

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

**УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ СИЛОСУВАННЯ
ВИСОКОВОЛОГОЇ СИРОВИНИ
ЗА ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ВІТЧИЗНЯНИХ
МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ.
(науково-практичні рекомендації)**



Оброшине, 2025

УДК 636.085.52/7

Удосконалена технологія силосування високовологої сировини за використання нових вітчизняних мікробних препаратів : науково-практичні рекомендації / Н.М. Федак, Г.М. Седіло., С. П. Чумаченко, І. В. Душара, О. В. Мамчур, Б.С. Денькович. Оброшине, 2025. 38 с.

Рецензенти:

Федорович Є. І. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач лабораторії розведення та селекції тварин Інституту біології тварин НААН

Вовк С.О. – доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу дрібного тваринництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

Наведено особливості удосконаленої технології заготівлі силосу із сировини високої вологості та буферності компонентів за використання нових вітчизняних мікробних препаратів, якісні параметри силосу та його вплив на продуктивність ВРХ. Рекомендації розраховані на наукових працівників, зооветспеціалістів господарств, фермерів які утримують велику рогату худобу та вівці.

Рекомендації розглянуто і затверджено вченою радою Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (протокол № 10 від 22.09.2025 р.).

© Федак Н. М., Седіло Г.М.,
Чумаченко С.П., Душара І.В.,
Мамчур О. В., Денькович Б.С., 2025
© Видавництво Інституту
сільського господарства Карпатського
регіону НААН, 2025

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	4
1. СИЛОСУВАННЯ ТА ВИМОГИ ДО СИЛОСНОЇ СИРОВИНИ.....	6
2. БІОЛОГІЧНІ КОНСЕРВАНТИ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ У КОРМОВИРОБНИЦТВІ.....	12
3. ВПЛИВ МІКРОБНИХ ІНОКУЛЯНТІВ НА ФЕРМЕНТАЦІЮ СИЛОСУ.....	20
4. ВПЛИВ СИЛОСУ, ЗАКОНСЕРВОВАНОГО ПРОБІОТИЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВРХ:	
4.1. Фізіологічний і біохімічний статус, продуктивність та якість молока корів.....	25
4.2. Фізіологічний і біохімічний статус організму бугайців на відгодівлі та їх продуктивність.....	30
Перелік джерел посилання.....	34

ВСТУП

Проблема заготівлі якісних силосованих кормів, враховуючи зональне різноманіття сировинного матеріалу, його хімічного складу, складність самого процесу силосування та необхідність чіткого дотримання всіх технологічних елементів, залишається актуальною і сьогодні. Силосування є найпоширенішим методом консервування зеленої маси, який базується на ферментації водорозчинних вуглеводів у кормах до органічних кислот (головним чином молочної) епіфітними бактеріями в анаеробному середовищі. Бактеріальні інокулянти для силосу, що містять молочнокислі бактерії, вже давно застосовуються для покращення його ферментації, контролю росту і розвитку дріжджів та плісняви, а також для зменшення втрат поживних речовин під час процесу ферментації. Гомоферментативні бактеріальні інокулянти сприяють підкисленню корму завдяки своїй здатності виробляти молочну кислоту та знижувати рН силосованого корму, а гетероферментативні – застосовуються для збільшення виробництва ацетату, який забезпечує протигрибкові властивості та підвищує аеробну стабільність силосу. Гомоферментативна та гетеро-ферментативна інокуляція молочнокислими бактеріями широко використовується для покращення молочнокислого бродіння, пригнічення шкідливих епіфітних мікробів та збереження поживної якості силосованих кормів. Досліджено, що інокуляція сільськогосподарських кормових культур молочнокислими бактеріями під час силосування може покращити продуктивність жуйних тварин при його згодовуванні навіть у випадках, коли вона мала незначний вплив на ферментацію силосу. Ці результати свідчать про те, що, очевидно, деякі інокулянти можуть мати пробіотичний вплив на тварин. Вчені дослідили, що порівняно з не інокульованими, усі силоси, інокульовані молочнокислими бактеріями, значно ($P < 0,05$) збільшили вміст молочної кислоти та співвідношення молочної кислоти до оцтової, водночас знизили рН та кількість амонійного азоту.

Останні дослідження функцій бактеріальних добавок при силосуванні зеленої маси кормових культур свідчать про значний потенціал для покращення продукту не лише як ферментованого корму, але й як доставки пробіотичних мікроорганізмів, які можуть

принести користь здоров'ю тварин. Якість силосів можна підвищити шляхом додавання різних бактеріальних інокулянтів, які допомагають під час ферментації, зберігання та годівлі, покращуючи процеси бродіння, стимулюючи розвиток різноманітних корисних бактерій та пригнічуючи проліферацію шкідливих мікроорганізмів.

Значна кількість досліджень показали, що інокульований силос порівняно з неінокульованим, знижує рН, сприяє виробленню молочної кислоти та зменшує утворення аміаку. Крім того, дослідження показують, що мікробна інокуляція впливає не лише на ферментацію рослин, але й на продуктивність тварин, що проявляється збільшенням надою молока, приросту маси тіла та споживання корму. а також деякі інокулянти можуть мати пробіотичний ефект у рубці. Інокуляція силосу покращує споживання сухої маси і приріст маси тіла у дослідженнях на ВРХ, що може бути пов'язано зі збільшенням концентрації пропіонату в рубці, зниженням концентрації аміаку та вільних амінокислот у силосі, вищою засвоюваністю та/або пригніченням росту небажаних мікроорганізмів. Підвищення продуктивності тварин очевидно зумовлене мікробними інокулянтами, зокрема молочнокислими бактеріями, які потрапляли в рубець. Багато інокулянтів для силосу мають антибактеріальну активність, і ця активність передається інокульованому силосу.

У сукупності, сучасні знання про роль молочнокислих бактерій у силосі кормових культур вказують на те, що існують великі можливості для виготовлення його не лише як ферментованого корму, але й як засобу доставки пробіотичних речовин для здоров'я та добробуту тварин у майбутньому.

СИЛОСУВАННЯ ТА ВИМОГИ ДО СИЛОСНОЇ СИРОВИНИ

У годівлі тварин найбільш поширеним та цінним видом корму є силос. Зоотехнічні аналізи свідчать, що в кожному центнері силосу, заготованого відповідно до вимог, міститься 21-23 к. о., 4-6 кг білка. Залежно від силосної маси, на одну кормову одиницю припадає 120-135 г перетравного протеїну, що повністю забезпечує потребу тварин у ньому. Силос є цінним кормом і найбільше відповідає зоотехнічним вимогам, містить усі необхідні речовини: протеїн, білки, незамінні амінокислоти, вуглеводи, жири, вітаміни, біологічно активні речовини, макро- і мікроелементи. Силосні корми мають високу перетравність та засвоюваність. Органічні речовини тварини засвоюють майже на 70%, протеїн – на 75-80, що на 10-15% більше порівняно з іншими кормами. Поїдання силосу сприяє поліпшенню апетиту, збільшенню молоковіддачі, зменшенню яловості тварин і, як наслідок, – підвищенню рентабельності тваринництва. От тільки в багатьох господарствах заготовляють силос низької якості. Причина в тому, що для заготівлі силосу використовують неповноцінну рослинну сировину, а саму технологію його заготівлі виконують зі значними порушеннями.

Силосування, або заквашування – біологічний метод консервування кормів на основі молочнокислого бродіння. Корм, одержаний методом силосування, називається силосом і належить до цінних, що найбільше відповідає фізіологічним потребам тварин. Цей вид корму в раціоні жуйних тварин може становити понад 50% загальної поживності. Крім високої поживності, молочна кислота, яка міститься в силосі, характеризується цінними дієтичними властивостями. В силосній масі на 50-60% зберігається вітаміну С, а вміст каротину (провітаміну А) в 1 кг сухої маси сягає понад 100-120 мг. Під час силосування відбувається консервування рослинної сировини органічними кислотами, які утворюються в процесі молочнокислого бродіння. Органічні кислоти, утворені внаслідок молочнокислого бродіння, вберігають масу від подальшого розпадання та псування, сприяють її збереженню. В процесі бродіння моно- та дицукрів у силосній масі утворюється в середньому 65-70% молочної та 30-35% оцтової кислот. Саме така їх кількість є основним чинником консервування (заквашування), одержання та зберігання високоякісного силосу.

Силос отримують із кормових культур шляхом природного або штучного підкислення, без кисню та використовують як корм для тварин у зимово-стійловий період утримання. Він виробляється шляхом ферментації рослинної біомаси вологістю зазвичай понад 50% і його заготівля залишається популярною для молочних ферм, оскільки він зменшує втрати поживних речовин від збору врожаю під час зберігання. Метою сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй є покращення рівня життя людей з одночасним захистом клімату. Це сприяло значному зростанню потреби у повторно використовуваних ресурсах та тваринному білку, в результаті чого як галузь кормовиробництва, так і тваринництва постійно стимулюють попит на корми. Відповідно, попит на тваринний білок може подвоїтися до 2030 року, що вимагатиме стратегій збереження кормів для задоволення цих потреб, а також захисту навколишнього середовища, особливо у вологому кліматі, де зберігання сухих кормів є складним.

Щоб отримати якісний силос і зменшити витрати цінних речовин, треба знати теоретичні основи силосування (заквашування). Для найсприятливішого функціонування молочнокислих бактерій потрібно, щоб у силосній сировині була певна кількість легкозброджувальних вуглеводів, зокрема цукру та крохмалю. Іншими словами, під час силосування слід дотримуватися певного цукрового мінімуму, що полягає в мінімальній кількості цукру, яка використовується для утворення такої кількості молочної кислоти, яка потрібна для доведення рН сировини, що силосують, до значення 4-4,2, внаслідок чого маса добре консервується, а шкідлива мікрофлора припиняє своє функціонування.

