

УДК 631.363

ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОЖЛИВИХ ПРОБЛЕМ ПРИ ЗБЕРІГАННІ СИЛОСУ

Мілько Д.О. к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619)420570

Анотація – в статті викладено матеріали щодо процесів, що протікають при силосуванні, шляхів визначення можливих проблем та способів їх вирішення.

Ключові слова – силос, силосування, ферментація, зберігання кормів, консервування кормів.

Постановка проблеми. На молочних фермах найбільшого розповсюдження набули силосовані корми. Силосна маса використовується у міжсезонних періодах при недостатній кількості зелених кормів. Також силосна маса дозволяє пластично регулювати місткість вологи в кормах після їх збирання, особливо в тих місцях, де природно-кліматичні умови не дозволяють у достатній мірі провести сушку та отримати високоякісне сіно [1]. Процес силосування являє собою анаеробну мікробіологічну ферментацію водорозчинних цукрів в молочну кислоту з подальшим зниженням рН до рівня пригнічування мікробіологічної активності (бродиння). Метою швидкого зниження рівня рН виступає зменшення втрат поживних речовин в процесі ферментації, особливо протеїнів. Однак слід пам'ятати, що процеси, які проходять в силосній масі, дуже динамічні, особливо в присутності кисню.

Основна частина. Не дивлячись на той факт, що силосовані корми найбільше застосовуються на молочних та відгодівельних фермах, виникають деякі проблеми з мінливістю цього виду кормів, що впливає також і на годівлю. Отже для забезпечення отримання високоякісного силосу необхідно виконувати наступні поради:

1. швидке зменшення рівня рН до оптимального;
2. правильний спектр кислот для ферментації;
3. збереження водорозчинних вуглеводів;
4. мінімізація розпаду протеїнів;
5. контроль температури ферментації;
6. мінімізація аеробної активності бактерій при відгодівлі.

Наведені поради можна використовувати як ключові заходи при оцінюванні якості силосної маси. Також як і інші корми, якість силосованих кормів можливо визначити за трьома різними методами: органолептична оцінка, оцінка хімічного складу та фізико-механічних властивостей.

Органолептична оцінка може виявити сутність якості силосної маси або сіна чи сінажу завдяки їх запаху, вигляду, відчуттю на дотик. Органолептична оцінка також дозволяє отримати приблизні дані щодо хімічного та фізичного складу кормів при тривалому зберіганні. До складу цієї оцінки входять:

— стан поверхні силосованих кормів у сховище;

Ідеальна поверхня силосної маси, що закладена на зберігання, повинна бути дуже гладкою та рівною. Саме це мінімізує контактування силосу з Оксигеном. Силосні бункери або траншеї мають певні нерівності поверхонь, що також сприяє збільшенню поверхні контакту Оксигену з силосом, це в свою чергу призводить до підвищення мікробіологічної активності. Як тільки силосна маса зустрічається з Оксигеном (повітрям), пліснява та спори бактерій можуть почати метаболічні процеси наново. Ці процеси призведуть до підвищення температури силосної маси і будуть продовжуватися до тих пір, доки буде можливе перетворення кислот та цукрів, присутніх у кормі. Отже, метаболічні процеси можуть призвести до зниження споживання силосної маси або взагалі перевести її у категорію відходів. Взагалі то нагрів, викликаний метаболічними процесами, насправді являється вторинним і не може спричинити повної втрати поживних речовин силосної маси. Також не має достовірних даних щодо управління поверхневими шарами силосної маси та впливу щільності силосної маси, пори року і середньої величини поверхні, яку можна відокремлювати кожен день.

— колір силосної маси;

Колір може надати інформацію щодо потенційних проблем ферментування (табл. 1). Силос із надмірною місткістю оцтової кислоти буде мати жовтуватий колір. При наявності високого рівня масляної кислоти силос буде виглядати жирнуватим із зеленуватим кольором. Колір силосної маси від коричневого до чорного зазвичай може свідчити про нагрівання у процесі ферментації або підвищеної вологості. Така силосна маса (з кольором від коричневого до чорного) має найбільшу схильність до загнивання, а саме, може стати просто непридатною до споживання тваринами. Придбання силосом білого кольору інформує нас про початок вторинного розвитку плісняви.

