ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ, ПЕРЕРОБКИ І ВИКОРИСТАННЯ КОРМІВ І КОРМОВОГО БІЛКА

УДК 636.085.532/579.61

ДИНАМІКА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЗАГОТІВЛІ БОБОВИХ ТРАВ З БАКТЕРІАЛЬНИМ ПРЕПАРАТАМИ КОМПЛЕКСНОЇ ДІЇ

В.П. Жуков, Ю.В. Обертюх, І.О. Виговська, Л.В. Божок

DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202191-11

Мета. Визначити перебіг процесів накопичення метаболітів бродіння при заготівлі силосу з пров'яленої маси бобових трав при внесенні бактеріальних препаратів на основі молочнокислих мікроорганізмів та обґрунтувати сучасні технологічні схеми пров'ялювання трав машинно-тракторними агрегатами із пристроями для кондиціювання зеленої маси. **Методи.** Польовий дослід з елементами хронометрії технологічних процесів та лабораторним хімічним аналізом якості зразків корму. **Результати.** Визначено динамку накопичення основних штамів бажаної мікрофлори при інокуляції маси бобових трав осмотолерантними мікроорганізмами. На підставі чого удосконалено технологічні операції заготівлі сінажу і силосу із пров'яленої маси люцерни, еспарцету та лядвенцю рогатого з вивченням мікробіального складу корму. Проведеними дослідженнями визначено ефективність силосування та поживну цінність кормів із пров'яленої маси бобових трав. **Висновки.** Інтенсифікація процесів зброджування цукрів під дією полібактеріальних консервантів комплексної дії відбувається протягом перших 12-15 діб сінажування та протягом 20-30 днів силосування маси. Бобові культури (люцерна, еспарцет, лядвенець) внаслідок підвищеної буферної ємності пролонгують газовиділення CO₂ протягом 24-30 днів, що підвищувало ризик біохімічних втрат протеїну за рахунок утворення NH₃. Зменшення осмотичного тиску в рослинній клітині при глибокому пров'ялюванні трав супроводжувалося зменшенням колоній-утворювальної здатності бактерій при обробці біологічними консервантами, зокрема паличковидними формами *Lactobacillus brevis* та *Lactobacillus plantarum*.

Ключові слова: технологія, осмос, бродіння, трави, сінажування, пров'ялювання, вологовіддача, консерванти, бактерії, штами.

Жуков Володимир Павлович, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-т Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21000, e-mail: vladzukp@gmail.com

Обертюх Юрій Володимирович, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-т Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21000, e-mail: Kulikmf@gmail.com

Виговська Ірина Олександрівна, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, пр-т Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21000

Божок Лариса Валентинівна, молодший науковий співробітник, лабораторія консервантів, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, Україна, 14027, e-mail: Lorietta.list@gmail.com

Вступ. Постановка проблеми. Ефективне консервування пров'яленої маси бобових трав значною мірою залежить від чисельності та видового складу епіфітних та ендofітних молочнокислих бактерій [1,3,4, 7]. Серед різноманіття ендofітної мікрофлори бобових трав лише порівняно незначна кількість

неспороутворюючих факультативних анаеробів – справжні молочнокислі бактерії. Разом з тим за сприятливих умов силосування трав їх чисельність швидко досягає концентрації 10^4 - 10^8 . Оптимальною їх кількістю вважають 10^5 - 10^7 КУО/г натуральної сировини [1, 9, 15, 16]. Для заготівлі силосу з кукурудзи та бобових трав існує значна кількість бактеріальних і бактеріально-ферментних препаратів та консервуючих добавок. До них відносяться консерванти на основі органічних кислот та біологічні консерванти комплексної дії, призначені для заготівлі силосу з вмістом вологи в межах 70-40%. Їх застосування дає змогу спрямовано (селективно) регулювати процеси бродіння, створювати умови для оптимального перебігу процесів зброджування цукрів і швидкого підкислення корму. Такі консерванти створюють на основі гомо- і гетероферментативних молочнокислих і пропіоновокислих бактерій у поєднанні з ферментами (ксиланаза, β -глюканаза, пектиназа та інші) або без них [18, 20-23, 25, 27].

На ринку України на сьогодні присутня значна кількість різноманітних біологічних консервантів з обов'язковим включенням молочнокислих та пропіоновокислих бактерій, які відрізняються видовим складом, колонійутворювальною здатністю (КУО) та вартістю [26, 28, 29]. Так консервант СилоСолв® AS 200 зменшує нагрівання від вторинної ферментації та покращує аеробні властивості корму, знижує ризик пліснявіння та розвитку дріжджових грибків, підвищує якість силосу та сприяє його довготерміновому зберіганню. При дозуванні 250000 КУО/г містить молочнокислі бактерії типу *Enterococcus faecium* M74, лактобактерії типу *Lactobacillus plantarum* CH6072 та *Lactobacillus buchneri* LN1819.

Широкого розповсюдження при заготівлі силосованих кормів набув вітчизняний біологічний консервант «Літосил» (розробник – Інститут мікробіології і вірусології НАН України ім. Заболотного, виробник – ТОВ «Торговий дім «Ензим»), який застосовується при заготівлі кормів останні 20 років. «Літосил» – ефективний, концентрований мікробіологічний препарат, призначений для якісного консервування сінажу та силосу з усіх видів трав (складається з живих культур декількох штамів молочнокислих бактерій і містить в 1 грамі до 50-55 млрд життєздатних мікроорганізмів). Серед них переважають два види молочнокислих бактерій – *Streptococcus*, діють як активатор для швидкого зниження рН до 5,0 та *Lactobacillus*, які збільшують кислотність до стабільних значень рН 3,8-4,2. Віднедавна виходить на ринок України вітчизняний біологічний консервант СилакПро (виробник «БТУ-центр», м. Ладижин) на основі молочнокислих бактерій, який містить чотири штами бактерій та ферменти [4, 7].