Усі рослини, залежно від співвідношення факторного вмісту цукру та потрібного його мінімуму, поділяють на групи: легко-, важкосилосовані та несилосовані. Легкосилосовані – це рослини із вмістом цукру в 1,6-1,7 разів більшим за мінімальну кількість, яка знадобиться для утворення рН 4-4,2. До легкосилосованих рослин належать кукурудза та сумішки з нею інших рослин у невеликій кількості, гичка цукрових буряків, сорго, суданська трава, тонконогові (злакові) багаторічні трави та їхні суміші з незначною кількістю бобових видів, плоди баштанних культур. Важкосилосовані – це рослини з вмістом цукру, близьким до мінімальної кількості. Важко силосуються однорічні та

багаторічні бобово-злакові травосумішки зі значним вмістом бобових (понад 50%), озиме жито та пшениця в пізніх фазах розвитку, кормові боби, буркуни, вика озима та яра. Несилосовані – це рослини, які містять малу кількість цукрів і не створюють належної кислотності середовища. До несилосованих культур належать: молода трава, жито, пшениця, тритикале після колосіння, соя, кропива, серадела, люпини, люцерна, конюшина в період бутонізації. Перелічені рослини містять багато азотистих речовин і мало вуглеводів, унаслідок чого інтенсивно розвиваються маслянокислі бактерії (сировина загниває) з виділенням великої кількості вуглекислого газу, водню, великою втратою поживних речовин та енергії. Згодовування силосу з підвищеною кількістю масляної кислоти призводить до зниження продуктивності тварин та якості їхньої продукції.

Придатність культур до силосування визначають і за цукрово-протеїновим співвідношенням. Силосна маса, в якій цукрово-протеїнове співвідношення становить 0,7-1,5:1, добре силосується, а якщо 0,5:1, – тоді погано. До силосної маси, яка погано силосується, додають культури з високим цукровим мінімумом або 2-2,5% меляси чи 50-60 кг картоплі на 1 т силосної маси. Дотепер у багатьох господарствах для заготівлі силосу використовують чисто злакові культури (кукурудзу, сорго, суданську траву). Такий силос часто буває низької якості, незбалансований за основними речовинами, а кормова одиниця не забезпечена протеїном згідно із зоотехнічною нормою. До того ж, у чисто злаковій силосній масі часто буває надлишок цукру, що перевищує цукровий мінімум у понад 2-3 рази. Все це призводить до перекислення силосу й зниження його якості та поїдання.

Дослідження й передовий досвід господарств останніми роками свідчать, що для одержання цінної силосної сировини потрібно застосовувати не чисті посіви, а травосуміші, до складу яких входять злакові (тонконогі), бобові (метеликові) та хрестоцвіті (капустяні) види. Такі травосуміші за вмістом протеїну переважають чисто злакові травостої. Вміст бобових та хрестоцвітих видів у невеликій кількості сприяє збільшенню рівня протеїну до значення, достатнього для годівлі тварин, поліпшується склад протеїну за вмістом незамінних амінокислот. Зоотехнічні аналізи показують, що із різновидовими травосумішками, які різняться між собою вмістом протеїну, цукру,

амінокислот, жиру, зональних елементів та вітамінів, тварини одержують повноцінний збалансований корм, завдяки чому підвищується його поїдання, перетравність та засвоюваність організмом; вони найкраще відповідають потребам тварин. Завдяки вмісту бобових та хрестоцвітих видів у сировині для заготівлі силосу, повільніше змінюється хімічний склад, і маса залишається тривалий час цінною, зберігається оптимальна кількість клітковини (не більше 25-28%). За концентрацією обмінної енергії в сухій масі такі силосні травосумішки відповідають зоотехнічним вимогам для високопродуктивних тварин. Доведено, що силосні травосумішки, в структурі яких злакові види становлять не менше 70%, бобові та капустяні – 10-15% кожний, є повноцінними, високопоживними, їх легко силосувати. Травосумішки з високим вмістом бобових та хрестоцвітих видів силосувати важко.

Таким чином, основна вимога під час силосування – використання високоякісної, повноцінної рослинної сировини та зменшення до мінімуму втрат поживних речовин шляхом застосування різного роду хімічних і біологічних консервантів, які стабілізують мікрофлору та допомагають зберігати поживні речовини у силосованих кормах. Це зокрема пробіотичні препарати, так звані закваски, які за низької вартості забезпечують оптимальний рівень молочнокислого бродіння, пригнічують ріст гнильної мікрофлори, що сприяє збереженості поживних речовин та каротину зеленої маси. Основою сучасних бактеріальних заквасок є різноманітні композиції переважно гомоферментативних молочнокислих мікроорганізмів з концентрацією клітин на рівні 10^5 – 10^6 КУО/г для надання їм конкурентної переваги над польовими штамами бактерій. Забезпечення гомоферментації (утворення і накопичення переважно молочної кислоти) у силосній масі, особливо заготовленій із сировини підвищеної вологості та з високим вмістом бобових, створює умови, за яких втрати енергії бродіння за рахунок інших її видів знижуються до мінімуму, розвиток термофільної мікрофлори швидко пригнічується, а розвиток гнильних і патогенних мікроорганізмів – взагалі припиняється.

Окрім молочнокислих бактерій, широкого практичного застосування набули бактерії роду *Bacillus*. На їх основі розроблено низку пробіотичних препаратів, які застосовують для лікування та профілактики хвороб шлунково-кишкового тракту, підвищення

продуктивності молодняку сільськогосподарських тварин і птиці. Крім того, препарати на основі аеробних бацил з успіхом використовуються при заготівлі консервованих кормів.

Спороутворюючі бактерії, зокрема *Bacillus subtilis*, порівняно з лакто- та біфідобактеріями є більш активними продуцентами біологічно активних речовин: вони володіють високою ферментативною активністю (амілолітичною, ліполітичною, целюлозолітичною, протеолітичною), продукують амінокислоти, зокрема незамінні, та вітаміни. Мікроорганізми цього роду характеризуються більш вираженою і різноманітною антимікробною активністю за рахунок продукції ними антибіотичних речовин. Таким чином, вони не тільки запобігають розвитку патогенної мікрофлори, а й нейтралізують продукти гниття та бродіння, покращують перетравлювання та засвоювання поживних речовин корму. Утворення бацилами спор надає мікроорганізму стійкості до дії несприятливих факторів. Споріві форми легко витримують низькі та високі температури, опромінення тощо. Володіючи високою амілолітичною активністю, бацили не лише ферментують низку цукрів з утворенням молочної кислоти, але й розчиняють крохмаль до низькомолекулярних декстринів, що сприяє накопиченню додаткової кількості молочної кислоти.

Безперечно, силос, законсервований з допомогою мікробних заквасок, більшою мірою забезпечує кормові потреби тварин, а силосування відповідає вимогам охорони праці та захисту навколишнього середовища і, при цьому, є найбільш економічно ефективним. Заготовлений таким способом силос переважає за якістю продукцію, отриману з використанням хімічних. За додавання мікробного консерванту у рослинній сировині створюється необхідна концентрація бажаних для силосування мікроорганізмів, що сприяє оптимізації процесу молочнокислого бродіння, пригніченню розвитку гнилісних та м'ясянокислих бактерій, різкому збільшенню кількості корисної мікрофлори, вмісту молочної кислоти, і як наслідок отримання якісного корму. Оскільки в основі процесу силосування лежить молочнокисле бродіння, то впродовж декількох десятиліть для розробки силосних заквасок значна увага приділялась селекції саме молочнокислих бактерій. Крім того, молочнокисле бродіння є найбільш економічним за використанням енергії тому, що за розкладання одного

кілограму цукру (3760 ккал) до молочної кислоти утворюється 3615 ккал енергії (втрачається 4 %), в той час як за перетворення цукру до оцтової кислоти втрачається 15 %, а до масляної – близько 24 % енергії. Основою біологічних консервантів є штами аеробних спороутворюючих бактерій сінної палички з високою ферментативною та антагоністичною активністю до низки небажаних у процесі консервування мікроорганізмів. Особливістю бактерій, на основі яких створені препарати є те, що вони швидко розмножуються у зеленій масі рослин, поглинають кисень, створюючи при цьому анаеробні умови сприятливі для розвитку епіфітної молочнокислої мікрофлори, добре можуть рости, розмножуватися й за відсутності кисню зброджувати рослинні цукри, тим самим підвищуючи вміст молочної кислоти у рослинній сировині. За рахунок синтезу низки біологічно активних речовин проти гнильних та маслянокислих бактерій, включаючи плісені та дріжджі, вони сприяють зменшенню вмісту масляної кислоти та тривале збереження консервованих кормів від пліснявіння. Крім того зазначені вище бактерії синтезують ферменти, зокрема амілазу, що розщеплює крохмаль сировини до глюкози та мальтози з подальшим зброджуванням їх до органічних кислот, у переважній кількості молочної. Застосування заквасок впливає на покращення не лише показників кислотності силосу, але й зниження втрат сухих речовин корму. Використання мікробних препаратів є економічно вигідним, вони є повністю безпечними для персоналу, оскільки не містять токсичних компонентів, не є хімічно агресивними, не призводять до корозії апаратури, що використовуються при заготівлі корму, їх важко передозувати. Отримані корми є екологічно чистими та не містять продуктів хімічного розкладу, мають добрі смакові якості.