Таблиця 1 – Оцінювання силосу за запахом та кольором

Запах	Колір	Причина
Оцтовий	Жовтуватий	Виробництво оцтової

		кислоти (бактерії)
Спиртовий	Нормальний	Виробництво етанолу (дріжджі)
Нудотний солодкий	Нормальний	Виробництво пропіонової кислоти
Прогіркле масло	Зеленуватий	Виробництво масляної кислоти (Clostridium)
Карамель/тютюн	Від темно - коричневого до чорного	Висока температура, температурне руйнування

— запах силосної маси;

Запах силосної маси також може надати певну інформацію щодо стадії процесу ферментації. Отже, нормальний силос має мінімальний запах завдяки наявності молочної кислоти. Якщо при силосуванні виробництво оцтової кислоти занадто високе, то силос має запах оцту. Високий вміст етанолу при бродінні цукрів може призвести до появи спиртового запаху силосу. Клострідіальна ферментація призводить до виникнення запаху прогірклого масла. Пропіоновокисле бродіння надає силосу чітко виявленого солодкого запаху та смаку. При температурному руйнуванні силос буде мати тютюновий або карамельний запах. При силосуванні жодна силосна маса не повинна мати затхлий, пліснявий або гнилісний запах. У разі, якщо силос має неприємний запах, це з великою вірогідністю призведе до відмови корів від поїдання цього корму або стане причиною значного зниження його споживання [2].

Хімічний склад силосу. Аналіз хімічного складу силосу є дуже важливою складовою при оцінюванні якості силосної маси. Усі аналізи повинні бути доступні у багатьох комерційних лабораторіях з дослідів харчових продуктів. Отже – вологість. Вимірювання середньої кількості вологи у силосі являється одним з найскладніших, це пов'язано з тим, що вологість являє собою найбільш змінний фактор.

Те, яким чином буде завантажено та перероблено зразок, буде значно впливати на кінцеві результати досліджень проведених у лабораторії. Вміст вологи також буде змінним в залежності від його місцезнаходження – чи то на поверхні траншеї, чи то в середині. Присутність вологи дуже важлива, оскільки є визначальною для розрахунків кількості сухої речовини. У разі, коли ви згодні з силом із збільшеною вологістю, ніж вважаєте, ви не додаєте поживних речовин у перерахунку на суху речовину, та навпаки. Ці відмінності можуть призвести як до виникнення проблем споживання, так і до проблем з очікуваною кормовою цінністю. В ідеалі кожне господарство повинно мати можливість лабораторного вимірювання вологості або прилад для вимірювання вологості для щотижневого контролю рівня вологості в силосі. Раціони, які надмірно

сухі або надмірно вологі, також можуть зменшити споживання. Надмірна сухість або надмірна вологість призводить до неадекватної ферментації, що дестабілізує продукт. Приблизний вміст вологи для різних типів силосу наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Приблизний рівень вологості силосної маси для різних типів сховищ.

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 %

Наявність сирого протеїну доволі часто вважають визначальним показником при оцінці якості кормів, головним чином це пов'язано з високою вартістю впровадження додаткових протеїнових замінників у раціони кормів. Фураж, який би містив більшу кількість протеїну, повинен бути зібраний на ранніх фазах зростання. Достатня кількість харчового протеїну необхідна для нормального функціонування рубця, у разі його недостатньої кількості результатом буде засвоєння меншої кількості сухої речовини. Надмірна кількість протеїну, що підлягає розкладу у рубці, призводить до високої концентрації азоту сечовини у молоці. Особливо часто це зустрічається при обмеженні легко перетравних вуглеводів. Розбалансовані рубцеві протеїни призводять до зниження ефективності використання Нітрогену і виведенню його з організму та потенційному зниженню репродуктивної здатності тварин. В результаті доцільним було б розділення сирих протеїнів, які потрапляють до рубця, на розчинні, легко перетравні та ті, які не відповідають вимогам фракції, що дає змогу більш ефективно оцінити якість силосу.

