс є одним із ключових елементів проєктування та управління виробничим процесом, зокрема у виробництві заквасок прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів. Він дозволяє визначити кількість сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів і вихід готової продукції на основі технологічного процесу, що застосовується [9,18].

Основні принципи складання матеріального балансу:

- уся сировина, що надходить у процес, повинна бути відображена як вхідний потік, контролювати витрати сировини та матеріалів;
- усі продукти та втрати, що утворюються в процесі, мають бути враховані у вихідному потоці, планувати виробничі потреби, мінімізувати втрати та відходи;
- сумарна маса вхідних потоків повинна дорівнювати сумі маси вихідних продуктів і втрат.

Розраховано матеріальний баланс для виробництва серії закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г.

У розрахунках матеріального балансу враховуються маса вхідних компонентів, їх зміни під час обробки (втрати вологи, утворення або втрата газів, тощо), а також вихід готової продукції.

Матеріальний баланс виробництва представлений в таблиці 3.1.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Матеріальний баланс серії виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г.

Найменування	Вміст осн. речовини, % Волога, %	Витрачено та отримано				
		Маса, кг			Об'єм, л	Кіль- кість, шт
		загальна	Основної речови- ни	Кг/ моль		
1	2	3	4	5	6	7
Витрачено на стадії ДР 3. Приготування живильних середовищ						
<i>А. Сировини:</i>						
середовища МРС Агар з TWEEN® 80		0,0702				
МРС Бульйон з TWEEN® 80		0,3312				
Пептон (яловичий),		21,160				
Екстракт дріжджів		8,72				
Глюкоза		17,440				
Кислота лимонна		3,88				
Кальцію хлорид		0,349				
Магнію сульфат		0,349				
Марганцю сульфат		0,087				
Натрію хлорид		8,720				
Желатин		1,18				
Сахароза		8,22				
Вода очищена		0,9298 5,6688 1683,295 14,1000				
Всього:		1774,5000				
Отримано на стадії ДР 3						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
1. Живильне середовище 1		0,995				
2. Живильне середовище 2		5,97				
3. Живильне середовище 3		1735,280				
Захисне середовище		23,380				
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Г. Втрат: 0.5%</i>						

1	2	3	4	5	6	7
1. Живильне середовище 1		0,005				
2. Живильне середовище 2		0,030				
3. Живильне середовище 3		8,722				
Захисне середовище		0,1175				
Всього:		1774,5				
Витрачено на стадії ТП 4. Отримання посівного матеріалу						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
1. Живильне середовище 1		0,995				
2. Живильне середовище 2		5,97				
3. Живильне середовище 3		94,0				
Всього:		100,965				
Отримано на стадії ТП 4						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Посівний матеріал		90,0				
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Г. Втрат:</i>						
Волога (унесення)		10,0				
Технологічні		0,965				
Всього:		100,965				
Витрачено на стадії ТП 5. Культивування продуценту						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Живильне середовище 3		1641,280				
Посівний матеріал		90,0				
Всього:		1731,280				
Отримано на стадії ТП 5						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Культуральний бульон		1558,152				
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Г. Втрат: до 10,0%</i>						
Культуральний бульон		173,1280				
Всього:		1731,280				
Витрачено на стадії ТП 6. Відділення біомаси						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Культуральний бульон		1558,152				
Розчин натрію хлориду 0,85%		47,000				
Всього:		1605,152				

1	2	3	4	5	6	7
Отримано на стадії ТП 6						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Осад (біомаса)		11,690				
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Г. Втрат:</i>						
Культуральна рідина		1546,402				
Розчин натрію хлориду 0,85%		47,000				
Всього:		1605,152				
Витрачено на стадії ТП 7. Висушування						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Осад (біомаса)		11,690				
Захисне середовище		23,380				
Всього:		35,07				
Отримано на стадії ТП 7						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Біомаса висушена		9,45				
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Г. Втрат:</i>						
Волога (випаровування)		25,62				
Всього:		35,07				
Витрачено на стадії ПМВ 8. Фасування та пакування готового продукту						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Біомаса висушена		9,45				
<i>Б. Матеріалів:</i>						
Пакети						380
Всього:		9,45				380
Отримано на стадії ПМВ 8						
<i>А. Готового продукту:</i>						
Закваска прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г		9,375				375
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Б. Втрат:</i>						
Біомаса висушена		0,075				
Пакети						5
Всього :		9,450				380

3.2 Розрахунок і вибір основного та допоміжного обладнання

Вибір і розрахунок обладнання є важливою складовою організації виробничого процесу, що забезпечує ефективність, продуктивність і якість виготовлення заквасок для ферментованих м'ясних продуктів.

Для організації виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів на виробничій ділянці заквасочних культур Київського м'ясокомбінату (SMK-Gruppe), можна використовувати наявне на підприємстві обладнання, якщо воно відповідає за своїми характеристиками призначенню та розміру серії. Нами проаналізовано наявне обладнання та запропоновано запровадити ряд апаратів, які необхідні для організації виробництва даного продукту. Основний необхідний апарат, який необхідно закупити – це сублимаційна сушарка. Також запропоновано закупівля ємнісного обладнання – реактора для приготування виробничого середовища та ферментеру для основного виробничого культивування. Проведено аналіз пропозицій ринку обладнання та надано рекомендації щодо оптимальних моделей цього обладнання.

3.2.1 Ваги електронні КП 2, лабораторні ваги КП 1.

На підприємстві наявні ваги електронні марки EP 613 («Ohaus», США) з мінімальною поділкою 0,001 г, максимальною наважкою 610 г, клас точності: II. Вони можуть бути використані для наважок сухого середовища МРС Бульон з TWEEN® 80 331,2 г, сухого середовища МРС Агар з TWEEN® 80 70,2 г, а також 0,349 кг кальцію хлориду, 0,349 кг магнію сульфату, 87 г марганцю сульфату, 8,720 кг натрію хлориду.

Для наважок 21,16 кг пептону (яловичого), 17,44 кг глюкози, 8,72 кг екстракту дріжджів, 3,88 кг кислоти лимонної, 1,18 кг желатину та 8,22 кг сахарози можуть бути з достатнім рівнем точності використані наявні на

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дільниці електронні ваги з дисплеєм марки ВТД-ЛД-30 з дискретністю 10 г, з діапазоном зважування 0,2-30 кг, II класом точності. [22, 23, 24]

Отже, наявні ваги дозволяють зважувати кожен компонент за одне зважування з достатнім рівнем точності.

3.2.2. Ємності для зважування З 4 – З 11, З 13, З 14, З 25.

На дільниці наявні емальовані ємності для зважування сировини з достатнім асортиментом по місткості. Кількість наважок на серію – 12. Кількість ємностей – 15. Об'єм від 2 до 40 л.

Наявна кількість та місткість ємностей є достатньою.

3.2.3. Реактори для приготування середовищ Р 2, Р 12, Р 15.

На дільниці наявні реактори робочим об'ємом 15 та 40 л.

В реакторі Р 2 запропоновано приготування середовища 2, в реакторі Р 15 – захисного середовища. Ємність реактора Р 2 - 15 л, Р 15 – 40 л.

Як для апаратів періодичної дії:

$$N = M_{\text{зм}} / V * K_{\text{ц}} * T_{\text{ц}} \quad (3.1)$$

де N – кількість апаратів, ліній, од; $M_{\text{зм}}$ – кількість сировини, що перероблюється, продукту, що виробляється, на операції на зміну, л; V – робоча ємність апарату, л; $K_{\text{ц}}$ – кількість циклів роботи апарату за зміну; $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу (затрати часу на проведення операцій в апараті), год.

$$N_{\text{Р 12}} = 6/15 * 1 * 1,5 = 0,6$$

$$N_{\text{Р 32}} = 23,5/40 * 1 * 1,0 = 0,6$$

Продуктивності 1 реактора Р 2 та 1 реактора Р 15 достатньо для виробництва серії закваски.

Визначення розрахункового коефіцієнту:

$$K_{\text{еф.вик.}} = (T_{\text{ф.р.}} + T_{\text{п.з}}) / T_{\text{зм.}} \quad (3.2)$$

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_{\text{эф.вик.}}$ – коефіцієнт ефективності використання обладнання; $T_{\text{ф.р.}}$ – фактичний час роботи, обладнання, год; $T_{\text{п.з.}}$ – час на підготовчо-заготівельні операції обладнання (зборка, вихід на режим роботи, розбирання та мийка, год; $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.

$$K_{\text{эф.викР 2.}} = (1,5+2)/8=0,44$$

$$K_{\text{эф.викР 15.}} = (1,0+2)/8=0,38$$

Отже, кількість та ефективність використання наявного обладнання є прийнятною.

Для приготування середовища 3 в кількості 1744 л на серію необхідно мати відповідний реактор.

Для підбору його місткості проведемо розрахунок. Коефіцієнт заповнення має бути 0,5-0,8.

$$1744/0,5 = 3400 \text{ л}$$

$$1744/0,8 = 2180 \text{ л}$$

На основі розрахунку та огляду пропозицій ринку запропоновано закупити реактор РУ2500М (виробник: «Patent Ltd», Угорщина) робочим об'ємом – 2500 л. Оснащений сорочкою, мішалкою, оглядовим люком, тензOMETричним пристроєм, пересувний.

3.2.4. Інокулятор Ф 17, ферментер Р 19.

На ділянці наявний ферментер робочим об'ємом 200 л. Розрахуємо його придатність для отримання IV генерації посівного матеріалу. На завантаження надходить живильне середовище та посівний матеріал III генерації.

$$94,0 + 5,4 = 99,4 \text{ кг}$$

Розрахуємо коефіцієнт заповнення:

$$99,4 / 200 = 0,5$$

Отже, місткість цього ферментеру дозволяє використовувати його для отримання IV генерації посівного матеріалу.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для основного культивування треба було підібрати ферментер відповідних розмірів.

Для підбору цього апарату проведемо розрахунок.

На ферментацію за розрахунками матеріального балансу надходить 1650 кг живильного середовища та 90,0 кг посівного матеріалу. Коефіцієнт заповнення має бути 0,5-0,6.

$$(1650+90)/0,5 = 3480 \text{ л}$$

$$(1650+90)/0,6 = 2900 \text{ л}$$

На основі розрахунку та огляду пропозицій ринку запропоновано закупити ферментер FJG 3000L (виробник: «Ruian Global Machinery Co., Ltd.», Китай) робочим об'ємом – 3000 л. Вертикальний, співвідношення діаметра до висоти: 1 : 3, оснащений чотирирівневою мішалкою, , механічним пристроєм для піногасіння, теплоізолюючою та нагрівальною рубашкою, змішувиком для охолодження. Має 3 приварені перегородки, систему тензометрії. Контроль процесу культивування автоматичний.

3.2.3. Розрахунок основного апарату

За проектом передбачено висушування вологого осаду біомаси способом ліофілізації. При виборі обладнання урахували кількість суміші вологої біомаси з захисним середовищем – 35,07 кг.