БІОЛОГІЧНІ КОНСЕРВАНТИ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ У КОРМОВИРОБНИЦТВІ

У сучасних умовах сталого розвитку аграрного сектору однією з ключових передумов продовольчої безпеки держави виступає створення надійної та високоефективної кормової бази для галузі тваринництва. Забезпечення населення України повноцінними, безпечними та екологічно чистими продуктами харчування тваринного походження є неможливим без системного підходу до організації кормовиробництва, оптимального використання природних і земельних ресурсів, упровадження енергозберігаючих технологій та дотримання вимог охорони довкілля. У цій площині особливого значення набувають наукові дослідження, спрямовані на вдосконалення методів збереження та підвищення якості кормів, зокрема силосу та сінажу. Ці види кормів становлять важливу складову раціонів великої рогатої худоби, забезпечуючи до 40–50 %, а в окремих випадках і понад половину енергетичної поживності годівлі.

Традиційні методи консервування кормів із застосуванням хімічних препаратів останніми роками втрачають свою популярність через низку чинників. Передусім це висока собівартість таких засобів, складність їх транспортування, необхідність дотримання спеціальних умов зберігання та використання, а також ризики, пов'язані з екологічною безпекою виробництва. Натомість біологічні консерванти, що ґрунтуються на дії живих мікроорганізмів або їх метаболітів, привертають дедалі більшу увагу дослідників і практиків. Вони є дешевшими, зручнішими у застосуванні та не становлять загрози для навколишнього середовища. Застосування біологічних консервантів дозволяє зменшити втрати поживних речовин під час заготівлі кормів у 1,5–2 рази, забезпечуючи збереження до 90–95 % каротину та інших біологічно активних сполук, наявних у свіжій рослинній сировині.

У природних умовах на поверхні рослин формується різноманітна мікрофлора, серед якої переважають гетероферментативні молочнокислі бактерії. У процесі ферментації вуглеводів ці мікроорганізми продукують не лише молочну, а й оцтову, пропіонову, бурштинову кислоти, спирти та інші сполуки, що в сукупності погіршують органолептичні властивості корму,

збільшують втрати поживних речовин і знижують енергетичну цінність готового продукту. Поряд із ними на рослинній поверхні присутні й гомоферментативні молочнокислі бактерії, які синтезують переважно молочну кислоту — ключовий продукт у процесі біологічного консервування. Проте їх концентрація в природних умовах зазвичай становить лише близько 1×10^2 КУО/г зеленої маси, що є недостатнім для інтенсивного перебігу ферментації. Саме тому у природному середовищі процес консервування відбувається повільно, створюючи передумови для розвитку небажаної мікрофлори — маслянокислих, гнильних бактерій, дріжджів і пліснявих грибів. Їх діяльність призводить до утворення токсичних метаболітів, неприємного запаху, втрат білка, цукрів, каротину, а також суттєвого зниження поживної цінності корму.

Проблема стабілізації мікрофлори силосованої маси є ключовою для сучасного кормовиробництва. Науковці довели, що введення до зеленої маси спеціально підібраних культур молочнокислих бактерій дозволяє створити оптимальні умови для молочнокислого бродіння, пришвидшуючи процес консервування й підвищуючи якість кінцевого продукту. Біологічні консерванти, на відміну від хімічних, діють природним шляхом: вони пригнічують розвиток шкідливих мікроорганізмів за рахунок швидкого зниження рН середовища, утворення органічних кислот та конкурентного витіснення небажаної мікрофлори. Як результат, корм зберігає природний аромат, приємний смак, високий вміст протеїну, цукрів та вітамінів, що значно підвищує його поїдання тваринами та загальну продуктивність у тваринництві.

Застосування заквасок із чистих культур молочнокислих бактерій виявилось ефективним як для легкосилосованих, так і для важкосилосованих культур, зокрема тих, що мають низький вміст цукрів або високу вологість. Додавання таких препаратів не лише прискорює процес дозрівання силосу у 2–3 рази, а й забезпечує оптимальне співвідношення органічних кислот, зменшує втрати сухих речовин, підвищує вміст каротину та покращує смакові властивості корму.

Біологічне консервування кормів посідає провідне місце серед сучасних технологій заготівлі рослинної сировини. За ефективністю збереження поживних речовин воно може прирівнюватися до методів високотемпературного сушіння, однак

має значну економічну перевагу завдяки скороченню витрат енергії. Біологічні консерванти не лише стабілізують процеси ферментації, але й сприяють підвищенню загальної біологічної цінності кормів, адже активізують природні біохімічні механізми збереження органічної речовини. Такий підхід повністю відповідає концепції сталого розвитку сільського господарства, що передбачає мінімізацію використання синтетичних речовин і пріоритет екологічно безпечних технологій.

Світовий досвід свідчить, що у багатьох розвинених країнах біологічне консервування вже давно стало стандартом у кормовиробництві. Наприклад, у Канаді, Великій Британії, Франції та Данії за допомогою біоконсервації заготовляють від 20 до 50 % силосу, тоді як у країнах Північної Європи, зокрема в Норвегії та Фінляндії, цей показник сягає 90 %. Це пояснюється як високою ефективністю таких препаратів, так і їхньою здатністю забезпечувати стабільну якість корму навіть за несприятливих кліматичних умов. Біологічні закваски дозволяють контролювати мікробіологічні процеси під час зберігання, запобігаючи розвитку гнильних і пліснявих організмів, що є надзвичайно важливим для збереження кормів у регіонах із підвищеною вологістю.

Зниження якості кормів унаслідок неправильного консервування чи порушення технології призводить до значних втрат поживних речовин – у середньому до 25 % і більше. Найбільш чутливими до руйнування є протеїн, цукри, каротиноїди та вітаміни, що формують основну поживну цінність кормів. Втрата цих компонентів призводить до дисбалансу поживних речовин у раціоні тварин, зниження перетравності та споживання кормів, а відтак і до зменшення продуктивності тваринницької галузі. Унаслідок цього зростають витрати кормів на одиницю продукції, а енергетичні потреби організму тварин значно підвищуються. За даними досліджень, при використанні кормів низької якості споживання енергії на підтримання фізіологічних функцій організму зростає у 1,5–2 рази, що прямо впливає на економічну ефективність виробництва.

Саме тому пошук нових біологічних консервантів, які поєднують екологічну безпеку, ефективність та економічну доступність, залишається актуальним завданням сучасного кормовиробництва. Сьогодні велика увага приділяється мікробіологічним закваскам, здатним забезпечити стабільний

рівень молочнокислого бродіння, пригнічення гнильної мікрофлори та максимальне збереження поживних речовин у процесі силосування. Одним із ключових напрямів розвитку є розробка комбінованих бактеріальних препаратів, що містять штами мікроорганізмів із різними ферментативними властивостями, які взаємно підсилюють дію одне одного.

Основу сучасних біологічних консервантів складають композиції переважно гомоферментативних молочнокислих бактерій з концентрацією клітин на рівні 10^5 – 10^6 КУО/г. Такий показник забезпечує мікроорганізмам конкурентну перевагу над природною епіфітною мікрофлорою зеленої маси. Завдяки їхній активності в силосній масі створюються умови для інтенсивного утворення молочної кислоти, що сприяє швидкому зниженню pH та зупиняє розвиток небажаних процесів гниття. Особливо важливим є застосування таких препаратів під час силосування сировини з підвищеною вологістю або високим умістом бобових культур, адже саме у таких випадках ризик розвитку небажаної мікрофлори зростає в декілька разів. Гомоферментативне бродіння дозволяє мінімізувати енергетичні втрати, характерні для інших типів ферментації, таких як оцтовокисле чи маслянокисле, тим самим підвищуючи енергетичну цінність готового корму.

Важливим напрямом удосконалення біологічних консервантів стало використання спороутворюючих бактерій, зокрема представників роду *Bacillus*. Мікроорганізми цього типу вирізняються високою ферментативною активністю: вони продукують широкий спектр ферментів (амілази, ліпази, протеази, целюлази), а також біологічно активні речовини — амінокислоти, вітаміни та природні антибіотики. Завдяки цьому бактерії *Bacillus* не лише покращують процес ферментації кормів, а й чинять антагоністичну дію щодо патогенної мікрофлори, запобігаючи утворенню токсичних метаболітів. Спори таких бактерій стійкі до зовнішніх впливів — температурних коливань, ультрафіолетового випромінювання, нестачі поживних речовин, що робить їх надзвичайно надійними компонентами біологічних препаратів.

Препарати на основі *Bacillus subtilis* широко використовуються у тваринництві не лише як консерванти, а й як пробіотики. Вони сприяють нормалізації мікрофлори шлунково-кишкового тракту тварин, підвищують засвоєння поживних речовин, покращують імунну реактивність організму та сприяють

росту молодняку. Завдяки високій антимікробній активності такі культури запобігають розвитку пліснявих грибів, маслянокислих і гнильних бактерій у процесі зберігання кормів, тим самим забезпечуючи їх довготривале збереження.

Розвиток сучасних технологій у галузі мікробіологічного консервування кормів неможливий без глибокого розуміння фізіологічних і біохімічних особливостей мікроорганізмів, що беруть участь у цих процесах. Особливу увагу дослідників привертають спороутворюючі бактерії, які проявляють високу стійкість до несприятливих умов зовнішнього середовища та здатність до тривалого збереження життєздатності. Завдяки цим властивостям їх використання у складі біологічних консервантів забезпечує пролонгований ефект, адже бактерії активуються в момент створення відповідних анаеробних умов і розпочинають інтенсивне зброджування вуглеводів, перетворюючи їх на органічні кислоти. Це дозволяє підтримувати стабільність силосної маси впродовж тривалого періоду зберігання, навіть за коливань температури чи вологості.

