

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки,  
молоді та спорту України  
29 березня 2012 року №384

Форма № Н-9.02

**Львівський національний університет ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С.З. Ґжицького**

Факультет харчових технологій та біотехнологій

(повна назва факультету)

Кафедра біотехнологій та радіології

(повна назва кафедри)

# ДИПЛОМНА РОБОТА

за ОС «Магістр»

на тему: **“Оптимізація окремих ланок технології біостабілізації  
(консервування) соковитих кормів”**

Виконала: студентка 2\_\_ курсу, групи \_\_1\_\_  
спеціальності

162 «Біотехнологія та біоінженерія»

**Тюрін Георгій Олександрович**

(прізвище та ініціали)

Керівник **професор Музика В.П.**

(прізвище та ініціали)

Рецензент **доц. Періг Д.П.**

(прізвище та ініціали)

Робота заслухана на засіданні кафедри біотехнологій та радіології і  
рекомендована до захисту в ДІК, протокол № \_\_від\_\_ грудня 2023 р.

Завідувач кафедри біотехнологій та радіології,  
професор, доктор с.-г. наук

Василь БУЦЯК

Львів – 2023

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Стан і перспективи використання технології консервування зелених кормів	10
1.1.1. Поживна цінність консервованого корму залежно від стимуляторів та інгібіторів ферментації	18
1.2. Закладка силосних буртів	22
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1. Дослідження якісних показників силосу на виробництві за Міхінім	24
2.2. Матеріал і методи	28
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
3.1. Основні ланки технології заготівлі силосу та поживна якість одержаного силосу	31
3.1.1. Технологічні аспекти щодо використання бактеріальних заквасок для консервування кормів	37
3.1.2. Поживна якість досліджуваних зразків силосу	42
3.1.3. Вплив згодованого силосу на рубцевий метаболізм піддослідних тварин	48
3.2. Застосування силосної закваски на основі пробіотичного препарату БСП-Л в процесі консервування зернобобових культур	50
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54
ДОДАТКИ	60

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БЕР – безазотисті екстрактивні речовини;

ВРХ – велика рогата худоба;

КНМК – концентрат низькомолекулярних кислот;

ЛЖК – леткі жирні кислоти;

МДж – мега джоуль;

МО – міжнародні одиниці;

pH – реакція середовища;

СР – суха речовина.

## АНОТАЦІЯ

Робота написана на 63 сторінках комп'ютерного тексту. Складається із вступу, трьох розділів (огляду літератури, умов та методики проведення досліджень, результатів досліджень), висновків та пропозицій, списку використаної літератури та додатків. Містить 25 рисунків, 12 таблиць, 52 джерела використаної літератури.

**Ключові слова:** консервування кормів, технологія виробництва силосу, біотрансформація, анаеробні та аеробні популяції мікроорганізмів, бактеріальний препарат БПС-Л, штами *Lactobacillus plantarum* L5 і *Bacillus subtilis* В3, біотичні та абіотичні фактори, блок-схеми.

Інтенсифікація сучасного тваринництва, збільшення кількості та підвищення продуктивності худоби передбачає забезпечення тварин якісними консервованими кормами, зокрема силосом. Неякісний чи зіпсований силос не лише гірше поїдається тваринами, але й містить небезпечні токсичні продукти обміну дріжджів і пліснявих грибів, що негативно позначається на продуктивності тварин та може викликати у них розвиток ацидозу, кормові отруєння та токсикоінфекції.

Особливе значення для консервування кормів має вологість рослинної сировини, необхідний оптимум якої становить 65-74%. Разом з тим, при силосуванні зеленої маси з підвищеною вологістю без використання консервантів важко досягти активної ферментації та зменшити втрати поживних речовин у силосі, які можуть становити до 25% сухої речовини. Застосування ефективних, екологічно безпечних біологічних заквасок для консервування зелених кормів, дає змогу зменшити втрати поживних речовин в процесі силосування та отримати якісний, поживний силос.

**Об'єкт дослідження:** субстрати для силосування, анаеробні та аеробні популяції аборигенних мікроорганізмів, які беруть участь в процесі силосування

**Предмет дослідження:** вивчення технологічних особливостей біостабілізації (консервування) соковитих кормів та оптимізація окремих ланок силосування.

**Мета роботи:** обґрунтувати можливість оптимізувати технологічний процес силосування трикомпонентних злаково-бобових сумішей.

**Для досягнення поставленої мети вирішувались такі завдання:**

- проаналізувати класичні та сучасні технології консервування соковитих кормів;
- описати основні ланки технологічного процесу силосування соковитих кормів та дослідити якісних показників силосу у виробничих умовах;
- дослідити технологічні аспекти щодо використання бактеріальних заквасок для консервування кормів;
- ознайомитись з технологічним процесом культивування молочнокислих бактерій;
- дослідити вплив згодованого силосу на рубцевий метаболізм піддослідних тварин;
- визначити ефективність застосування та оптимальну дозу препарату пробіотичної дії БПС-Л для силосування зеленої маси злаково-бобових трав підвищеної вологості;
- вивчити вплив мікроорганізмів *Lactobacillus plantarum* L5 і *Bacillus subtilis* B3 на поживну цінність та якість силосу.

**Актуальність теми.** Дипломна робота на тему: “Оптимізація окремих ланок технології біостабілізації (консервування) соковитих кормів” є актуальною в плані розробки технологічних рішень щодо постійного впродовж року і більше забезпечення тваринницької галузі високоякісними та екологічно безпечними кормами. За допомогою консервування кормів, які можуть зберігатися роками, можна вирішити будь-яку форс-мажорну обставину нестачі кормів як на регіональному, так й глобальному масштабах.

Тому, сьогодні, особливо актуально є удосконалення класичних технологій біостабілізації (консервування) соковитих кормів. Одним із перспективних напрямків щодо удосконалення силосування соковитих кормів є використання мікробних силосних заквасок у технологічному процесі консервування.

Особлива увага, на даний час, приділяється мікробним силосним закваскам розроблених на основі популяцій пробіотичних молочнокислих штамів бактерій. Вони, не тільки забезпечать підвищення якісних характеристик кінцевого продукту (силосу), а також, в процесі живлення, проявляють сприятливий вплив на організм сільськогосподарських тварин та птиці.

**Практична цінність роботи.** Враховуючи якісні показники одержаного консервованого корму, а також економічну доцільність, нами рекомендовано використовувати бактеріальну закваску, створену на основі пробіотичних штамів молочнокислих бактерій у дозі 15 млн живих клітин на 1 кг готового силосу.

**Науковий внесок роботи.** Додатково внесена силосна бактеріальна закваска пробіотичних штамів мікроорганізмів в технологічний процес консервування трикомпонентної злаково-бобової суміші сприятливо впливає на вміст та співвідношення летких жирних кислот у зразках силосу. Так, вміст ацетатної кислоти на 160 добу консервування кормів порівняно до 140 доби

зріс на 0,21%, молочна кислота знизилась на 0,19% та відсутністю масляної кислоти. Відсутність у консервованому кормі масляної кислоти також свідчить про високі якісні показники силосного продукту.

pH консервованої біомаси із використанням біологічної силосної закваски за період дослідження (140 та 160 доба) був на рівні 4,2, що відповідав регламентним нормам технологічного процесу силосування.

## ВСТУП

В сучасних умовах, для сталого розвитку тваринницької галузі постійно, впродовж року, особливо взимку, потрібно забезпечувати повноцінне, збалансоване живлення тварин. Такі умови живлення тварин може забезпечити використання консервованих кормів – силосу. Для одержання високоякісного силосу необхідно дотримуватися технологічних вимог до даного процесу [1].

Біостабілізація або консервування – це процес за якого субстрат із рослинної біомаси зберігається у спеціальних спорудах у вологому стані впродовж тривалого часу. Силосування зеленої маси кормових рослин у природних умовах зводиться до стабілізації (консервування) субстрату за допомогою аборигенної мікрофлори, яка характерна та присутня на біомасі рослин. У цьому процесі беруть участь різні популяції мікроорганізмів, як аеробні, так й анаеробні. Сам процес за біохімічними та мікробіологічними зміни, можна розділити на три фази [3]:

- початкова (аеробна): Оксиген, що фіксується рослинними клітинами, використовується для ферментативних реакцій у дихальному ланцюзі, в цій фазі активно використовується кисень, створюючи в закритому середовищі анаеробні умови;

- анаеробна: відбувається біотрансформуються під дією ферментних комплексів природних мікробних груп, здебільшого молочнокислих мікроорганізмів, з утворенням кінцевого продукту - молочної кислоти, переважає молочнокисле бродіння;

- стійкий анаеробний процес із досягненням рН біомаси в межах 4,0-4,2, що включає консервацію та подальше зберігання рослинного матеріалу [3].

Найкраще консервується рослинна біомаса, яка містить в своєму складі від 25 до 30% легко доступних розчинних вуглеводів, в основному гексоз та пентоз. У процесі молочнокислого бродіння водорозчинних вуглеводів в силосній біомасі нагромаджується леткі жирні кислоти – масляна та ацетатна. У



якісному силосі співвідношення між цими двома кислотами є на рівні 2-3 до 1 масових часток.

В якісному силосі повинні зберігатися майже всі поживні компоненти зеленої маси субстрату (кількість протеїну, жиру, БЕР, золи, каротину і клітковини) за винятком вуглеводів, які зменшуються в процесі ферментації на 60-90% перетворюючись на органічні кислоти, переважно на молочну.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Стан і перспективи використання технології консервування зелених кормів

Інтенсифікація тваринницької галузі вимагає розробку нових та вдосконалення вже існуючих технологій постійного (цілорічного) забезпечення тварин високоякісними за поживністю кормами. Саме такі корма (силос), особливо у зимовий період, можна одержати за рахунок консервування зеленої маси сільськогосподарських культурних рослин.

Вони повністю забезпечують організм тварин усіма необхідними елементами живлення [4]. Силос за кормовою поживністю наближається до зелених кормів за перетравним протеїном, БЕР, клітковиною, вітамінним та амінокислотним складом (рис. 1.1)

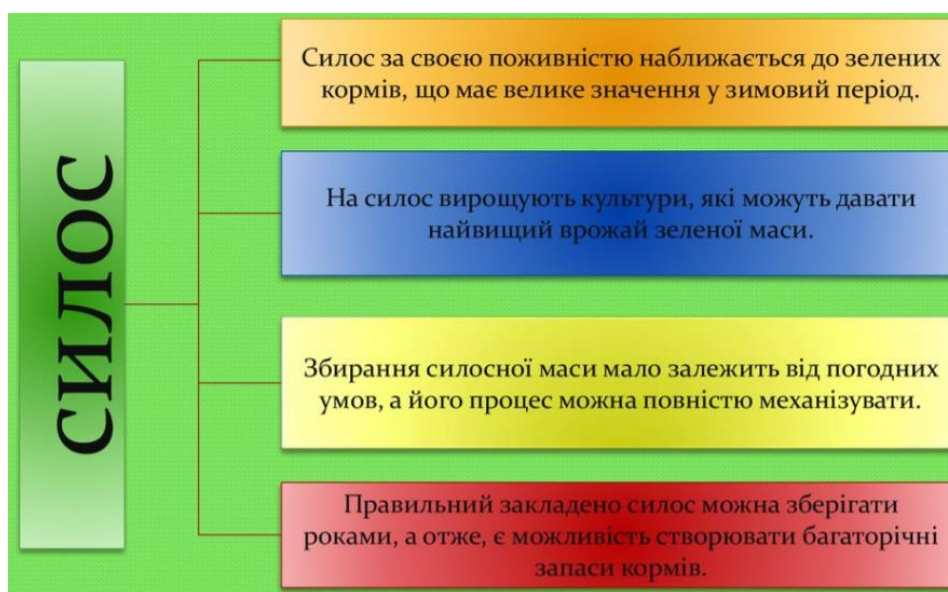


Рис.1.1. Загальна характеристика консервованих кормів

Крім вище наведених характеристик силосу, у процесі консервування одержуємо корми, які володіють певними корисними властивостями порівняно із зеленою масою рослин до консервації (рис.1.2).