Ферменти (комплекс *SilagePro*) розчиняють клітинні стінки рослин для вивільнення вмісту цитоплазми (легкорозчинних цукрів, крохмальних зерен). Такий комплекс мікроорганізмів забезпечує швидке зниження рівня рН з 7,2 до 4,2 (протягом перших 72 годин зброджування цукрів). Склад консерванту такий: загальна кількість бактерій 1.3×10^{11} КУО, в т.ч. *Lactobacillus plantarum* sd-5870, *Enterococcus faecium* sd-5843, *Pediococcus acidilactici* sd-5866, *Pediococcus*

pentosaceum sd-5868. Його переваги – висока активність бактерій, особливо молочнокислих штамів, наявність ферментної композиції, здатність швидко знижувати рівень рН до гарантовано консервуючих показників [10-12, 24].

Важливим чинником для отримання якісного силосу при визначенні операцій заготівлі є корекція поживної цінності при силосуванні пров'ялених бобових трав, при цьому втрати поживних речовин знаходиться у межах 9-12%, причому втрати сирого протеїну (за загальним і небілковим азотом) не перевищують 8,8%. Накопичення органічних кислот більш інтенсивно (+7,21%) відбувається у варіантах із обробкою консервантом СилакПро, при цьому кількість молочної кислоти досягає максимальних показників (до 71% в структурі органічних кислот) на 8-12 день бродіння [5, 6, 17, 19].

В основу даних досліджень покладено вивчення процесів силосування пров'ялених бобових трав у період масової заготівлі та вивчення механізму дії перспективних композицій консервантів з біфідобактеріями та ферментами, здатними в короткий термін цілеспрямовано утворювати порогову концентрацію органічних кислот у водному середовищі корму, які є лімітуючим фактором проходження процесів бродіння в анаеробних умовах силосування [2, 8, 18].

У процесі заготівлі створюються специфічні умови, за яких не можуть розвиватися ферментуючі форми дріжджів, що активно зброджують цукри в етиловий спирт без доступу кисню. Молочна і оцтова кислоти, що утворилися в процесі життєдіяльності гомо- та гетеросферментативних молочнокислих бактерій, сприятимуть аеробній стабільності корму.

Застосування нових біологічних, полібактеріальних консервантів на основі осмоотерантних штамів молочнокислих бактерій у технологічному процесі силосування бобових трав забезпечать збереженість поживних речовин на рівні 95% та збільшать продуктивну дію корму на 10-12% [11, 12].

Мета та завдання дослідження. Удосконалення технології заготівлі силосу та сінажу з пров'яленої зеленої маси бобових трав розглядається у розрізі дії високої концентрації молочнокислих мікроорганізмів протягом 20- 40 днів бродіння і зберігання корму в анаеробних умовах. Для цього вирішується ряд наступних завдань:

- визначення динаміки накопичення мікроорганізмів при обробці маси перспективними видами лакто- та біфідобактерій щодо колоній-утворюючої здатності (КУО) консервантів;
- встановлення параметрів біохімічних показників силосу з вихідної пров'яленої маси, силосу та сінажу;
- розрахунок фактичної поживності отриманих кормів за відповідними рівняннями регресії.

Матеріали та методи. Сировиною для заготівлі силосу з пров'яленої маси і сінажу обрано люцерну посівну сорту Синюха, еспарцет посівний сорту Піщаний 1251 та лядвенець рогатий сорту Аякс. Закладання маси здійснювали в лабораторні посудини після подрібнення на частки 60-80 мм і пров'ялювання до вологості 74-76% та до 50-56% з обробкою відповідними консервантами з

ущільненням до показників 450-520 кг/м³ з встановленням систем газоуловлювання [13].

Хімічний аналіз вихідної зеленої маси і готового корму згідно схеми дослідів проведено у відділі моніторингу якості кормів та в лабораторії технології заготівлі кормів ІКСГП. Оцінку процесів ферментації при силосуванні та сінажуванні пров'яленої маси проводили за методикою досліджень при заготівлі та зберіганні кормів [13, 14]. Кількість ЛЖК – класичним методом (по Ліппер-Флігу) та методом хроматографічного аналізу на газовому аналізаторі «Хром-5М». Кількість молочнокислих, дріжджів і гнильних бактерій визначали мікроскопічно з фіксацією і фарбуванням еритрозином на поживних середовищах САК та МПА в лічильній камері Горяєва [14]. Поживність, енергетичну цінність та чисту енергію лактації – за відповідними рівняннями регресії [2, с. 47, 20, 24].

Молочнокислі організми (лактобактерії падишковидні) поділяються на типові і нетипові [9, 14]. До типових (гомоферментативних) молочнокислих мікроорганізмів відносяться ті з них, що утворюють в основному молочну кислоту (85-95%) і незначну кількість летких органічних кислот при зброджуванні цукрів. Нетипові (гетероферментативні) мікроорганізми є слабкими кислотоутворювачами, разом з молочною кислотою вони утворюють значну кількість інших продуктів (оцтову кислоту, етиловий спирт, діоксид вуглецю). Останні мають багато спільних ознак: всі вони факультативні анаероби, грампозитивні, нерухомі, спор і капсул не утворюють. З них скомпоновано консерванти «Лакто І» та «Лакто ІІ».

Біологічний консервант «Лакто І» та «Лакто ІІ» (ІСМАВ, Чернігів) у складі мав живі ліофілізовані мікроорганізми: *Lactobacillus acidophilus* (2·10⁹ КУО/г); *Lactobacillus plantarum* (1·10⁹ КУО/г); *Lactobacillus fermentum* (5·10⁹ КУО/г); *Bifidobacterium bifidum* (3·10⁹ КУО/г). Поєднання лакто- та біфідобактерій у співвідношенні 4 : 1 в консерванті «Лакто ІІ» дає можливість оптимізувати процеси силосування, підвищити їх конкурентноздатність відносно епіфітної мікрофлори [25, 26]. Доза внесення консервантів, в залежності від вологості вихідної маси, становила 4,0 г/т для силосу та 6,0 г/т – для сінажу.

