

УДК 633.15:579.852.11

КОНСЕРВУЮЧА ЗДАТНІСТЬ *BACILLUS SUBTILIS* ПРИ ЗАГОТІВЛІ ПЛЮЩЕНОГО ВОЛОГОГО ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

Н. О. Кравченко¹, С. П. Чумаченко², М. Г. Передерій¹

¹Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14027, Україна; e-mail: nat.probiotik@gmail.com

²Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
с. Оброшино, Пустомитівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна; e-mail: agriwr@mail.lviv.ua

Досліджено вплив *Bacillus subtilis* 44-р на хімічний склад, поживність та мікробіологічні показники консервованого плющеного вологого зерна кукурудзи. При використанні *B. subtilis* 44-р вміст молочнокислих бактерій на 70 добу консервування становив $5,6 \cdot 10^6$ – $6,0 \cdot 10^6$ КУО, що перевищує на 35,7–40 % відповідний показник у контролі. Вміст маслянокислих бактерій у зразках з *B. subtilis* 44-р на 70-у добу консервування зменшився до $0,3 \cdot 10^6$ – $0,5 \cdot 10^6$ КУО відносно контролю, де їх чисельність становила $1,2 \cdot 10^6$ КУО. Використання *B. subtilis* 44-р сприяло зниженню вмісту в сировині мікроміцетів на 90–95 % порівняно з контролем. При застосуванні *B. subtilis* 44-р у плющеному вологому зерні кукурудзи вміст сирого протеїну зріс на 0,24–0,25 %, сирової клітковини — на 0,51–0,57 % порівняно з результатами, отриманими за використання хімічного консерванту — вуглеамонійної солі (ВАС), де даний показник зменшився на 0,23 % відносно контролю. Втрати сухої речовини знаходились на рівні 1,15–1,5 % (у контролі — 1,8 %). Встановлено, що застосування *B. subtilis* 44-р стимулює розвиток молочнокислих бактерій та пригнічує ріст небажаних мікроорганізмів у консервованій масі, сприяє накопиченню молочної кислоти, забезпечує збереженість поживності корму.

Ключові слова: плющене вологе зерно кукурудзи, консервування, поживність, мікроорганізми, *Bacillus subtilis*.

В останні роки набуває поширення технологія консервування плющеного зерна кукурудзи на ранніх стадіях стиглості. Заготівля плющеного зерна є перспективним, низькозатратним способом виробництва кормів, оскільки отриманий продукт має високий вміст поживних речовин, добре поїдається та засвоюється тваринами [1].

Процес консервування плющеного зерна кукурудзи подібний до силосування зеленої маси рослин, що базується на природньому молочнокислому бродінні. Однак, у зерні вміст цукрів значно менший, ніж у зеленій масі, а його силосуванню сприяє поступове перетворення крохмалю зерна у процесі плющення та бродіння в цукор, а далі — в молочну кислоту [2; 3].

На якість консервування зерна впливає

склад угруповань епіфітних мікроорганізмів у сировині, кількість молочнокислих бактерій. Несприятливі умови зберігання кормів також позначаються на розвитку небажаних для консервування мікроорганізмів, при цьому значно втрачається поживність та якість корму [3; 4].

Використання консервуючих препаратів попереджує розвиток гнильних бактерій, пліснявих грибів та дріжджів, створює умови для накопичення молочної кислоти. В останні десятиліття як альтернативу хімічним консервантам, використання яких пов'язане з низкою недоліків, для консервування рослинної сировини застосовують мікробні препарати. Гарантією успіху використання біопрепаратів є здатність мікроорганізмів, що входять до їх складу, стримувати ріст масля-

нокислих бактерій, мікроміцетів, а також патогенних та умовно патогенних мікроорганізмів, які можуть негативно впливати на здоров'я тварин та людини [5–8]. Традиційними мікроорганізмами, що використовуються для силосування, є молочнокислі бактерії, однак з літературних джерел відомо, що на збереженість поживних речовин та підвищення якості силосу і сінажу неабиякий вплив чинять представники виду *Bacillus subtilis* [9].