Розчинні протеїни показують загальну кількість Нітрогену в силосі, яка потенційно може бути використана мікробами рубця для виробництва ними протеїну. Ефективність переробки залежить від можливості ферментації вуглеводів в рубці. Залишки розчинних протеїнів будуть адсорбовані та знешкоджені печінкою і виведені із сечею. Силос із надмірною здатністю до розщеплення протеїну або оброблений Нітрогеном чи сечовиною буде містити більшу кількість розчинних протеїнів (> 60%). Такі силосні корми будуть мати обмежене споживання та низьку стабільність. Нормальним рівнем вмісту розчинних протеїнів можна вважати 40 – 60 % від загальної кількості сирих протеїнів.

Амонійний Нітроген або безпротеїнові нітрогеновмісні компоненти фракції розчинних протеїнів. Єдиною метою силосування являється мінімізація протеолітичної здатності, яка спостерігається при

життєдіяльності мікробів, бактерій та насамперед бактерії *Clostridium*. Протеолітична активність значно підвищує утворення безпротеїнових нітрогеновмістні похідних. Також це підвищує рівень рН та робить силос менш стабільним. Деякі токсичні речовини, такі як аміни, можуть знизити споживання силосу тваринами. Рекомендований рівень вмісту амонійного нітрогену повинен бути менш ніж 8 % для кукурудзяного силосу та 10 % для силосу з сінажних культур.

Нітроген нерозчинний у кислотному детергенті (протеїн) - це сума грубих протеїнів, що утворюють стінки рослинних клітин та формують у кислотному детергенті фракції клітковини. Саме це свідчить про наявність протеїнів, які руйнуються при нагріванні. А це не припустимо а ні для тварин, а ні для життєдіяльності бактерій. Отже, метою створення якісного силосу також є і обмеження цих протеїнів до 10 – 12 % від загальної кількості грубих протеїнів.

Нейтрально-детергентна клітковина є складовою кормової характеристики і також входить до складу матеріалу стінок клітин, але зворотно-пропорційно вмісту сухої речовини. Зрілість рослин прямо-пропорційно залежить від вмісту нейтрально-детергентної клітковини. Корми, що містять підвищений вміст нейтрально-детергентної клітковини, споживаються тваринами значно гірше, однак обробка (подрібнення) кормів може виправити цю ситуацію та підвищити рівень споживання кормів тваринами.

Кислотно-детергентна клітковина являється підкласом нейтрально-детергентної клітковини, показує кількість матеріалу стінок клітин, що мають найменшу засвоюваність тваринами. Цей показник є найбільш вагомий при визначенні якості кормів. До складу кислотно-детергентної клітковини відносять целюлозу, лігнін, протеїни, що руйнуються від нагрівання. У разі, якщо кислотно-детергентна клітковина у складі силосу буде зростати та в свою чергу утворювати уособлювання рослин, у той самий час загальна якість корму буде зменшуватися.

Лігнін - це основний критичний фактор при визначенні якості кормів, особливо силосу, тому що визначення його наявності передбачає деякі складності. Лігнін являє собою поліфенольну суміш, яка повністю стійка до розщеплення та ферментації. Лігнін виступає в'язучим елементом між зовнішніми та внутрішніми шарами стінок клітин. В процесі визрівання рослин відбувається так зване здерев'яніння (лігніфікація), і чим більш зріла рослина, тим більше цей процес помітний.

Стінки клітин в процесі здерев'яніння знижують придатність до споживання тваринами вуглеводів клітковини, що пов'язані з нейтрально-детергентною клітковиною - фракцією тих самих стінок клітин.

Цей ефект може бути безпосередньо виміряний в процесі зброджування нейтрально-детергентної клітковини.

Профіль ферментації - це новітній аналітичний процес, який визначає кількість кожної важливої леткої жирної кислоти, котра була вироблена у процесі силосування (табл. 3).

Таблиця 3–Профіль ферментації (леткі жирні кислоти) в кормах, що силосуються.

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

Зазвичай при процесі силосування в складі летких жирних кислот повинна переважати молочна кислота (>60%). Надмірна кількість оцтової, пропіонової, масляної кислот також гарно, як і етанол, показує знижену якість процесу ферментації, до чого призводить наявність мікробів, що не виключає здатність бактерій виробляти молочну кислоту. Все це дуже важливо для розуміння того, що рівень летких жирних кислот буде значно варіюватися та базуватися вже в залежності від видів культур, кількості сухої речовини у врожаї, кількості натуральних та доданих популяцій бактерій, респіраційних втрат на полях, погоди та наявності сонячного світла до прибирання врожаю, та особливо важливою є наявність цукру в культурі одразу, як тільки вона досягне структури придатної до зберігання.