Для висушування 35,07 кг біомаси лактобактерій у захисному середовищі (з кріопротектором) потрібна ліофільна сушарка більшої місткості, ніж стандартні лабораторні моделі [8,11].

Оцінимо необхідну місткість. Для цього з'ясуємо об'єм біомаси в суміші. 35,07 кг біомаси з кріопротектором (наприклад, 10–20% сухої речовини) містить приблизно 28–31,5 л води для сублімації (вважаємо, що 1 кг біомаси $\approx$ 1 л, а вологість становить 80–90%).

Оцінимо необхідну продуктивність установки. Для ефективного висушування потрібно, щоб установка могла видаляти щонайменше 25–30 л

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

вологи за цикл (16–36 годин). Лабораторні моделі на 12 л (як, наприклад, Labconco FreeZone) видаляють лише 8–10 л за цикл, тому вони замалі.

Оцінимо необхідну місткість кювет. Для 35,07 кг біомаси при товщині шару 5–10 мм потрібно 3,5–7 м² площі полиць (35 л біомаси при товщині 10 мм = 3,5 м²). Установка на 40–50 л зазвичай має полиці площею 4–6 м², що є достатнім.

Отже, установка на 40–50 л (за об'ємом конденсатора) із продуктивністю видалення вологи 25–35 л за цикл є оптимальною.

Нами на основі аналізу пропозицій ринку рекомендовані такі моделі установки – модель GEA Ray 50 Freeze Dryer від GEA Group, Німеччина, або модель SP Scientific VirTis Ultra 50L Freeze Dryer (США). Технічні характеристики моделей порівняно в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняння характеристик рекомендованих ліофільних сушарок

Характеристика	GEA Ray 50 Freeze Dryer	SP Scientific VirTis Ultra 50L Freeze Dryer
Об'єм конденсатора, л	50	50
Продуктивність	Видаляє до 35 л вологи за 24 години	30 л вологи за 24 години
Площа полиць	5 м ² (достатньо для 35 кг біомаси при товщині шару 7–10 мм).	4,5 м ²
Температура конденсатора	–75 °С	–85 °С
Заморожування	до –50 °С	до –55 °С
Особливості	Система інертного газу (азот) для роботи в захисному середовищі, що запобігає окисленню лактобактерій	Компактніша, але також забезпечує роботу в захисному середовищі (з азотом)
	Відповідає GMP і НАССР: автоматичне керування, валідація процесів, документація	Відповідає GMP і НАССР: автоматичне керування, валідація процесів, документація
	Енергоефективність завдяки регенерації тепла	

Таблиця 3.2 - Перелік складових частин сублимаційної сушарки моделі SP
Scientific VirTis Ultra 50L Freeze Dryer

Фор	Зона	Поз.	Позн ачен ня	Найменування	Кільк.	Прим ітка
1	2	3	4	5	6	7
			1	Камера сушарки	1	
			2	Двері камери	1	
			3	Оглядове скло	1	
			4	Полиці	1	
			5	Корпус сушарки	1	
			6	Пульт управління	1	
			7	Конденсатор	1	
			8	Двері конденсатора	1	
			9	Змійовик конденсатора		

3.3 Опис технологічного процесу

Технологічний процес виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г складається зі стадій:

ДР 1. Санітарна підготовка виробництва.

ДР 2. Вхідний контроль та розрахунки сировини.

ДР 3. Підготовка живильних середовищ.

ТП 4. Отримання виробничої культури.

ТП 5. Культивування.

ТП 6. Відділення біомаси.

ТП 7. Висушування.

ПМВ 8. Фасування та пакування готового продукту.

Стадія ДР 1. Санітарна підготовка виробництва.

Санітарна підготовка виробництва заквасок для ферментованих м'ясних продуктів є критично важливим етапом, що відповідає принципам GMP (Good Manufacturing Practice) та HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) [5, 11, 12]. Вона забезпечує мікробіологічну безпеку, якість заквасок, що надалі забезпечить якість та стабільність кінцевого продукту, такого як ковбаси чи м'ясні делікатеси.

Роботи на стадії виконуються згідно з СТП підприємства «Санітарна підготовка виробництва».

Підготовка приміщень і обладнання

Виробничі зони виробництва заквасок відповідають санітарним нормам, викладеним у настановах з GMP [11, 12]. Приміщення поділяють на чисті (зона роботи з культурами, приготування та стерилізації середовищ) та брудні (зона приймання сировини). Перед початком виробничого процесу проводиться вологе прибирання з використанням дезінфікуючих засобів, (наприклад, хлорвмісні розчини або четвертинні амонієві сполуки).

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проводять контроль забруднення повітря механічними частинками та мікробної контамінації повітря. (К 1.1) та контролюють мікробіологічну чистоту поверхонь виробничих приміщень (К 1.2).

Обладнання (ферментери, центрифуги, установка ліофілізаційної сушки) очищається за протоколами СІР (Clean-in-Place), з подальшою дезінфекцією та перевіркою на відсутність мікроорганізмів. Устаткування стерилізують паром (121–135 °С, 30 хв.) або хімічними засобами, щоб усунути контамінацію. Контролюють мікробіологічну чистоту технологічного обладнання та інвентарю (К 1.3).

Підготовка персоналу

Співробітники проходять навчання з GMP і НАССР, використовують спецодяг (костюми, халати, рукавички, бахали, маски – в залежності від класу приміщень), який надівають перед входом у чисту зону. Руки обробляють антисептиками, а доступ до виробничих приміщень обмежується. Регулярно проводяться медичні огляди для виключення носіїв патогенів.

Контролюють чистоту рук (рукавичок) персоналу, що працює у виробничих приміщеннях (К 1.4).

Одяг контролюють за показником: «Мікробна контамінація технологічного одягу працівників «чистих приміщень» (К 1.5).

Документування санітарної підготовки

Усі етапи підготовки документуються в журналах прибирання та протоколах, де фіксують результати мікробіологічних тестів, параметри стерилізації тощо. Проводиться валідація процесів, щоб підтвердити ефективність санітарних заходів.

Такий підхід забезпечує безпечне виробництво заквасок, відповідає стандартам та міжнародним вимогам, сприяючи якості ферментованих м'ясних продуктів.

Стадія ДР 2. Вхідний контроль та розрахунки сировини.

Відповідно до принципів НАССР сировина (компоненти живильних середовищ, цукри, солі тощо) перевіряється на мікробіологічну чистоту,

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

хімічний склад і відсутність патогенів (*Salmonella*, *Listeria*, *E. coli*). Критичні контрольні точки (ККТ) включають етапи приймання сировини і підтримання асептичних умов під час культивування мікроорганізмів *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus pentosaceus*. [5]

У виробництві застосовують три живильних середовища для вирощування культур та захисне середовище. Живильні середовища – для отримання посівного матеріалу I генерації середовище MPC Агар з TWEEN® 80 (середовище 1), для генерацій II та III - MPC Бульйон з TWEEN® 80 (середовище 2), для генерації IV та нарощування біомаси в основному ферментері – виробниче середовище (середовище 3). Склад живильних середовищ наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Склад живильних середовищ для отримання біомаси заквасочних мікроорганізмів

Компоненти середовища	Кількість			
	Середовище 1, г/л	Середовище 2, г/л	Середовище 3	
			На 1 л, г	На серію 1744 л, г
1	2	3	4	5
Пептон	10,0	10,0	15,0	21160
Екстракт яловичини	10,0	10,0	-	-
Екстракт дріжджів	5,0	5,0	5,0	8720
Глюкоза	20,0	20,0	10,0	17440
Калію фосфат двозаміщений	2,0	2,0	-	-
Кислота лимонна	-	-	2,0	3488
Кальцію хлорид	-	-	0,2	349
Натрію ацетат	5,0	5,0	-	-
Амонію цитрат	2,0	2,0	-	-
Магнію сульфат	0,2	0,2	0,2	349
Марганцю сульфат	0,05	0,05	0,05	87
Натрію хлорид	-	-	5,0	8720
Твін 80	1,0	1,0	-	-
Агар	15,0	-	-	-
Натрію гідроксид	До 6,4±0,2	До 6,4±0,2	До 6,4±0,2	До 6,4±0,2
Вода очищена	До 1 л	До 1 л	До 1 л	1684 л

Захисне середовище містить 35 % сахарози та 5 % желатину, решта – вода очищена. рН $6,8 \pm 0,2$.

Проводять вхідний контроль середовища для посівного матеріалу I генерації МРС Агар з TWEEN® 80, середовища для посівного матеріалу II-III генерації МРС Бульйон з TWEEN® 80 (постачальник «Сіместа Ваал»), а також компонентів для середовища 3 (для IV генерації та виробниче): глюкоза, пептон (яловичий), екстракт дріжджів, кислота лимонна, кальцію хлорид (CaCl_2), магнію сульфат (MgSO_4), марганцю сульфат (MnSO_4), натрію хлорид (NaCl), вода очищена, та компонентів для захисного середовища: сахарози та желатину.

Всі сировинні матеріали, які використовуються для отримання серії продукту, контролюють згідно методикам вхідного контролю, затвердженим на виробництві (К 2.1.1).

Майстер зміни (технолог) розраховує необхідні кількості компонентів для приготування живильних середовищ та захисного на виробництво серії та передає все компоненти в необхідних кількостях в окремих маркованих контейнерах з аналітичними листами на відповідні ділянки.

Стадія ДР 3. Приготування живильних середовищ.

Операція ДР 3.1. Приготування середовища 1.

На вагах КП 1 зважують у маркованому збірнику (скляний хімічний стакан 150 мл) наважку 70,2 г сухого середовища МРС Агар з TWEEN® 80. Розчиняють наважку в колбі мірній в 1000 мл холодної води очищеної, доводять до кипіння на електроплитці лабораторній. Отриманий розчин поміщають по 100-150 мл в пляшки для мікробіологічних середовищ ємністю 250 мл, укупорюють і стерилізують в автоклаві за 121°C протягом 15 хвилин. (К 3.1.1).

Контролюють рН середовища, яке має бути $6,4 (\pm 0,2)$ (К 3.1.2) та стерильність середовища 1 (К 3.1.3).

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стерильне середовище 1 використовують на Стадії ТП 4. Отримання виробничої культури.

Операція ДР 3.2. Приготування середовища 2.

На вагах КП 1 зважують у маркованому збірнику (скляний хімічний стакан 500 мл) наважку 331,2 г сухого середовища МРС Бульон з TWEEN® 80. Готують середовище 2 в реакторі Р 2. Додають в реактор 5 л води очищеної при температурі 25 ± 5 °С. Вмикають мішалку та завантажують наважку сухого середовища при перемішуванні. Перемішують 10-15 хвилин до розчинення. Зупиняють мішалку та доводять вміст за тензометричним датчиком до 6,0 кг. (К 3.2.1)

Контролюють рН середовища 2, рівень має бути $6,4 \pm 0,2$. При необхідності корегують додаванням розчину натрію гідроксиду або кислоти хлористоводневої. (К 3.2.2)

Отримане середовище 2 стерилізують в цьому ж реакторі Р 2. Подають пару в сорочку ректора, герметично закривають та нагрівають вміст до температури 121 °С, тиск 0,1 МПа. Тривалість витримки - 20 хв. (К 3.2.2). Після закінчення терміну стерилізації перекривають подачу пари, відкривають вентиль конденсату. Охолодження проводять подачею води захоложеної в сорочку реактора, при перемішуванні середовища. Охолодження ведуть до 35 ± 5 °С (К 3.2.3).

