

ВПЛИВ ПРОБІОТИЧНИХ БАКТЕРІЙ НА СПРЯМОВАНІСТЬ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА СИЛОСУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ КУКУРУДЗИ

Н. О. Кравченко, О. М. Дмитрук, Н. М. Фурс

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна; e-mail: nat.probiotik@gmail.com

Мета. Дослідити вплив пробіотичних бактерій на спрямованість та інтенсивність мікробіологічних процесів за силосування зеленої маси кукурудзи. **Методи.** Мікробіологічні, зоотехнічні, статистичні. **Результати.** Вміст молочної кислоти у силосі, отриманому за участі двох штамів бактерій *Lactobacillus plantarum* KT-L18/1 та *Bacillus subtilis* BPT-B1, є вищим, ніж у варіантах з монокультурами цих штамів (на 0,2 % та 1 % відповідно). Посилення антагоністичної активності за комбінації досліджуваних штамів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп спостерігається лише до окремих тест-культур, зокрема до *Pseudomonas aeruginosa*. Обробка в лабораторних умовах зеленої маси кукурудзи досліджуваними пробіотичними бактеріями як в монокультурах, так і за двох або трьох штамових їх комбінацій на 30-у добу ферментації сприяла покращенню мікробіологічного стану силосованої маси проти контрольного варіанту (без інтродукції мікроорганізмів). За сумісного застосування *L. plantarum* KT-L18/1 та *B. subtilis* BPT-B1 виявлено вищу на 53 % чисельність молочнокислих бактерій проти варіанту з обробкою сировини одним штамом *B. subtilis* 44-р. Найбільший вміст молочної кислоти та найкраще її співвідношення з оцтовою встановлено у варіанті за сумісного застосування *L. plantarum* KT-L18/1 та *B. subtilis* BPT-B1. Найменший вміст аміачного азоту відзначено у варіанті за сумісного застосування двох штамів молочнокислих бактерій (7 %), децю вищий — у варіанті за сумісного застосування штамів молочнокислих бактерій та *B. subtilis* (7,75 %). **Висновки.** Використання пробіотичних штамів бактерій за силосування зеленої маси кукурудзи сприяє покращенню мікробіологічних процесів під час дозрівання силосу. Найбільше зростання чисельності молочнокислих бактерій на фоні найнижчого рівня чисельності грибів та дріжджів спостерігається за сумісного застосування двох досліджуваних штамів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп, що вказує на кращу аеробну стабільність корму. За рахунок застосування комбінації штамів *L. plantarum* KT-L18/1 та *B. subtilis* BPT-B1 під час обробки зеленої маси кукурудзи в лабораторних дослідках показано накопичення найбільшого вмісту молочної кислоти, оптимальне її співвідношення з оцтовою кислотою та зменшення вмісту аміачного азоту, що сприяє кращому збереженню поживних речовин у кормі.

Ключові слова: пробіотичні бактерії, молочнокислі бактерії, кукурудзяний силос, антагоністична активність, мікробіологічні процеси.

Вступ. Використання в зимовий період силосу з кукурудзи дозволяє максимально наблизити тип годівлі тварин до літнього, його питома частка у раціонах сягає 40–60 % [1]. Як висококалорійний та поживний корм силос покращує процес травлення у тварин,

сприяє кращому засвоєнню інших видів кормів, що впливає на зростання маси тіла та збільшення надоїв молока у корів. Однак незважаючи на те, що кукурудза за своїм хімічним складом та енергетичною цінністю є ідеальною культурою для силосування, іс-

нують загальновідомі недоліки цього способу заготівлі корму. Основні з них полягають у схильності під час бродіння зеленої маси до самозігрівання та пліснявіння, що призводить до значних втрат поживності корму. Негативні прояви зумовлено сповільненим молочнокислим бродінням та розвитком небажаної маслянокислої та гнильної мікробіоти в силосованій масі [2]. Ці недоліки можуть бути усунені за рахунок застосування біологічних консервантів, призначення яких полягає у сприянні швидкому спрямованому перебігу молочнокислого бродіння, пригніченні негативних мікробіологічних процесів, що в підсумку суттєво впливає на якість корму.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До початку 90-х років для заготівлі кормів широко використовували хімічні консерванти, які мають тривалий термін зберігання, універсальність та передбачувану ефективність [3]. Проте низка недоліків (екологічна небезпека, агресивна дія, висока вартість) спонукають до пошуків безпечніших способів консервування [4]. Крім того, встановлено, що деякі мікроріцети мають стійкість до дії хімічних консервантів. Удосконалення технологій консервування, пов'язаних з біоконсервантами, поступово збільшують їх застосування у кормовиробництві [5].