Підрахунок кількості колоній пліснявих бактерій (концентрація мікотоксинів) можуть провести деякі лабораторії. До загальних видів пліснявих бактерій, які можуть спричиняти проблеми при силосуванні, можна віднести такі види як: *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, та *Mucor*. Пліснявий корм та наявність мікотоксинів не обов'язково повинні бути прирівняні. Пліснява та грибки будуть розвиватися лише у сприятливих для них умовах, а саме при необхідній вологості та температурі. Підвищена вологість (> 70%) або перевищення вмісту рідини в кормі на 15 % від норми сприяє розвиненню грибків. Однак цвітіння грибків може зустрічатися і в нормальних умовах та швидко розвиватися менш ніж за 24 години, адже зазвичай це не передбачає наявність мікотоксинів. Та навпаки, мікотоксинові проблеми можуть виникнути і при відсутності наявних признаков розвитку пліснявих бактерій. Поява мікотоксинів - це надто рідкісне явище у кормах та дуже складне до виявлення. Загальна кількість колоній пліснявих бактерій може бути визначена для кожного

виду корму. Кількість колоній пліснявих бактерій для якісного корму повинна складати < 300000 cfu/g. При кількості колоній, що перевищують концентрацію в 600000 cfu/g в кормі, слід бути дуже пильним, тому що це може викликати не аби-який клопіт. Граничне значення забруднення пліснявими бактеріями в кормі складає 1000000 cfu/g. У разі, якщо одиничні види цих бактерій знаходяться на такому граничному рівні, то цей факт повинен бути сприйнятий як суттєвий. Особливо це має значення, коли ці колонії належать до тих, що виробляють мікотоксини (*Aspergillus*, *Penicillium*, або *Fusarium* та їм подібні). Наявність високої концентрації пліснявих бактерій різних видів являє собою меншу загрозу, ніж вище наведений випадок, але все ж таки при наявності колоній, що виробляють мікотоксини, слід приділяти значної уваги до протікання процесу силосування.

Фізичні властивості силосу. До цих властивостей відносять рівень рН, температура, ступінь зброджування нейтрально-детергентної клітковини та розмір часток. Отже рН - це вимірювання кислотності. Силос підвищеної вологості нестабільний. Його рівень рН може коливатися у широких діапазонах. А щодо характеристик гарного силосу, то про це може свідчити низький рівень рН. Наприклад, кукурудзяний силос повинен мати рівень рН від 3,8 до 4,2. Тоді як силос із фуражних культур може мати більший рівень рН – близько 4,0 – 4,8. Високий рівень рН вказує на підвищений вміст води, що асоціюється з протеолітичною дією (кlostридіальна ферментація), адже знижений рівень рН може говорити про виробництво молочної кислоти. У силосі з підвищеним вмістом сухої речовини рівень рН буде менш придатний для оцінювання якості силосної маси, це пов'язано з тим, що дефіцит води буде призупиняти процес ферментації та виробництво кислоти. Цей ефект може спричинити негативний зв'язок між вмістом води та рівнем рН при підвищеному вмісті сухої речовини в кормі.

Визначення температури - це вимірювання виділеної теплоти в процесі ферментації. Температура силосної маси може бути легко виміряна завдяки силосному термометру, що занурюється на глибину 0,45 – 0,75 м.

Першочерговим завданням після закладення кормової маси до сховища повинно виступати повернення температури силосної маси до рівня температури навколишнього середовища, оскільки в процесі перевезення та перевантаження спостерігаються процеси респірації (дихання). Також підвищення температури викликає окислювальні процеси, пов'язані з розвитком та життєдіяльністю пліснявих бактерій і грибків, що в свою чергу призводить до нестабільності корму. При перевищенні температури силосної маси понад $48-50^{\circ}\text{C}$ існує велика вірогідність аеробного окислювання, що призведе до теплового руйнування або, як кажуть, "згоряння" силосної маси. Стабільна силосна маса не повинна нагріватися при вивантаженні із сховища та переміщенні

його до бункера-живильника або до кормороздавача. Розвиток пліснявих бактерій може спричиняти підвищення температури до 30 - 40°C. Нагрівання силосної маси у бункерах–живильниках вже не призведе до теплового руйнування, але зробить силосну масу менш привабливою за смаковими властивостями [4].