Контролюють стерильність середовища 2 (К 3.2.4).

Стерильне середовище 2 використовують на Стадії ТП 4. Отримання виробничої культури.

Операція ДР 3.3. Приготування середовища 3.

Склад середовища наведено в табл. 3.4. Середовище використовують для отримання генерації IV та нарощування біомаси в основному ферментері. На серію необхідно 1744 л середовища.

Для промислового сумісного вирощування *Lactobacillus sakei*, *Pediococcus pentosaceus* та *Staphylococcus carnosus* використовують живильне середовище, яке забезпечує ріст і метаболічну активність усіх трьох видів,

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

враховуючи їхні потреби. Додані поживні речовини: глюкоза для забезпечення енергії молочнокислим бактеріям, пептон, дріжджовий екстракт як джерело азотистих речовин для підтримки росту і синтезу білків, що підтримують стафілококи (додаткові пептони, глюкоза, солі), іони Mg^{2+} та Mn^{2+} — важливі кофактори для ферментів, особливо для *S. carnosus*, натрію хлорид для підтримки осмотичного тиску середовища.

Таке середовище забезпечує збалансоване живлення для сумісного росту молочнокислих бактерій і стафілококів, сприяє їхній метаболічній активності та якісному ферментуванню.

На вагах КП 1 та КП 3 зважують у маркованих збірниках З 4 – З 11 наважки компонентів середовища: 21,16 кг пептону (яловичого), 17,44 кг глюкози, 8,72 кг екстракту дріжджів, 3,88 кг кислоти лимонної, 0,349 кг кальцію хлориду, 0,349 кг магнію сульфату, 87 г марганцю сульфату, 8,720 кг натрію хлориду. (К 3.3.1)

Розчин натрію гідроксиду готують в лабораторії ВКЯ в концентрації та використовують при приготування середовища за потребою, зважуючи на вагах КП 1.

В реактор для приготування середовища З Р 12 завантажують 1500 л води очищеної. Подають пару в сорочку ректора, та нагрівають до температури 35 ± 5 °С. Вмикають мішалку та завантажують по черзі наважки пептону, глюкози, екстракту дріжджів, натрію хлориду та кислоти лимонної при перемішуванні. Перемішують 15-20 хвилин до однорідності суміші. Для рівномірного змішування з основною масою середовища дрібні наважки кальцію хлориду, магнію сульфату, марганцю сульфату в збірниках З 9 – З 11 розчиняють у воді очищеній або у розчині попередніх компонентів та додають в Р 12 у вигляді розчинів. Перемішують 10-15 хв. Зупиняють мішалку та доводять вміст за тензометричним датчиком до 1744 кг. (К 3.3.2)

Контролюють рН середовища 2, рівень має бути $6,4 \pm 0,2$. При необхідності корегують додаванням розчину натрію гідроксиду 30 % або розчину соляної кислоти 1М, які готують в лабораторії ВКЯ. (К 3.3.3)

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Отримане живильне середовище 3 стерилізують на місці. Подають пару в сорочку ректора Р 12, та нагрівають до температури 121 °С, контролюючи тиск (0,1 МПа). Тривалість витримки - 20 хв. Після закінчення терміну стерилізації перекривають подачу пари, відкривають вентиль зливу конденсату, стравлюють тиск. Коли тиск вирівнюється з атмосферним (0 МПа), охолоджують середовище подачею розсолу в сорочку реактора до 40±2 °С (К 3.3.4).

Контролюють стерильність середовища 3 (К 3.3.5).

Стерильне середовище 3 використовують для отримання IV генерації на Стадії ТП 4. Отримання виробничої культури та на Стадії ТП 5. Культивування продуценту.

Операція 3.4. Приготування сахарозо-желатинового середовища.

На вагах КП 3 у ємності 3 13 зважують 1,18 кг желатину та у збірнику 3 14 – 8,22 кг сахарози. В реактор для приготування захисного середовища Р 15 завантажують 13 кг води очищеної додають при включеній мішалці желатин, витримують при повільному перемішуванні 15±5 хвилин, а потім підігрівують до 50±3 °С протягом 15 хвилин. Візуально оцінюють розчинення, контролюють температуру, часу набухання та розчинення. (К 3.4.1)

У реактор Р 15 додають наважку сахарози, перемішують до повного розчинення 10 хв. (К 3.4.2).

Стерилізують в цьому ж реакторі при температурі 111±1 °С та тиску 0,08 МПа протягом 0,5 години. (К 3.4.3).

Стерильне захисне середовище використовують ТП 7. Висушування.

Стадія ТП 4. Отримання виробничої культури.

Метою стадії є перевірка ростових властивостей, чистоти та функціональної активності культури, адаптація штаму до технологічного середовища, отримання достатньої кількості активних клітин для переносу в виробничий ферментер або передвиробничої культури.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Режими отримання передвиробничої культури розроблені для створення оптимальних умов культивування з урахуванням властивостей використаних мікроорганізмів: температура 32 ± 1 °C, інкубація не більше 14 год залежно від стадії, мікроаерофільні умови або слабка аерація, оскільки *S. carnosus* потребує кисню, а *Lactobacillus* та *Pediococcus* — факультативно анаеробні.

Операція ТП 4.1. Отримання I генерації посівного матеріалу.

Приміщення лабораторії посівних культур, де ведуть роботи з вихідними штамами продуцентів, мають відповідати вимогам GMP до класу чистоти В [11, 12] В пробірки зі скошеним агаризованим середовищем МРС Агар з TWEEN® 80, підготованим на операції ДР 3.1, висівають ізольовані колонії виробничих штамів *Lactobacillus sakei* 23K, *Staphylococcus carnosus* IMB B-7372, *Pediococcus pentosaceus* KCTC15100 по одній колонії на пробірку. Тривалість вирощування – 12-14 год, температура 32 ± 1 °C. (К 4.1.1)

Перед та після культивування контролюють колоніальну морфологію, морфологію клітин, визначають ферментативні властивості (продукування H_2O_2 , каталазна активність), перевіряють життєздатність (КУО/мл).

Проводять перевірку чистоти культури (відсутність сторонніх мікроорганізмів) висівом на селективні середовища для виявлення сторонніх бактерій (*E. coli*, *Bacillus*, гриби). (К 4.1.2)

Операція 4.2. Отримання II генерації посівного матеріалу.

Для отримання II генерації посівного матеріалу у 6 колб Ерленмейєра об'ємом 250 мл в асептичних умовах додають стерильне живильне середовище МРС Бульон з TWEEN® 80 з реактора Р 2 по 60 ± 2 мл. Загальна кількість середовища – 358 мл. (К 4.2.1)

У кожну колбу вносять по одній колонії кожного штаму, отриманих на агаризованому середовищі у пробірках на операції 4.1. Режим культивування: температура 32 ± 1 °C, тривалість 12-14 години. Отримують 320 мл посівної культури II генерації (К 4.2.2)

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

У ході культивування контролюють: оптичну густину (600 нм) для визначення концентрації клітин, рН як показник ферментативної активності, колір, запах, піноутворення як непрямі індикатори життєздатності, кількість життєздатних клітин (КУО/мл) — методом серійного розведення та висіву на агар. (К 4.2.3)

Операція 4.3. Отримання III генерації посівного матеріалу.

Подальше масштабування мікробної суспензії ведуть на тому ж живильному середовищі 2, яке приготували на операції ДР 3.2.

У стерильний збірник З 16 (скляний бутель місткістю 15 л) подають сифоном з дотриманням правил асептики стерильне живильне середовище МРС Бульон з TWEEN® 80 з реактора Р 2 в кількості 5,65 кг та додають посівний матеріал з попередньої стадії в кількості 0,32 кг (контроль – ваги КП 3). Бутель встановлюють на шутель-апарат в термостатованій кімнаті при температурі 32 ± 1 °С. Починають процес ферментації тривалістю 12-14 год. (К 4.3.1)

Після інкубування контролюють відповідність ознакам штаму при мікроскопіюванні, відсутність сторонньої мікрофлори, оптичну густину. (К 3.1.3).

Отримують 5,4 кг посівної культури III генерації (К 4.3.2). Далі її подають до наступної операції.

Операція 4.4. Отримання IV генерації посівного матеріалу.

У стерильний інокулятор Ф 17 об'ємом 200 л додають під полум'ям факелу стерильне середовище 3, підготоване на операції ДР 3.3, в кількості 94,0 кг та посівний матеріал III генерації зі збірника З 16, і починають процес ферментації, дотримуючись умов, як при отриманні III генерації. Кількість обертів мішалки встановлюють 160 об/хв., аерування – 10-15 кг/год. Періодично нейтралізують культуральну рідину до рН 6,5-6,6 (К 4.4.1)

Отримують 90,0 кг посівного матеріалу IV генерації (К 4.4.2), який після контролю за показниками, як для матеріалу III генерації (К 4.4.3),

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

використовують для засіву основного ферментера на Стадії 5. Культивування.

Стадія ТП 5. Культивування.

Культивування посівного матеріалу IV генерації, отриманого на стадії ТП 4, проводять у ферментері Р 19, з робочою ємністю 3 м³. Реактор – ферментаційна ємність, оснащена електродвигуном для мішалки, мішалкою з лопатями на 4 рівнях, аераційною системою, подвійною сорочкою та змішувиком, системою матеріалопроводів, клапанами, системою регулювання рН, температури, підведення-відведення тепла тощо.

У підготований стерильний ферментер з дотриманням правил асептики за допомогою насосу Н 18 завантажують 1641,28 кг живильного середовища 3, приготованого на операції ДР 3.3 з температурою 32±1 °С. При необхідності її корегують додаванням пари в сорочку або розсолу в змішувик ферментера. Контролюють стерильність живильного середовища 3. (К 4.1.1, К 4.1.2).

Далі завантажують посівний матеріал з інокулятора Ф 17, в кількості 6 % від об'єму внесеного у ферментер середовища – 90 кг. (К 4.1.3)

Режим культивування: температура 32±1 °С, тривалість 12 год., частота перемішування 120-160 об/хв., аерація 10-15 кг/год. (К 4.1.4).

Для контролю процесу ферментації періодично (через 4 год.) відбирають проби, в яких контролюють: оптичну щільність, рН, чистоту культури, споживання глюкози, накопичення кислот (оцтової, молочної). (К 4.1.5).

Рівень рН, розчиненого кисню, температуру в ферментері фіксують автоматично за даними датчиків та інформацією на дисплеї.

Отриманий культуральний бульйон у ферментері Р 19 охолоджують до температури 4-8 °С подачею розсолу в сорочку та змішувик (К 4.1.6).