Результати дослідження і обговорення. Технологія приготування силосу з пров'ялених трав та класичного сінажу вологістю 50-55% базується на мікробіологічних процесах зброджування цукрів, хоча при сінажуванні вони протікають повільніше, ніж при силосуванні. Дослідження свідчать, що кількість молочнокислих і гнильних мікробів в сінажі з бобових трав у 4-5 разів менша, ніж в силосі з пров'яленої маси (табл. 1).

Мінімальне накопичення метаболітів бродіння в сінажі при вологості 54-55% зумовлює зменшення органічних кислот і молочної кислоти в 2,5-3,3 разу порівняно із силосом із пров'яленої маси бобових трав. Зростання чисельності гнильної мікрофлори при неконтрольованому бродінні в масі без обробки консервантами (зокрема роду *Pseudomonas* та *Alcaligenes*) пояснює втрати протеїну та підвищення рН корму до показників 5,0 і >. У такому силосі

зустрічалися грам-позитивні бактерії роду *Listeria* (до 12% від загальної чисельності гнильних мікроорганізмів) та ряд інших небажаних видів епіфітної мікрофлори.

Внесення молочнокислих бактерій у складі консерванту Лакто І та Лакто ІІ в пров'ялену масу люцерни посівної вірогідно підвищувало їх вміст в силосі з 66 до 5230 тисяч бактерій в 1 грамі сухої речовини. Наявність біфідобактерій у складі консерванту Лакто ІІ підвищувало колонійутворюючу здатність до 6450 тис. бактерій в 1 г сухих речовин, що супроводжувалось зниженням рН до 4,32 та 4,14 за рахунок більш швидкого підкислення маси. Пров'ялена маса еспарцету та лядвенцю внаслідок високої буферної ємності підкислювались повільніше, що зумовлено зростанням чисельності мікрофлори відповідно до 4850-5920 та до 3855-4408 тис. бактерій в 1 г сухих речовин.

Таблиця 1

Кількість молочно-кислих і гнильних мікроорганізмів в сінажі і силосі за обробки біологічними консервантами (при відкритті корму), М $\pm$ m

Вид корму	Вологість,%	рН	Число бактерій, тис в 1 г АСР	
			Молочно-кислих	Гнильних
Люцерна посівна (фаза бутонізації)				
Сінаж без обробки	54,8	4,83	66±6,1	33±3,6
Сінаж (+ 4 г/т Лакто І)	55,3	4,32	5230±248,5*	76±4,4
Сінаж (+ 4 г/т Лакто ІІ)	54,9	4,14	6450±97,6	55±3,1
Силос без обробки	76,0	3,97	2900±101,1	150±11,1
Силос (+6 г/т Лакто І)	76,3	4,02	8645±189,1*	124±6,1
Силос (+ 6 г/т Лакто ІІ)	75,8	4,08	9560±127,4	96±4,2
Еспарцет піщаний (початок цвітіння)				
Сінаж без обробки	56,9	4,92	92±3,7	55±3,2
Сінаж (+ 4 г/т Лакто І)	57,3	4,45	4060±64,4*	60±3,1
Сінаж (+ 4 г/т Лакто ІІ)	57,8	4,33	4850±66,1	42±2,1
Силос без обробки	72,4	4,25	3450±82,7	220±9,9
Силос (+ 6 г/т Лакто І)	73,0	4,42	5920±174,5*	246±73,1
Силос (+ 6 г/т Лакто ІІ)	74,4	4,37	6340±73,8	192±4,2
Лядвенець рогатий (початок цвітіння)				
Сінаж без обробки	50,3	4,76	108±5,3	66±4,8
Сінаж (+ 4 г/т Лакто І)	52,8	4,12	3340±48,9*	72±4,6
Сінаж (+ 4 г/т Лакто ІІ)	51,7	4,08	3855±103,7	63±3,1
Силос без обробки	70,4	3,86	2660±47,5	206±5,4
Силос (+ 6 г/т Лакто І)	72,8	4,18	4270±81,5*	234±5,3
Силос (+ 6 г/т Лакто І І)	72,1	4,31	4408±55,6	193±5,4

* різниця середніх вірогідна при $P \geq 0,95$

У силосі з пров'яленої маси люцерни максимальна кількість мікроорганізмів накопичувалася до сьомого дня бродіння, а в сінажі їх чисельність досягала максимуму тільки на 15-й день (табл. 2). Швидкість перебігу мікробіологічних процесів у сінажі пов'язана з утворенням органічних кислот. З наведених результатів видно, що накопичення органічних кислот пов'язане з уповільненням мікробіологічних процесів, внаслідок чого

утворювалась значна кількість молочної кислоти за схемою гетеросферментативного бродіння:

Підвищена кількість органічних кислот в силосі і сінажі утворювалась в той час, коли сумарна чисельність мікроорганізмів досягала максимуму, причому в люцерновому сінажі молочної кислоти було в 2,4 разу, а оцтової – у 2 рази менше, ніж в силосі з пров'яленої маси.

Важливим елементом якісного хімічного складу сінажу є вуглеводи – поживний та енергетичний субстрат для розмноження мікроорганізмів. У процесі осмотичного споживання розчинних вуглеводів мікроорганізми перетворюють їх в органічні кислоти і тим самим підвищують консервуючий ефект. У силосі, де бурхливо розвиваються мікроорганізми, кількість цукрів різко зменшується, а при відсутності консервантів практично вся їх кількість перетворюється в метаболіти зброджування. В сінажах, навпаки, у результаті гідролізу полісахаридів кількість цукрів навіть може зростати, що підвищує його поживну цінність.