Ферментація нейтрально-детергентної клітковини в кормі може визначатися деякими лабораторіями або на місці «in situ», або ж у лабораторних умовах «in vitro» завдяки існуючим технікам. Це дуже корисний діагностичний тест для кукурудзяного та трав'яного силосу. Цей тест повинен бути виконаний дуже точно, особливо при порівнянні результатів у лабораторії. Повинен бути погоджений час проведення дослідів. Деякі лабораторії проводять ці тести тривалістю 48 годин, деякі 30 годин. Нейтрально-детергентна клітковина - один з основних компонентів корму для жуйних тварин, тому його придатність може значно впливати на продуктивність тварин. Ферментація нейтрально-детергентної клітковини може коливатися у межах від 20 до 60%. Визрівання рослин та їх лігніфікація (здерев'яніння) може значно зменшувати здатність нейтрально-детергентної клітковини до ферментації.

Розмір часток клітковини в раціонах жуйних дуже важливий для нормального функціонування рубця та жуйної діяльності тварини. Недостатньо корисна клітковина, присутня в раціонах тварин, може призвести до ацидозу (змінення кислотно–лужного балансу) в рубці, а це в свою чергу призведе до змін у складі молока. Нажаль, дуже часто трапляється так, що розмір часток не відповідає зоотехнічним вимогам (менший за рекомендований). Це відбувається за декількох причин: неправильне збирання врожаю, неправильна первинна обробка сировини або переподрібнення при приготуванні кормів. Ефективний розмір часток силосної маси або загального змішаного раціону можна проконтролювати за допомогою ситового сепаратора. Приблизні дані щодо розмірів часток наведені у таблиці 4.

Таблиця 4–Рекомендовані розміри часток силосу різного походження.

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 %

Висновки. Приймаючи до уваги вищенаведені факти, необхідно відокремити такі важливі моменти, як контролювання рівня кислотності, температури та вологості. У разі необхідності контролю рівня кислотності

можна застосовувати лакмусові індикатори, а от для визначення бактеріальної засміченості вже не обійтися без лабораторного обладнання. Значно простіше справи виглядають з визначенням температури, тому що це не потребує складного обладнання, проте може значно допомогти з визначенням стану процесу силосування. Стосовно визначення вологості силосної маси слід зауважити, що на вітчизняному ринку існують лише закордонні прилади для визначення вологості силосу та сінажу. Тому, як один з напрямків вдосконалення процесу зберігання силосної маси (силосування), слід віднести розробку приладів для експрес-визначення вологості силосної маси на різних рівнях його закладання та жорсткого контролю наведених показників.

Література.

1. Harvesting and Utilizing Silage / Ishler V.A., A.J. Heinrichs D. R. Buckmaster R. S. Adams, R. E. Graves, Penn State Extension Circular 396 (<http://www.das.psu.edu/dcn/catforg/396/index.html>);
2. Mahanna Bill. Troubleshooting Silage Problems (Parts 1-4). Pioneer Hi-Bred web site (www.pioneer.com/xweb/USA/trouble.htm);
3. Buxton D.R. / Growing Quality Forages. Under Variable Environmental Conditions, In: Proceedings of the Western Canada Dairy Seminar Proceedings, (www.afns.ualberta.ca/wcds/wcd95123.htm);
4. Rotz C.A. / Forage Quality during Harvest and Storage -. 1995. Maintaining and Enhancing, In: Proceedings of the Western Canada Dairy Seminar Proceedings, (www.afns.ualberta.ca/wcds/wcd95147.htm).

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗМОЖНЫХ ПРОБЛЕМ ПРИ ХРАНЕНИИ СИЛОСА

Милько Д.А.

Аннотация

В статье изложены материалы относительно процессов, которые протекают при силосовании, путей определения возможных проблем и способов их решения.

IDENTIFICATION POSSIBLE PROBLEMS IN STORAGE SILOS

D. Mil'ko

Summary

Article describes the materials for the processes at ensilage and ways of identifying possible problems and solutions.