- Різні шкідливі, антипоживні речовини (глікози, гірчичні масла та ін), що містяться в кормових культурах, в процесі силосування значно (на 75-80%) руйнуються
- Силосування мало залежить від погодних умов; всі процеси можна механізувати
- Силос можна заготовляти про запас на 2-3 роки і зберігати майже без втрат. Згодовувати його можна протягом усього року (у т. ч. і влітку)
- Порівняно з висушуванням на сіно втрати протеїну знижуються в 2-3 рази, а каротин при силосуванні зберігається практично повністю.
- При заготівлі силосу сховища використовуються ефективніше, ніж для сухого корму: 1 м<sup>3</sup> сіна, маючи масу близько 70 кг, містить приблизно 60 кг сухої речовини; 1 м<sup>3</sup> силосу важить близько 700 кг і містить не менше 150 кг сухої речовини.

Рис.1.2. Корисні властивості готового законсервованого корму

Для приготування якісного, поживного силосу, щоб відповідав критеріям наведених на рис.1.2, необхідно дотримуватися технологічних параметрів, а саме наступних факторів в процесі консервування [5]:

- склад вихідної сировини;
- вологість субстрату (зеленої маси) для консервування;
- ступеня подрібнення субстрату;
- типу силосної споруди;
- швидкості закладання;
- якості трамбування;
- створення анаеробних умов ферментації.

Однак, необхідно також враховувати особливості зеленої маси культурних рослин, які піддаються ферментації. Важливою умовою для природного консервування має бути достатній вміст легкокорозчинних вуглеводів (гексоз, пентоз тощо) у силосованій біомасі. За вмістом легкокорозчинних вуглеводів сільськогосподарські рослини та здатністю до силосування рослини поділяють на три групи[6, 7]:

- рослини, що швидко силосуються;
- рослини, що повільно силосуються;

- рослини, що практично не силосуються (рис. 1.3).





Рис. 1.3. Здатність рослин до силосування

Рослини, які важко силосуються – це в основному бобові і, такі в рослинному соці яких знаходиться мізерна кількість водорозчинних вуглеводів. Однак, цей клас рослин у своєму складі має достатньо високий вміст протеїнових компонентів, а тому для господарників важливо їх також консервувати для збагачення силосної біомаси перетравним протеїном.

Таблиця 1.1

Найбільш поширені консерванти зеленої маси на силос

Консервант	Групи рослин		
	легко силосуються	важко силосуються	не силосуються
Мурашина кислота	3	4	5
Пропіонова кислота	3	4	5
Оцтова кислота	4	5	6
КНМК	5	8	10
Бензойна кислота	2	3	4
Піросульфід натрію	4	5	6
“Сілейда”	3	4	4,5
“Віхр”	3	4	5
“Фармі”	4	6	7

З цією метою використовують консерванти, які забезпечують їх силосування та зберігання тривалий час (табл. 1.1).

Для одержання високоякісного силосу також необхідно також потрібно дотримуватися загальноприйнятих норм, а саме фази вегетації окремих культур. У таблиці 1.2 наведено оптимальні фази вегетації для окремих груп рослин [40].

Таблиця 1.2

Найбільш сприятливі фази вегетації в період збирання та підготовки до консервування окремих видів рослин

<b>Культура</b>	<b>Фаза вегетації у період збирання</b>
Кукурудза, сорго	Воскова, молочно-воскова стиглість зерна
Соняшник	Початок цвітіння
Суданська трава	Викидання цвіту
Люпин	Фаза блискучих бобів
Озиме жито	Початок колосіння
Соя	Побуріння нижніх бобів
Суміш однорічних бобових і злакових трав	Воскова стиглість насіння в бобових у двох-трьох нижніх ярусах (але до полягання трав)
Багаторічні бобові трави	Бутонізація – початок цвітіння
Багаторічні злакові трави	Вихід у трубку – початок колосіння
Суміш багаторічних бобових і злакових трав	Названі вище фази вегетації залежно від виду трав, наявність яких більша

На даний час, в господарствах різної форми власності використовують різні типи та форми силосних споруд для консервування (ферментації) зеленої маси рослин. Найбільш рекомендовані, із технологічної точки зору, спорудами є:

- силосування в траншеях;

- силосування у поліетиленових мішках;
- силосування в поліетиленових рулонах.

Саме ці технології ми розглянемо детальніше.

Нині широко застосовують наземні траншеї великої місткості з висотою стін 4-6 м. Можна ставити їх по кілька в ряд. Відкриті наземні траншеї з високими бортами (стінами) дають змогу за короткі терміни закласти силос, застосовувати високопродуктивну техніку для транспортування силосної маси, швидко її розвантажувати, добре утрамбовувати важкими тракторами. Після наповнення траншеєю вкривають плівкою і солом'яною січкою (це запобігає появі плісняви у верхньому шарі корму) [41].

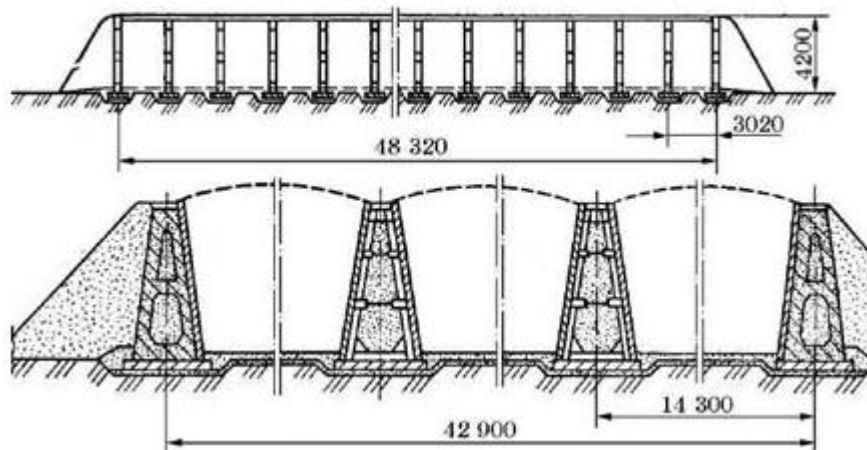


Рис. 1.4. Оптимальні розміри наземної траншеї для силосування

У зарубіжних країнах однією з найбільш відпрацьованих та поширених серед нових технологій є консервування стеблових кормів у плівкових мішках. Суть цієї технології полягає в тому, що силосна або сінажна сировина, підготовлена традиційним способом, за допомогою спеціального обладнання - пакувальної машини - подається в довгі полімерні мішки (шланги), де зберігається до згодовування. Шланги виготовляються від 60 до 90 метрів завдовжки та мають діаметр від 2,4 до 3,6 метрів. Корм у плівкових шлангах може зберігатися протягом двох років без додаткових втрат поживних речовин [41].

У світовій практиці існує дві технологічні схеми заготівлі кормів у <sub>ПО</sub>

ліетиленових мішках. Перша з них передбачає консервування подрібненої рослинної маси і полягає в тому, що корм завантажується у приймальний бункер обладнання, а потім запресовується у плівковий мішок [41].



Рис. 1.5. Силосування у поліетиленових мішках

Друга технологічна схема передбачає пакування в плівку пресованих кормів. Згідно з цією схемою паки чи рулони корму універсальним завантажувачем укладаються на платформу обладнання, з якої рухомим штоком подаються до механізму, що обмотує штабель паків чи рулони поліетиленовою плівкою. Цей варіант технології користується меншим попитом у споживачів, він більш складний щодо реалізації [42].



Рис. 1.6. Силосування у поліетиленових рулонах

З літературних джерел відомо [38], що залежно від виду сховища для силосування та зберігання консервованої біомаси рослин, неминучі втрати



сухої речовини готового корму. Однак кількість втрат сухої речовини (%) суттєво залежать від виду сховища [38]:

- маленький бурт – до 35-40%;
- великий бурт – до 25-35%;
- облицьована наземна траншея – до 20-25%;
- силосна башта з укриттям – до 10-15%;
- герметична силосна башта – до 4-12%;
- плівкові рукави – до 4-10%.

### 1.1.1. Поживна цінність консервованого корму залежно від стимуляторів та інгібіторів ферментації

У процесі консервування субстрату за ферментації зеленої маси рослин можна регулювати якісні показники кінцевої продукції – силосу, шляхом додавання різноманітних речовин, які володіють стимулюючою дією на процеси бродіння [36, 37]. Поряд із тим, у силосованій масі можуть бути речовини, які, навпаки, пригнічують ферментацію (рис.1.7).

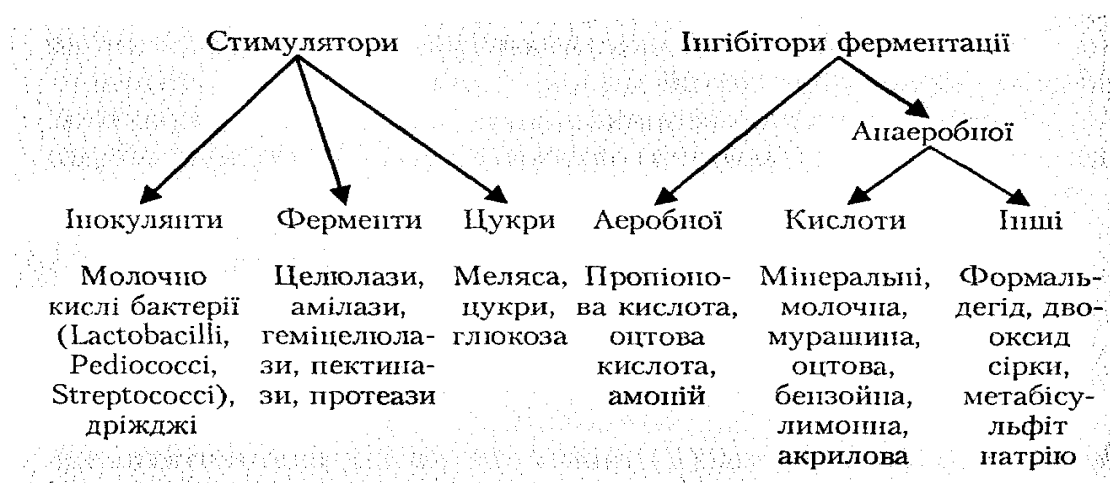


Рис. 1.7. Стимулятори та інгібітори ферментації в процесі силосування

Стимулюючі добавки, в тому числі силосні закваски додають до субстрату (зелена маса кормових рослин) у процесі консервування прислідуючи наступні завдання:

- сприяти активації бродильних процесів у середині субстрату, що силосується з метою швидкої консервації та надійного зберігання;
- покращити поживні якості кінцевого продукту силосування та збалансувати його хімічний склад.