Механізм дії спороутворюючих бактерій у процесах біоконсервації пов'язаний із комплексом біохімічних реакцій, спрямованих на глибоке розщеплення органічних сполук. Вони активізують гідроліз полісахаридів до простих цукрів, сприяють деструкції клітковини та геміцелюлоз, що підвищує доступність поживних речовин для тваринного організму. Особливо цінною є здатність окремих штамів *Bacillus* синтезувати ферменти, які каталізують перетворення білкових сполук у легкозасвоювані амінокислоти, необхідні для росту та розвитку тварин. Завдяки цьому процесу корм набуває підвищеної біологічної цінності, поліпшуються його смакові характеристики та засвоюваність у травному тракті.

Крім ферментативної активності, представники роду *Bacillus* проявляють виражені антагоністичні властивості щодо широкого спектра умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів. Їх антагонізм реалізується шляхом синтезу природних антибіотичних сполук, таких як бацилізин, субтілін чи ітурин, які пригнічують ріст бактерій роду *Clostridium*, *Pseudomonas*, а також різних видів цвілевих грибів (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*). Такий механізм є надзвичайно важливим у процесі консервування кормів, адже запобігає розвитку

мікрофлори, що спричинює псування маси, утворення мікотоксинів та зниження її поживної цінності. Таким чином, *Bacillus* виступає не лише як ферментативно активний, а й як санітарно-захисний компонент біологічного препарату.

Використання спороутворюючих бактерій у складі біологічних консервантів має низку технологічних переваг. По-перше, спори здатні зберігати життєздатність у сухому стані протягом кількох років, що значно полегшує транспортування, зберігання та використання таких препаратів. По-друге, вони починають активно розвиватися лише після потрапляння у сприятливе анаеробне середовище, тобто безпосередньо у процесі силосування, коли активність небажаної мікрофлори є найвищою. Завдяки цьому створюється ефект біологічного контролю, коли позитивна мікрофлора не лише переважає над шкідливою, а й регулює весь хід ферментаційних процесів. По-третє, продукти життєдіяльності *Bacillus* (зокрема органічні кислоти та ферменти) сприяють стабілізації pH, зниженню утворення аміаку та інших продуктів білкового розпаду, що зменшує втрати азоту й покращує ароматичні властивості корму.

У результаті застосування таких консервантів досягається значне поліпшення фізико-хімічних показників силосу. Він характеризується рівномірною структурою, приємним фруктовим запахом, оптимальною кислотністю (pH 3,8–4,2), підвищеним умістом сухих речовин, цукрів і білка. Знижується кількість небажаних органічних кислот (оцтової, масляної), зменшується втрата енергії під час зброджування, а корм набуває більшої стабільності при відкритті силосної ями. Такі властивості є вирішальними для господарств, де важливо забезпечити високу якість кормів протягом усього року, особливо у зимовий період, коли відсутня свіжа зелена маса.

Крім технологічного ефекту, застосування біологічних консервантів із *Bacillus subtilis* має й виражене економічне значення. Завдяки зменшенню втрат поживних речовин під час заготівлі та зберігання кормів, господарства отримують можливість скоротити витрати концентрованих кормів, поліпшити конверсію спожитої енергії у продукцію та знизити собівартість виробництва молока, м'яса чи іншої тваринницької продукції. За результатами досліджень, використання таких препаратів дає змогу підвищити надой молока на 8–12 %, прирости живої маси — на 6–10 %, при

цьому поліпшуючи загальний стан здоров'я тварин і зменшуючи частоту шлунково-кишкових розладів.

Отже, біологічні консерванти на основі спороутворюючих і молочнокислих бактерій становлять один із найперспективніших напрямів розвитку сучасного кормовиробництва. Їх застосування відповідає світовим тенденціям сталого сільського господарства, де основна увага приділяється екологічній безпечності технологій, зниженню енергозатрат і забезпеченню високої якості продукції тваринництва. У процесі силосування головним завданням є збереження максимальної кількості поживних речовин у рослинній масі, зокрема протеїну, вуглеводів, каротину та вітамінів. Досягнення цього можливе лише за умови ефективного пригнічення розвитку небажаної мікрофлори та створення оптимальних умов для переважання процесів молочнокислого бродіння. Саме це забезпечують біологічні консерванти, які стимулюють розвиток корисних мікроорганізмів, здатних швидко перетворювати цукри на органічні кислоти, формуючи сприятливе кисле середовище та попереджаючи утворення токсичних сполук.

Мікробні препарати нового покоління, що включають композиції *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus pentosaceus*, а також *Bacillus subtilis*, демонструють високу стабільність у різних типах сировини та забезпечують збалансований перебіг ферментаційних процесів. Їх поєднання дає синергічний ефект: молочнокислі бактерії забезпечують швидке зниження рН і пригнічення шкідливих мікроорганізмів, а спороутворюючі бацили стабілізують мікрофлору та підтримують якість корму під час тривалого зберігання. Така взаємодія є ключовою для отримання корму з високим умістом перетравних речовин і тривалим терміном зберігання без ознак гниття чи пліснявіння.

Важливо зазначити, що біологічні консерванти мають не лише технологічну, а й стратегічну цінність у контексті продовольчої безпеки держави. Україна володіє потужним аграрним потенціалом, однак ефективність тваринницького виробництва безпосередньо залежить від стабільної та якісної кормової бази. В умовах кліматичних змін, коливань урожайності та зростання цін на енергоносії застосування хімічних консервантів стає економічно не вигідним і екологічно небезпечним. Натомість біологічні препарати є безпечними для довкілля, не спричиняють

корозії обладнання, не накопичуються у продукції тваринного походження та не впливають негативно на здоров'я людей. Вони гармонійно поєднують економічну доцільність із екологічною стійкістю, що робить їх використання обґрунтованим як із наукової, так і з практичної точки зору.

Слід також відзначити, що мікробні закваски позитивно впливають на травлення та обмін речовин у тварин, діючи подібно до пробіотиків. Потрапляючи в організм, залишкові культури бактерій продовжують сприяти формуванню здорової кишкової мікрофлори, підвищують засвоєння поживних речовин, стимулюють синтез вітамінів групи В та ферментів, необхідних для нормального травлення. Завдяки цьому тварини отримують не лише більш поживний корм, а й природну підтримку мікробіологічного балансу, що підвищує їхню продуктивність і стійкість до захворювань.

Порівняльні дослідження свідчать, що при використанні біологічних консервантів зниження втрат сухої речовини під час силосування становить від 30 до 50 %, а збереження каротину та вітаміну Е досягає 90–95 % від початкового вмісту. Це перевищує показники навіть при використанні хімічних аналогів, тоді як економічні витрати зменшуються щонайменше удвічі. Крім того, у таких кормах суттєво нижчий рівень нітратів і шкідливих метаболітів, що підвищує їх безпечність для споживачів продукції тваринництва. Таким чином, біологічні методи консервування можна розглядати як екологічно орієнтований шлях інтенсифікації сільськогосподарського виробництва без шкоди для навколишнього середовища.

У перспективі подальші дослідження у цій галузі мають бути спрямовані на вдосконалення складу мікробних консорціумів, підбір оптимальних співвідношень штамів, здатних до синергетичної взаємодії, а також на пошук вітчизняних ізолятів із підвищеною антагоністичною активністю. Значний потенціал має використання генетично охарактеризованих культур із визначеним профілем ферментативної та пробіотичної дії, що забезпечить стабільність результатів та передбачувану ефективність у різних умовах заготівлі кормів. Не менш актуальним напрямом залишається розроблення нових форм препаратів — у вигляді сухих гранул, рідких суспензій або комбінованих біостимуляторів, які можна застосовувати у промислових масштабах.

Загалом, біологічні консерванти є ключовим чинником підвищення ефективності кормовиробництва, що поєднує у собі науково-технічний прогрес, екологічну безпеку та економічну доцільність. Їх використання сприяє створенню повноцінної кормової бази, забезпеченню стабільного розвитку тваринництва та реалізації стратегічного завдання – зміцнення продовольчої безпеки України. З огляду на це, впровадження біотехнологічних методів заготівлі кормів має розглядатися не як альтернатива традиційним технологіям, а як їх природне удосконалення, що відповідає вимогам сучасного сільського господарства та сталого розвитку.

ВПЛИВ МІКРОБНИХ ІНОКУЛЯНТІВ НА ФЕРМЕНТАЦІЮ СИЛОСУ

На якість силосу впливає безліч біологічних та технологічних факторів, починаючи з ферментації рослинної маси молочнокислими бактеріями (МКБ) для виробництва молочної кислоти та інших корисних органічних кислот і зниження рН до рівнів, що запобігають розвитку мікроорганізмів, що спричиняють псування. У кількох видах харчової біотехнології МКБ відіграють ключову роль завдяки своїй безпеці для харчування людей і тварин, метаболічній гнучкості та широкій екологічній адаптації. МКБ є поширеними мікроорганізмами для збереження якості силосованих кормів. Часто використовувані види МКБ для виробництва силосу належать до *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus* та *Bacillus*.

Наразі використання МКБ у сільському господарстві всебічно розглядається через їхній потенціал для покращення здоров'я людей і тварин. Крім того, консервування силосу з використанням інокулянтів МКБ широко вважається надійним та зручним методом зберігання свіжих кормів у тваринництві.