За допомогою насосу Н 20 бульйон передають на Стадію ТП 6. Відділення біомаси.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Кожна партія біореакторного вирощування має супроводжувальну документацію, де вказують дату та час культивування, використані штами і середовища, ключові параметри процесу, результати контролю якості. [22, 26]

Стадія ТП 6. Відділення біомаси.

Метою стадії є відокремлення мікроорганізмів від культурального середовища, отримання максимально чистої та концентрованої біомаси, підготовка її до подальшого висушування при збереженні життєздатності та функціональності клітин.

Операція ТП 6.1. Відділення біомаси від культуральної рідини.

Культуральну рідину з ферментера Ф 19 після завершення біосинтезу подають відцентровим насосом Н 20 до сепаратора ГФ 21 для відділення маси клітин мікроорганізмів у вигляді концентрованої клітинної маси.

Центрифугування або сепарування найбільш поширений і ефективний метод, принцип якого - високошвидкісне обертання, що відокремлює клітини від рідини на основі різниці густини.

Сепаратор ГФ 22 - безперервної дії з системою автоматичного видалення осаду.

Відділення біомаси від культуральної рідини відбувається при кількості об/хв. 6500. (К 6.1.1) Фугат відводиться з сепаратора в збірник для подальшої переробки або утилізації. Осад збирають у збірник пересувний З 23, фіксують вагу – 11, 69 кг (К 6.1.2) та передають на промивання на операцію ТП 6.2.

Операція ТП 6.2. Промивання осаду.

Після відділення клітин від культуральної рідини біомасу промивають стерильним розчином натрію хлориду 0,85% або фосфатним буфером, приготованими на окремій ділянці. Промивку проводять для видалення залишків середовища, покращення смаку, кольору і безпечності готового продукту, уникнення небажаних змін під час сушіння.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Промивання виконується в збірнику 3 23 з перемішуванням. Співвідношення осаду до промивного розчину 1:2. Процес повторюють 2 рази. В збірник 3 23 завантажують 23,38 кг розчину натрію хлориду 0,85% з температурою 7 ± 3 °C та перемішують 15-20 хв. Потім розчин подають на сепаратор ГФ 21 для відокремлення біомаси. Осад збирають в 3 23 та процес повторюють. (К 6.2.1)

Контролюють якість біомаси: життєздатність (КУО/г), волога (не повинна перевищувати 70–75% перед сушінням, консистенція (паста або осад, чистота (мікроскопія), рН 6,5-6,6. (К 6.2.2)

Осад промитий передають на висушування на стадію ТП 7. Висушування.

Стадія ТП 7. Висушування.

Операція ТП 7.1. Підготовка до висушування.

Перед сушінням до промитого осаду біомаси додають захисне середовище, яке містить кріо- та ліофілізаційні захисники – сахарозу та желатин. Це необхідно для збереження клітин при заморожуванні, підвищення стійкості при сушінні та зберіганні, запобігання агрегації клітин. До промитого осаду біомаси в збірнику 3 23 додають сифоном стерильне захисне середовище, підготоване на операції 3.4 в реакторі Р 15, та обережно але ретельно перемішують, підтримуючи температуру 7 ± 3 °C, уникаючи перегріву та піноутворення. Суміш витримується протягом 45 ± 15 хв. для адсорбції захисних речовин на клітинній стінці, що забезпечує рівномірне покриття клітин.

Після змішування біомаси з кріопротекторами оцінюють життєздатність мікроорганізмів (не повинна знижуватися), зовнішній вигляд (в'язка однорідна суміш без стороннього запаху), маса 35,07 кг. (К 7.1.1)

Біомасу в захисному середовищі передають на операцію 7.2. Висушування.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Операція ТП 7.2. Висушування.

Для довготривалого збереження життєздатності та технологічних властивостей мікроорганізмів у складі DVS-заквасок здійснюють їх висушування. Найчастіше використовується ліофілізація (сублімаційне сушіння).

Ліофілізація (сублімаційне сушіння) біомаси лактобактерій – це процес видалення вологи з біомаси шляхом заморожування та подальшого сушіння у вакуумі, що дозволяє зберегти життєздатність мікроорганізмів для використання в заквасках для ферментованих м'ясних продуктів.

Біомасу в захисному середовищі зі збірника З 23 розливають у кювети товщиною шару 5–10 мм для забезпечення рівномірного заморожування та теплопередачі.

Етап заморожування. Кювети з біомасою поміщають у камеру сублімаційної сушарки ГФ 24, де температура знижується до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 1–2 годин. Це забезпечує повне заморожування вологи у вигляді льоду, зберігаючи структуру клітин.

Етап первинної сушки. Далі у вакуумній камері створюють вакуум 0,01–0,05 МПа. Температура полиць поступово підвищується до $-15\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Лід сублімується (переходить із твердого стану в газоподібний), волога видаляється через конденсатор. Тривалість – 18 ± 2 години.

Етап вторинної сушки. Температуру підвищують до $25\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, тиск ще знижують до дуже низьких значень ($1\cdot 10^{-6}$ МПа) для видалення залишкової вологи (до 1–3% кінцевої вологості). Тривалість – 6 ± 2 год.

Загальний час процесу 24 ± 3 год. (К 7.2.1)

Після ліофілізації камеру наповнюють інертним газом (азотом), щоб уникнути окислення. Суху біомасу з кювет в кількості 9,45 кг збирають в стерильний збірник З 25 (К 7.2.2), контролюють вологість (не більше 3 %) (К 7.2.3) та передають на Стадію ПМВ 8. Фасування та пакування готового продукту.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стадія ПМВ 8. Фасування та пакування готового продукту

Фасування є завершальним етапом у виробництві DVS-заквасок, під час якого готовий продукт у вигляді ліофілізованого порошку розподіляється у відповідну упаковку в кількостях, визначених НТД. Цей процес виконується з дотриманням суворих умов стерильності, температурного режиму та вимог до матеріалів пакування, що забезпечує стабільність і біологічну активність мікроорганізмів протягом усього терміну зберігання. [25, 30, 31]

На стадії фасування виконують такі завдання: точне відмірювання об'єму або маси продукту відповідно до специфікацій; запобігання контакту з вологою, повітрям, світлом та мікроорганізмами з навколишнього середовища; підготовка до транспортування та зберігання, тобто забезпечення механічної міцності упаковки та маркування.

Процес фасування та упаковки відповідає стандартам НАССР, ISO, GMP [17, 20,22]. Підтримують температурний режим: температура не вище 20 °С, вологість повітря не вище 30–40 % для запобігання зволоженню. Фасування проводять в асептичних умовах, в ламінарних боксах або під фільтрацією повітря класу HEPA, персонал працює у стерильному одязі, із використанням рукавичок, масок, шапочок, бахіл.

Фасування висушеної біомаси здійснюють на фасувально-пакувальному напівавтоматі ГФ 26 для фасування в полімерні пакети. Складається фасувально-пакувальний комплекс обладнання з вагового електронного дозатора, призначеного для поділу на дози продукції, і фасування її в готову упаковку, а також конвеєрного зварювача, призначеного для запайки (герметизації) пакета з продуктом.

Ваговий дозатор є універсальним пристроєм для фасування сипучих продуктів з мінімальною похибкою. Конвеєрний зварювач горизонтального типу дозволяє виробляти в безперервному режимі запайку пакетів. Датуючий ролик наносить дату на шов упаковки в процесі зварювання.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Оператор подає висушену біомасу в накопичувальний бункер дозатора, встановлює пакет для прийому продукту, подає наповнену упаковку для запаювання горловини. Всі інші процеси фасування та пакування (зварювання) відбуваються автоматично.

Установка необхідної дози й зміна інших параметрів дозування здійснюється з пульта управління. Періодично, 3-4 рази за зміну перевіряють масу наповненого мішка, яка має бути $25 \pm 0,2$ г (К 8.1.1)

Контролюють маркування упаковки (К 8.1.2): інформація повинна бути чіткою, стійкою до стирання та містити: назву закваски і штами бактерій, Номер партії, Дату виробництва, Термін придатності, Умови зберігання, Назву та адресу виробника, Інструкцію щодо використання.

Групову упаковку пакетів здійснюють в коробки на столі ГФ 27. Від кожної серії проводять відбір проб на контроль за всіма показниками НТД (К 8.1.3). Продукцію транспортують на карантинний склад.

Після отримання позитивних результатів аналізу готову продукцію передають на склад готової продукції. При невідповідності результатів контролю вимогам НТД хоча б за одним з показників проводять контроль на подвійній кількості зразків. Якщо знов отримані невідповідні результати, всю серію бракують.

Зберігають закваску прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 0,1 кг в сухому, чистому складському приміщенні.

В складських приміщеннях є захист від світла та вологості, наявна система терморегуляції та автоматичного моніторингу температури (з системою сигналізації при відхиленнях), є зони зберігання для партій з різними датами виробництва (організація за принципом FIFO — first in, first out), ведеться журнал температурного контролю, доступний для перевірок Держпродспоживслужбою, забезпечене обмеження доступу (доступ лише уповноваженого персоналу). Перевіряють відповідність санітарно-гігієнічним нормам (чистота, відсутність сторонніх запахів, контроль шкідників).

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

3.4 Схеми виробництва (зі специфікацією обладнання)

Біологічна схема виробництва відображує послідовність стадій роботи з культурами виробничих штамів. Біологічну схему отримання закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г наведено на рисунку 3.2.