Таблиця 2

Зміна кількості (млн в 1 г СР) і складу мікрофлори при консервуванні пров'яленої зеленої маси люцерни

Варіант та вологість корму, %	Термін бродіння (днів)							
	Молочно-кислі бактерії				Гнильні мікроби			
	0	7	15	30	0	7	15	30
54,8 – Контроль	14,4	15,5	21,4	16,8	8,9	10,3	12,6	14,9
55,3 – (Лакто І)	16,2	37,1	56,3	14,5	2,4	9,8	0,002	0,001
		32,4	69,5	11,2	2,2	9,1	0,008	0,003
54,9 – (Лакто ІІ)	16,5							
76,0 – Контроль	8,8	88,4	100,8	89,6	8,6	9,4	9,1	7,3
76,3 – (Лакто І)	8,0	151,1	134,0	62,9	5,2	1,1	-	0,0002
75,8 – (Лакто ІІ)	9,6	162,2	183,6	58,4	5,8	1,6	0,003	0,001
	Дріжджі				Плісені			
	0	7	15	30	0	7	15	30
54,8 – Контроль	0,5	0,008	0,06	0,05	1,2	1,8	1,9	2,2
55,3 – (Лакто І)	0,6	0,0002	0,0004	0,0003	1,3	-	-	-
54,9 – (Лакто ІІ)	0,6	0,0003	0,0005	0,0004	1,2	-	-	-
76,0 – Контроль	2,2	2,3	1,9	1,2	0,8	1,3	1,5	1,6
76,3 – (Лакто І)	2,4	0,02	0,01	0,03	-	0,02	0,03	0,03
75,8 – (Лакто ІІ)	2,1	0,03	0,02	0,03	0,2	0,01	0,01	0,02

Зростання осмотичного тиску в пров'ялених рослинних клітинах бобових трав суттєво пригнічує ріст маслянокислих мікробів, потім молочнокислих і при закінченні бродіння – гнильних (табл. 3).

Таблиця 3

**Зміна біохімічних показників корму за різних режимів консервування
пров'яленої маси люцерни посівної, обробленої лактобактеріями**

Показник	Термін консервування, діб				ДСТУ*
	0	7	15	30	
pH					
сінаж	5,9	4,25	3,8	4,4	4,7
силос	4,2	4,4	4,5	5,0	3,9-4,5
Сума цукрів,% в СР,					
сінаж	10,7	10,0	5,7	3,4	-
силос	9,9	10,3	9,4	0,2	-
Аміак,% в загальному N					
сінаж	-	2,1	4,4	4,5	10 i <
силос	-	3,6	6,8	7,9	10 i <
Органічні кислоти:					
молочна і інші нелеткі: сінаж	1,8	4,2	1,9	0,5	-
силос	1,4	2,7	2,9	1,4	-
оцтова:					
сінаж	0,05	0,7	1,4	1,3	3,5 i <
силос	0,2	0,4	0,7	0,8	-
масляна (ізомасляна):					
сінаж	0,4	0,3	0,17	0,03	0,3 i <
силос	0,1	0,04	0,06	0,04	0,1 i <

* для кормів І класу

Таке відношення різних груп бактерій до осмотичного тиску і вологоутримуючої сили клітин пров'яленої маси створює найбільш сприятливі умови для розвитку нових толерантних штамів молочнокислих бактерій. При цьому одночасно знижується рівень рН, який разом з осмотичним тиском пригнічує розвиток маслянокислих бацил. Саме з цієї причини в якісних сінажах масляна кислота відсутня, а якщо з'являється, то внаслідок гнильного розкладу протеїну з утворенням аміаку.

Дія дріжджової мікрофлори, особливо виду *Saccaromyces cerevisiae* та плісень, супроводжувалась накопиченням аміаку. При заготівлі сінажу вологістю 50-55% рівень NH_3 досягав показників 4,5% для люцерни, 4,8% – для еспарцету та 6,8% – для лядвенцю, що відповідало показникам для кормів І класу. Заготівля силосу з пров'яленої до вологості 70-75% маси, містила від 7,9 до 12,6% аміачного азоту в загальному, що перевищувало стандартні показники для даного виду корму.

Загальна кількість органічних кислот в сінажах не перевищувала 1,9% без істотної різниці за видами сировини, тоді як для силосу, обробленого лактобактеріями, сумарна кількість кислот перевищувала 2,8-3,1%. По співвідношенню органічних кислот в сінажі молочна кислота перевищувала 50%, проте при обробці консервантом Лакто II зростала кількість масляної та ізомасляної кислот (для люцерни – до 0,03% на тридцятий день консервування, а для еспарцету та лядвенцю – відповідно до 0,02 та 0,025%). Накопичення метаболітів бродіння протягом 60 днів у вигляді молочної та оцтової кислот супроводжувалось кращою збереженістю поживних речовин, зокрема протеїну та цукрів, що підвищувало поживність дослідних кормів до 9,3-9,5 МДж/кг обмінної енергії для сінажу та до 9,7 МДж/кг СР для силосу з пров'яленої

люцерни (табл. 4).