Чітке розуміння біохімічних процесів, що відбуваються під час силосування, сприяло пошуку нових добавок до силосу, зосереджуючись на унікальних штаммах, які стають більш ефективними. Деякі добавки до силосу можуть допомогти зменшити неминучі втрати, особливо ті, що пов'язані з рослинними ферментами, мікроорганізмами або втратами на полях. Добавки до силосу – хімічні (сорбінова, оцтова, пропіонова, бензойна

мурашина кислоти та їх солі) та біологічні (целюлаза, гомо- та гетероферментативні МКБ) – а також їх різні ефекти, були ретельно досліджені. Ці силосні добавки додаються до зеленої маси кормових культур для покращення процесу силосування (ферментації), зменшення втрат сухої речовини, зменшення аеробного псування під час годівлі, покращення гігієнічної якості силосу, обмеження вторинної ферментації, покращення аеробної стабільності, підвищення поживної цінності силосу, пригнічення активності патогенів та збільшення виробництва продукції тваринництва, забезпечуючи прибуток, що перевищує вартість добавки. Бактеріальні добавки, особливо молочнокислі бактерії, вважаються більш придатними для інокуляції силосу, ніж інші, завдяки їхній безпеці та доцільності, неагресивності, екологічності, покращеному відновленню сухої речовини, характеристикам ферментації та продуктивності тварин. Мікробні інокулянти для силосу, що містять молочнокислі бактерії, вже давно використовуються для покращення його ферментації.

Гомоферментативні лактобактерії (ЛБК) є найпоширенішими інокулянтами для виробництва силосу, а такі як *Pedococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* та *Lactobacillus*, часто застосовуються у виробництві силосу завдяки їхній здатності виробляти високі концентрації молочної кислоти під час ферментації. Зокрема, гомоферментативні інокулянти ЛБК зазвичай є кращими для силосу з бобових, оскільки вони мінімізують втрати сухої речовини завдяки вищому виробленню молочної кислоти. Відомо, що інокуляція силосу одним з найпоширеніших гомоферментативних видів ЛБК, *Lactobacillus plantarum*, швидко знижує рН, пригнічує ріст патогенних мікробів та зберігає рослинні білки. Це пов'язано зі стійкістю та унікальними пробіотичними властивостями *L. plantarum*, включаючи високу толерантність до кислого та жовчного середовища, а також антагоністичну активність. Багато видів ЛБК були рекомендовані для використання як пробіотики завдяки їхнім антиоксидантним, протизапальним, детоксикуючим та ліпідознижувальним властивостям. Тим не менш, повідомлялося, що гомоферментативні ЛБК покращують продуктивність тварин на 3~5% завдяки виробленню мінімальних концентрацій етанолу, оцтової та масляної кислот, що призводить до високого

відновлення сухої речовини на 2~3% порівняно з інокуляцією гетероферментативними.

Гетероферментативні ЛКБ здебільшого належать до родів *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella* та *Lactobacillus*. Ця категорія ЛКБ виробляє додаткові сполуки з гексоз, відмінних від молочної кислоти, такі як оцтова кислота, етанол та CO_2 і вважається найчисленнішою популяцією ЛКБ, яка виробляє значні концентрації оцтової кислоти шляхом перетворення молочної кислоти під час ферментації. Оскільки помірне виробництво оцтової кислоти може пригнічувати дріжджі та плісняву, які ініціюють псування при контакті з повітрям, гетероферментативні інокулянти ЛКБ є цінними для зменшення втрат сухої маси, покращення аеробної стабільності та зменшення втрат під час годівлі. Однак, лише кілька видів з групи *Lactobacillus* були вивчені на предмет їхньої ефективності у виробництві силосу, включаючи *L. buchneri*, який є чудовим інокулянтом для силосу, та дозволяє отримувати якісні силоси з незначною втратою сухої речовини. Це пояснюється тим, що штами *L. buchneri* мають високу стійкість до кислоти та жовчі, антимікробну активність і більш стійкі до нагрівання під час згодовування. Кілька досліджень виявили його штамоспецифічний та дозозалежний вплив на якість силосу. Однак, виробництво змішаних органічних кислот є характерним для гетероферментативних інокулянтів ЛКБ.

Ефективність ЛКБ у виробництві силосу варіюється від зниження рН, відновлення сухої речовини, продуктивності тварин, антагоністичної активності, складу силосу та виробництва корисних органічних кислот. Інокулянти LAB широко відомі тим, що покращують якість силосу, сприяючи підкисленню. Однак, такі фактори біомаси, як високий вміст вологи, висока буферна здатність, високий вміст білка або низький вміст розчинного цукру, знижують продуктивність LAB під час силосування. Крім того, на їх продуктивність впливають низька активність, короткий період зберігання та безпека LAB

рН та органічні кислоти. Одним з основних принципів консервування силосу є швидке досягнення низького рН шляхом ферментації. Значення рН силосованої біомаси вважається критичним показником ефективності ферментації. ЛКБ можуть виробляти високу концентрацію молочної кислоти, яка в 10–12 разів активніша, ніж інші види органічних кислот, що містяться в

силосі, і значною мірою сприяє низькому рН під час ферментації. Дослідження показали, що патогени, такі як дріжджі, зазвичай є ключовими ініціаторами аеробного псування, оскільки вони використовують молочну кислоту в аеробних умовах, що призводить до високого рН. Однак додавання ЛБК під час силосування призводить до швидкого зниження рН силосу в анаеробних умовах, що усуває ріст *кlostридій*, дріжджів, цвілі та грибів.

Найпоширенішими показниками для оцінки ефективності лактобактерій у консервуванні силосу, окрім рН, є вироблення корисних органічних кислот та інших метаболітів. Концентрації органічних кислот, включаючи молочну та оцтову, у силосі, часто обернено пропорційні вмісту сухої речовини. Концентрація молочної кислоти у високоякісному силосі варіюється від 2% до 4% від загальної кількості сухої речовини, хоча вона може бути набагато вищою у силосах з низьким вмістом сухої речовини. Кілька гомоферментативних ЛКБ, включаючи *L. plantarum*, виробляють досить високу концентрацію молочної кислоти в різних силосах. І навпаки, силоси, інокульовані гетероферментативною *L. buchneri*, мають високу концентрацію оцтової кислоти завдяки їхній здатності перетворювати частину молочної кислоти на оцтову. Оцтова кислота є другою за поширеністю органічною кислотою після молочної в більшості силосів, її вміст коливається від 1% до 3% сухої речовини. Вона надає силосу характерного оцтового смаку та допомагає підтримувати аеробну стабільність. Наприклад, кукурудзяний силос, інокульований *L. buchneri*, має підвищену концентрацію оцтової кислоти після силосування. Крім того, оцтова кислота в силосі може поглинатися рубцем і використовуватися для отримання енергії, або може перетворюватися на молоко чи жир при споживанні жуйними тваринами.

МКБ також виробляють пропіонову кислоту, яку зазвичай неможливо виявити, переважно в пересохлому силосі або в низьких концентраціях ($< 0,1\%$) у високоякісному силосі. Однак вища концентрація пропіонової кислоти ($> 0,3\text{--}0,5\%$) у силосі часто пов'язана з поганою ферментацією. Ще однією органічною кислотою, в погано збережених силосах, є масляна, що виробляється маслянокислими бактеріями, такими як *Clostridium tyrobutyricum*. Її висока концентрація ($> 0,5\%$) вказує на те, що

силос зазнав несприятливої клостридіальної ферментації, що призводить до прогірклого вершкового смаку та зниження харчової цінності через деградацію розчинних поживних речовин. Наявність масляної кислоти свідчить про метаболічну активність клостридіальних організмів, що призводить до значних втрат сухої речовини та не відновлення енергії в погано ферментованих силосах. Крім того, етанол виробляється в невеликих кількостях (0,5–1,5%) різними гетероферментативними ЛКБ, а також ентеробактеріями та дріжджами, головним чином у силосі бобових та цілих рослин кукурудзи. Присутність етанолу в силосі характеризується спиртовим присмаком, а потім аеробним псуванням, головним чином через активність дріжджів. Висока концентрація етанолу в силосі пов'язана з більшими втратами сухої речовини та кормовим отруєнням у жуйних тварин. Більше того, низька його концентрація в кукурудзяному силосі впливала на системну концентрацію алкоголю в крові молочних корів після годівлі.

Поживний склад силосу. МКБ широко відомі своєю ефективністю у покращенні поживних компонентів силосу під час силосування. Поживний склад силосу, включаючи суху масу, вуглеводи, сиру клітковину, вміст азоту та сирий протеїн, широко описаний. Однак, проводяться дослідження щодо сприятливих поживних компонентів силосу, інокульованого МКБ, порівняно з необробленим силосом. Виробництво високоякісного силосу та одночасне уникнення втрат сухої речовини є складним завданням. Під час силосування включення МКБ призводить до менших втрат сухої речовини порівняно з високими втратами, зафіксованими в необробленому силосі. Як правило, втрати сухої речовини в результаті молочнокислого бродіння є досить низькими та коливаються від 2% до 6%. Традиційно, через швидше зниження рН, ЛКБ мають тенденцію знижувати вміст аміаку в силосі шляхом зменшення ферментації оцтової кислоти та покращення відновлення сухої речовини, а *Lactobacillus*, наприклад, широко використовується в усьому світі для покращення відновлення сухої речовини. Високий рівень відновлення сухої речовини був зафіксований у люцерновому силосі, інокульованому *L. plantarum*. Більше того, аеробна стабільність трав'яних силосів із вмістом сухої речовини 18–44% зростала зі збільшенням відсотка сухої речовини після інокуляції *L. plantarum* та *L. buchneri*.