До добавок із стимулюючим ефектом відносять бактеріальні закваски (інокулянти), розроблені на основі штамів молочнокислих бактерій, комплекс ферментних препаратів (табл. 1.3), які в основному розщеплюють високомолекулярні вуглеводи, зокрема, целюлозу, геміцелюлозу, крохмаль та ферменти групи пектиназ і протеаз. До складу стимулюючих добавок також

відносять цукорвмісні сполуки, в основному, побічні продукти переробної промисловості, зокрема мелясу, лактозу, крохмаль тощо. Внесені, додатково, до зеленої маси, яка силосується вуглеводні компоненти забезпечують [35, 37]:

- 1) збільшення цукро-протеїнового співвідношення, що покращує інтенсивність молочнокислого бродіння і утворення молочної кислоти;
- 2) гальмуванню протеолізу (гідроліз протеїнів до амінокислот, результатом якого є збільшення фракції НБА (небілкового азоту) та зменшення легкоперетравного протеїну);
- 3) зменшенню втрат поживних речовин силосу [35, 37].

Таблиця 1.3

Стимулятори ферментації процесу силосування

Стимулюючі добавки	Характеристика
Інокулянти	Це внесення факультативних мікроорганізмів при закладці силосу для поліпшення ферментативних процесів. Найбільш ефективними є гомоферментативні бактерії (вони утворюють лише молочну кислоту, зокрема <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Pediosoccus</i> ). При їх концентрації в силосі в кількості $10^6$ на 1 г корму гарантується якісне збереження силосу у 85% випадках із 100.
Ферменти	Доступна велика кількість ферментів (целюлази, геміцелюлази, пектинази), що стабільно діють на клітинні оболонки в широкому діапазоні рН силосу. За обробки ферментами незрілого високовологого силосу вони можуть зруйнувати клітинні стінки та призвести до значних втрат вмісту клітковини. Але ферменти в силосі дозволяють «підготувати» та пом'якшити клітинні стінки для їх більш ефективного перетравлення рубцевими мікроорганізмами.

Окрім, охарактеризованих вище речовин із стимулюючим ефектом процесів ферментації силосування, є речовини, які, навпаки, пригнічують або інгібують ферментацію їх називають інгібіторами. До таких речовин, які

пригнічують ферментну активність як в аеробних, так й анаеробних умовах відносять мінеральні та органічні кислоти, а також токсичні реагенти.

Для пригнічення ферментації в аеробних умовах, зазвичай використовують пропіонову та ацетатну органічні кислоти, а також амоніак. Для інгібування ферментних процесів в анаеробних умовах, використовують розчини неорганічні кислоти (сульфатної, хлоридної та фосфатної), а також органічні кислоти (молочну, ацетатну, мурашину, бензойну, цитринову тощо).

Їх роль зводиться до наступного – швидкого зниження рН нижче 4,0. За таких значень рН гальмується активність ферментів у більшості аборигенних популяцій мікроорганізмів і корм консервується, оскільки бродильні процеси припиняються.

Використовуючи інгібітори бродіння, можна підвищити якість одержаного силосу, збагатити його протеїном, шляхом внесення субстрату, який силосується бобових та інших високобілкових культурних рослин. Крім того, також з цією метою, додають мінеральний Нітроген у вигляді карбаміту, амоній сульфату, амоніачної води у розрахунку 2 кг/т

Використовуючи стимулятори консервування та інгібітори ферментних процесів можна заготовляти комбінований силос, причини одержання такого силосу зводиться до наступного [29-31]:

- якщо одна із культур не силосується або слабо силосується в чистому вигляді;
- якщо необхідно поліпшити якість, співвідношення поживних компонентів та хімічний склад;
- якщо необхідно покращити та продовжити час зберігання окремих соковитих кормів – моркви, гички буряків, гарбузів, картоплі, жому тощо.

Склад комбінованого силосу може бути довільним, особливо, коли в процесі силосування використовують ті чи інші консервуючі засоби. Однак, для кожного виду тварин, розроблено класичні рецепти комбінованого силосу (рис. 1,8).

**Для худоби:**

I. а) гичка цукрових буряків – 55%,  
 б) січка соломи – 20%,  
 в) зелена маса бобових – 15%,  
 г) кормові буряки, морква, куузіку – 10%.

II. а) зелена маса кукурудзи – 60%,  
 б) зелена маса кормових бобів, люпину, гороху – 30%,  
 в) січка соломи, полова – 10%.

**Для свиней:**

а) качани кукурудзи воскової стиглості – 40%,  
 б) цукрові буряки, морква, картопля – 35%,  
 в) прив'ялена отава люцерни, конюшини – 25%.



The image contains three groups of animal illustrations. The first group shows four cows: two black and white, one brown and white, and one solid brown. The second group shows four sheep: two grey, one white, and one small white lamb. The third group shows four pigs: two pink, one white, and one brown.

Рис. 1.8. Найбільш оптимальні поєднання компонентів комбінованого силосу для різних видів тварин

## 1.2. Закладка силосних буртів

Оскільки молочнокислі бактерії не можуть швидко розмножуватися, поки не будуть забезпечені анаеробні умови, швидке заповнення, ущільнення і трамбування бурту важливо для доброї ферментації і максимального збереження поживних речовин. Якщо в процесі закладки силосу мають місце аеробні умови, це призводить до швидкого розмноження мікроорганізмів, які звичайно інгібуються анаеробіозом. Зокрема, небажані в силосі дріжджі [15].

Звичайно після початкового швидкого розмноження види аеробів, такі як *Candidas spp.* і *Pichia spp.*, “залишаються в сплячці” в анаеробних умовах, поки силос не відкриють для годівлі тварин. Псування аеробними мікроорганізмами силосу на поверхні бурту може бути дуже швидким і призводити до повної втрати поживності, супроводячись утворенням оксиду Карбону (IV), води і виділенням теплоти, як видно з приведених нижче типових реакцій дріжджів [14].

Анаеробіоз: Глюкоза  $\rightarrow$  2·Етанол + 2CO<sub>2</sub> + 64,7 кДж.¶

.....Втрата сухої речовини 100%, енергії - 9%.¶

Аеробіоз: Глюкоза + 6O<sub>2</sub>  $\rightarrow$  6CO<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O + 710,5 кДж.¶

.....Втрата сухої речовини і енергії - 100%.¶

Якщо анаеробні умови встановлюються швидко, а досягнення низького рН запізнюється, тоді окрім мікроорганізмів роду *Clostridium*, проблеми можуть виникати також через дріжджі. Дріжджі стійкими до слабокислих умов, анаеробні дріжджі, наприклад *Torulopsis spp.*, конкурують з молочнокислими бактеріями за легкодоступні вуглеводи, які вони перетворюють на етанол та оксиду карбону (IV) із втратою сухої речовини і підвищенням температури силосу [11-13].

Таким чином, використання силосних мікробних заквасок повинні відповідати певним критеріям, а саме:

- забезпечити швидку ферментацію (бродиння);
- забезпечити постійно значення рН в межах 4,0-4,2 упродовж консервування та зберігання силосу [20].

Окрім того, процес консервування, з метою зменшення втрат поживних речовин корму, необхідно проводити досить короткі терміни з використанням сучасних наземних сховищ (табл. 1.4)

Таблиця 1.4

*Економічні показники технологій заготівлі силосу в сучасних наземних сховищах*

Технологічні показники	Силос з кукурудзи		
	у траншеях*	у шлангах «Ag-Bag»***	у буртах** (курганах)
Об'єми заготівлі, т	26800	12200	3600
Втрати сухої речовини, %	12,2	3,1	10,2
Собівартість корму, грн./т	92,56	112,32	90,14
в т.ч. %, оплата праці	1,4	0,7	1,1
ПММ	8,8	10,5	8,7
амортизація техніки	44,2	39,5	44,6
поточний ремонт техніки	44,0	40,2	44,3
амортизація сховищ	1,1	8,7	0,6
витратні матеріали	0,5	0,4	0,7

- \*силосні бетонні траншеї;
- \*\*бетонні майданчики із системою дренажу укриті плівкою;
- \*\*\* на підготовлених ґрунтових майданчиках (євробаги).

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Дослідження якісних показників силосу на виробництві за Міхіним

Експрес оцінку якості заготовленого силосу у виробничих умовах проводили за методикою запропонованою Міхіним [18]. Суть цього методу зводиться до органолептичної оцінки силосу (запаху, кольору), а також визначення його кислотності. За отриманими даними оцінюють якість дослідних зразків за бальною системою (табл. 2.1, 2.2).

Таблиця 2.1

Бальна оцінка силосу на основі значень рН

Колір індикатора	Кислотність (рН)	Бал
Червоний	4,2 і нижче	5
Червоно-оранжевий	4,2 - 4,6	4
Оранжевий	4,6 - 5,1	3
Жовтий	5,1 - 6,1	2
Жовто-зелений	6,1 - 6,4	1
Зелений	6,4 - 7,2	0

Таблиця 2.2

Бальна оцінка силосу на основі органолептичного аналізу (запахом і кольором)

Запах	Колір	Бал
Ароматно-фруктовий, слабкокислий, хлібний	-	4
Слабоароматний, оцтовокислий, огірковий	-	3
Різко оцтовий, масляної кислоти	-	2-1
Затхлий, гнильний, сильний запах масляної кислоти	-	0
	Зелений	3
	Коричневий жовто-зелений	2
	Бурий, чорний	1-0



Активну кислотність (рН) силосу можна визначити за допомогою рН-метра, індикаторного паперу або універсального індикатора, який готують за методом Міхіна з метилроту і бромтимолблау. Для виробничої оцінки невелику пробу силосу кладуть у склянку місткістю 1 л і заливають до половини дистильованою або чистою перевареною охолодженою водою [24].

Після ретельного перемішування маси склянку залишають на 15-20 хв., після чого вміст фільтрують крізь паперовий фільтр в іншу склянку. Відбирають піпеткою 2 мл фільтрату, переносять у фарфорову чашку і додають до нього 2-3 краплі індикатора. Через 2-3 хв за кольором визначають рН розчину, користуючись шкалою. Для більш повної оцінки якості силосу в умовах лабораторії визначають загальну кількість у ньому органічних кислот, їх співвідношення та вміст окремих поживних речовин [16].

За критеріями Міхіна, максимальна якість досліджуваного силосу оцінюється в 12 балів. За шкалою Міхіна якість силосу оцінюється наступними категоріями [18]:

- сума балів 11-12 – дуже добра якість силосу;
- сума балів 9-10 – добра якість силосу;
- сума балів 4-6 – погана якість силосу;
- сума балів 3 і менше – силос не придатний для живлення тварин.

Для покращення якісних показників силосу, особливо при консервуванні зеленої маси рослин, яка погано консервується використовують консерванти (дані про консервантів наведено вище) та вносять селекційні штами мікроорганізмів (силосні закваски), в основному молочнокислих бактерій, а також використовують в процесі консервування окремі ензимні препарати.

Критерії для використання молочнокислих бактерій у силосні закваски були сформульовані Уїттенбером [25]. Він запропонував, що вибрані види молочнокислих бактерій повинні відповідати наступним вимогам [25]:

- швидко рости і бути здатними до швидкого домінування над місцевою силосною мікрофлорою;

- бути гомоферментними і, таким чином, синтезувати молочну кислоту з доступних водорозчинних вуглеводів;
- бути стійкими до кислоти, принаймні до зміни реакції середовища до рН 4,0;
- бути здатними зброджувати гексози, пентози і фруктозани;
- не синтезувати декстрини та не впливати на органічні кислоти;
- володіти здатністю до метаболізму за температури біля 50°C [25].