Таблиця 4

**Поживна цінність сінажу та силосу з бобових трав при консервуванні
молочнокислими бактеріями Лакто І та Лакто ІІ**

Сировина	Вид корму	Варіант консервування	Вміст у сухій речовині, %				Клас корму
			сирого протеїну	сирої клітковини	сирої золи	ОЕ/ЧЕЛ, МДж/кг	
Люцерна посівна	Сінаж	Контроль	16,1	25,3	5,2	8,78/5,53	II
		+ Лакто І	17,3	25,5	5,4	9,35/5,71	I
		+ Лакто ІІ	17,1	25,8	5,5	9,42/5,74	I
	Силос	Контроль	12,5	26,1	4,4	8,96/5,55	II
		+ Лакто І	14,1	26,3	4,7	9,75/5,94	I
		+ Лакто ІІ	14,5	26,0	4,8	9,72/5,91	I
Еспарцет піщаний	Сінаж	Контроль	15,2	24,9	5,6	9,12/5,56	I
		+ Лакто І	16,6	25,2	5,7	9,26/5,63	I
		+ Лакто ІІ	16,9	24,8	5,3	9,28/5,66	I
	Силос	Контроль	13,8	25,9	4,9	9,02/5,57	II
		+ Лакто І	14,5	25,6	4,8	9,12/5,56	II
		+ Лакто ІІ	14,4	26,4	4,7	9,25/5,64	II
Лядвенець рогатий	Сінаж	Контроль	16,8	23,7	5,5	8,68/5,21	III
		+ Лакто І	17,5	24,1	5,8	9,06/5,44	II
		+ Лакто ІІ	17,8	23,9	5,4	9,11/5,64	I
	Силос	Контроль	12,8	24,5	6,1	8,62/5,21	III
		+ Лакто І	13,4	24,1	6,2	8,93/5,44	II
		+ Лакто ІІ	13,3	23,9	5,9	8,85/5,39	III

Дослідні варіанти сінажу та силосу з пров'яленої маси еспарцету та лядвенцю, консервовані лактобактеріями, містили до 9,26-9,28 та до 9,12-9,25 МДж/кг СР обмінної енергії, 5,63-5,66 МДж/кг СР чистої енергії лактації, що на 2,7-3,6% та на 3,6-4,9% більше, ніж у кормах без обробки консервантами. За поживністю всі дослідні корми з люцерни та еспарцету відповідали I класу якості. Консервовані дослідні корми із лядвенцю віднесено до II класу якості внаслідок недостатнього вмісту збережених поживних речовин та значної кількості масляної кислоти. Отже, консервовані корми з пониженою вологістю зберігаються під впливом двох факторів: біохімічного – в результаті біохімічних процесів і фізичного – за рахунок фізіологічної сухості середовища, що гальмує процеси зброджування цукрів.

Висновки. Внесення біологічних консервантів на основі осмоотолерантних молочнокислих та біфідобактерій в пров'ялену до вологості 70-75 та 50-55% масу бобових трав супроводжується їх інтенсивним розмноженням протягом перших 7-10 та 15-20 днів бродіння. Відносний максимум чисельності молочнокислих бактерій у дослідних варіантах сінажування трав (до 56-69 млн/г СР) спостерігається до 30-32 днів, а силосованих (158 млн/г СР) – до 7-10 днів бродіння. Кількість гнильної мікрофлори в пров'яленій масі, обробленій консервантами, поступово зменшувався, а в необробленій – зростав до 7,3-14,9 млн/г СР, при цьому істотно знижувався (до 4,72-4,96) показник рН корму.

Внесення консервантів Лакто І та Лакто ІІ супроводжувалося зменшенням дріжджових клітин та плісені протягом перших трьох тижнів зберігання. Підвищення ефективності консервування пров'яленої маси бобових трав зумовлювало зростання поживності кормів: люцернового сінажу – до 9,42 МДж/кг СР ОЕ (5,74 МДж/кг СР ЧЕЛ), силосу – до 9,75 МДж/кг СР ОЕ (5,94 МДж/кг СР ЧЕЛ), а консервованої пров'яленої зеленої маси із еспарцету – до 9,28 МДж/кг СР по ОЕ в сінажах та до 9,25 МДж/кг СР по ОЕ для силосу.

Список бібліографічних посилань

1. Абраскова С.В. Регуляция микробиоценоза консервируемых растительных кормов. Минск: ИВЦ Минфина, 2011. 174 с.
2. Богданов Г.О., Кандиба В.М., Ібатуллін І.І. Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби. Київ.: «Аграрна наука», 2012. 296 с.
3. Гарькавий А.Д., Середа Л.П., Заболотний Г.М., Петриченко В.Ф. Сучасні технології заготівлі кормів з використанням відновлювальних джерел енергії. Вінниця. 2006. 72 с.
4. Глушко Л.Т. Розробка нових консервантів, технологій зберігання використання вологого зерна кукурудзи в годівлі великої рогатої худоби. Автореферат (06.02.02). Харків 2007. 24 с.
5. Жуков В.П., Ратушняк В.М., Горбачук Т.В. Порівняльна оцінка біологічних консервантів на основі сучасних *Lactobacillus* при заготівлі силосованих кормів. Матеріали XIII наукової конференції «Мікробіологія в сучасному агропромисловому виробництві» 24-25.X. 2018, м. Чернігів, с. 24-26.
6. Жуков В.П. Підібрати й відвезти. Журнал Farmer. № 5(101), 2018, с. 28-30.
7. Жуков В.П., Гончарук В.В., Гончар Л.О. Придатність до силосування бобово-злакових сумішок з озимих проміжних культур. Матеріали тез XI Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок», м. Вінниця, 7.X.2019, с. 39-40.
8. Жуков В.П., Шульга Ю.І. Ефективність використання універсального біологічного консерванту «Силак про» при силосуванні кормів. Журнал про корів. № 1, 2019, с. 23-25.
9. Загарний В., Борзненко В. Найкращі агрегати для косовиці. Агробізнес сьогодні. 2019, № 7(398). с.110-114.
10. Клименко В.П. Сравнительная эффективность консервантов на основе бактериальных культур при силосовании. Кормопроизводство, № 9, 2008, с. 31-34.
11. Кузьмицкий А.В. Механико-технологические основы консервирования стебельчатых кормов. Монография. БСХА. Горки. 1999. 80 с.
12. Кулик М.Ф., Скоромна О.И., Обертюх Ю.И., Чернолата Л.П. Новая система оценки кормов в молочных единицах для коров разного уровня продуктивности. Кормопроизводство. 2010. № 2. с. 34-39.
13. Кулик М.Ф., Скоромна О.И., Жуков В.П., Обертюх Ю.В. та ін. Оцінка у продукції молока кормів із різним вмістом сирової клітковини і періоду перетравлення в кишечнику корів різної продуктивності. Монографія. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2017. 252 с.
14. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин. За ред. Бабича А.О. Київ «Аграрна Наука», 1998. 80 с.
15. Методичні рекомендації «Мікробіологія». МНАУ. Укладачі Кот С.П., Кириченко В.А., Мельник В.О. м. Миколаїв. 2017. с. 68-80.
16. Поступаленко П.І. Науковий підхід до вибору силосних інокулянтів. Тваринництво сьогодні. № 4, квітень 2020. с. 64-67.
17. Победнов Ю.А. Теоретические предпосылки и эффективность использования препарата молочнокислых бактерий Силзак при силосовании провяленных трав. Кормопроизводство. 2006. № 6. с. 24-27.
18. Подобед Л.И. Рациональная, достаточная и экологически сбалансированная система кормопроизводства. Одеса: Друкарський Дім. 2009. 216 с.
19. Практическое руководство по консервированию кормов: целевые показатели качества, технология и менеджмент силосования, оценка качества ферментации. Издательство: Немецкое