ВПЛИВ СИЛОСУ, ЗАКОНСЕРВОВАНОГО ПРОБІОТИЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВРХ

Фізіологічний і біохімічний статус, продуктивність та якість молока корів

Дослідження проводили на базі ФГ “Пчани Денькович” Стрийського району Львівської області на двох групах корів-аналогів симентальської породи по 10 голів у кожній протягом 95 діб. Тварини обох груп отримували основний раціон (ОР) до якого входило: сіно злаково-бобове, солома ячмінна, пивна дробина, сінаж, меляса. У складі комбікорму, кг: кукурудза (2,6), пшениця (1,0), шрот соняшниковий (2,9), макуха соєва (1,0). Крім ОР тварини контрольної групи отримували по 24 кг кукурудзяного силосу без консерванту, дослідної – по 23 кг експериментального силосу, заготовленого з пробіотичним препаратом Йозіферм. Раціони балансували згідно деталізованих норм годівлі з розрахунку одержання 25-26 кг молока на добу.

По завершенні досліду з отриманого молока виготовлено партії сиру сорту Буковинський з використанням закваски «Ентероплан», виготовленої на основі мікроорганізмів роду *Enterococcus* та поставлено його на визрівання. Через 45 діб у зразках сиру визначали: вміст сухої речовини, білка, жиру, загальну кислотність, величину буферності водної витяжки, вихід зрілого сиру, а також провели експертну оцінку сиру.

Аналіз хімічного складу зеленої маси кукурудзи та контрольного і дослідного варіантів силосу показав, що втрати поживних речовин зеленої маси кукурудзи в процесі силосування, а саме сухої речовини, сирого протеїну та каротину склали відповідно: у контрольному варіанті – 18,2; 12,3 та 37,6%, а у дослідному – 5,6; 5,5 і 20,7% (табл. 1).

З метою з'ясування напрямку та інтенсивності процесів бродіння у силосах при заготівлі та можливого вторинного бродіння при зберіганні визначали вміст та співвідношення основних органічних кислот. Співвідношення молочної до оцтової кислот у контрольному варіанті силосу становило 50,51 : 37,04 а в дослідному – 75,66 : 23,03. Деяку кількість масляної кислоти (0,05%) знайдено у контрольному силосі.

1. Хімічний склад та поживність силосів, %

Показник	Зелена маса кукурудзи	Варіанти	
		контрольний	дослідний
Вода	71,52	76,68	72,54
Суха речовина	28,48	23,32	27,46
Сирий протеїн	2,20	1,93	2,08
Сирий жир	0,51	0,63	0,85
Сира клітковина	5,09	5,00	4,77
Зола	1,29	1,38	1,70
БЕР	19,39	14,38	18,06
Каротин, мг/кг	13,70	8,56	10,87
Поживність, к. од	0,27	0,21	0,24

У результаті проведених досліджень встановлено, що згодовування коровам силосу, законсервованого пробіотичним препаратом Йозіферм позначилося на рівні деяких показників азотного обміну в рубці. Зокрема, концентрація загального азоту вмісту рубця корів дослідної групи була вірогідно ($p \leq 0,05$) вищою, в основному за рахунок білкового азоту, рівень якого був на 12,9% вищим, ніж у контролі. Встановлено обернений взаємозв'язок між рівнем амінного азоту та вмістом аміаку у рубці. У корів дослідної групи знайдено вірогідно ($p \leq 0,05$) вищий вміст азоту вільних амінокислот (NH_2 груп), що очевидно може свідчити про більш інтенсивний перебіг процесів переамінування, в результаті чого в них збільшився фонд вільних амінокислот, які використовувалися мікрофлорою для синтезу власних білків, порівняно з контролем. Це підтверджується вірогідно вищою концентрацією у них білкового азоту. У вмісті рубця корів дослідної групи концентрація аміаку була вірогідно нижчою ($p \leq 0,01$), ніж у контрольних, що очевидно зумовлено більш ефективним використанням аміачного азоту мікрофлорою, підтвердженням чого є зростання концентрації білкового азоту. Зниження у цих тварин рівня аміаку супроводжується підвищенням амінного азоту, тобто існує зворотній зв'язок між рівнем аміаку та накопиченням вільних амінокислот у рідині рубця. Отримані дані дозволяють припустити, що згодовування силосу, заготовленого з пробіотиком у більшій мірі сприяє активуванню процесів відновного амінування кетокислот з утворенням вільних амінокислот, ніж використання силосу без консерванта.

Встановлено, що рівень рН у рубці дослідних корів через 2 год. від початку ранкової годівлі був вірогідно ($p \leq 0,05$) нижчим (на 6,7%) в порівнянні з контролем. Співставляючи дані по концентрації водневих іонів, аміачного азоту і летких жирних кислот у рідині рубця, слід сказати, що рН змінюється в оберненій залежності з концентрацією ЛЖК. Зниження рН у дослідних корів супроводжувалося накопиченням вірогідно ($p \leq 0,01$) більшої (на 9,2%) кількості ЛЖК, в порівнянні з контролем та зниженням концентрації аміаку. Таке підвищення суми ЛЖК, очевидно може бути наслідком більш інтенсивного перебігу бродильних процесів у рубці цих корів.

Вміст рубця та кров знаходяться в тісному метаболічному зв'язку, тому дослідження обміну речовин, зокрема азотових, в організмі жуйних можливе тільки шляхом співставлення біохімічних показників у цих біологічних середовищах. Відзначено тенденцію до підвищення концентрації еритроцитів та ступеня насиченості їх гемоглобіном у крові корів дослідної групи, що може бути свідченням вищої інтенсивності окисно-відновних процесів у їх організмі.

Відзначено вірогідне ($p \leq 0,05$) збільшення вмісту білкового азоту у тварин дослідної групи. Щодо концентрації сечовини, то у крові дослідних корів вона була вірогідно ($p \leq 0,05$) нижчою, ніж у контролі. При дослідженні білкового спектру крові не встановлено вірогідних різниць щодо концентрації загального білку та його фракцій у розрізі груп. Знайдено дещо вище (на 9,8%) значення білкового індексу крові, що свідчить про більш ефективний перебіг у цих тварин білкового обміну.

У крові корів дослідної групи відзначено вірогідне ($p \leq 0,01$) підвищення суми ЛЖК на фоні зниження ($p \leq 0,05$) рівня кетонів, що зумовило у них підвищення на 38,2% коефіцієнта кетогенності, який являє собою відношення між концентрацією ЛЖК і кетонів у крові та слугує показником направленості рубцевого бродіння і використання енергії в організмі. Це співвідношення залежить від швидкості надходження кетогенних кислот (оцтової і масляної) з рубця з одного боку та глюкогенного пропіонату з іншого. Підвищення коефіцієнта кетогенності у дослідних корів може вказувати на деяке посилення у них ферментації в рубці, а також на збільшення продукції ЛЖК.

Оптимізація процесів азотного обміну в організмі корів дослідної групи позитивно позначилася на хімічному складі молока (табл. 2).

2. Хімічний склад та технологічні показники молока ($M \pm m$, $n=10$), %

Показники	Група	
	контрольна	дослідна
Суша речовина	11,77 $\pm$ 0,08	12,19 $\pm$ 0,10
Жир	3,42 $\pm$ 0,09	3,70 $\pm$ 0,12
Загальний білок	3,42 $\pm$ 0,07	3,57 $\pm$ 0,13
Казеїн	2,32 $\pm$ 0,15	2,49 $\pm$ 0,08
Лактоза	4,31 $\pm$ 0,04	4,28 $\pm$ 0,09
Зола	0,62 $\pm$ 0,05	0,64 $\pm$ 0,07
Кальцій, мг/%	122,58 $\pm$ 12,15	124,30 $\pm$ 11,37
Фосфор, мг/%	102,30 $\pm$ 8,37	105,81 $\pm$ 9,27
Густина, °А	27,60 $\pm$ 0,08	28,30 $\pm$ 0,04
Кислотність, °Т	16	16

Зокрема молоко корів дослідної групи містило на 3,6% більше сухої речовини, в основному за рахунок загального білку (на 4,4 %) та жиру (на 8,2 %). Це очевидно забезпечило підвищення рівня густини на 0,7 °А, або на 2,5 % за однакової кислотності та оптимального рівня кальцію і фосфору.

Як за редуктажною пробою, так і за бродильною, яка свідчить про наявність у молоці газоутворюючої мікрофлори та його сиропридатність, молоко контрольних корів було віднесено до II, а дослідних – до I класу якості.

Середньодобовий надій молока за 95 діб облікового періоду у дослідній групі склав 25,7 кг і був на 7,1 % вищий, ніж у контролі – 24,0 кг (табл. 3).

3. Молочна продуктивність корів, ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Надій натурального молока, кг:		
загальний	2280,0 $\pm$ 14,22	2441,5 $\pm$ 15,37
середньодобовий	24,0 $\pm$ 1,84	25,7 $\pm$ 2,19

По завершенню дослідного періоду з молока корів обох груп було виготовлено та закладено на визрівання дві партії сиру сорту Буковинський. Згідно технології період визрівання тривав 45 діб. Як видно, зразок зрілого сиру з молока корів дослідної групи містив більше сухої речовини на 2,3 відн.% в основному за рахунок білку та жиру (табл. 4).