Селекцію штамів мікроорганізмів для силосних заквасок проводять у спеціалізованих лабораторіях та лабораторіях у виробничих умовах. Суть та завдання селекції зводиться до наступного [50, 51]:

- 1) створення нових і вдосконалення старих сортів, порід і штамів з промислово-корисними ознаками;
- 2) створення технологічних високопродуктивних біологічних систем з максимальним використанням сировинних і енергетичних ресурсів планети;
- 3) підвищення продуктивності порід, сортів і штамів з одиниці площі за одиницю часу;
- 4) підвищення споживчих якостей продукції;
- 5) зменшення відсотку побічних продуктів та їх комплексна переробка;
- 6) зменшення втрат від шкідників та хвороб [50, 51].

Однак, на даний час, перед біотехнологічною наукою стоять завдання вдосконалення технологій щодо одержання високоякісних силосних бактеріальних заквасок, які повинні відповідати наступним вимогам [49, 52]:

- 1) збільшення продуктивності для покращення виходу продукту на одиницю біомаси.
- 2) надати продуценту здатність використовувати менш дефіцитні і більш дешеві середовища.
- 3) продуцент не повинен ретроінгібувати біосинтез кінцевого продукту.
- 4) стійкість продуцента до вірусних інфекцій (бактеріофагам).

5) невимогливість до обладнання, тобто біосинтез не повинен уповільнюватися при несучасній технології обладнання (наприклад, досягнення меншої здатності до піноутворювання культуральної рідини)

б) оптимізація властивостей продуцента в аспекті медичної промисловості (продуцент не повинен мати неприємного запаху і т.д.) [49, 52].

Класична схема селекції промислових мікроорганізмів наведена на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Ступінчата селекція мікробних силосних заквасок

## 2.2. Методи досліджень

Наукові дослідження проведено згідно теми дипломної роботи за наступною схемою досліджень (табл. 2.1). Науково-господарські досліди та виробнича апробація на молодняку великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи проведено методом збалансованих груп [48].

Тварин для дослідів підбирали за принципом пар-аналогів. При формуванні груп враховували: вік, живу масу, породу, породність, інтенсивність росту в підготовчий період [46, 47].

Різниця в показниках між групами тварин статистично недостовірною. Підібрані тварини були здорові, мали блискучий волосяний покрив і добре поїдали корми. У кожному досліді виділявся зрівняльний та основний періоди. Утримання тварин усіх груп було аналогічним [34].

Зоотехнічний аналіз кормів проводили за загальноприйнятими методиками в лабораторії якості кормів і тваринницької продукції [28]:

- суха речовина – висушуванням зразків кормів при температурі 100°C протягом 6 годин [28];
- сирий протеїн – за загальним азотом класичним методом по К'ельдалю [21];
- сиру клітковину – за Геннебергом та Штоманом [44];
- сирий жир – методом екстрагування абсолютно-сухої наважки в апараті Сокслета [17];
- сиру золу – шляхом спалювання у муфельній печі при температурі 500–600°C [39];
- кількість молочної, оцтової і масляної кислот у силосі визначали за методом Леппера-Фліга [43]. Вміст кислот у силосі (в процентах) визначали за такими формулами [33]:

оцтової  $0,096D_2 - 0,021D_1$

масляної  $0,043D_1 - 0,068D_2$

молочної  $0,123D_3 - 0,046D_2 + 0,006D_1$  [10].

Живу масу бугайців визначали індивідуальним зважуванням до ранкової годівлі на початку і в кінці кожного періоду дослідження та щомісячно [20]. Для оцінки м'ясних якостей тварин проводили контрольний забій тварин по три голови бугайців із кожної групи, жива маса яких відповідала середнім показникам за групами, за технологією, прийнятою на м'ясопереробних підприємствах [42].

Таблиця 2.1

Схема досліджень

№ дослідження	Групи тварин	Кількість тварин, голів	Вік тварин, міс.	Тривалість основного періоду дослідження, днів	Умови годівлі
<b>Науково-господарські дослідження</b>					
1	I-контрольна	11	10,5	161	Основний раціон (ОР) + силос кукурудзяний молочно-воскової стиглості зерна
	II-дослідна	11	10,5	161	ОР+силос із 3-компонентної злаково-бобової сумішки (пелюшка + овес + вика)
2	I-контрольна	8	11,5	178	ОР + силос кукурудзяний молочно-воскової стиглості зерна
	II-дослідна	8	11,5	178	ОР + силос із 3-компонентної злаково-бобової сумішки (пелюшка+овес+люпин)
<b>Фізіологічний дослід</b>					
3	I-контрольна	3	14	7	ОР + силос кукурудзяний молочно-воскової стиглості зерна
	II-дослідна	3	14	7	ОР+силос із 3-компонентної злаково-бобової сумішки (пелюшка + овес + люпин)
<b>Виробнича апробація</b>					
4	I-контрольна	16	8,9	80	ОР + силос кукурудзяний молочно-воскової стиглості зерна
	II-дослідна	16	8,9	80	ОР+силос із 3-компонентної злаково-бобової сумішки (пелюшка + овес + люпин)

Рубцеву рідину отримували ротостравохідним зондом у 3-х тварин із кожної групи за 1,5-2 години до ранкової годівлі та через 1,5-2 години після неї. Визначали наступні показники [22]:

- рН – на рН-метрі;
- кількість інфузорій – методом мікроскопічного підрахунку [26];
- загальну кількість ЛЖК – шляхом відгонки в апараті Маркгама [29];
- співвідношення ЛЖК – методом розподільчої хроматографії на селікагелевій колонці [32].

Матеріали досліджень обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного (M), середньоквадратичної похибки (m) та достовірності різниці між порівнювальними показниками (P).

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Основні ланки технології заготівлі силосу та поживна якість одержаного силосу

Важливою умовою щодо постійного забезпечення тваринницької галузі якісними кормами є використання силосу в живленні тварин. Силосування – це біостабілізація, консервування кормів, в першу чергу, соковитих, в основному, зеленої маси рослин та використання його впродовж значного терміну. Важливе значення використання консервованих кормів взимку, бо консервовані корми зберігають весь спектр поживних речовин, в тому числі й вітамінну компоненту.

Із біологічної, економічної та господарської точки зору консервування соковитих кормів має ряд переваг: (рис.3.1).



Рис. 3.1. Перспектива біостабілізації (консервування) кормів

У процесі біостабілізації (консервування) зеленої маси трави, беруть участь аборигенні анаеробні та аеробні мікроорганізми, які в процесі життєдіяльності, як кінцеві продукти виділяють метаболіти, що пригнічують

розвиток мікрофлори. Схематично даний процес наведений на рис. 3.2, він проходить у три фази.

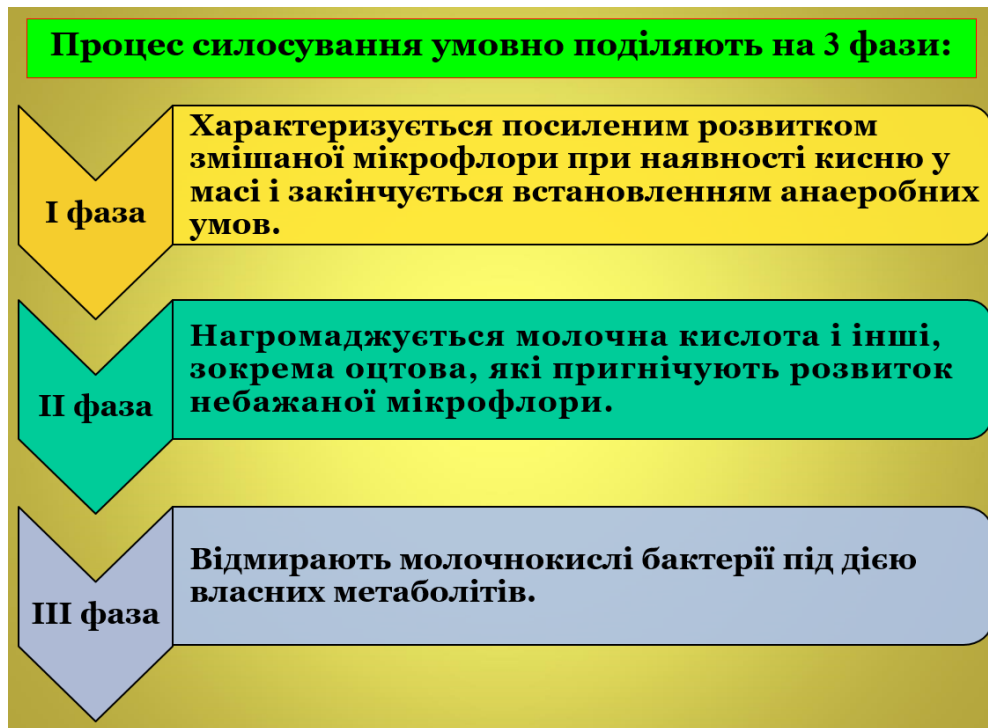


Рис. 3.2. Основні фази процесу консервування кормів

Основною умовою одержання високоякісного консервованого соковитого корму є дотримання технологічного процесу, зокрема створення анаеробних умов. Анаеробні умови, в герметично закритій силосній ямі, створюються за рахунок активного розвитку змішаних популяцій мікроорганізмів, які активно, для своїх потреб використовують кисень.

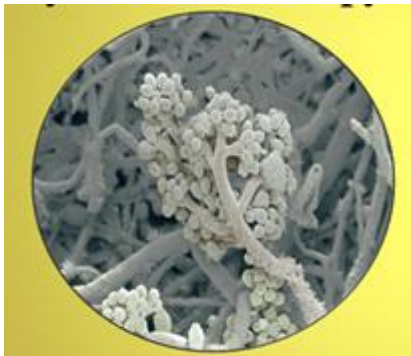


Рис. 3.3. Популяція пліснявих грибів



Рис. 3.4. Популяція гнильних бактерій

В процесі заготівлі силосу необхідно постійно слідкувати за дотриманням анаеробних умов консервування. В аеробних умовах, в процесі



консервування активно розмножуються плісняві гриби, які використовуючи легкозброджувані вуглеводи, перетворюють кінцевий продукт повністю не придатним для живлення тварин.

Великої шкоди якості консервованим кормам також наносять гнильні бактерії, які можуть рости як анаеробних, так й анаеробних умовах, вони активно метаболізують протеїни, з утворенням токсичних та отруйних речовин. Для зменшення кількості популяції гнильних бактерій у силосній масі необхідно, в технологічному процесі слідкувати та забезпечити зменшення або навіть виключення надходження із зеленою масою землі та інших субстратів багатих на гнильну мікрофлору.

Поряд із гнильними мікроорганізмами негативно впливає на процес силосування популяції маслянокислих бактерій, які здатні використовувати в процесі життєдіяльності легкозброджувані вуглеводи, поліцукориди (крохмаль) та молочну кислоту з утворенням як кінцевого продукту метаболізму масляну кислоту, яка надає корму поганого запаху, погано поїдається та провокує певні захворювання тварин.