З огляду на вищезазначене та з метою покращення якості і збереження поживності корму за використання біологічного консерванту досліджували вплив *B. subtilis* 44-р на хімічний склад, поживність та мікробіологічні показники консервованого волого зерна плющеної кукурудзи.

Матеріали й методи. Дослідження проводили в лабораторії годівлі тварин і технології кормів Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, а також в лабораторії пробіотиків Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. У 2016 р. в лабораторних умовах (у скляних амфорах) провели консервування зерна кукурудзи вологістю 30,2 % з використанням як консерванту *B. subtilis* 44-р. Штам виділено зі шлунково-кишкового тракту сільськогосподарських тварин, депоновано у ДНКІБШМ за № 141.

У досліді передбачено чотири варіанти: 1 — без обробки (контроль); 2 — консервування за використання хімічного консерванту — вуглеамонійної солі (ВАС); 3 — консервування за участі *B. subtilis* 44-р (норма 1 — витрати робочої суспензії бактерій — 5 мл / кілограм сировини), 4 — консервування за участі *B. subtilis* 44-р (норма 2 — витрати робочої суспензії бактерій — 10 мл / кілограм сировини). Титр бактеріальної суспензії складав $7 \cdot 10^9$ КУО/мл. Зразки зберігали за кімнатної температури у затемненому місці.

Через 5, 15, 30 діб зберігання корму проводили дослідження чисельності мікроорганізмів за загальноприйнятими методами [10; 11]. Через 5, 15, 30 та 70 діб визначали хімічний склад та поживність за загальноприйнятими методами [12].

Результати та їх обговорення. Зоотехнічний аналіз корму визначає фактичний вміст поживних, мінеральних та біологічно активних речовин. Основними показниками

зоотехнічного аналізу, які допомагають оцінити якість корму, є: вологість, сира зола, сирий протеїн, сирий жир, сира клітковина та безазотисті екстрактивні речовини (БЕР). Дані аналізу впливу *B. subtilis* 44-р на збереженість поживності консервованого плющеного зерна кукурудзи представлено у табл. 1.

Основним показником, що характеризує повноцінність корму, є вміст у ньому сухої речовини. Поживність кормів тим вища, чим більше в них сухих речовин. При цьому, незалежно від виду кормової сировини, поживність одиниці сухої речовини у якісному кормі повинна наближатись до вихідної сировини. Аналіз результатів, отриманих на 5, 15, 30 та 70-у добу консервування свідчить про зменшення вмісту сухої речовини у всіх дослідних зразках. При порівняльному аналізі хімічного складу зразків плющеного вологого зерна кукурудзи встановлено, що втрати сухої речовини на 70-у добу консервування за обробки сировини суспензією *B. subtilis* 44-р (норма 1) становили 1,5 %, а у зразках варіанту з нормою 2 — 1,15 %. У контрольному варіанті втрати сухої речовини у кормі були найбільшими та склали 1,8 %. Збереженість поживних речовин у варіанті з хімічним консервантом (1,1 %) була практично на рівні показника, отриманого за використання бактерій у подвійній нормі.

Вміст сирого протеїну у всіх дослідних зразках вже на 5-у добу консервування переважав показники вихідної сировини. Так, станом на 70-у добу консервування рівень сирого протеїну зріс у варіанті з хімічним консервантом на 0,3 %, у варіанті з *B. subtilis* 44-р (норма 1) — на 0,24 % і за використання подвійної норми *B. subtilis* 44-р — на 0,25 %. Виняток становить лише контроль, у якому досліджуваний показник зменшився.