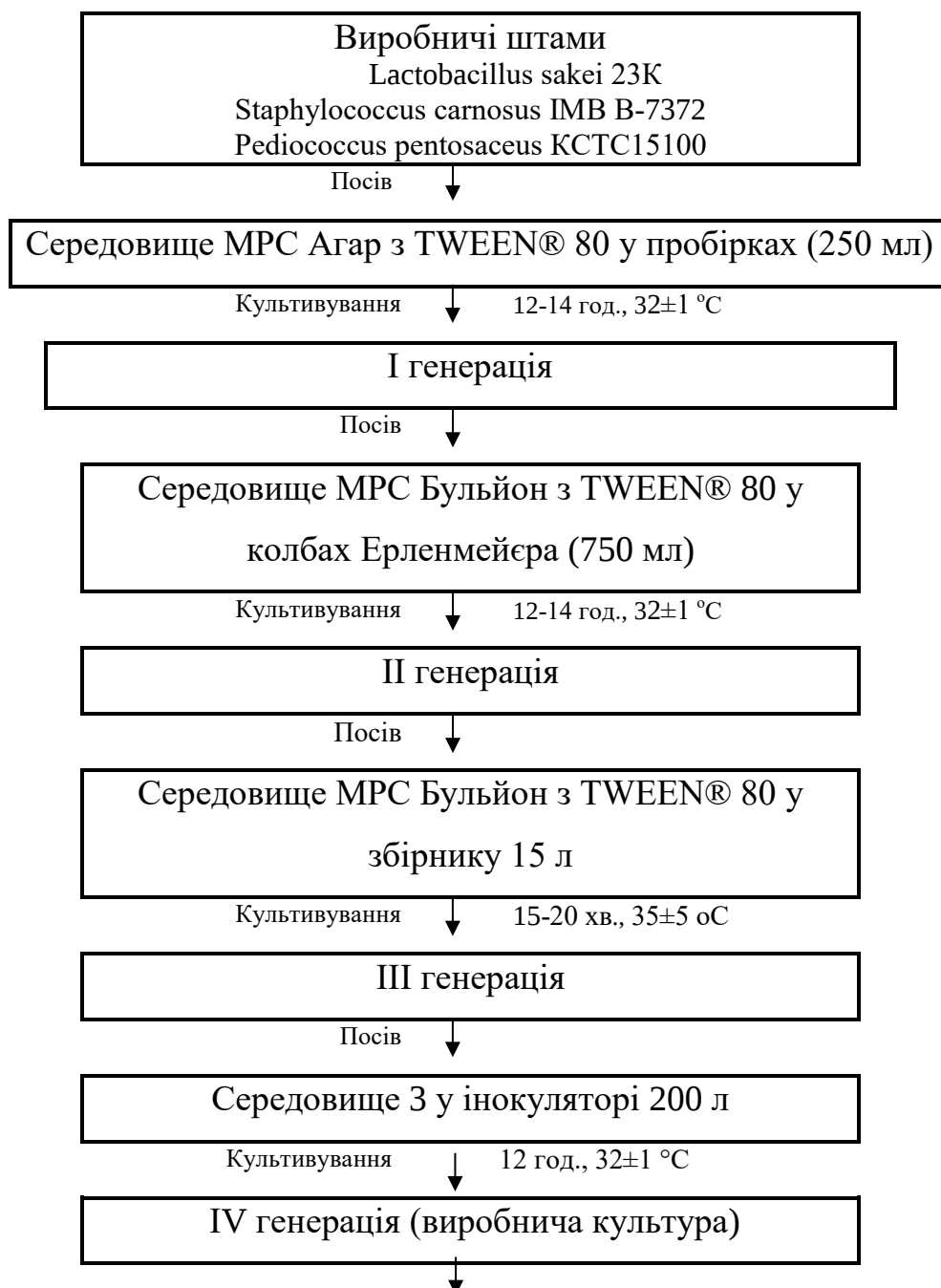
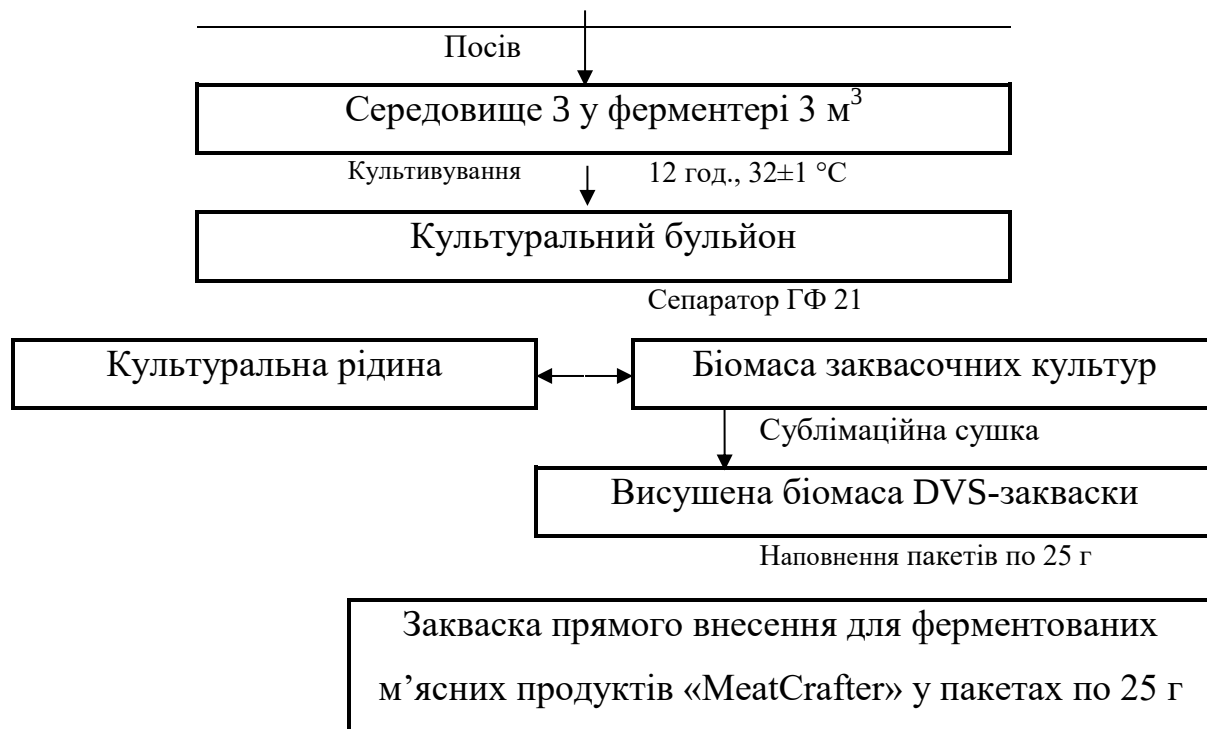


Рис 3.2 – Біологічна схема виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г.

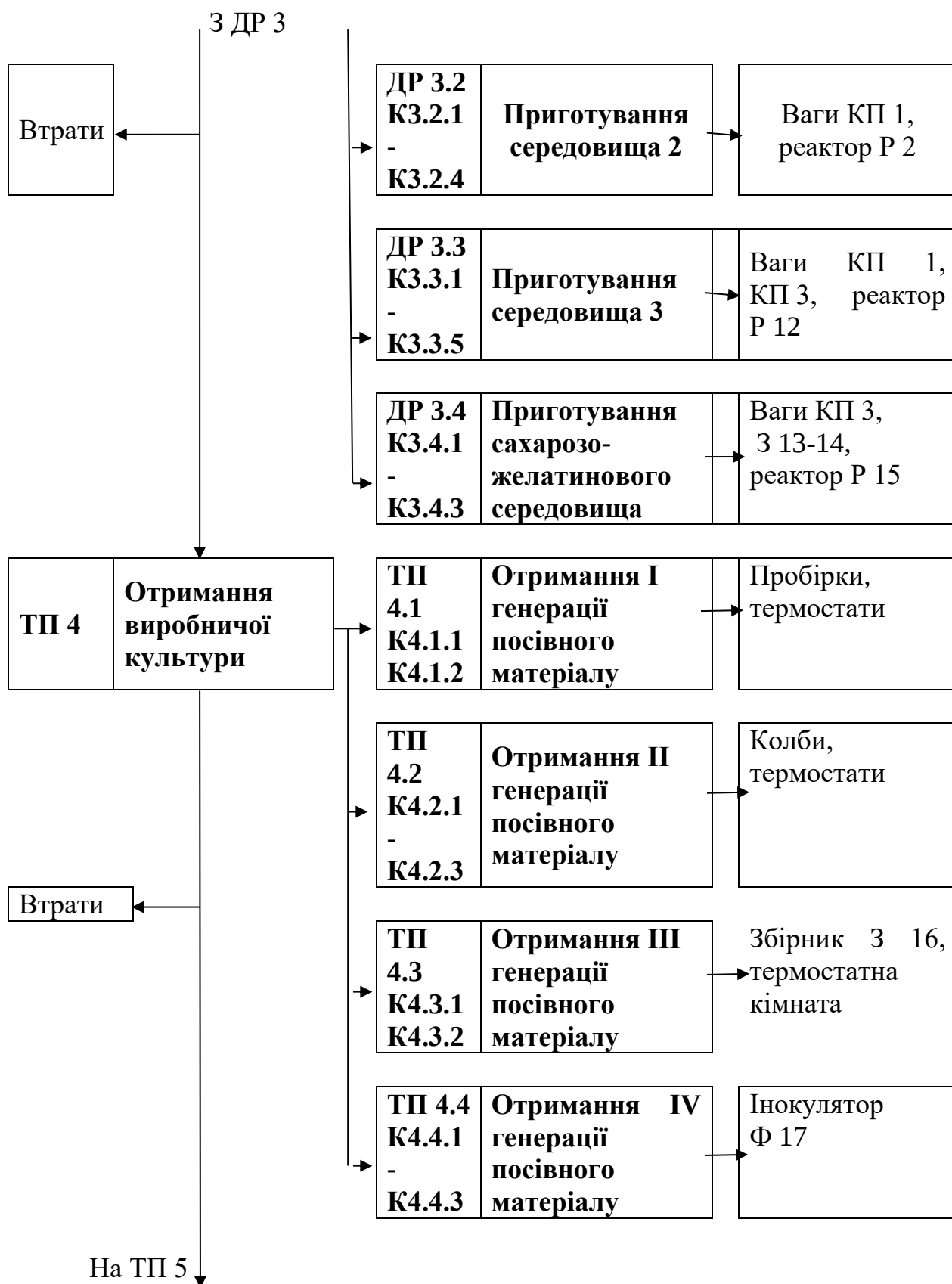


Продовження рис 3.2 – Біологічна схема виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г.

Технологічну схему виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г представлено на рисунку 3.2.



Рис. 3.2 - Технологічна схема виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г.



Продовження рис. 3.2 - Технологічна схема виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г.



Продовження рис. 3.2 - Технологічна схема виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г.

Апаратурну схему виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г, наведено на рис. 3.3.