Біохімізм утворення масляної кислоти подано нижче [8]:

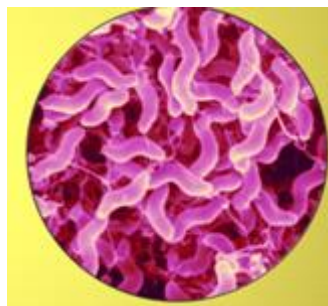
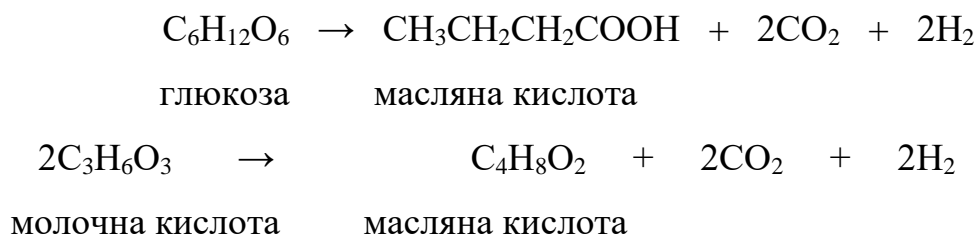


Рис. 3.5. Популяції маслянокислих бактерій

Основну роль в процесі консервування зеленої маси рослин відіграють популяції молочнокислих бактерій, які для своєї життєдіяльності

використовують легкозброджувані вуглеводи з утворенням як кінцевого продукту молочної кислоти. Молочно кислота, яка активно утворюється в процесі молочнокислого бродіння забезпечує підкислення середовища до рН 4,0-4,2 та менше, та тим самих гальмує ріст іншим вищезгаданим популяціям мікроорганізмів. Саме такий основний механізм консервування кормів природним способом. Активність молочнокислого бродіння різко знижується, коли рН середовища стає нижчим за 3,7.



Рис. 3.7. Популяції молочнокислих бактерій

Важливий показник, який необхідно контролювати у технологічному процесі консервування кормів є дотримання оптимальної вологості субстрату (більше 70%).



Рис. 3.8. Дріжджові популяції; розвиток мікроорганізмів залежно від рН субстрату

За підвищеної вологості, активно включаються в процес дріжджові популяції, які зброджують вуглеводи за аеробних умов до вуглекислого газу та води, а в анаеробних – до етилового спирту та вуглекислого газу. Особливістю популяції дріжджів є те, що вони однаково активні за аеробних та анаеробних умов і на них не впливає кислотність середовища (рис. 3.8).

Дріжджове бродіння можна попередити, коли вологість субстрату буде нижча 65-70% (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Вплив вологості субстрату на життєздатність популяції дріжджів

У технології консервування кормів важливе місце також належить фазі вегетації субстрату. Для того, щоб одержати високоякісний кормовий продукт, необхідно дотримуватися регламентованих норм щодо фази вегетації зеленої маси трав'яних культур, яку піддають консервуванню (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Оптимальні фази вегетації основних силосних культур для консервування

Культура	Фаза вегетації
Кукурудза	Молочно-воскова, воскова стиглість зерна
Соняшник	Від початку до повного цвітіння
Суданська трава	Викидання волоті
Сорго	Воскова стиглість зерна
Вико-овес, горох-овес	Воскова стиглість бобів 1-2 нижніх рядів
Кормовий люпин	Блискучі бобики зерна в нижніх ярусах
Соя	Побуріння нижніх бобів
Кормові боби	Воскова стиглість зерна в 4-5 нижніх ярусах
Багаторічні злакові трави	Початок колосіння
Багаторічні бобові трави	Бутонізація
Гичка (зелена) картоплі	До початку постійних заморозків
Гичка коренеплодів	Звичайні строки збирання

В окремих видах рослин, є різна кількість органічних та мінеральних речовин, які проявляють лужні властивості (білки, неорганічні солі) та нейтралізують утворені в процесі ферментації органічні кислоти. А тому, в

процесі їх біостабілізації, для підтримання належної кислотності середовища, необхідно ферментувати більшу кількість вуглеводів.

Залежно від вище наведеного, рослини за ступенем консервації поділяють на три категорії [9]:

- зелена маса рослин, яка добре консервується;
- зелена маса рослин, яка погано консервується;
- зелена маса рослин, яка не консервується у чистому вигляді.

З метою покращити консервування зеленої маси, особливо тих культур, що важко або не силосуються використовують консервуючі речовини в дозах, які наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Доза внесення хімічних консервантів на 1 т зеленої маси  
(узагальнені дані багатьох авторів)

Показники	Рослини		
	не силосуються*	важко силосуються**	легко силосуються***
Органічні кислоти, л:			
мурашина	5	4	3
пропіонова	5	4	3
апетатна	-	5	5
КНМК, л	6	4	4
Бензойна кислота, кг	4	3	2
Піросульфід натрію,	5	4	2

\*Рослини, що не силосуються: люцерна, еспарцет, соя до цвітіння, кормові боби та чина в фазі цвітіння.

\*\*Важко силосуються: конюшина, багаторічні злакові трави до фази цвітіння, однорічні, бобово-злакові сумішки до фази воскової стиглості зерна в двох нижніх ярусах.

\*\*\*Легко силосуються: кукурудза, сорго, соняшник, суданська трава, багаторічні злакові трави в фазі цвітіння.

### 3.1.1. Технологічні аспекти щодо використання бактеріальних заквасок для консервування кормів

Силосування кормів, як зазначалося вище, є важливим технологічним процесом, що забезпечує зберігання кормів упродовж тривалого часу, які в законсервованому стані зберігають поживні властивості характерні зеленій масі трави. Однак, в процесі консервування, певна кількість сухої речовини та азотистих сполук втрачається в процесі зберігання (табл.3.3)

Таблиця 3.3

Втрата сухої речовини та азотистих сполук у процесі консервування кормів за різних технологічних підходів, %

Характер обробки рослинної сировини	Втрати	
	суха речовина, %	азот, %
Без обробки	19,5	20,1
Підв'ялення	13,4	11,0
Стимуляція бродіння	17,5	15,2
Підкислення	16,1	15,2

Як видно із таблиці, при використанні різних технологічних підходів щодо консервування зеленої маси культурних рослин можна домогтися зменшення втрат сухої речовини більше ніж на 6,0%, азотистих сполук до 5,0%. Це, на сам перед, є наслідком повільного молочнокислої ферментації субстрату, через обмежену кількість молочнокислих популяцій мікроорганізмів та перевагу інших як анаеробних, так й аеробних популяцій, які пригнічують процес консервування.

Нами проведений господарський дослід, де ми досліджували вплив бактеріальної закваски на активність ферментації, консервування та зберігання готової продукції. Для того ми досліджували два зразки силосу, один з яких консервували природним методом без внесення бактеріальної закваски, а інший – із внесенням популяції молочнокислих бактерій (табл. 3.4).

Таблиця 3.4.

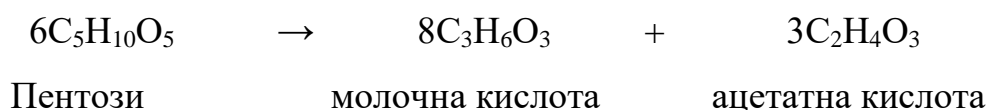
Вплив способу силосування на втрату сухої речовини співвідношення ЛЖК у процесі зберігання корму

Показники		Спосіб силосування	
		природний (без закваски)	з бактеріальною закваскою
рН силосу		4,2	3,94
Співвід- ношення кислот, %	молочна	39,7	70,3
	оцтова	60,3	29,7
	масляна	-	-
Втрати сухої речовини за шість місяців, %		15,2	9,8

З цифрових даних таблиці, можна стверджувати, що використання мікробної силосної закваски, розробленої на основі молочнокислих бактерій сприяє кращому (на шостий місяць консервування) кращому на 5,4% збереженню сухої речовини.

Поряд із цим, рН зразків силосу із додаванням бактеріальної закваски був на 0,2 нижчим, що сприяло пригніченню активності аборигенної мікрофлори та кращому консервуванню корму. Співвідношення ЛЖК (молочної та ацетатної) складало 2,4 до 1,0, яке було близьким до оптимального (2,7 : 1,0).

Ферментація водорозчинних вуглеводів, а особливо пентоз, якраз відповідає оптимальному співвідношенню (8 : 3) вище згаданих органічних кислот [23]:



Проліферація популяцій молочнокислих бактерій відбувається за класичною для мікроорганізмів схемою [19]:

- фаза інтенсивного росту популяції (логарифмічна фаза);
- стаціонарна фаза;
- фаза відмирання [19].

Для регулювання та цільового впливу (збільшення активності ферментації та пришвидшення процесу консервування в цілому) в перших двох фазах, до субстрату – зеленої маси рослин додають біологічні консерванти у

вигляді закваски молочнокислих бактерій. Молочнокислі бактерії заквасок активно включаються в процеси бродіння та зменшують час на консервування кормів.

Закваски молочнокислих бактерій можна готувати безпосередньо на виробництві в лабораторних умовах або закуповувати готовими до використання. Процес одержання біологічної силосної закваски наведено на рис. 3.10.

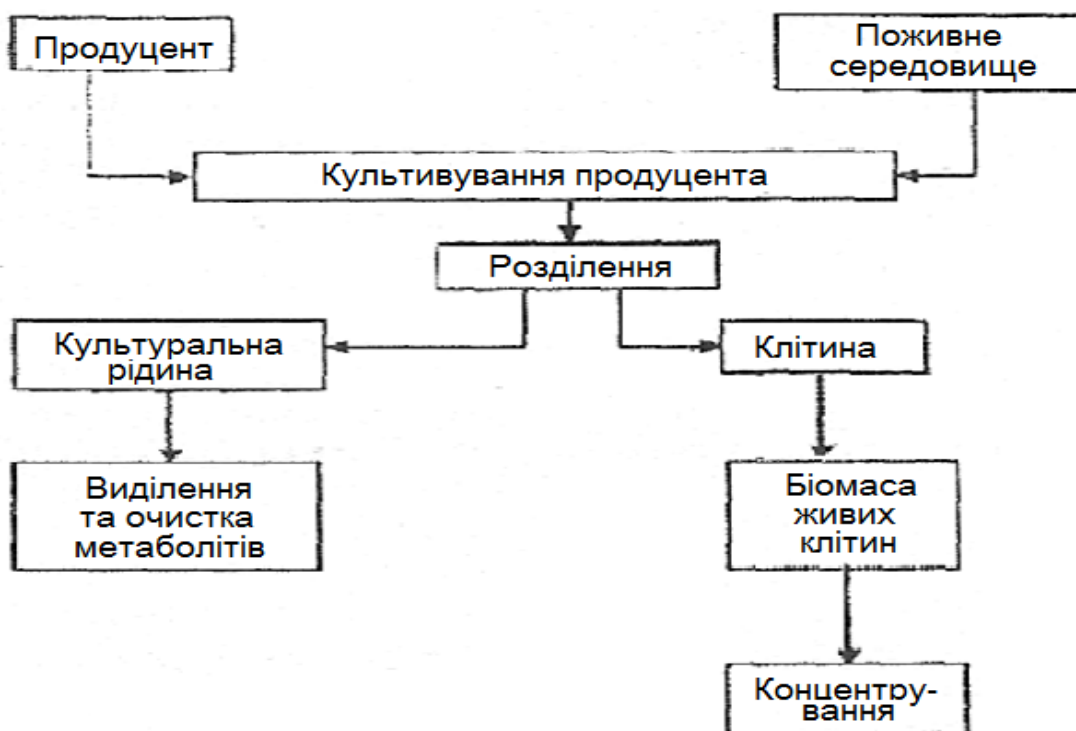


Рис. 3.10. Принципова технологічна схема одержання силосної закваски на основі популяцій молочнокислих бактерій

Однак, для одержання високоякісного силосу, рекомендовано дотримуватися наступних технологічних вимог[45]:

- 1) швидке зменшення рівня рН до оптимального;
- 2) правильний спектр та співвідношення лежких жирних органічних кислот для ферментації (табл. 3.5);
- 3) збереження на певному рівні водорозчинних легкозброджуваних вуглеводів;

- 4) мінімізація розпаду протеїнів;
- 5) контроль температури ферментації;
- 6) мінімізація аеробної активності бактерій в консервованому субстраті;
- 7) дотримання оптимального рівня вологості характерних для різних субстратів, які силосуються (табл. 3.6);
- 8) контроль за розмірами подрібнення частинок субстрату, які консервуються (табл. 3.7).