4. Хімічний склад та експертна оцінка сиру ($M \pm m$)

Показник	Зразки сиру	
	контрольний	дослідний
Вологість, %	47,10 $\pm$ 1,38	45,87 $\pm$ 1,21
Білок, %	24,71 $\pm$ 1,15	25,80 $\pm$ 1,09
Жир, %	23,18 $\pm$ 1,25	24,37 $\pm$ 1,70
Кислотність, °Т	189,20 $\pm$ 10,01	210,78 $\pm$ 10,54
Буферність водної витяжки, °Ш	121,71 $\pm$ 3,05	130,70 $\pm$ 2,98
Експертна оцінка, бал		
загальна	91	97
смак і запах	41	45
Вихід зрілого сиру, кг	12,5	11,4

За величиною буферності водної витяжки сиру та його кислотності судять про ступінь деградації білків, накопичення вільних амінокислот у процесі визрівання та ступінь зрілості сиру. У наших дослідженнях вищий ступінь зрілості мав сир з молока дослідної групи (130,7 °Ш) що на 7,4% вище, ніж у контролі. Цей сир мав і вищий показник кислотності – на 11,4 % більше, ніж у контролі. Очевидно, що під час визрівання в ньому більш інтенсивно проходили процеси молочнокислого бродіння.

За результатами експертизи сир Буковинський, одержаний із молока дослідних корів, отримав вищу загальну оцінку (97 балів проти 91 у контролі) та вищий бал за смак і запах. Вихід зрілого сиру з дослідного варіанту молока склав 11,4 кг і був на 9,6 % вищим, ніж у контролі (12,5 кг). Отже, використання в годівлі лактуючих корів кукурудзяного силосу з використанням закваски Йозіферм сприяє оптимізації обміну азотових сполук, трансформації поживних речовин кормів у складові молока, що у свою чергу забезпечує отримання молока, яке за хімічним складом та органолептичними властивостями задовольняє вимоги при переробці його на тверді сири.

Фізіологічний і біохімічний статус організму бугайців на відгодівлі та їх продуктивність

Дослід проведено у ФГ “Пчани Денькович” Стрийського району Львівської області на трьох групах бугайців симентальської породи, аналогів за віком та живою масою, по 10 голів у кожній.

Тривалість облікового періоду дослідів складала 110 діб. Тварини як контрольної, так і дослідних груп отримували основний раціон (ОР), який складався із сіна злаково-бобового, соломи ячмінної, пивної дробини, сінажу. Крім ОР бугайці контрольної групи отримували по 24 кг кукурудзяного силосу без консерванту, дослідних – по 23 кг експериментального силосу, заготовленого з пробіотичними препаратами вітчизняного виробництва (І дослідна – KTL-18/1, ІІ дослідна – Йозіферм). Раціони балансували згідно деталізованих норм годівлі з розрахунку одержання 750-850 г приросту маси тіла на добу.

Хімічний склад сировини показав, що у контрольному варіанті втрати поживних речовин зеленої маси кукурудзи в процесі силосування, а саме сухої речовини, сирого протеїну та каротину склали відповідно: 8,9; 18,9 та 27,6%, у І дослідному – 4,6; 8,1 і 17,2%, а у ІІ дослідному – 4,5; 6,7 і 16,5% (табл. 1).

1. Хімічний склад та поживність силосів, %

Показник	Зелена маса кукурудзи	Варіанти		
		контрольний	І дослідний	ІІ дослідний
Вода	73,84	75,90	74,78	75,00
Суша речовина	26,16	24,10	25,22	25,00
Сирий протеїн	2,12	1,72	1,95	1,98
Сирий жир	0,47	0,60	0,77	1,80
Сира клітковина	4,80	4,90	4,70	4,81
Зола	1,05	1,33	1,65	1,67
БЕР	17,72	15,55	16,15	15,74
Каротин, мг/кг	13,17	9,54	10,91	11,00
Поживність, к. од	0,24	0,21	0,22	0,22

Дослідження вмісту та співвідношення основних органічних кислот, тобто ступеня їх аеробної стабільності показало, що активна кислотність у дослідних силосах була на рівні оптимальної. Найвища концентрація молочної кислоти, основного

консервуючого чинника, була у зразках силосу, заготовленого з пробіотиком KTL-18/1 – 78,18%, що на 2,45 абс.% вище, ніж у II дослідному зразку та на 24,32 абс.% вище, ніж у контрольному. Щодо співвідношення між вмістом молочної та оцтової кислот, то у дослідних зразках воно було практично однаковим і знаходилося в межах рекомендованих норм. У контрольному варіанті силосу знайдено незначну кількість масляної кислоти (0,07%).

Дослідження фізіолого-біохімічних показників рубцевого вмісту показало, що концентрація загального та білкового азоту у тварин дослідних груп була вірогідно вищою на 13,8 і 16,2% і 21,2 та 22,8% відповідно ($p \leq 0,05$), ніж у контролі, при чому ця різниця була більш вираженою у бугайців, які отримували силос, заготовлений з препаратом Йозіферм (табл. 2).

2. Показники вмісту рубця бугайців ($M \pm m$, $n=3$)

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
pH	6,80±0,04	6,59±0,06*	6,61±0,02*
Азот, мг %:			
аміачний	9,77±0,24	9,37±0,29*	9,48±0,15*
амінний	2,63±0,01	2,78±0,03	2,81±0,01**
загальний	76,20±0,70	86,72±1,95*	88,57±2,05*
залишковий	20,5±0,89	19,27±0,31	20,71±0,25
білковий	55,66±1,28	67,45±2,15*	68,36±1,57**
ЛЖК, г.екв./100 мл	10,87±0,15	11,82±0,81*	12,18±0,37*

Примітка: тут і надалі * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

У вмісті рубця бугайців II дослідної групи знайдено вірогідно ($p \leq 0,01$) вищий на 6,8 % вміст азоту вільних амінокислот.

До числа найважливіших факторів, які визначають ефективність використання азоту в організмі жуйних, є швидкість утворення та ступінь утилізації аміаку. Встановлено, що у тварин дослідних груп концентрація аміаку була вірогідно нижчою ($p \leq 0,05$) на 4,1 та 3,3%, ніж у контрольних, що супроводжувалося підвищенням кількості амінного азоту. Отримані дані дозволяють припустити, що згодовування силосів, заготовлених з пробіотиками у більшій мірі сприяє активуванню процесів відновного амінування кетокислот з утворенням вільних амінокислот, ніж використання силосу без консерванта.

Концентрація іонів водню має велике значення для створення оптимальних умов перебігу процесів ферментації у рубці. Встановлено, що рівень рН у рубці бугайців дослідних груп був вірогідно нижчим ($p \leq 0,05$) на 3,1 та 2,8 % в порівнянні з контролем. Зниження рН у дослідних бугайців супроводжувалося накопиченням вірогідно більшої ($p \leq 0,05$) на 8,7 та 12,1% кількості ЛЖК, в порівнянні з контролем та зниженням концентрації аміаку.

Що стосується фізіологічних та біохімічних показників крові, то відзначено тенденцію до підвищення концентрації еритроцитів (на 2,1 та 2,7 %) та ступеня насиченості їх гемоглобіном (на 4,4 та 5,4 %) у крові бугайців дослідних груп.

Знайдено вірогідне на 5,8 та 6,6 % відповідно збільшення вмісту білкового азоту у тварин обох дослідних груп та вірогідно нижчу концентрацію сечовини на 13,1 та 14,3% щодо контролю. За співставлення даних по концентрації аміачного азоту в рідині рубця та азоту сечовини у крові відзначено прямий зв'язок між цими показниками, що свідчить про більш ефективний перебіг азотогового обміну в організмі бугайців обох дослідних груп порівняно з контролем.

Встановлено вірогідне ($p \leq 0,05$) на 10,4 і 12,8 % збільшення концентрації загального білку та його альбумінової фракції (на 15,9 та 20,0 %) сироватки крові бугайців дослідних груп в порівнянні з контрольними. Підвищення рівня альбумінів позитивно корелює з отриманими середньодобовими приростами живої маси бугайців (табл. 3). Це обумовило зростання у дослідних бугайців значення білкового індексу в порівнянні з контролем відповідно на 8,9 та 11,9%, що свідчить про більш ефективний перебіг у них білкового обміну та опосередковано – про задовільний функціональний стан печінки – основного продуцента альбумінів в організмі.

3.Інтенсивність росту бугайців ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Жива маса, кг:			
на початку дослідіу	345,7 $\pm$ 4,10	343,81 $\pm$ 3,95	346,25 $\pm$ 3,50
в кінці дослідіу	430,4 $\pm$ 7,02	433,51 $\pm$ 6,10	435,156,85
Приріст:			
загальний, кг	84,70 $\pm$ 6,15	89,70 $\pm$ 5,72	88,90 $\pm$ 5,90
середньодобовий, г	770,0 $\pm$ 13,25	815,0 $\pm$ 12,41	809,0 $\pm$ 10,89
Те ж в % до контролю	100	105,9	105,10

Як видно, середньодобові прирости живої маси бугайців дослідних груп склали відповідно 815 і 809 г і були на 5,9 і 5,1% вище, ніж у контролі (770 г).

Виробнича перевірка в цілому підтвердила результати, отримані у науково-виробничих дослідженнях, що свідчить про ефективність пробіотичних препаратів KTL-18/1 і Йозіферм при заготівлі силосу з кукурудзи молочно-воскової стиглості зерна підвищеної вологості. Наш досвід показує, що силоси, заготовлені з цими препаратами мають виражені пробіотичні властивості, тому їх згодовування сприяє зниженню захворюваності молодняку ВРХ, оптимізації рубцевого метаболізму, що в свою чергу забезпечує підвищення продуктивності тварин.

Отже, в умовах, коли перезволоженість зони не дає можливості отримати зелену масу для силосування оптимальної вологості (70–75 %), доцільно використовувати мікробні консерванти (силосні закваски).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

Alawneh, J.I., James, A.S., Phillips, N., Fraser, B., Jury, K., Soust, M. & Olchoway T.W.J. (2020). Efficacy of a *Lactobacillus*-based teat spray on udder health in lactating dairy cows. *Front. Vet. Sci.* 7:584436. doi: 10.3389/fvets.2020.584436

Ávila, C.L.S. & Carvalho, B.F. (2020). Silage fermentation – updates focusing on the performance of micro-organisms. *J. Appl. Microbiol.*, 128, 966–984. doi.org/10.1111/jam.14450.