До середини 90-х років основу біоконсервантів складала гомоферментативні види молочнокислих бактерій (МКБ). Але продукуючи переважно молочну кислоту, ці види МКБ не забезпечують аеробної стабільності корму, оскільки не синтезують достатньої кількості антифунгальних речовин. Застосування МКБ гетероферментативних видів, з одного боку, сприяє покращенню збереження силосу в аеробних умовах за рахунок синтезу оцтової кислоти, а з іншого — збільшує втрати поживних речовин в процесі ферментації. До того ж силос з підвищеним вмістом оцтової кислоти має низькі смакові якості [6–9].

За результатами досліджень низки авторів показано, що забезпечення високої збереженості та якості силосу можна досягти, застосовуючи бактерії такого виду як *Bacillus subtilis*. Передумовою їх використання у складі біоконсервантів є їхня схильність до анаеробіозу з гідролізом рослинних цукрів переважно до молочної кислоти та до утво-

рення ферменту амілази, синтезу низки антибіотичних та антифунгальних речовин, здатність до пептонізації білка, а не розщеплення до аміаку, на відміну від анаеробних гнильних бактерій [10–12].

Найбільш популярними сьогодні є багатокомпонентні біоконсерванти, у складі яких міститься декілька видів мікроорганізмів, комбінації мікроорганізмів з ферментами або варіанти біолого-хімічних силосних добавок. За застосування таких консервантів розширюється спектр дії препаратів за рахунок багатофункціональності властивостей його компонентів [13–16]

Актуальним для вдосконалення силосування є розробка біоконсервантів на основі пробіотичних мікроорганізмів, що забезпечить потрапляння корисних бактерій у складі силосу до шлунково-кишкового тракту тварин та у комплексі буде сприяти нормалізації мікробіоти, покращенню процесів травлення, стимулюванню імунітету і, як наслідок, раціональному використанню кормів та підвищенню продуктивності тварин.

Мета досліджень. Дослідити вплив пробіотичних бактерій на спрямованість та інтенсивність мікробіологічних процесів за силосування зеленої маси кукурудзи.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в лабораторії пробіотиків Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (ІСМАВ НААН).

Об'єктами дослідження були культури пробіотичних бактерій *Lactobacillus plantarum* (штами КТ-L18/1, L5) та *Bacillus subtilis* (штами ВРТ-В1, 44-р) з колекції мікроорганізмів лабораторії пробіотиків. Для визначення кількості кислоти, що накопичується досліджуваними штамми бактерій, використовували стерильне знежирене молоко (для *L. plantarum*) та м'ясо-пептонний бульйон (МПБ) з додаванням 5 % глюкози (для *B. subtilis*). Середовища у пробірках інокулювали 0,1 см³ культури та культивували за 37 °С 14 діб. Після інкубації для визначення кислотності проводили титрування 0,1Н розчином натрій гідроксиду NaOH [17]. Антагоністичну активність пробіотичних штамів за сумісного застосування визначали методом лунок. Як тест-культури використовували штамми патогенних (ПМ), умовно-патогенних мікроорганізмів (УПМ) *Pseudomonas aeru-*

ginosa ATCC-27853 та *Salmonella typhimurium* № 89 і *Staphylococcus aureus* № 906 з колекції лабораторії пробіотиків. У чашки Петрі з середовищем МПА глибинним способом засівали тест-культури. Після застигання агару без культивування стерильним пробочним свердлом вирізали лунки діаметром 5–7 мм та вносили досліджувані культури, вирощені у рідкому середовищі, у кількості 0,2 см³. Упродовж доби чашки витримували в холодильнику, а потім культивували у термостаті за оптимальної температури росту для тест-культур. Облік результатів оцінювали за вимірюванням зон затримки росту тест-культур навколо лунки [18].