Таблиця 3.5

Оптимальне співвідношення органічних кислот залежно від субстрату, який консервується

Летучі жирні кислоти (ЛЖК)	Вологий силос	Підв'ялений силос	Зерно підвищеної вологості
загальна кількість (ЛЖК)	10 – 14%	4 - 8 %	2 – 4%
молочна кислота:			
взагалі	6 – 8 %	3 – 4 %	1 – 3 %
% від загальної кількості	> 60 %	> 60 %	> 60 %
оцтова кислота	< 2 %	< 2 %	0,1%
пропіонова кислота	0 - 1 %	0 - 1 %	0 - 1 %
масляна кислота (взагалі)	< 0,1 %	< 0,1 %	< 0,1 %
етанол	0	0	0

Таблиця 3.6

Оптимальна вологість зеленої маси різних видів рослин, які силосуються та типи сховищ для консервування



Види сховищ	Силос із кукурудзи	Силос із люцерни	Силос із трави	Кукурудза в зернах	Колосова кукурудза
Бункери та траншеї	67-72 %	65-70 %	67-72 %	26-32 %	34-40 %
Вкриті або плівкові сховища	63-68 %	60-65 %	63-68 %	26-32 %	32-38 %
Вільний доступ повітря	50-60 %	50-60 %	50-60 %	22-28 %	30-36 %

Таблиця 3.7

Оптимальні розміри частинок зеленої маси, яка силосується залежно від виду субстрату

Розмір часток, мм	Кукурудзяний силос	Трав'яний силос	Загальний змішаний раціон
> 19 - 20	3 -8 %	10 -20 %	2 – 8 %
8 - 19	45 – 65%	45 – 75 %	30 – 50 %
2 - 8	30 -40 %	20 – 30%	30 – 50 %
< 2	< 5 %	< 5 %	< 20 %

### 3.1.2. Поживна якість досліджуваних зразків силосу

За дотриманням всіх регламентованих вимог нами проведено оцінку поживних якостей двох зразків силосу із зеленої маси кукурудзи та трьох компонентного злаково-бобового. Дослідження проводили у виробничих умовах шляхом візуальної оцінки зразків силосу за кольором та запахом. За кольором та запахом встановлено, зразок №1 (силос із зеленої маси кукурудзи) відповідав силосу доброї якості, мав зелений колір, фруктовий запах із кислим присмаком.

Трикомпонентний зразок силосу, згідно із органолептичним оглядом також відповідав силосу доброї якості: набув зелено-коричневого кольору із ароматним запахом, щодо консистенції він відповідав вимогам стандарту. Показники поживної цінності наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Поживна цінність досліджуваних зразків силосу, г/кг

Поживні речовини	Варіанти силосів	
	кукурудзяний	3-компонентний
Суха речовина	246,2	265,4
Сирий протеїн	19,4	28,1
Сирий жир	6,2	9,1
Сира клітковина	68,5	88,5
Зола	16,7	31,1
БЕР	95,2	78,2
У силосі міститься:		
кормових одиниць, кг	0,20	0,18
обмінної енергії, МДж	2,10	2,35
перетравного протеїну, г	11	19
кормопротеїнових одиниць	5,60	9,59

За поживною цінністю (кормових одиниць) силос із зеленої маси кукурудзи переважав трикомпонентний зразок на 0,02, однак значно поступався

йому за перетравним протеїном на 8 г у кг корму. Кормово-протеїнові одиниці у трикомпонентному зразку силосу переважали на 3,99 г/кг, що й обумовило кращі поживні якості останнього.

Важливим показником, який характеризує якість законсервованих досліджуваних зразків зеленої маси є кислотність середовища, яка є регулятором ферментації та впливає на ріст і розвиток аборигенної мікрофлори. Кислотність середовища в середині біомаси в зразку кукурудзяного силосу був на рівні рН 4,5 – граничний показник для розвитку гнільних, маслянокислих бактерій та груп кишкової палички (табл. 3.9). однак за певних умов може активно розвиватися плісені (наявність кисню в середовищі) та популяції дріжджів (підвищена вологість субстрату).

Таблиця 3.9

Амплітуда меж рН середовища, яка характерна для життєдіяльності окремих видів мікроорганізмів

Мікроби	Коливання	
	мінімальне рН	максимальне рН
Гнільні мікроби	біля 4,5	біля 8,5
Молочнокислі коки	біля 3,5	біля 8,5
Молочнокислі палички	біля 3,0	біля 8,0
Маслянокислі палички	біля 4,7	біля 8,5
Група кишкової палички	біля 4,5	біля 8,0
Плісені	біля 1,0	біля 9,0
Дріжджі	біля 3,0	біля 7,0

Очевидно, що саме за рахунок активної кислотності в цьому зразку не було виявлено масляної кислоти (табл. 3.10), а співвідношення між молочною та ацетатними кислотами було приблизно на одному рівні. Що стосується трьох компонентного зразку силосу, то співвідношення молочною та ацетатною кислотами було на рівні 1 : 0,35, а вміст масляної кислоти було виявлено на рівні 3,9%.

Однак, за органолептичними показниками (консистенція, колір, запах) зразки трикомпонентного силосу відповідав стандарту. Очевидно, що кількість

масляної кислоти була незначною, можливо вона перебувала у зв'язаному стані і тому не впливала на якісні показники досліджуваного силосу.

Таблиця 3.10

Співвідношення органічних кислот у досліджуваних зразках силосу

Показники	Варіанти силосів	
	кукурудзяний	пелюшко-вико- вівсяний
рН	4,5	4,7
Всього кислот, %	2,0734	1,5316
у т.ч. молочна	1,0081	1,1357
оцтова	0,8838	0,3959
масляна	—	0,0815
Співвідношення кислот, %		
у т.ч. молочна	48,62	74,15
оцтова	47,45	25,85
масляна	—	3,93

У змішаних популяціях аборигенних мікроорганізмів у процесі консервування зеленої маси рослин, залежно від субстрату, коли повільно відбувається утворення молочної кислоти спостерігається конкуренція між молочнокислою та маслянокислою ферментацією.

Консервування зеленої маси рослин із високим вмістом легкозброджуваних вуглеводів проходить досить швидко, бо рН субстрату, який силосується швидко знижується нижче ніж 4,7. За даного та нижчого рН, ферментна активність популяцій маслянокислих бактерій майже повністю припиняється і утворення побічних продуктів метаболізму практично неможливий (табл. 3.11).

Таблиця 3.11.

Динаміка утворення масляної кислоти в процесі консервування субстрату залежно від тривалості силосування

Підкислення корму	Час силосування	рН корму	Кількість кислот, %		
			молочна	ацетатна	масляна
Швидке	8	4,0	1,36	0,18	0,0
	28	3,92	1,71	0,32	0,0
	71	3,85	2,03	0,28	0,0
Повільне	3	4,5	1,1	0,17	0,03
	10	4,96	1,5	0,39	0,07
	59	4,56	0,98	0,48	0,28

За тривалого силосування та поступового зниження кислотності у середині субстрату, як наведено в таблиці, може утворюватися масляна кислота. За таких умов (рН тримається на рівні 5,0 доволі тривалий час), глюкоза може піддаватися маслянокислому бродінню з утворенням масляної кислоти, вуглекислого газу та водню [23]:



глюкоза      масляна кислота

Молочна кислота, як кінцевий продукт молочнокислого бродіння, за умови, коли рН коливається в межах 5,0 може під дією маслянокислої ферментації перетворюватися в масляну кислоту, вуглекислий газ та водень [23]:



молочна кислота      масляна кислота

В процесі консервування кормів, під дією ферментних систем аборигенних мікроорганізмів відбувається бродіння, гідроліз та розщеплення основних органічних компонентів зеленої маси рослин. Залежно від субстрату та умов дотримання технологічних параметрів у процесі консервування можуть брати участь різноманітні популяції мікроорганізмів із утворенням різноманітних кінцевих продуктів метаболізму, в тому числі й токсичні речовини (табл. 3.12).

## Трансформація поживних речовин зеленої маси рослин у процесі силосування

Компоненти рослинного матеріалу	Види мікроорганізмів – учасників біохімічних перетворень	Продукти їх метаболізму
Водорозчинні вуглеводи	Аеробні бактерії	Вуглекислий газ, вода, тепла енергія
	Дріжджі	Етанол, вуглекислий газ, тепла енергія
	Цвілеві гриби	Токсини, вуглекислий газ
	Оцтовокислі бактерії	Оцтова кислота
	Молочнокислі гомо- й гетеробактерії	Молочна кислота, оцтова кислота, етанол, вуглекислий газ
	Сахаролітичні види бактерій <i>Clostridium</i>	Масляна кислота, вуглекислий газ, водень
Білки	Аеробні бактерії	Азот, аміак, нітрат-іони
	Цвілеві гриби	Токсини
	Протеолітичні види бактерій <i>Clostridium</i>	Азотвмісні сполуки, масляна кислота, вуглекислий газ

Популяції молочнокислих бактерій, до яких відносяться, за способом ферментації, дві основні групи – гомоферментні та гетероферментні, мають певні особливості щодо трансформації легкозброджуючих вуглеводів (основному глюкозу) субстрату, що консервується. На відміну від гетероферментних популяцій гомоферментні популяції молочнокислих бактерій, як кінцевий продукт метаболізму вуглеводів в основному на 68-90% утворюють молочну кислоту, незначну кількість ацетатної кислоти (3,5-7,0%), етилового спирту (1,0-1,5%) та вуглекислого газу (1,0-6,0%) (табл. 3.13).

Трансформація вуглеводів консервованого субстрату в кінцеві продукти метаболізму за допомогою гетероферментних систем молочнокислих бактерій відбувається із утворенням 26-50% молочної кислоти, 4,4-16% ацетатної кислоти, 10-21% етилового спирту та 17-30% вуглекислого газу.