сельскохозяйственное общество. Под ред. Бондаренко Г. 2006. 354 с.

20. Степаненко В.М. Ефективність використання силосів на основі пелюшки і люпину в годівлі бугайців. Автореферат (06.02.02). Харків 2015. 21 с.

21. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби: [Монографія] за ред. В.М. Кандиби, І.І. Ібатулліна, В.І. Костенка. Ж.: 2012. 860 с.

22. Флатнитцер Ф. Люцерна – практические советы по силосованию королевы кормовых растений. ADDCON GmbH, Бонн, Германия. 2014. 70 с.

23. Шпаар Дитер. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование. К. Издательский дом «Зерно». 2012. 464 с.

24. Шпаар Д., Гіннап К., Дрегер Д., Захаренко А. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. К.: Альфа-стевія ЛТД. 2009. 396 с.

25. Энсмингер М.Е., Оулфилд Дж. Е., Хейнеманн У.У. Корма и питание. 2000. 974 с.

26. Berthiaume R., Brito A., Tremblay G. High-sugar alfalfa for dairy cows. Proceedings of the 22 International Grassland Congress, 15-19.09.2013, Sidney, Australia, p. 729-730.

27. Driehuis F., Spoelstra S.F., Cole S.C and Morgan R. Improving aerobic stability by inoculation with *Lactobacillus buchneri*. Proceedings of the XI International Silage Conference, Aberystwyth, UK, 1996, pp. 106-107.

28. Harrison G.A., Hemken R.W., Dawson K.A., Harmon R.J., Barker. K.B. Influence of addition of yeast culture supplements to diets of lactating dairy cows on ruminal function and microbial populations. J. DairySci. 1988. Vol. 71. P. 2967-2975.

29. Weissbach F. Report on the development of silage additives containing nitrite and hexamine. Technical dossier Hexamine tetramine pursuant to .../ № 1831. 2003 (22.09.2003), pp. 34-38.

References

1. Abraskova S.V. (2011). Regulatsiya mikrobiotsenoza konserviruyemykh rastitelnykh kormov [Regulation of the microbiocenosis of the conserved plant foods]. Minsk, YVTs Mynfina, 174 p. [in Russian].

2. Bohdanov H.O., Kandyba V.M., Ibatullin I.I. (2012). Normy i ratsiony povnotsinnoi hodivli vysokoproduktyvnoi velykoi rohatoi khudoby [Norms and rations of high-grade feeding of highly productive cattle]. Kyiv, "Ahrarna nauka", 296 p. [in Ukrainian].

3. Harkavyi A.D., Sereda L.P., Zabolotnyi H.M., Petrychenko V.F. (2006). Suchasni tekhnolohii zahativli kormiv z vykorystanniam vidnovliuvalnykh dzherel enerhii [Modern technologies of fodder procurement with the use of renewable energy sources]. Vinnytsia, 72 s. [in Ukrainian].

4. Hlushko L.T. (2007). Rozrobka novykh konservativ, tekhnolohii zberihannya vykorystannia volohoho zerna kukurudzy v hodivli velykoi rohatoi khudoby. Avtoreferat (06.02.02) [Development of new preservatives, storage technologies for the use of wet corn grain in cattle feeding. Abstract of the diss. (06.02.02)]. Kharkiv, 24 p. [in Ukrainian].

5. Zhukov V.P., Ratushniak V.M., Horbachuk T.V. Porivnialna otsinka biolohichnykh konservativ na osnovi suchasnykh *Lactobacillus* pry zahativli sylosovanykh kormiv [Comparative evaluation of biological preservatives based on modern *Lactobacillus* in the procurement of silage]. Materialy XIII naukovoї konferentsii "Mikrobiolohiia v suchasnomu ahropromyslovomu vyrobnytstvi" [Proceedings of the XIII scientific conference "Microbiology in modern agro-industrial production"]. Chernihiv, 2018, pp. 24-26 [in Ukrainian].

6. Zhukov V.P. Pidibraty y vidvezty [To pick up and take away]. Zhurnal Farmer ["The Farmer" journal], 2018, no. 5(101), p. 28-30 [in Ukrainian].

7. Zhukov V.P., Honcharuk V.V., Honchar L.O. Prydatnist do sylosuvannya bobovo-zlakovykh sumishok z ozymykh promizhnykh kultur [Suitability for silage of legume-cereal mixtures from winter intermediate crops]. Materialy tez XI Mizhnarodnoi naukovoї konferentsii "Kormy i kormovy bilok" [Proceedings of the XI International Scientific Conference "Feed and feed protein"]. Vinnytsia, 2019, pp. 39-40 [in Ukrainian].

8. Zhukov V.P., Shulha Yu.I. Efektyvnist vykorystannia universalnoho biolohichnoho konservantu «Sylak pro» pry sylosuvanni kormiv [Efficiency of use of universal biological preservative "Silak pro" at silage of forages]. Zhurnal pro koriv [Journal about cows], 2019, no. 1, pp. 23-25 [in Ukrainian].