Bąkowski M., Kiczorowska B. Probiotic microorganisms and herbs in ruminant nutrition as natural modulators of health and production efficiency – a review. *Anim. Sci.* 2021. 21, 3–28. <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0081>.

Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби : довідник-посібник / за наук. ред. Г. О. Богданова, В. М. Кандиби. Київ, 2012. 296 с.

Норми, орієнтовні раціони та практичні поради з годівлі великої рогатої худоби : посібник / за наук. ред. І. І. Ібатулліна, В. І. Костенка. Житомир, 2013. 516 с.

Cattaneo, L., Lopreiato, V., Piccioli-Cappelli, F., Trevisi, E. & Minuti, A. (2023). Effect of supplementing live *Saccharomyces cerevisiae* yeast on performance, rumen function, and metabolism during the transition period in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 106:4353–4365. doi: 10.3168/jds.2022-23046.

Comino, L., Tabacco E., Righi F., Revello-Chion A., Quarantelli A. & Borreani G. (2014). Effects of an inoculant containing a *Lactobacillus buchneri* that produces ferulate-esterase on fermentation products, aerobic stability, and fibre digestibility of maize silage harvested at different stages of maturity. *Anim. Feed Sci. Technol.* 198:94–106. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2014.10.001.

Contreras-Govea, F.E., Muck, R.E., Broderick, G.A. & Weimer, P.J. (2013). *L. plantarum* effects on silage fermentation and in vitro microbial yield. *Animal Feed Science Technology*. 179, 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.11.008>.

Душара І. В., Федак Н. М., Чумаченко С. П., Дармограй Л. М. Продуктивність корів і якість молока за згодовування силосу, законсервованого пробіотичними препаратами. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. 69 (1). 183-193. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-1-12.

Федак Н. М., Чумаченко С. П., Душара І. В. Ефективність використання вико-вівсяного силосу, заготовленого з пробіотичними препаратами у годівлі бугайців. *НТБ ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок і ІБТ*. 2021. 22. 1. 236–242. doi.: 10.36359/scivp.2021-22-1.29.

Gerlach, K., Daniel, J.L.P., Jobim, C.C. & Nussio, L. G. (2021). A data analysis on the effect of acetic acid on dry matter intake in dairy cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 272:114782. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114782

Graham, M., Ronald Ross, W., Collier, J. (2016). Pre- and probiotic supplementation in ruminant livestock production. *Bioactive Foods in Health Promotion*. 2016. 2. 25–36.

Guo, X., Xu, D., Li, F., Bai, Ji., & Su, R. (2023). Current approaches on the roles of lactic acid bacteria in crop silage. *Microb. Biotechnol.* 16(1): 67-87. doi: 10.1111/1751-7915.14184.

Федак Н. М., Седіло Г. М., Чумаченко С. П., Душара І. В., Дармограй Л. М. Вплив поживних речовин корму на окремі ланки азотного метаболізму в організмі дійних корів у лісостеповій зоні Карпатського регіону. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. 71 (1). 219-228. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-14.

Федак Н. М., Седіло Г. М., Чумаченко С. П., Мамчур О. В. Оцінка якості та придатності молочної продукції для виготовлення твердих сирів. *НТБ ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок і ІБТ*. 2023. 24, 2. 232-238. <https://doi.org/10.36359/scivp.2023-24-2.25>.

Федак Н. М., Седіло Г. М., Чумаченко С. П., Душара І. В., Мамчур О. В. Фізіолого-біохімічний статус дійних корів за згодовування силосу, законсервованого новою силосною закваскою. *НТБ ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок і ІБТ*. 2024, 25. 2. 162-169. DOI: 10.36359/scivp.2024-25-2.20.

Kung Jr, L., Shaver, R.D., Grant, R.J., Schmidt, R.J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *J Dairy Sci.* 101(5). 4020-4033. doi: 10.3168/jds.2017-13909.

Kung Jr, L., Taylor, C.C., Lynch, M.P. & Neylon, J.M. (2003). The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:336–343. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73611-X.

Markowiak, P. & Śliżewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut pathogens*. 10. 2–20. DOI: 10.1186/s13099-018-0250-0.

Michalak, M., Wojnarowski, K., Cholewińska, P., Szeligowska, N., Bawej, M. & Pachoń, J. (2021). Selected Alternative Feed Additives Used to Manipulate the Rumen Microbiome. *Animals*. 11. 1542–1549. DOI: 10.3390/ani11061542.

Muck, R.E. (2013). Recent advances in silage microbiology. *Agric. F. Sci.* 22:3–15. doi: 10.23986/afsci.6718.

Muck, R.E., & Kung Jr, L. (1997). Effects of silage additives on ensiling. In: Proceedings From the silage: field to feedbunk. *North American Conference*. NRAES-99. 187–199.

Muck, R.E., Nadeau, E.M.G., McAllister, T.A., Contreras-Govea, F.E., Santos, M.C. & Kung Jr, L. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *J. of Dairy Sci.* 101(5):3980-4000. doi: 10.3168/jds.2017-13839.

Nalla, K., Manda, N.K., Dhillon, H.S., Kanade, S.R., Rokana, N., Hess, M. & Puniya, A.K. (2022). Impact of probiotics on dairy production efficiency. *Front. Microbiol.* 13:805963. doi: 10.3389/fmicb.2022.805963/

Ogunade, I.M., Martinez-Tupia, C., Queiroz, O.C.M., ... & Adesogan, A.T. (2018). *Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation*. *J. Dairy Sci.* 101, 5. 4034-4059.

Okoye, C.O., Wang, Y., Gao, L., Wu, Y., Li, X., Sun, J. & Jiang, J. (2023). The performance of lactic acid bacteria in silage production: A review of modern biotechnology for silage improvement. *Microbiological Research*, 266, 127212. doi.org/10.1016/j.micres.2022.127212.

Oyebade, A.O., Lee, S., Sultana, H., Arriola, K., Duvalsaint, E., Nino de Guzman, C., Fernandez Marenchino, I., Marroquin Pacheco, L., Amaro, F., Ghedin Ghizzi, L. et al. (2023). Effects of direct-fed microbial supplementation on performance and immune response of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 106:8611–8626. doi: 10.3168/jds.2022-22898.

Polovyi, I., Vovk, S., Petryshyn, M. (2023). Effect of yeast probiotic supplements to the diet of young ewes on the metabolic activity of ruminal microbiota. *J. of Anim. and Feed Sci.* 32. 2. 205–211. doi.org/10.22358/jafs/157536/2023.

Saylor, B.A., Fernandes, T. Sultana, H. Gallo, A. & Ferraretto, L.F. (2020). Influence of microbial inoculation and length of storage on fermentation profile, N fractions, and ruminal in situ starch disappearance of whole-plant corn silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 267:114557. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114557

Schmidt, R.J., & Kung Jr, L. (2010). The effects of *Lactobacillus buchneri* with or without a homolactic bacterium on the fermentation and aerobic stability of corn silages made at different locations. *J. Dairy Sci.* 93:1616–1624. doi: 10.3168/jds.2009-2555.

Vovk, S., Polovyi, I., Petryshyn, M., Sablic, P., Vantukh, A. (2022). Scientific and practical aspects of the use of pro-, pre- and synbiotics in the feeding of ruminants against the background of research conducted in Ukraine. *Acta Sci. Pol. Zootechnica.* 21. 4. 5–16. <https://doi.org/10.21005/asp.2022.21.4.01>.

Weinberg, Z.G. & Muck, R.E. (1996). New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.* 19:53–68. doi: 10.1016/0168-6445(96)00025-3.

Weinberg, Z.G., Shatz, O., Chen, Y., Yosef, E., Nikbahat, M., Ben-Ghedalia, D. & Miron, J. (2007). Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn silages. *J. Dairy Sci.* 90:4754–4762. doi: 10.3168/jds.2007-0176

White, D., Drummond, J. & Fuqua, C. (2007). Fermentations. In: *The Physiology and Biochemistry of Prokaryotes*. Chapter 14. 383–403, New York: Oxford University Press.

Wilkinson, J.M., Bolsen, K.K., Lin, C.J. (2003). History of Silage. In: *Silage Science and Technology*, 42. 1. 1-30. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c>.

You, S., Du, Sh., Ge, G., Wan, T. & Jia, Yu. (2021). Selection of lactic acid bacteria from native grass silage and its effects as inoculant on silage fermentation. *Agronomy Journal.* 113:3169–3177. doi: 10.1002/agj2.20720.

Чернюк, В.С. Бомко, А.П. Загородній, О.О. Чернявський, М.М. Сломчинський, С.П. Бабенко. Ефективність відгодівлі молодняку великої рогатої худоби за використання силосу, законсервованого біологічним інокулянтом. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 2017. С. 583-587.

Науково-практичне видання

**УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ СИЛОСУВАННЯ
ВИСОКОВОЛОГОЇ СИРОВИНИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ
ВІТЧИЗНЯНИХ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ**

(науково-практичні рекомендації)

Підписано до друку 22.09.2025 р.
Формат 60x84/4. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 2,33. Обл.-вид. арк. 1,3.
Тираж 100 прим.

Видавець та виготовлювач
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну,
Львівської обл., 81115

Свідомство про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 7457 від 28.09.2021 р.
inagrokarpat@isgkr.com.ua
www.isgkr.com.ua



<http://isgkr.com.ua/>