Важливу роль у травленні тварин, особливо жуйних, має клітковина: за її нестачі уповільнюються мікробіологічні процеси в рубці, а відтак порушується травлення. Впродовж усього процесу консервування спостерігаємо поступове збільшення вмісту сирогої клітковини у досліджуваних зразках. При цьому необхідно зазначити, що основне збільшення даного показника відбулось у період від 30 до 70-ї доби консервування, виняток становить лише варіант з хімічним консервантом, у якому в цей період рівень сирогої клітковини зменшився порівняно з ви-

Таблиця 1. Хімічний склад зразків контрольного та дослідних варіантів плющеного вологого зерна кукурудзи, %

Варіанти досліджу		Показники, %						
		вологість	суха речовина	сирий протеїн	сирий жир	сира клітковина	сира зола	БЕР
Вихідна сировина		30,20	69,80	7,05	2,15	2,01	0,75	57,84
без обробки (контроль)	5-а доба	30,10	69,90	7,02	2,15	2,11	0,80	57,82
	15-а доба	30,40	69,60	7,03	2,14	2,13	0,82	57,48
	30-а доба	30,70	69,30	7,05	2,15	2,16	0,84	57,10
	70-а доба	31,40	68,60	7,00	2,12	2,48	0,80	56,20
хімічний консервант (ВАС)	5-а доба	29,70	70,30	7,31	2,12	2,00	0,83	58,04
	15-а доба	30,00	70,00	7,37	2,12	2,05	0,85	57,61
	30-а доба	30,60	69,40	7,40	2,12	2,12	0,88	56,88
	70-а доба	30,90	69,10	7,35	2,10	1,78	0,87	57,00
<i>B. subtilis</i> 44-p (норма 1)	5-а доба	30,30	70,00	7,20	2,13	2,12	0,79	57,76
	15-а доба	30,70	69,30	7,21	2,14	2,14	0,78	57,03
	30-а доба	30,80	69,20	7,25	2,15	2,16	0,80	56,84
	70-а доба	31,20	68,80	7,29	2,14	2,58	0,79	56,00
<i>B. subtilis</i> 44-p (норма 2)	5-а доба	30,30	69,70	7,19	2,12	2,10	0,77	57,52
	15-а доба	30,40	69,60	7,23	2,14	2,12	0,79	57,32
	30-а доба	30,60	69,40	7,23	2,16	2,13	0,80	57,08
	70-а доба	31,00	69,00	7,30	2,16	2,52	0,82	56,20

хідними показниками на 0,23 %. Вміст сирової клітковини на 70-у добу у варіантах з використанням *B. subtilis* (норма 1) та *B. subtilis* (норма 2) переважав вихідні показники на 0,57 % та 0,51 % відповідно.

Не менш важливим чинником, що впливає на якість консервування вологого плющеного зерна кукурудзи, є особливості процесів бродіння. Як свідчать проведені дослідження, у період з 5 по 15-у добу консервування чисельність збудників молочнокислого бродіння є найвищою у варіантах з використанням *B. subtilis* (рис. 1).

Слід також зазначити, що в період з 15 до 30-у доби консервування відбувається поступове зниження чисельності молочнокислих бактерій в усіх варіантах, що пояснюється накопиченням молочної кислоти, кількість якої по відношенню до суми органічних кислот у зразках складала від 89 % у контрольному варіанті до 94 % у варіанті з

подвійною нормою клітин *B. subtilis*.

Інтенсивний розвиток молочнокислих бактерій сприяє пригніченню маслянокислих бактерій — у варіантах з *B. subtilis* виявляються найменші показники чисельності представників цієї групи мікроорганізмів (рис. 2).

На етапі дозрівання консервованого плющеного вологого зерна кукурудзи з 5 по 30-у добу важливою умовою для одержання якісного корму є невисока чисельність мікроміцетів, оскільки за їх активного розвитку розпочинається аеробне псування корму. Як свідчать проведені дослідження, найнижча чисельність грибів та дріжджів спостерігається у варіантах з використанням для консервування зерна *B. subtilis* (рис. 3), що, на нашу думку, обумовлено синтезом цими бактеріями антифунгальних речовин.

Використання ВАС забезпечує пригнічення практично всіх досліджених мікроорганізмів, у тому числі й молочнокислих бактерій.