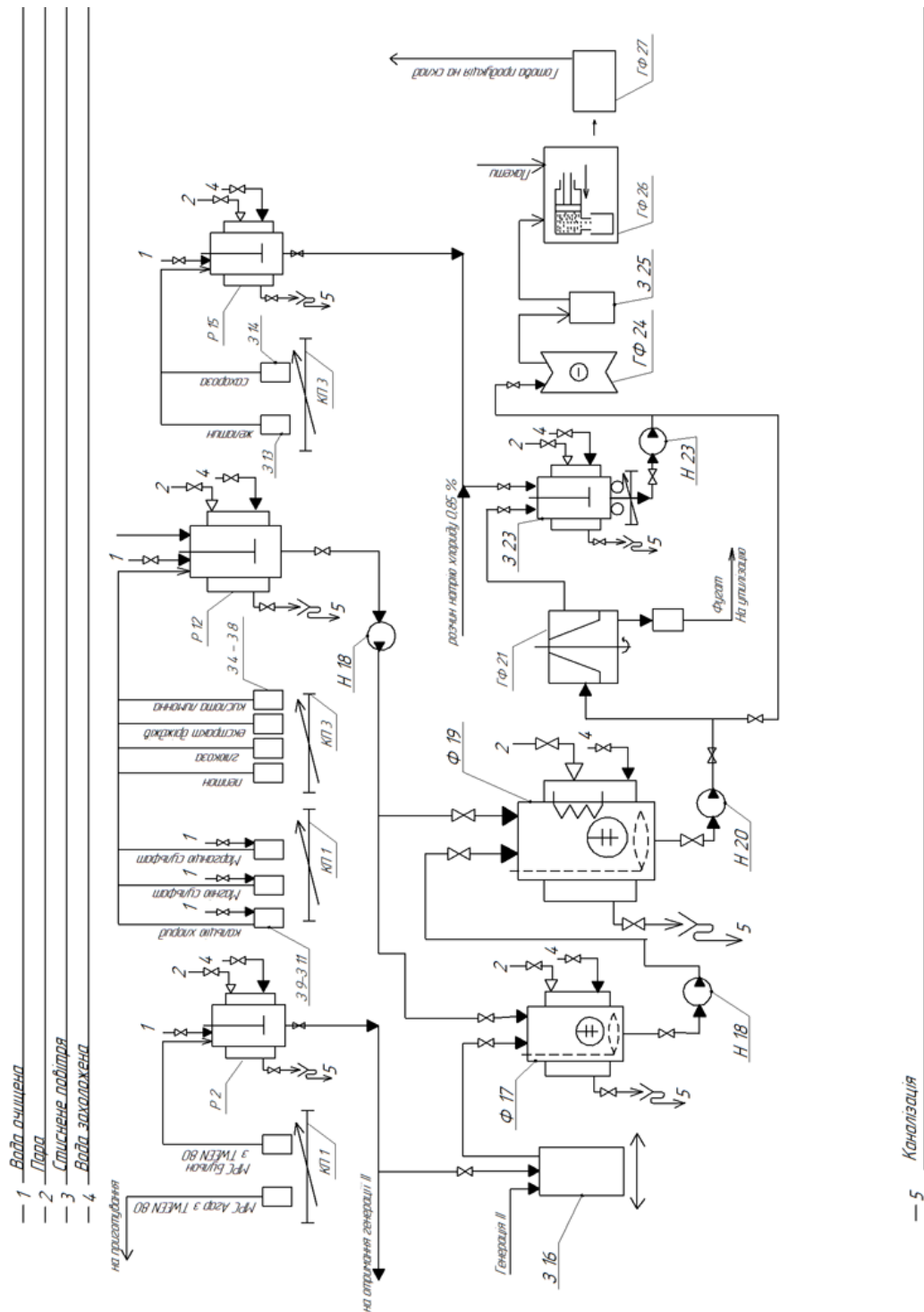


Рис. 3.3 – Апаратурна схема виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г.

Специфікація обладнання виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г представлена у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Специфікація обладнання ділянки з виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г.

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса, кг	Примітка (матеріал)
1	2	3	4	5	6
КП 1	марка EP 613	Ваги електронні. Мін. поділка: 0,001 г. Макс. наважка: 610 г. Клас точності: II. 3 вітрезахисним корпусом. Виробник: «Ohaus», США.	1	0,3	н/сталь AISI 316L (платформа)
P 2	P-15-ТВЕП/4-ХМ	Реактор для приготування середовища 1. Робочий об'єм 15 л. 3 підведенням вакууму та тиску. Макс. тиск до 4 МПа. Снабжений подвійною сорочкою, якірною мішалкою, тензOMETричним ваговимірювальним електронним пристроєм (ТВЕП) Виробник: фірма «Хіммікс», Україна	1	8	Н/сталь AISI 304 12X18H10T
КП 3	ВТД-ЛД-30	Ваги електронні. Снабжені РК-дисплеєм. Діапазон зважування 0,2-30 кг. Дискретність 10 г. Потужність 0,25 Вт. Розмір платформи, мм 335x230. Габаритні розміри, мм: 260x287x119. Виробник: фірма «Дніпровес», Україна.	1	3,3	чорна рифлена сталь (забарвлена)
3 4 – 3 11, 3 13, 3 14, 3 25	ЄЗ–Е–Х/ГОСТ 471-81	Ємність для зважування. Посуд емальований. ГОСТ 471-81 (2,5,10,20,40 л)	15	1-2	Сталь, емаль

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
Р 12	РУ2500 М	Реактор. Об'єм – 2500 л. Оснащений сорочкою, мішалкою, оглядовим люком, тензOMETричним пристроєм, пересувний. Площа поверхні теплообміну 3,9 м ² . Габаритні розміри: 1830×2020 мм. Виробник: «Patent Ltd», Угорщина	2	350	сталь AISI 316L
Р 15	РЗС–40– ТВЕП/4 –100– ХМ	Реактор для приготування захисного середовища. Робочий об'єм 40 л. З підведенням вакууму та тиску. Макс. тиск до 4 МПа. Робоча температура 0–100 °С. Снабжений подвійною сорочкою, якірною мішалкою, тензOMETричним ваговимірювальним електронним пристроєм (ТВЕП) Виробник: фірма «Хіммікс», Україна	1	8	Н/сталь AISI 304 12X18H10T
З 16	ЗБ–СГ– 15	Збірник. Бутель скляний об'ємом 15 л.	1	1,5	скло
Ф 17	ФА-200	Інокулятор. Робоча ємність без глухих кутів, об'єм, л 200. Співвідношення діаметра до висоти: 1 : 2,7. 2-шарова лопатева мішалка з прямими лезами, піногасна лопатка. Швидкість обертання, об/хв. 50–600. Оснащений системою тензOMETрії. Потужність двигуна, кВт: 2,2. Габаритні розміри, мм: діаметр 525, висота 1000. Виробник: фірма «SmartWayPlus», Україна.	1	250	н/сталь SUS316L (внутрішня поверхня), SUS304 (зовнішня оболонка)
Н 18, Н 20	ЦНСк 5- 120	Насос з подвійним торцевим ущільненням, відцентровий. Об'єм подачі, м ³ / год: 5. Напір, м: 120. Потужність ел. двигуна, кВт: 7,5. Габаритні розміри, мм: 1010x250x290. Виробник: ООО «Гідравлік-М», Україна	3	64	Збірний

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
Р 19	FJG 3000L	Ферментер. Вертикальний, співвідношення діаметра до висоти: 1 : 3. Об'єм загальний, л: 3000. Оснащений чотирирівневою мішалкою, мех. пристроєм для піногасіння, тепло ізолюючою та нагрівальною рубашкою. Охолодження змійовиком. Швидкість обертання, об/хв. 0–400. 3 приварені перегородки. Система тензометрії. Тиск, МПа 0,2 (всередині), 0,3 (в сорочці). Робоча температура, °С: від 4 до 50. Потужність двигуна, кВт: 4. Габаритні розміри, мм: діаметр 1300, висота 4300. Виробник: компанія «Ruian Global Machinery Co., Ltd.», Китай	1	1230	Н/сталь 316L (для частин, що контактують із продуктом), 304L (для інших)
ГФ 21	ALT-3/125E	Сепаратор. Продуктивність, л/год, 3 000. Потужність 5,5 кВт. Тиск на виході до 0,25 МПа. Швидкість 6500 об/хв. Місткість шламу 3,4 л. Кількість тарілок 125. Габаритні розміри, мм: 860x590x1445. Виробник: фірма «Alfa Laval».	1	3600	н/сталь CrNiMo (для частин, що контактують із продуктом)
З 23	ЗПО–П–50/67–ТВЕП–1.0к–ПВ	Збірник для промивання осаду. Пересувний. Ємність робоча 50 л, повна 67 л. Оснащена відкидною кришкою, знімною мішалкою. Швидкість обертів 0-1000 об/хв. Потужність 0,03 кВт. Оснащена тензометричним ваговимірювальним електронним пристроєм (ТВЕП). Габаритні розміри, мм: 752x500x21400. Виробник: «Промвіт», Україна	3	66	Н/сталь 316L (для частин, що контактують із продуктом), 304L (для інших)

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
ГФ 24	SP Scientific VirTis Ultra 50L	Сублімаційна сушарка. Кількість полиць: до 15, відстань: 150 мм, площа: 4,5 кв.м. Діапазон регулювання температури полки: від -55°C до + 65°C. Точність регулювання температури: ± 0,5°C. Об'єм конденсора ліофільної сушарки - 50 л, температура конденсора -85 °C. Габаритні розміри: 1750x2550x2150 мм. Виробник: фірма «Freeze Dryer», США.	1	909	Н/сталь 316L
ГФ 26	F100- FRB770I I	Фасувально-пакувальний напівавтомат. Діапазон зважування, г 1-100. Продуктивність 10-20 уп./хв. Потужність 0,8 кВт. Ширина запайки 10 см. Температурний діапазон запаювання, °C 0-300. Розмір упаковки, мм 10x400. Розмір конвеєра, мм: 840x153. Габаритні розміри, мм: дозатор 400x280x530, запайщик 840x380x320-550.. Виробник: компанія «Hualian Machinery Group», Китай	1	10+ 32	н/сталь AISI-306
ГФ 27	СП– 1700×70 0×800	Стіл для пакування. Габаритні розміри, мм: 1700x700x800.	2	50	н/сталь 13X19H8T

3.5 Критичні параметри виробництва

Таблиця 3.6 – Контроль критичних стадій і проміжної продукції виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г

Номер	Критичні точки (критичні стадії, операції)	Критичні параметри і критичні характеристики якості	Одиниця виміру	Критерій прийнятності
1	2	3	4	5
Стадія ДР 2. Підготовка сировини				
К 2.1.1	ДР 2.1 Прийом сировини	Вхідний контроль сировини	г, кг	Вся сировина за всіма показниками НТД
К 2.1.2	Стадія ДР 2. Вхідний контроль та розрахунки сировини.	Етапи приймання сировини і підтримання асептичних умов під час культивування мікроорганізмів <i>Lactobacillus sakei</i> , <i>Staphylococcus carnosus</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> .	°C %	не нижче 8 не менше 70-75
Стадія ДР 3. Приготування живильних середовищ.				
К 3.1.1- К 3.1.3	ДР 3.1. Приготування середовища 1.	Режим стерилізації, рН середовища 1, стерильність середовища 1	°C, хв	121 °C - 15 хв 6,4 (± 0,2) Стерильне
К 3.2.1- К 3.2.4	ДР 3.2. Приготування середовища 2	Вага середовища, Режим стерилізації, рН середовища 2, стерильність середовища 2	°C, хв	6,0 121 °C - 15 хв 6,4 (± 0,2) Стерильне
К 3.3.1	ДР 3.3. Приготування середовища 3	Вага компонентів: Пептону Глюкози екстракту дріжджів кислоти лимонної кальцію хлориду магнію сульфату марганцю сульфату натрію хлориду	кг	21,16 кг 17,44 кг 8,72 кг 3,88 кг 0,349 кг 0,349 кг 87 г 8,720 кг