9. Zaharnyi V., Borznenko V. Naikrashchi ahrehaty dlia kosovytsi [The best machines for mowing]. Ahrobiznes sohodni [Agribusiness today], 2019, no. 7(398), pp. 110-114 [in Ukrainian].

10. Klimenko V.P. Sravnitelnaia effektivnost konservantov na osnove bakterialnykh kultur pri silosovanii [Comparative efficiency of preservatives based on bacterial cultures during ensiling]. Kormoproizvodstvo [Feed production], 2008, no. 9, pp. 31-34 [in Russian].
11. Kuzmitskiy A.V. (1999). Mekhaniko-tekhnologicheskiye osnovy konservirovaniya stebelchatykh kormov. Monografiya [Mechanical and technological bases of conservation of stalk forages. Monograph]. Gorky, 80 p. [in Russian].
12. Kulyk M.F., Skoromna O.Y., Obertiukh Iu.I., Chornolata L.P. Novaia sistema otsenki kormov v molochnykh yedinitakh dlia korov raznogo urovnia produktivnosti [New dairy units feed evaluation system for cows of different productivity levels]. Kormoproizvodstvo [Feed production], 2010, no. 2, pp. 34-39 [in Russian].
13. Kulyk M.F., Skoromna O.I., Zhukov V.P., Obertiukh Yu.I. et al. (2017). Otsinka u produktsii moloka kormiv iz riznym vmistom syroi klitkovyny i periodu peretravleniya v kyshechniku koriv riznoi produktivnosti. Monografiia [Evaluation of feeds with different crude fiber content and the period of digestion in the intestines of cows of different productivity in milk production. Monograph]. Vinnytsia, FOP Rohalska I.O., 252 p. [in Ukrainian].
14. Babych A.O. (1998). Metodyka provedennia doslidiv z kormovyrobnytstva i hodivli tvaryn [Methods of conducting experiments on feed production and animal feeding]. Kyiv, "Ahrarna Nauka", 80 p. [in Ukrainian].
15. Kot S.P., Kyrychenko V.A., Melnyk V.O. (2017). Metodichni rekomendatsii "Mikrobiolohiia" [Methodical recommendations "Microbiology"]. Mykolaiv, MNAU, pp. 68-80 [in Ukrainian].
16. Postupalenko P.I. Naukovyi pidkhid do vyboru sylosnykh inokuliantiv [Scientific approach to the choice of silage inoculants]. Tvarynnytstvo sohodni [Animal husbandry today], 2020, no. 4, pp. 64-67 [in Ukrainian].
17. Pobednov Yu.A. Teoreticheskiye predposylki i effektivnost ispolzovaniya preparata molochnokislykh bakteriy Silzak pri silosovanii provialennykh trav [Theoretical preconditions and efficiency of use of Silzak lactic acid bacteria preparation at ensiling dried grasses]. Kormoproizvodstvo [Feed production], 2006, no. 6, pp. 24-27 [in Russian].
18. Podobed L.Y. (2009). Ratsionalnaia, dostatochnaia i ekologicheski sbalansirovannaia sistema kormoproizvodstva [Rational, sufficient and ecologically balanced system of fodder production]. Odesa, Drukarskyi Dim, 216 p. [in Russian].
19. Bondarenko G. (2006). Prakticheskoye rukovodstvo po konservirovaniyu kormov: tselevyie pokazateli kachestva, tekhnologiya i menedzhment silosovaniya, otsenka kachestva fermentatsii [Practical guide to feed preservation: quality targets, technology and management of silage, evaluation of fermentation quality]. Izdatelstvo: Nemetskoye selskokhoziaistvennoye obshchestvo, 354 p. [in Russian].
20. Stepanenko V.M. (2015). Efektyvnist vykorystannia sylosiv na osnovi peliushky i liupynu v hodivli buhaitviv. Avtoreferat (06.02.02) [Efficiency of use of silages on the basis of Australian winter pea and lupine in feeding bulls. Diss. abstract (06.02.02)]. Kharkiv, 21 p. [in Ukrainian].
21. Kandyba V.M., Ibatullin I.I., Kostenko V.I. (2012). Teoriia i praktyka normovanoi hodivli velykoi rohatoi khudoby: monografiia [Theory and practice of normalized feeding of cattle: monograph]. Zhytomyr, 860 p. [in Ukrainian].
22. Flatnitzer F. (2014). Liutserna – prakticheskiye sovery po silosovaniyu korolevy kormovykh rasteniy [Lucerne – practical advice on ensiling the queen of forage plants]. ADDCON GmbH, Bonn, Germany, 70 p. [in Russian].
23. Spaar Dieter (2012). Kukuruza: vyrashchivaniye, uborka, khraneniye i ispolzovaniye [Maize: cultivation, harvesting, storage and use]. Kyiv, Izdatelskiy dom "Zerno", 464 s. [in Russian].
24. Spaar D., Ginnap K., Draeger D., Zakharenko A. (2009). Kukurudza. Vyroshchuvannia, zbyrannia, konservuvannia i vykorystannia [Corn. Growing, harvesting, conservation and use]. Kyiv, Alfa-stevii LTD, 396 p. [in Ukrainian].
25. Ensminger M.E., Oulfield J.E., Heinemann U.U. (2000). Korma i pitaniye [Food and nutrition], 974 p. [in Russian].
26. Berthiaume R., Brito A., Tremblay G. High-sugar alfalfa for dairy cows. Proceedings of the 22 International Grassland Congress. Sidney, Australia, 2013, pp. 729-730.
27. Driehuis F., Spoelstra S.F., Cole S.C and Morgan R. Improving aerobic stability by inoculation with *Lactobacillus buchneri*. Proceedings of the XI International Silage Conference, Aberystwyth, UK, 1996, pp. 106-107.