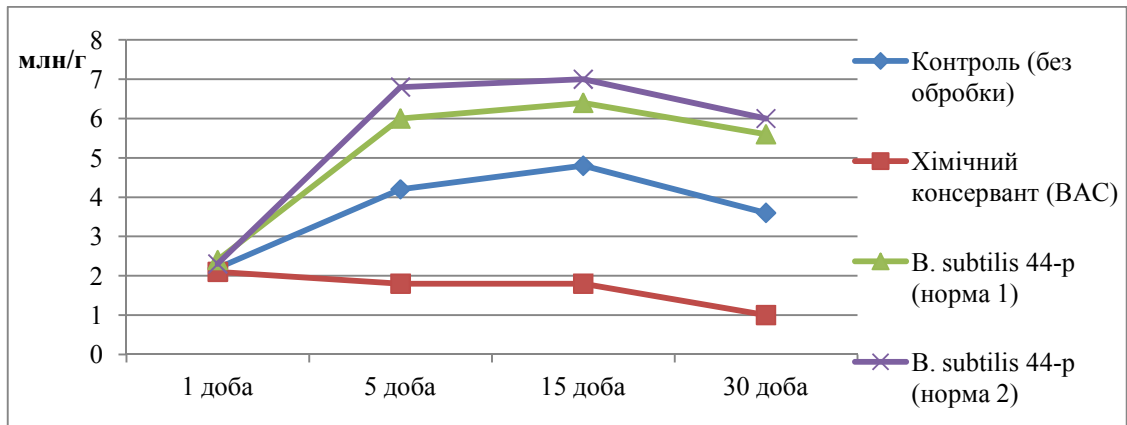


Рис. 1. Чисельність молочнокислих бактерій в контрольному та дослідних варіантах плющеного вологого зерна кукурудзи.

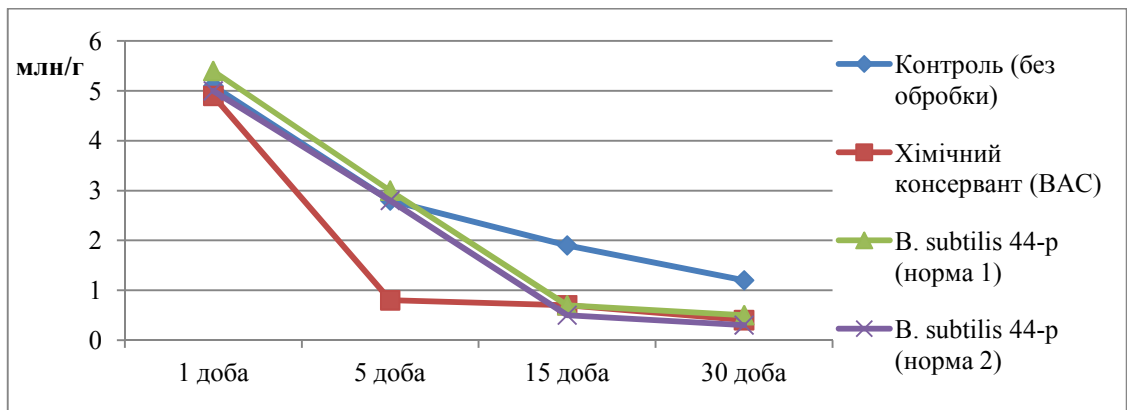


Рис. 2. Чисельність маслянокислих бактерій в контрольному та дослідних варіантах плющеного вологого зерна кукурудзи.