## Трансформація вуглеводів субстрату гомо- та гетероферментними

молочнокислими бактеріями у процесі консервування корму

Бактерії	у %			
	молочна кислота	ацетатна кислота	етиловий спирт	вуглекислий газ
Гомоферментні:				
кокоподібні	88,0-90,0	3,5-7,0	0,7-1,5	2,0-5,5
паличкоподібні	68,0-88,0	3,8-7,0	біля 1,0	1,0-6,0
Гетероферментні				
кокоподібні	26,0-50,0	4,4-14,0	10,0-21,0	17,0-30,0
паличкоподібні	35,0-37,0	10,0-16,0	12,0-15,0	біля 25,0

Поряд із тим, важливе значення також має склад вуглеводів, які піддаються бродінню молочнокислими бактеріями. Відомо, що коли бродінню піддаються п'ятивуглецеві вуглеводи (пентози), кінцевими продуктами метаболізму будуть двокарбонові та трикарбонові сполуки, а саме молочна та ацетатна кислоти.

### 3.1.3. Вплив згодowanego силосу на рубцевий метаболізм піддослідних тварин

Повноцінність раціону жуйних тварин визначається не лише наявністю в його складі необхідних поживних речовин, а й інтенсивністю їх трансформації та засвоєння мікрофлорою рубця. Першим істотним етапом живлення організму жуйних тварин є процеси мікробного розщеплення та синтезу поживних речовин у рубці.

За динамікою біохімічних показників рубцевої рідини можна побічно судити про процеси перетравлення, а по рівню та структурі ЛЖК – про особливості надходження до організму енергетичних речовин. Інтенсивність протікання всіх метаболічних процесів у рубці бугайців тісно пов'язана з концентрацією водневих іонів (рН). У дослідний період величина рН рубцевої рідини до годівлі у піддослідного молодняка знаходилась в межах нейтральної реакції – 7,27-7,28 і була практично однаковою (табл. 3.14). Після годівлі у тварин обох піддослідних груп концентрація водневих іонів вірогідно знижувалась: у I групі – на 6,2%, у II групі – на 7,7% .

Таблиця 3.14

Біохімічні показники рубцевої рідини при згодовуванні тваринам різних силосу\* (n=3; M ± m)

Групи	рН	ЛЖК, ммоль/100 мл	Інфузорії, тис. шт./1 мл	Співвідношення кислот, %		
				оцтова	пропіо- нова	масляна
I-контрольна	7,27±0,04	6,97±0,27	619±11	60,5±5,5	18,7±0,4	20,8±5,3
	6,82±0,06	10,13±0,53	1050±29	53,5±3,1	24,5±1,4	22,0±1,7
II-дослідна	7,28±0,06	6,25±0,16	682±37	61,3±1,8	24,3±2,1	14,4±0,4
	6,72±0,03	10,50±0,6	1012±7	52,6±1,7	31,4±2,6	16,0±0,9

Примітка: \* – у чисельнику наведені дані до годівлі, у знаменнику – після годівлі.



Рівень летких жирних кислот після годівлі підвищився у рубці молодняка обох груп порівняно з показниками до годівлі: у першій (контрольній) групі – на 45,3%, у другій (дослідній) – на 68,0%. У рубцевій рідині бугайців II дослідної групи показник ЛЖК після годівлі був вищим порівняно з контролем на 0,37 ммоль/100 мл, або на 3,7%. Це є свідченням активізації бродильних процесів і швидкості всмоктування ЛЖК. Використання кукурудзяного і злаково-бобового силосу для годівлі тварин по різному впливало на направленість бродильних процесів.

Співвідношення летких жирних кислот рубця молодняка контрольної і дослідної груп було неоднаковим. Молярна доля оцтової кислоти в рідині рубця тварин обох піддослідних груп коливалася в межах 52,6-61,3% і була більшою на 0,9% абсолютних у бугайців I групи порівняно з II групою.

Що стосується масляної кислоти у зразках рубцевої рідини, то після згодовування досліджуваних зразків силосу як у контрольній, так й дослідних групах тварин вона відповідно зростала в середньому на 1,2 та 1,6%. Однак, якщо порівняти, кількість масляної кислоти, яка утворюється при згодовуванні ВРХ силосу кукурудзяного та трикомпонентного силосу, то при згодовуванні останнього на 6,0% масляної кислоти утворюється менше.

Після згодовування силосу в обох групах знижується ацетатна кислота, та зростає пропіонова, це можливо, пов'язано із зростанням кількості інфузорій (на 430 тис. в контрольній, на 330 тис. у дослідній групах), які безпосередньо беруть участь в метаболічних перетвореннях щодо синтезу летких жирних кислот.

Підсумовуючи вище викладене, можна стверджувати, що використання у живленні тварин трикомпонентного злаково-бобового силосу сприяє кращому бродінні в рубці, а це безпосередньо впливає на кінцеву продуктивність тварин.

### 3.2. Застосування силосної закваски на основі пробіотичного препарату БПС-Л в процесі консервування зернобобових культур

Двокомпонентний мікробний препарат БПС-Л застосовується у тваринництві для підвищення продуктивності молодняку великої рогатої худоби та силосування кормів. Це біологічний консервант вітчизняного виробництва, який не містить речовин подразнюючої дії для організму тварин, є екологічно безпечним та відносно недорогими. Розроблений інститутом сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН на основі метаболічно-активних штамів мікроорганізмів *Lactobacillus plantarum* L5 і *Bacillus subtilis* B3 (штами депоновано у Депозитарії ДНКІБШМ 23.06.2009 р. за № 479 і № 480 відповідно).

За органолептичними показниками силос, одержаний за використання препарату БПС-Л у дозі 25 млрд життєздатних клітин на 1 тонну корму, був бурувато-зеленого кольору з м'яким запахом квашених овочів та хлібного квасу на відміну від різко вираженого у контрольному варіанті.

Таблиця 3.15.

Хімічний склад та поживність силосу за використання мікробного препарату БПС-Л

Варіанти силосу	Вміст, %			Каротин, мг/кг
	Сухої речовини	Сирого протеїну	Сирої клітковини	
Через 140 діб зберігання				
Дослідний	26,91	3,47	8,20	16
Контрольний	25,19	3,31	8,25	16
Через 160 діб зберігання				
Дослідний	29,13	3,82	8,93	12
Контрольний	25,36	3,63	8,31	16

Нами проведені експериментальні дослідження щодо впливу бактеріальної силосної закваски БПС-Л, розробленої на основі пробіотичних

штамів мікроорганізмів лактобактерій на якісні характеристики консервованих злаково-бобових культурних рослин (табл. 3.15).

У процесі досліджень, на 140 та 160 добу консервування злаково-бобової сумішки при використанні бактеріальної силосної закваски було виявлено зростання вмісту сухої речовини відповідно на 1,72 та 3,69%, сирого протеїну відповідно на 0,16 та 0,19%. Це вказує на те, що впродовж 20 днів, починаючи із 140 до 160 добу процес консервування ще не закінчився і в субстраті відбуваються метаболічні процеси, які сприяють покращенню поживних якостей досліджуваного силосу.

Таблиця 3.16.

Рівень рН та вміст органічних кислот у зразках силосу за використання мікробного препарату БПС-Л

Варіанти силосу	Вміст кислот, %			Сума кислот, %	рН
	оцтова	масляна	молочна		
Через 140 діб зберігання					
Дослідний	0,64	0,01	2,17	2,82	4,1
Контрольний	0,85	0,00	1,67	2,52	4,2
Через 160 діб зберігання					
Дослідний	0,85	0,00	1,80	2,65	4,2
Контрольний	0,63	0,10	1,48	2,21	4,2

Додатково внесена силосна бактеріальна закваска пробіотичних штамів мікроорганізмів сприятливо впливає на вміст та співвідношення летких жирних кислот у зразках силосу. Так, вміст ацетатної кислоти на 160 добу консервування кормів порівняно до 140 доби зріс на 0,21%, молочна кислота знизилась на 0,19% та відсутністю масляної кислоти. Відсутність у консервованому кормі масляної кислоти також свідчить про високі якісні показники силосного продукту.

рН консервованої біомаси із використанням біологічної силосної закваски за період дослідження (140 та 160 доба) був на рівні 4,2, що відповідав регламентним нормам технологічного процесу силосування.

Рівень рН та вміст органічних кислот у зразках силосу залежно від кількості внесеної бактеріальної закваски, %

Зразок силосу	рН	Всього кислот	Вільні кислоти			Співвідношення		
			Молочна	Оцтова	Масляна	Молочна	Оцтова	Масляна
Контроль	4,42	2,15	1,41	0,60	0,05	65,58	27,9	2,30
Дослід I	4,31	2,32	1,55	0,67	0,01	66,80	28,9	0,43
Дослід II	4,25	2,34	1,60	0,69	0,00	68,38	29,5	0,00
Дослід III	4,17	2,43	1,64	0,75	0,00	67,49	30,8	0,00

За результатами експерименту щодо визначення оптимальної дози бактеріальної силосної закваски у кількості 15, 25 та 50 млн живих клітин на 1 кг готового силосу було встановлено, що оптимальною для одержання високоякісного силосу була доза у кількості 25 млн живих клітин на 1 кг консервованого корму (дослідна група II).

У даній дослідній групі, окремі показники рН, сума вільних кислот, та співвідношення між ними, були дещо нижчими порівняно із дослідною групою III, однак враховуючи економічну доцільність нами рекомендовано використовувати бактеріальну закваску створену на основі пробіотичних штамів молочнокислих бактерій саме в дозі 15 млн живих клітин на 1 кг готового силосу.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. На основі літературних даних досліджені основні ланки технологічного процесу консервування кормів, охарактеризовано аборигенні популяції анаеробних та аеробних мікроорганізмів, які беруть участь у процесі силосування.

2. Досліджено технологічні особливості консервування трикомпонентних злаково-бобових сумішей із використанням біологічних силосних заквасок, розроблених на основі пробіотичних штамів молочнокислих бактерій.

3. Описано основні стадії технологічного процесу виробництва бактеріальних силосних заквасок на основі пробіотичних культур для біостабілізації кормів.

4. Теоретично та експериментально обґрунтовано можливість оптимізувати технологічний процес силосування за рахунок дотримання в субстраті оптимального співвідношення між вмістом молочної та ацетатної кислот(67-68:29-30%), рН в межах 4,2, оптимальної температури ферментації (30-32°C) за анаеробних умов.

5. Використання у живленні тварин трикомпонентного злаково-бобового силосу сприяє кращому бродінні в рубці, а це безпосередньо впливає на кінцеву продуктивність тварин.