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5
К 3.3.2		Режим приготування: Температура Тривалість перемішування Вага середовища	°C хв кг	35±5 25-35 1744
К 3.3.3- К 3.3.5		рН середовища 3, режим стерилізації, стерильність середовища 3		6,4 (± 0,2) 121 °C - 15 хв Стерильне
К 3.4.1- К 3.4.3		Режим приготування: Температура Тривалість режим стерилізації, стерильність середовища	°C хв кг	50±3 40±5 121 °C - 15 хв Стерильне
Стадія ТП 4. Отримання виробничої культури.				
К 4.1.1 К 4.1.2	ТП 4.1. Отримання I генерації посівного матеріалу	Контролюють - колоніальну морфологію, - морфологію клітин, - ферментативні властивості, - життєздатність - чистота культури	КУО/мл	Відповідає Відповідає продукування H ₂ O ₂ , каталазна активність не менше 10 ⁸ відсутність сторонніх м/о
К 4.2.1 К 4.2.3	ТП 4.2. Отримання II генерації посівного матеріалу.	Кількість середовища Режим культивування Кількість II генерації Контролюють оптичну густина (600 нм), рН, колір, запах, піноутворення кількість життєздатних клітин	мл °C, год мл нм КУО/мл	358 32±1, 12-14 320 відповідає 6,4 (± 0,2) відповідає не менше 10 ⁸
К 4.3.1- К 4.3.3	ТП 4.3. Отримання III генерації посівного матеріалу.	Кількість середовища та посівного матеріалу Режим культивування Кількість III генерації Контролюють оптичну густина (600 нм), рН, колір, запах, піноутворення кількість життєздатних	кг кг °C, год кг нм КУО/мл	5,65 0,32 32±1, 12-14 5,4 відповідає 6,4 (± 0,2) відповідає не менше 10 ⁸

1	2	3	4	5
		клітин		
К 4.4.1	ТП 4.4.	Кількість середовища та	кг	94,0
К 4.4.2	Отримання IV	посівного матеріалу	кг	5,4
К 4.4.3	генерації	Режим культивування	°C, год	32±1, 12-14
	посівного	Кількість III генерації	кг	90,0
	матеріалу.	Контролюють		
		оптичну густина (600 нм),	нм	відповідає
		pH,		6,5-6,6
		колір, запах, піноутворення		відповідає
		кількість життєздатних	КУО/мл	не менше 10 ⁸
		клітин		
Стадія ТП 5. Культивування.				
К 4.1.1	ТП 5.	Кількість середовища та	кг	1650
К 4.1.6	Культивуванн	посівного матеріалу	кг	90
	я	Режим культивування	°C, год	32±1, 12
		Кількість III генерації	кг	90,0
		Контролюють		
		оптичну густина (600 нм),	нм	відповідає
		pH,		6,5-6,6
		кількість життєздатних		відповідає
		клітин	КУО/мл	не менше 10 ⁸
		чистота культури		відсутність
				сторонніх м/о
		споживання глюкози,		відповідає
		накопичення кислот		відповідає
		(оцтової, молочної)		
Стадія ТП 6. Відділення біомаси.				
К 6.1.1	ТП 6.1.	Кількість обертів	Об/хв	6500
К 6.1.2	Відділення	сепаратору		
	біомаси від	Вага біомаси	кг	11, 75
	культуральної			
	рідини.			
К 6.2.1	ТП 6.2.	Температура	°C	7±3
К 6.2.2	Промивання	Тривалість	хв	15-20 (2 рази)
	осаду.	Вага розчину натрію	кг	23,5
		хлориду		
		Якість біомаси:		
		життєздатність	КУО/г	не менше 10 ⁹
		вологість	%	Не більше 70–75%

1	2	3	4	5
		консистенція чистота (мікроскопія) рН		паста або осад відсутність сторонніх м/о 6,5-6.6
Стадія ТП 7. Висушування.				
К 7.1.1	ТП 7.1. Підготовка до висушування.	Життєздатність м/о, зовнішній вигляд маса	 кг	не знижується в'язка однорідна суміш без стороннього запаху 35,25
К 7.2.1 К 7.2.2 К 7.2.3	ТП 7.2. Висушування.	Режим сушки: І етап ІІ етап ІІІ етап Загальна тривалість Вага сухої маси Вологість	°С, хв МПа °С год МПа °С год год кг %	(-40), 1-2 0,01–0,05 –15±5 18±2 1*10 ⁻⁶ 25±5 4-8 24±3 9,4 не більше 3
Стадія ПМВ 8. Фасування та пакування готового продукту				
К 8.1.1 К 8.1.2	ПМВ 8. Фасування та пакування готового продукту	Маса наповнення Якість маркування та упаковки	г	25±0,2 інформація чітка, стійка до стирання, містить правильну інформацію згідно з НД
К 8.1.3	Те ж	Готовий продукт: Закваска прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів «MeatCrafter» у пакетах по 25 г		Відповідність всім показникам якості за НД

3.6 Екологічні аспекти виробництва

В сучасних умовах для будь-якого підприємства, особливо харчової промисловості, питання екологічної безпеки та збереження навколишнього середовища є пріоритетними. Виробництво ферментованих м'ясних продуктів з використанням заквасок прямого внесення має враховувати вплив на екологію на всіх етапах технологічного циклу[25] .

Основні екологічні аспекти включають:

- **Утилізація відходів виробництва:** залишки сировини, харчові відходи та побічні продукти повинні перероблятися або утилізуватися відповідно до екологічних норм для зменшення забруднення;
- **Енергоспоживання:** впровадження енергоефективних технологій та обладнання для зменшення споживання електроенергії та теплової енергії;
- **Викиди у повітря:** контроль за викидами газів, парів і запахів, що можуть негативно впливати на довкілля та здоров'я персоналу;
- **Водокористування та очистка стічних вод:** застосування сучасних систем очищення та повторного використання води, що забезпечує зниження забруднення водних ресурсів;
- **Використання безпечних матеріалів:** застосування безпечних упаковок та технологічних добавок, що не шкодять довкіллю.

Впровадження екологічно відповідальних практик сприяє не лише збереженню природи, але й підвищує репутацію підприємства, відповідає міжнародним стандартам якості і безпеки харчової продукції [27].

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Кваліфікаційна робота присвячена розробці технологічного процесу виробництва закваски прямого внесення для ферментованих м'ясних продуктів. У результаті виконано наступне:

1. Проаналізовано науково-технічну літературу щодо складу, властивостей та методів виробництва заквасок, що дало змогу визначити ключові аспекти для м'ясної промисловості. Виявлено основні тенденції та перспективи розвитку технологій ферментації і застосування біотехнологічних методів у м'ясопереробній промисловості.
2. З'ясовано сучасні вимоги до штамів мікроорганізмів для заквасок у виробництві ферментованих м'ясних продуктів. Вибрано перспективні штами мікроорганізмів (*Lactobacillus sakei*, *Pediococcus pentosaceus* та *Staphylococcus carnosus*) з урахуванням їх біологічних властивостей.
3. Проаналізовано характеристики готового продукту, сировини, матеріалів та біологічних агентів, що забезпечують якість і безпеку продукції. Обґрунтовано біотехнологічні умови культивування, що забезпечують високу життєздатність і активність вибраних штамів.
4. Розглянуто принципи організації виробничого процесу, зроблено вибір обладнання та розрахунки матеріального балансу.
5. Розроблено технологічну та біологічну схеми виробництва закваски.
6. Описано технологічний процес виробництва закваски, включаючи використання сублімаційної сушарки для висушування біомаси.
7. Запропоновано апаратурну схему, яка оптимізує виробничий процес і забезпечує ефективність.
8. Практичне значення результатів роботи включає підвищення якості, безпеки та конкурентоспроможності м'ясопродуктів, доводить можливість впровадження розробки на вітчизняних підприємствах м'ясопереробної та біотехнологічної промисловості.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Alp D., KuleaŞan H. Determination of competition and adhesion abilities of lactic acid bacteria against gut pathogens in a whole-tissue model. Biosci Microbiota Food Health. 2020. Vol. 39(4). P. 250–258. DOI: 10.12938/bmfh.2020-033.
2. Competition between Starter Cultures and Wild Microbial Population in Sausage Fermentation: A Case Study Regarding a Typical Italian Salami (Ventricina) / C. Montanari et al. Foods. 2021. Vol. 10. P. 2138. DOI: 10.3390/foods10092138.
3. Competitive Exclusion Is a Major Bioprotective Mechanism of Lactobacilli against Fungal Spoilage in Fermented Milk Products / S. Siedler et al. Appl. Environ. Microbiol. 2020. Vol. 86(7). P. e02312-19. DOI: 10.1128/AEM.02312-19.
4. Effect of fermentation by *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus carnosus* on the metabolite profile of sausages / Y. Zhao et al. Food research international (Ottawa, Ont.). 2022. Vol. 162(Pt B). P. 112096. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.112096.
5. Effects of Six Different Starter Cultures on Mutagenicity and Biogenic Amine Concentrations in Fermented Sausages Treated with Vitamins C and E / H. S. Kim et al. Food Sci Anim. Resour. 2019. Vol. 39(6). P. 877–887. DOI: 10.5851/kosfa.2019.e66.
6. Evaluation of the potential of protective cultures to extend the microbial shelf-life of chilled lamb meat / M. M. Xu et al. Meat science. 2021. Vol. 181. P. 108613. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108613.
7. Fermented Foods, Health and the Gut Microbiome / N. K. Leeuwendaal et al. Nutrients. 2022. Vol. 14(7). P. 1527. DOI: 10.3390/nu14071527.
8. García-Díez J., Saraiva C. Use of Starter Cultures in Foods from Animal Origin to Improve Their Safety. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2021. Vol. 18. P. 2544. DOI: 10.3390/ijerph18052544.

					162.01.21.00 000 ІІЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

9. GranuCult® prime MRS agar (de MAN, ROGOSA and SHARPE). URL: <https://www.sigmaaldrich.com/NL/en/product/mm/110660#product-documentation> (Date of access: 15.04.2025).
10. Lactiplantibacillus_plantarum. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lactiplantibacillus_plantarum (Date of access: 15.04.2025).
11. Laranjo M. E., Miguel F. M. The Use of Starter Cultures in Traditional Meat Products. Journal of Food Quality. 2017. DOI: 10.1155/2017/9546026.
12. Man, Rogosa and Sharpe (MRS) – Broth of. URL: [https://www.grosseron.com/man-rogosa-et-sharpe-\(mrs\)-bouillon-de_51-385-1-851-1-2379.html](https://www.grosseron.com/man-rogosa-et-sharpe-(mrs)-bouillon-de_51-385-1-851-1-2379.html) (Date of access: 15.04.2025).
13. Metabolism Characteristics of Lactic Acid Bacteria and the Expanding Applications in Food Industry / Y. Wang et al. Frontiers in bioengineering and biotechnology. 2021. Vol. 9. P. 612285. DOI: 10.3389/fbioe.2021.612285.
14. MRS АГАР З TWEEN 80 MPC, бульйон з TWEEN® 80 401 728 від Biolife Italiana S.r.l. CIMECTA БААЛ. URL: <https://simesta.com/products/mrs-agar-z-tween-80-mrs-buljon-z-tween-80-401-728> (дата звернення: 15.04.2025).
15. Śliżewska K., Chlebicz-Wójcik A. Growth Kinetics of Probiotic Lactobacillus Strains in the Alternative, Cost-Efficient Semi-Solid Fermentation Medium. Biology (Basel). 2020. Vol. 9(12). P. 423. DOI: 10.3390/biology9120423.
16. Tolulope J. A. Safety and quality of bacterially fermented functional foods and beverages: a mini review. Food Quality and Safety. 2020. Vol. 4(3). P. 123–127. DOI: 10.1093/fqsafe/fyaa003.
17. Бактерії роду Lactobacillus: біологічні та лікувальні властивості / І. М. Волошина та ін. Мікробіологічний журнал. 2019. Т. 81, № 6. С. 107–122. DOI: 10.15407/microbiolj81.06.131.
18. Буценко Л. М., Пенчук Ю. М., Пирог Т. П. Технології мікробного синтезу лікарських засобів : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2009. 177 с.