28. Harrison G.A., Hemken R.W., Dawson K.A., Harmon R.J., Barker. K.B. Influence of addition of yeast culture supplements to diets of lactating dairy cows on ruminal function and microbial populations. DairySci, 1988, vol. 71, pp. 2967-2975.

29. Weissbach F. Report on the development of silage additives containing nitrite and hexamine. Technical dossier Hexamine tetramine pursuant to .../ No. 1831. 2003 (22.09.2003), pp. 34-38.

Zhukov V.P., Obertyukh Yu.V., Vyhovska I.A., Bozhok L.V. Dynamics of microbiological processes in conservation of leguminous grasses with the use of bacterial preparations of complex action

Purpose. To determine the course of accumulation of fermentation metabolites when preparing silage from the wilted mass of legumes with the introduction of bacterial preparations based on lactic acid microorganisms and to substantiate modern technological schemes of wilting grasses by machine-tractor units equipped with devices for green mass conditioning. **Methods.** Field experiment with elements of chronometry of technological processes and laboratory chemical analysis of feed quality. **Results.** Dynamics of accumulation of the main strains of the desired micro-flora during inoculation of leguminous mass with osmotolerant microorganisms was determined. On the basis of which the technological operations of preparing haylage and silage from wilted mass of alfalfa, sainfoin and deer vetch with the study of microbial composition of feed have been improved. Studies have determined the effectiveness of ensiling and nutritional value of feed from the dried mass of legumes. **Conclusions.** Intensification of sugar fermentation processes under the action of polybacterial preservatives of complex action occurs during the first 12-15 days of haylage and during 20-30 days of ensiling. Legumes (alfalfa, sainfoin, deer vetch) due to the increased buffer capacity prolong CO₂ emissions for 24-30 days, which increased the risk of biochemical protein loss due to the formation of NH₃. The decrease in osmotic pressure in the plant cell during deep flowering of grasses was accompanied by a decrease in the colony-forming ability of bacteria when treated with biological preservatives, in particular rod-shaped forms of *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus plantarum*.

Key words: technology, osmosis, fermentation, grasses, haylage, wilting, moisture transfer, preservatives, bacteria, strains.

Zhukov Volodymyr P., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21000, e-mail: vladzukp@gmail.com

Obertyukh Yuriy V., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21000, e-mail: Kulikmf@gmail.com

Vyhovska Iryna O., Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21000

Bozhok Larysa V., Junior Researcher, Laboratory of Preservatives, Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Production of NAAS, 97 Shevchenko st., Chernihiv, Ukraine, 14027, e-mail: Lorietta.list@gmail.com

Жуков В.П., Обертюх Ю.В., Выговская И.А., Божок Л.В. Динамика микробиологических процессов при заготовке бобовых трав с бактериальными препаратами комплексного действия

Цель. Определить ход процессов накопления метаболитов брожения при заготовке силоса из провяленной массы бобовых трав при внесении бактериальных препаратов на основе молочнокислых микроорганизмов и обосновать современные технологические схемы провяливания трав машинно-тракторными агрегатами с устройствами для кондиционирования зеленой массы. **Методы.** Полевой опыт с элементами хронометрии технологических процессов и лабораторным химическим анализом качества образцов корма. **Результаты.** Определена динамика накопления основных штаммов желаемой микрофлоры при инокуляции массы бобовых трав осмотолерантными микроорганизмами. На основании чего усовершенствованы технологические операции заготовки сенажа и силоса из

проявленної маси люцерни, эспарцета і лядвенца рогатого з изученням мікробіального складу корма. Проведеними дослідженнями визначено ефективність силосування і поживна цінність кормів з проявленої маси бобових трав. **Висновки.** Інтенсифікація процесів сбражування сахарів під дією полібактеріальних консервантів комплексного дії відбувається в перші 12-15 діб приготування сена і в період 20-30 днів силосування маси. Бобові (люцерна, эспарцет, лядвенець) внаслідок підвищеної буферної ємності продовжують газовиділення CO_2 в період 24-30 днів, що підвищало ризик біохімічних втрат білка за рахунок утворення NH_3 . Зменшення осмотичного тиску в рослинній клітині при глибокому проявленні трав супроводжалося зменшенням колоніально-творчої здатності бактерій при обробці біологічними консервантами, зокрема паличковидними формами *Lactobacillus brevis* і *Lactobacillus plantarum*.

Ключові слова: технологія, осмос, бродіння, трави, заготівка сена, проявлення, вологоотдача, консерванти, бактерії, штами.

Жуков Володимир Павлович, кандидата с.-х. наук, старший науковий співробітник, Інститут кормів і сільського господарства Поділья НААН, пр-т Юності, 16, г. Вінниця, Україна, 21000, e-mail: vladzukp@gmail.com

Обертюх Юрій Володимирович, кандидат с.-х. наук, старший науковий співробітник, Інститут кормів і сільського господарства Поділья НААН, пр-т Юності, 16, г. Вінниця, Україна, 21000, e-mail: Kulikmf@gmail.com

Виговська Ірина Александрівна, Інститут кормів і сільського господарства Поділья НААН, пр-т Юності, г. Вінниця 16, Україна, 21000

Божок Лариса Валентинівна, молодший науковий співробітник, лабораторія консервантів, Інститут сільськогосподарської мікробіології і агропромислового виробництва НААН, ул. Шевченка, 97, г. Чернігів, Україна, 14027, e-mail: Lorietta.list@gmail.com

Стаття надійшла до редакції: 11.05.2021

Фахове рецензування: 20.05.2021

Бібліографічний опис для цитування:

Жуков В.П., Обертюх Ю.В., Виговська І.О., Божок Л.В. Динаміка мікробіологічних процесів при заготівлі бобових трав з бактеріальними препаратами комплексної дії. Корми і кормовиробництво. 2021. № 91. С. 124-136. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202191-11>