6. Виходячи із поживної цінності та економічної доцільності отриманого трикомпонентного злаково-бобового силосу за використанням бактеріальної закваски, створеної на основі пробіотичних штамів молочнокислих бактерій в дозі 15 млн живих клітин на 1 кг готового силосу є найбільш ефективною дозою для консервування даного субстрату.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мирось В. В., Головка В. О., Василець В. Г. Тваринництво (з основами технології виробництва продукції тваринництва) : підручник. / ред. В. В. Мирось. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2006. 278 с. URL: <https://studfile.net/preview/8996456/>
2. Шевченко Ю. А. (2011). Особливості енергетичної та економічної оцінки кормів. Інституційний репозитарій Державного вищого навчального закладу «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана». 2011. 509-517 С.
3. Бабич А. О., Побережна А. А. Кормовиробництво. Енциклопедія Сучасної України. 2014. URL: <https://esu.com.ua/article-3699>.
4. Маркова Н. В. Технологія виробництва рослинних кормів: Методичні рекомендації до проведення навчальної практики для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 204 «ТВППТ» денної форми навчання. Миколаїв: МНАУ, 2018. 64 с.
5. Зоогігієнічний контроль якості соковитих кормів. URL: [http://socrates.vsau.org/b04213/elbook/view\\_page.php?book\\_id=1&user=575&page\\_id=14](http://socrates.vsau.org/b04213/elbook/view_page.php?book_id=1&user=575&page_id=14).
6. Соковиті корми, біологічна цінність і значення їх у годівлі тварин. URL: <https://kazedu.com/referat/95273/2>.
7. Сільське господарство вирощування тварини корми. Сінаж, характеристика, технологія заготівлі. URL: [https://agriculture-growing-animal-feed.blogspot.com/2015/04/blog-post\\_48.html](https://agriculture-growing-animal-feed.blogspot.com/2015/04/blog-post_48.html).
8. Класифікація кормів. URL: <https://buklib.net/books/34144/>.
9. Соковиті корми. URL: [https://leksika.com.ua/19610319/ure/sokoviti\\_kormi](https://leksika.com.ua/19610319/ure/sokoviti_kormi).
10. Божок Л., Кравченко Н., Агеєв В. Мікробні консерванти для кормів для кормів. Аграрний тиждень. Україна. 2015. URL: <https://a7d.com.ua/tvarinnictvo/21026-mkrobn-konservanti-dlya-kormiv.html>.
11. Корми. URL: <https://leksika.com.ua/17040625/ure/kormi>.

12. Технологія заготівлі якісного високопоживного силосу. Головний журнал з агробізнесу «Пропозиція». URL: <https://propozitsiya.com/ua/tehnologiya-zagotivli-yakisnogo-visokopozhiv-nogo-silosu-0>.
13. Заготівля силосу. Група компаній Насіння. URL: <http://agrosemena.com.ua/uk/porady-naukovciv/zagotivlya-sylosu.html>.
14. Техніка консервування кормів. URL: <https://buklib.net/books/30923/>.
15. Правильна заготівля та зберігання силосу. Manu packaging Ukraine. URL: <https://agri.manupackaging.ua/pravilna-zagotivlja-ta-sberegannja-silosy/>.
16. Зберігання кормів для ВРХ. Огляд технологій та економічні аспекти. АГ-БАГ. URL: [https://ag-bag.ua/advice/hranenie-kormov-dlja-krs\\_-obzor-tehnologij-i-ekonomicheskie-aspekty](https://ag-bag.ua/advice/hranenie-kormov-dlja-krs_-obzor-tehnologij-i-ekonomicheskie-aspekty).
17. Ямков О. В., Гуменюк Ю. О. Технологія заготівлі кормів. Будь сильним, будь з КУНН. Заготівля кормів «Зелена лінія». Київ: НУБіП, 2023. 20 с.
18. Хорішко В. Д., Кулик М. Ф., Жуков В. П., Гончар Т. О. Технологія заготівлі силосу в курганах та буртах. Журнал «Агроном». 2010. URL: <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-zagotivli-sylosu-v-kurganah-ta-burtah/>.
19. Зелені корми: консервація і зберігання. Manu packaging Ukraine. URL: <https://agri.manupackaging.ua/zeleni-kormi-konservacziya-i-zberigannya/>.
20. Циганський В. І. Технологія заготівлі зберігання та переробки кормів методичні вказівки до виконання практичних робіт студентами факультету агрономії та лісівництва денної та заочної форми навчання галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», спеціальності 201 «Агрономія», освітнього ступеня «Магістр». Вінниця: ВНАУ, 2019. 55 с.
21. Сироватко К. М., Зотько М. О. Технологія кормів та кормових добавок : навч. посібник. Вінниця : ВНАУ, 2020. 268 с.
22. Технологія заготівлі зерносінажу. ЛАДС. 2018. URL: <http://lads.com.ua/tekhnohiiia-zahotivli-zernosinazhu/>.
23. Технологія і механізація заготівлі сінажу. Учбові матеріали та реферати. URL: <http://um.co.ua/8/8-10/8-105884.html>.

24. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених; Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: теорія практика, інновації (Оброшине, 6 листоп. 2018 р.) / Інститут сільського господарства Карпатського регіону. Оброшине : Ін-т сільського господарства Карпат. регіону, 2018. 6 с. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=21091>.

25. Petrychenko V., Korniychuk O., Zadorozhna I. Formation and development of fodder production in Ukraine. Bulletin of Agricultural Science. 2018. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-08>.

26. Пат. 95689 Україна, МПКС12N1/20 Штам бактерій мікроорганізмів *Lactobacillus plantarum* для виробництва пробіотичного препарату та бактеріальної закваски / Г. М. Дяченко, А. О. Боқун, С. В. Дерев'яноко та ін. заявл. 02.12.2009 ; опубл. 25.08.2011, бюл. № 16. 2 с.

27. Пат. 95357 Україна, МПК С12N1/20 Штам бактерій мікроорганізмів *Bacillus subtilis* для виробництва пробіотичного препарату та бактеріальної закваски / Г. М. Дяченко, А. О. Боқун, С. В. Дерев'яноко та ін. заявл. 02.12.2009 ; опубл. 25.07.2011, бюл. № 14. 3 с.

28. Serekraev N., Stybayev G., Baitelenova A., Zasada M. Feed production: Study guide. Poland, Warsaw : iScience, 2018. 179 p. URL: [https://sciencecentrum.pl/wp-content/uploads/2019/10/Baitelenova%20\(web\).pdf](https://sciencecentrum.pl/wp-content/uploads/2019/10/Baitelenova%20(web).pdf).

29. Постельга С., Філоненко Л. Дослідження технології консервування соковитих кормів з використанням новітніх технічних засобів. Збірник наукових праць. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2016. Вип. С. 20 (34). С. 397-404.

30. Подобєд Л., Курнаєв О. Питання заготівлі, зберігання та використання кормів в умовах інтенсивної технології виробництва молока. Одеса : Друкарський дім, 2012. 456 с.

31. Краща якість зберігання силосу з використанням киснево-бар'єрної плівки для силосування від «Планета Пластик». Планета Пластик. 2020. URL: <https://planetaplast.com/sylosuvannya-ta-zberihannya-sylosu/>.



32. Лавринюк О. О., Бурлака В. А. Зоохімічний аналіз кормів. Органолептичний аналіз та вимоги Держстандартів до кормів у тваринництві: Навчальний практикум. Житомир : ЖНАУ, 2016. 95 с.

33. Вплив годівлі і біотехнологічних аспектів на формування продуктивності тварин : матеріали студентської наукової інтернет-конференції присвячені 115-річчю від дня народження Іванова М. П. (м. Кам'янець-Подільський, 1 травня 2020 р.) / за ред. А.Т. Цвігуна, В.І. Бучковської, Ю.М. Євстафієвої. Кам'янець-Подільський : Подільський державний аграрно-технічний університет, 2020. 52 с.

34. Філоненко Л. Тестування вітчизняних спеціалізованих машин для закладання силосної маси з кукурудзи в бетоновані сховища. Збірник наукових праць. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2020. Вип. С. 26 (40). С. 170-177. DOI: [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2020-1-26\(40\)-16](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2020-1-26(40)-16).

35. Дяченко Г. М. Біотехнологія у кормовиробництві: стан і перспективи розвитку / Дяченко Г. М., Кравченко Н. О. // Сільськогосподарська мікробіологія. Чернігів : ЦНТЕІ, 2010. Вип. 11. С. 117-122.

36. Божок Л. В. Вплив препарату БПС-Л на якість та збереженість силосованих кормів / Л. В. Божок // Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 281-285.

37. Пробиотичні препарати для профілактики і лікування хвороб та стимуляції росту сільськогосподарських тварин і птиці /Дерев'янка С.В., Дяченко Г.М., Божок Л.В., Прокопенко О.І. //Ветеринарна медицина: міжвід. темат. наук. зб. Харків: ІЕІКВМ УААН, 2004. Вип. 84. С. 819-822.

38. Вудмаска В. Ю. Молочна продуктивність корів при згодовуванні силосу із сумішки озимих ячменю і вики / В. Ю. Вудмаска, І. В. Душара // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2003. Вип. 45. С. 120-125.

39. Кулик М. Ф. Нові консерванти і технології кормів/ М. Ф.Кулик, В. Ф. Петриченко, Т. В. Засуха. Вінниця, 2004. 319 с.

40. Препарат бацилярний субтиліс (БПС-44): ТУ У 24.4-00497360-691-2003. Зміна № 1. К.: Міністерство аграрної політики, 2006. 2 с.
41. Кулик М. Ф. Порівняння механізму дії відомих і нових консервантів при заготівлі силосу, сінажу і вологого зернофуражу / М. Ф. Кулик, В. Ф. Петриченко, Ю. В. Обертюх та ін. // Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2004. Вип. 54. С. 128-136.
42. Suvarna V.C. Probiotics in human health: a current assessment /V.S. Suvarna and V.U. Voby //Current science. 2005. Vol. 88, № 11. P. 1744-1748.
43. Акименко Л. Пробиотики у ветеринарній медицині /Л. Акименко //Ветеринарна медицина України. 2005. № 5. С. 37-38.
44. Пробиотичні препарати БПС-44 та БПС-Л – стимулятори імунної та антиоксидантної систем молодняку сільськогосподарських тварин /Агеєв В.О., Дяченко Г.М., Дерев'янку С.В. [та ін.] //Аграрна наука– виробництву. 2009. № 1. С. 25.
45. Ефективність пробиотичного препарату БПС-44 /Дерев'янку С.В., Дяченко Г.М., Божок Л.В. [та ін.] //С.-г. мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб. Чернігів: ЦНТЕІ, 2005. Вип. 1-2. С. 128-135.
46. Jasinskas A., Pašvenskas G., Palšauskas M., Souček J. Technological, technical and quality assessment of maize silage making and unloading from trench. Vytautas Magnus University. 2019. №9. P. 145-148. DOI: <http://doi.org/10.15544/RD.2019.021>.
47. Bacenetti J., Fusib A. The environmental burdens of maize silage production. Influence of different ensiling techniques. Animal Feed Science and Technology. Vol. 204. 2015. P. 88-98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.005>.
48. Baranauskas S., Juknevičius S., Stankevičiūtė J. Feed and cattle feeding : Educational Book. Akademija, Kaunas r. : Publishing Center of Aleksandras Stulginskis University, 2009. 65 p. URL: [http://asu.lt/wp-content/uploads/2015/02/mokomoji\\_knyga.pdf](http://asu.lt/wp-content/uploads/2015/02/mokomoji_knyga.pdf).

49. Kaiser A. G., Piltz J. W., Burns H. M., Griffiths N. W. Top Fodder : Successful silage. Australia : NSW Agriculture and Dairy Research and Development Corporation, 2003. 420 p.

50. Al-Marzooqi W., Al-Farsi M. A., Kadim I. T., Mahgoub O., Goddard J. S. The Effect of Feeding Different Levels of Sardine Fish Silage on Broiler Performance, Meat Quality and Sensory Characteristics under Closed and Open-sided Housing Systems. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2010. №23 (12). P. 1614-1625. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.10119>.

51. Nasriddin K., Shakhnoza K. The Effectiveness of Innovative Technologies in the Cultivation of New Hybrids of Corn. Annals of the Romanian Society for Cell Biology. 2021. Vol. 25 (3). P. 2327–2334.

52. Левандовський Л. В., Бублієнко Н. О., Семенова О. І. Природоохоронні технології та обладнання: підруч. Київ : НУХТ, 2013. 243 с.