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

19. Гуменюк О. Л. Технологія харчових виробництв. Переробка м'яса. Переробка овочів і фруктів. Виробництво вина : тексти лекцій для студентів спец. 181 «Харчові технології». Чернігів : ЧНТУ, 2018. Ч. 2. 111 с.
20. Даниленко С. Г. Наукове обґрунтування розробки біотехнології інноваційних препаратів для поліпшення споживчих якостей м'ясних продуктів : дис. ... д-ра технічних наук за спец. 03.00.20 – біотехнологія. Київ, 2018. 525 с.
21. Даниленко С. Г., Кігель Н. Ф., Бурцева Г. В. Добір мікроорганізмів для ферментації м'ясної сировини. *Biotechnologia Acta*. 2014. Vol. 7(4). Р. 107–117. DOI: 10.15407/biotech7.04.107.
22. Державна Фармакопея України. Доповнення 2 / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2–ге вид. Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2018. 336 с.
23. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : Наказ МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=27272 (дата звернення: 10.09.2024).
24. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій в харчовому ланцюзі (ISO 22000:2018, IDT). На заміну ДСТУ ISO 22000:2007 ; чинний від 2019-10-31. Київ : УкрНДНЦ, 2019. 39 с.
25. ДСТУ ГОСТ 2.612:2014. Єдина система конструкторської документації. Електронний формуляр. Загальні вимоги. (ГОСТ 2.612-2011, IDT). Офіц. вид. Вперше ; чинний від 2014-11-01. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 47 с.
26. Крижак Л., Семко Т., Іваніщева О. Дослідження особливостей використання штамів пробіотиків у технології виробництва ферментованих м'ясних продуктів. Науковий вісник Таврійського державного

					162.01.21.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

агротехнологічного університету. 2023. № 13(1). С. 1–10. DOI: 10.31388/sbtsatu.v13i1.370.

27. Лікарські засоби. Належна виробнича практика : Настанова СТ–Н МОЗУ 42-4.0:2020 / розроб.: ДНУ «НТК «Інститут монокристалів» НАН України». Вид. офіц. Київ : МОЗ України, 2020. 356 с.

28. Лікарські засоби. Належна виробнича практика. Дод. 1. Виробництво стерильних лікарських засобів : Настанова СТ–Н МОЗУ 42-4.0/1:2023 / розроб.: ДНУ «НТК «Інститут монокристалів» НАН України». Вид. офіц. Київ : МОЗ України, 2023. 89 с.

29. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів вищої освіти спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» ОП «Біотехнологія» / О. С. Калюжная та ін. Харків : НФаУ, 2024. 128 с.

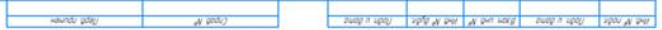
30. Мостенська Т. Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів. Інтелект XXI. 2015. № 3. С. 93–99.

31. Про виробництво. ЕКОКОМ. URL: https://www.ekokom.com/services/pro-vyrobnictvo?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 28.03.2025).

32. Сидоров І. Ю., Влязло Р. І., Новіков В. П. Процеси і апарати мікробіологічних виробництв : підручник. Харків : ХНФаМ, 2020. 256 с.

33. Степанов Е. Г. Аспекти створення заквасок для забезпечення безпечності та якості ферментованих м'ясних продуктів. Актуальні питання створення нових лікарських засобів : матеріали XXXI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студентів, м. Харків, 23-25 квіт. 2025 р. Харків : НФаУ, 2025. С. 191–192.

ДОДАТКИ

[illegible]

Эле	Полоса	Полосы	Наименования	Кл-ль	Примеч.
1			Ковры сумери	1	
2			Двер ковра	1	
3			Дверные ковр	1	
4			Палы	1	
5			Ковры сумери	1	
6			Палы урбани	1	
7			Ковры сумар	1	
8			Двер ковра	1	
9			Элемент ковра	1	

[illegible]

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ
НОВИХ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ**

МАТЕРІАЛИ
XXXI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ

23–25 квітня 2025 року
м. Харків

Харків
НФаУ
2025

Антропометричні вимірювання, а також аналіз біоелектричного опору (BIA) призначені для надання доцільних, хоча і грубих, вимірювань складу тіла; однак ПДВ є лише непрямим показником при використанні цих підходів.

Тільки КТ і МРТ можуть забезпечити прямі вимірювання площі поперечного перерізу або об'ємні показники ПДВ.

Також можна виміряти товщину вісцерального жиру між передньою черевною стінкою та аортою. Це є безпечним і доступним методом. Він залежить від досвіду лікаря, але менш точний за КТ/МРТ.

Орієнтовно визначати вісцеральний жир можна за індексами та антропометричними показниками. Наприклад, можна застосовувати окружність талії. Якщо її величина більше 94 см у чоловіків та більше 80 см у жінок, то це свідчить про підвищений ризик наявності вісцерального жиру.

У деяких людей із ожирінням вивільнення жирної кислоти з тригліцеридів вісцеральної жирової тканини є значним і може бути важливим фактором розвитку резистентності печінки до інсуліну. Проте надмірне вивільнення жирної кислоти з вісцерального жиру навряд чи є основним фактором у патогенезі резистентності до інсуліну в скелетних м'язах, оскільки воно становить дуже малий відсоток від загальної кількості ВЖК, що доставляються до м'язових тканин.

Висновки. Необхідні додаткові дослідження, щоб визначити взаємозв'язок між доставкою ВЖК до печінки та печінковою чутливістю до інсуліну, наслідками метаболізму вісцерального жиру під час постпрандіальних умов, факторами, відповідальними за міжсуб'єктну варіабельність внеску вісцерального жиру в загальну кількість ВЖК, що доставляються в печінку, впливом білків і цитокінів, що виділяються вісцеральним і підшкірним жиром, на чутливість печінки та м'язів до інсуліну та взаємозв'язок між вісцеральним і ектопічним розподілом жиру в печінці та м'язових клітинах, що також може впливати на дію інсуліну.

АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ЗАКВАСОК ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ФЕРМЕНТОВАНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Степанов Е.Г.

Науковий керівник: Двінських Н.В.

Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна

begunova1203@gmail.com

Вступ. Одним із перспективних напрямів розвитку виробництва м'ясних продуктів є випуск ферментованих або ензиматично оброблених виробів. Для їх отримання використовують бактеріальні препарати, які дають змогу контролювати перебіг біохімічних перетворень м'ясної сировини і збалансувати співвідношення у продукті вітамінів, протеїнів та незамінних амінокислот, підвищуючи тим самим біологічну цінність та санітарно-епідеміологічну безпеку готової продукції. Сутність впливу ферментації на сировину пов'язана з рядом факторів, по-перше, з утворенням заквасочними культурами протимікробних речовин, таких як бактеріюцини та молочна кислота. Утворення молочної кислоти спричиняє зниження рН м'яса, а кисле середовище несприятливе для росту патогенних мікроорганізмів, таких як *Salmonella* та *E. coli*, а також гнильних, це запобігає

псування, тобто процес ферментації дозволяє продовжити термін зберігання продукту. По-друге, деякі ферментовані м'ясні продукти містять корисні бактерії, які потрапляють зі стартових культур та можуть сприяти здоров'ю кишківника та зміцненню імунної системи. По-третє, ферментація може допомогти в покращенні органолептичних (смакових та ароматичних) якостей м'яса, через зміну стану білків, вуглеводів та жирів під впливом ферментів заквасочних культур. А також ферментовані продукти легше засвоюються організмом завдяки розкладанню білків і жирів на простіші компоненти під час процесу ферментації.

Отже, ферментація м'яса – це ефективний метод, який покращує як безпеку, так і якість продукту, отже використання заквасок в технологічному процесі є доцільним, а їх виробництво – актуальним.

Мета дослідження. Аналіз чинників вибору складу заквасок для отримання ферментованих м'ясних продуктів.

Матеріали та методи. Здійснено систематизацію та класифікацію наявних даних з наукової літератури щодо заквасочних культур, які застосовують для ферментації м'ясної сировини. Для узагальнення отриманої інформації та формулювання висновків застосовано абстрактно-логічний метод.

Результати дослідження. Розробка складу бактеріальних препаратів для ферментації м'яса є складним і тривалим процесом, який потребує новітніх підходів. Мікроорганізми для заквасок вилучають із різних природних джерел – свіжої м'ясної сировини, фаршу, м'ясних, молочних, кисломолочних продуктів, овочів, фруктів, розсолів та сумішей для посолу. Ці штами проходять перевірку та випробування на придатність, непатогенність та нетоксичність. Відібрані штами піддають селекції у бажаному напрямі, застосовуючи як традиційні, так і сучасні генетичні методи. Технологічно перспективні штами становлять основу бактеріальних препаратів для безпосередньої ферментації м'ясної сировини. Бактеріальні композиції можуть бути одно- і багатокомпонентними. Останні можуть містити кілька штамів одного виду або комплекс різних мікроорганізмів, зокрема таких родів, як *Pediococcus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, а також родин *Lactobacillaceae*, *Streptococcaceae*. Хоча чітко визначених правил для вибору культур не існує, для створення ефективних бактеріальних композицій користуються певними критеріями. Загальним є те, що культури мають бути непатогенними, нетоксикогенними і технологічними. Позитивною ознакою вважають нездатність культур утворювати небезпечні аміни (гістамін, тирамін, кадаверін, путресцин) та сірководень. Молочнокислі бактерії не повинні утворювати пероксид водню, газ, а також оцтову кислоту. Добирають мікроорганізми, які мають певні технологічні і біологічні властивості, такі як ступінь кислотоутворення, ріст у широкому діапазоні температур (від 0 °C до 30 °C), стійкість до високих осмотичних концентрацій, нітритредукувальна, каталазна, протеолітична, ароматоутворювальна властивості, а також антагоністична активність щодо санітарно-показової мікрофлори, яка присутня у м'ясній сировині (*Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus* spp.), безпечність культур, яку оцінюють на відсутність патогенності, токсичності та вірулентності, популяційна стабільність бактерій.

Висновки. Ферментація м'ясної сировини за допомогою заквасочних культур підвищує безпечність, біологічну цінність і органолептичні властивості продукції. Добір мікроорганізмів базується на їхній сумісності, непатогенності, технологічній ефективності й антагоністичній активності щодо патогенів.