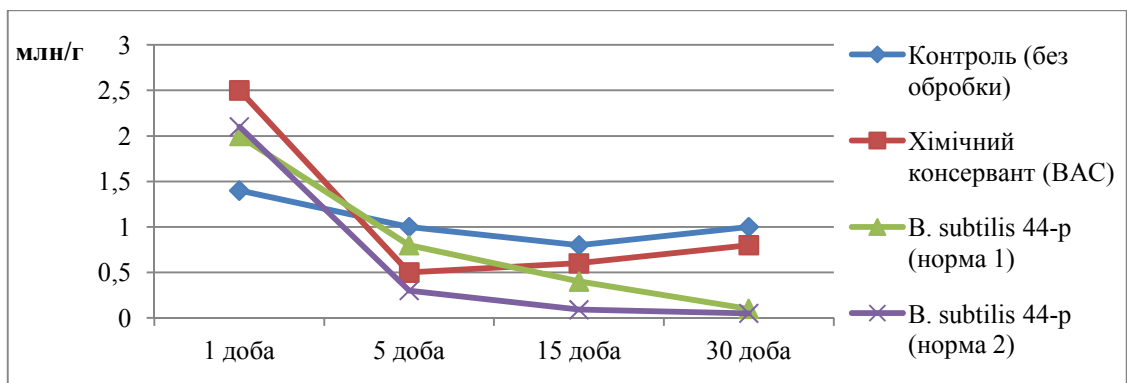


Рис. 3. Чисельність мікроміцетів у контрольному та дослідних варіантах плющеного вологого зерна кукурудзи.

Таким чином, експериментально встановлено позитивний вплив *B. subtilis* 44-p на окремі елементи процесу консервування вологого плющеного зерна кукурудзи. Дія експериментального бактеріального штаму сприяє збереженню поживності корму практично на рівні з хімічним консервантом BAC. Разом із тим, застосування *B. subtilis*,

на противагу хімічному консерванту, сприяє інтенсивному розвитку молочнокислих бактерій і є безпечним для тварин і людини. Штам *B. subtilis* 44-p є перспективним для створення біоконсерванту та потребує апробації при заготівлі вологого плющеного зерна кукурудзи у виробничих умовах.

1. Конюхов В. В. Технология плющения и консервирования зерна — путь к рентабельности производства / В. В. Конюхов, С. С. Ромашко, О. А. Шкрабах // Кормопроизводство. — 2004. — № 5. — С. 29–32.

2. Oldenburg E. Mycototins in conserved forage / Oldenburg, E. // Forage conservation towards 2000 : Proc. European grassland federation conference / Pahlow, G., Honig, H. (eds.). — Braunschweig (Germany), 1991. — P. 191–205.

3. Brookes R. M. Lactic acid bacteria in plant silage. Vol. 1: The lactic acid bacteria in health and disease / Brookes, R. M. & Buckle, A. E. ; ed. Wood B. J. B. — Elsevier Science Publisher Ltd., 1992.

4. Jonsson A. The role of yeast and clostridia in silage deterioration : doctoral thesis / Jonsson, A. ; Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. of Microbiology. — Uppsala, 1989. — Report 42.

5. Muck R. E. A lactic acid bacteria strain to improve aerobics stability of silages / Muck, R. E. // Research Summaries. — Madison : U. S. Dairy Forage Res. Center, 1996. — P. 42–43.

6. Сулова И. В. Использование консервантов различной природы при заготовке сенажа из вико-овсяной смеси / И. В. Сулова, Г. Г. Нефедов, В. М. Дуборезов // Кормопроизводство. — 2007. — № 6. — С. 30–32.

7. Сулова М. А. Влияние биологического препарата на микробиологические показатели и химический состав плющеного зерна кукурузы / М. А. Сулова // Известия Оренбургского гос. аграрного университета. — 2012. — № 34-1, том 2. — С. 38–40.

8. Квасников Е. И. Молочнокислые бактерии и пути их использования / Е. И. Квасников, О. А. Нестеренко. — М. : Наука, 1975. — 392 с.

9. Победнов Ю. А. Эффективность применения бактерий вида *Bacillus subtilis* при силосовании и сенажировании трав / Ю. А. Победнов, А. А. Мамаев // Ветеринарная патология. — 2005. — № 1. — С. 90–96.

10. Теппер Е. З. Практикум по микробиологии : учебное пособие для вузов / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева ; под. ред. В. К. Шильниковой. — М. : Дрофа, 2004. — 256 с.

11. Соляник Т. В. Микробиология. Микробиология кормов животного растительного происхождения : курс лекций / Т. В. Соляник, М. А. Гласкович. — Горки : БГСХА, 2014. — 76 с.

12. Вудмаска В. Ю. Визначення поживності та якості кормів у господарстві / В. Ю. Вудмаска, П. П. Прилуцький. — К. : Урожай, 1975. — 133 с.

КОНСЕРВИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ *BACILLUS SUBTILIS* ПРИ ЗАГОТОВКЕ ПЛЮЩЕНОГО ВЛАЖНОГО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

Н. А. Кравченко¹, С. П. Чумаченко²,
М. Г. Передерий¹

¹Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН, г. Чернигов

²Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН, с. Оброшино, Пустомытовский р-н, Львовская обл.

*Исследовано влияние *Bacillus subtilis* 44-p на химический состав, питательность и микробиологические показатели консервированного плющеного влажного зерна кукурузы. При использовании *B. subtilis* 44-p содержание молочнокислых бактерий на 70-е сутки консервирования составило $5,6 \cdot 10^6$ – $6,0 \cdot 10^6$ КОЕ, что превышает на 35,7–40 % соответствующий показатель в контроле. Содержание маслянокислых бактерий в образцах с *B. subtilis* 44-p на 70-е*

PRESERVING ABILITY OF *BACILLUS SUBTILIS* DURING GATHERING OF FLATTENED MOIST CORN GRAIN

N. O. Kravchenko¹, S. P. Chumachenko²,
M. H. Perederiy¹

¹Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv

²Institute of Agriculture of Carpathian Region, NAAS, Obroshyno, Pustomyty District, Lviv Region

*The study of the influence of *Bacillus subtilis* 44-p on the chemical composition, nutritional value and microbiological parameters of preserved flattened moist corn grain. Using *B. subtilis* 44-p, the contents of lactic acid bacteria at day 70 of preservation was $5.6 \cdot 10^6$ – $6.0 \cdot 10^6$ CFU, which is 35.7–40 % higher than the corresponding control parameter. The contents of butyric acid bacteria in samples from *B. subtilis* 44-p at day 70 of preservation decreased to $0.3 \cdot 10^6$ – $0.5 \cdot 10^6$ CFU relative to con-*

сутки консервирования уменьшилось до $0,3 \cdot 10^6$ – $0,5 \cdot 10^6$ КОЕ относительно контроля, где их численность составляла $1,2 \cdot 10^6$ КОЕ. Использование *B. subtilis* 44-p способствовало снижению содержания в сырье микромицетов на 90–95 % по сравнению с контролем. При применении *B. subtilis* 44-p в плющеном влажном зерне кукурузы содержание сырого протеина выросло на 0,24–0,25 %, сырой клетчатки — на 0,51–0,57 % по сравнению с результатами, полученными при использовании химического консерванта — углеаммонийной соли (УАС), где данный показатель уменьшился на 0,23 % относительно контроля. Потери сухого вещества находились на уровне 1,15–1,5 % (в контроле — 1,8 %). Установлено, что применение *B. subtilis* 44-p стимулирует развитие молочнокислых бактерий и подавляет рост нежелательных микроорганизмов в консервированной массе, способствует накоплению молочной кислоты, обеспечивает сохранность питательности корма.

Ключевые слова: плющеное влажное зерно кукурузы, консервирование, питательность, микроорганизмы, *Bacillus subtilis*.

trol, where their number was $1.2 \cdot 10^6$ CFU. The use of *B. subtilis* 44-p facilitated decrease of contents of micromycetes in the raw materials by 90–95 % compared to control. Upon the use of *B. subtilis* 44-p in the flattened moist corn grain, contents of the raw protein increased by 0.24–0.25 %, crude fiber — by 0.51–0.57 % compared to the results obtained upon the use of chemical preservative — ammonium carbonate (AC), where this parameter decreased by 0.23 % relative to control. Losses of dry matter were at the level of 1.15–1.5 % (in the control — 1.8 %). It was established that the use of *B. subtilis* 44-p stimulates the development of lactic acid bacteria and inhibits the growth of unwanted microorganisms in the preserved mass, facilitates the accumulation of lactic acid, ensuring retention of the feed nutritional value.

Key words: flattened moist corn grain, preservation, nutritional value, microorganisms, *Bacillus subtilis*.