Лабораторний дослід із силосування зеленої маси кукурудзи за участі пробіотичних бактерій проводили у півлітрових скляних ємностях. Сировина — зелена маса кукурудзи (фаза молочно-воскової стиглості) за вологості 70 %, суха маса речовин — 30 %, оптимальне ущільнення. Досліджувані варіанти:

1. Контроль (без обробки).
2. *B. subtilis* 44-р.
3. *L. plantarum* КТ-L18/1 + *L. plantarum* 5.
4. *L. plantarum* КТ-L18/1 + *B. subtilis* ВРТ-В1.
5. *L. plantarum* КТ-L18/1 + *L. plantarum* 5 + *B. subtilis* ВРТ-В1.

Для сумісного застосування штами пробіотичних бактерій поєднували перед обробкою сировини у таких співвідношеннях: варіант 3 — 1 : 1, варіант 4 — 2 : 1, варіант 5 — 1 : 1 : 1. Зразки законсервованої зеленої маси кукурудзи зберігали за кімнатної температури в затемненому місці. Доза внесення пробіотичних штамів встановлювалась із розрахунку 10⁸ КУО бактерій на 1 кг рослинної сировини. На 30-у добу ферментації кукурудзяного силосу проводили мікробіологічні та зоотехнічні дослідження. Відбір та підготовку до аналізу середніх проб силосу, їх мікробіологічні та зоотехнічні дослідження здійснювали загальноприйнятими методами [19]. Наявність молочнокислих бактерій визначали на середовищі де Мана (MRS) та капустаєному агарі з крейдою, підраховуючи кількість колоній через 2–7 діб культивування за 37 °С ± 0,5 °С. Кількість плісневих грибів та дріжджів визначали на середовищі Сабуро поверхневим посівом з подальшим культивуванням упродовж 3–4 діб (за необхідності — 7–8 діб) за температури 28 °С ± 0,5 °С.

Кількість клостридій встановлювали на залізо-сульфітному агарі за кількістю чорних колоній, що виростили у глибині середовища упродовж 24 год. культивування за 37 °С ± 0,5 °С. Визначення активної кислотності (рН) консервованого корму проводили шляхом потенціометричного вимірювання активності водневих іонів у водному екстракті на рН-метрі рН-150 МИ. Кількість вільних та зв'язаних органічних кислот визначали методом Леппера-Фліга. Визначення вмісту аміачного азоту здійснювали шляхом мікродифузії в чашках Конвея.

Статистичну обробку даних здійснювали за загальноприйнятими методиками із залученням пакету прикладних програм Microsoft Office, їх представлено у вигляді середніх значень та їх похибок (M ± m) [20].

Результати та їх обговорення. Результати дослідження синтезу молочної кислоти штамами пробіотичних бактерій як за окремого, так і сумісного їх застосування показали, що у варіанті за поєднання двох штамів бактерій *L. plantarum* КТ-L18/1 та *B. subtilis* ВРТ-В1 кількість утвореної молочної кислоти була вищою, ніж у варіантах з монокультурами (на 0,2 % та 1 % відповідно), що, на нашу думку, є проявом явища синергізму. Сумісна комбінація двох штамів молочнокислих бактерій не позначилася на збільшенні синтезу молочної кислоти. Кількість утвореної кислоти у варіанті за поєднання двох культур МКБ була дещо нижчою (2,5 %) від рівня, отриманого у варіанті за окремого культивування *L. plantarum* КТ-L18/1 (2,6 %) (рис. 1). Причиною цього може бути низка факторів, наприклад, недостатня сумісність штамів та прояв філогенетично закріпленого ефекту природньої конкуренції мікроорганізмів навіть у межах одного виду, зокрема, може посилюватися репродуктивна функція одного зі штамів за рахунок іншого.

Встановлено, що поєднання досліджуваних штамів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп впливає на посилення антагоністичної активності лише до окремих тест-культур ПМ та УПМ, зокрема до *P. aeruginosa*, де збільшення зон затримки їх росту відбулося на 39,8 % щодо антагоністичної активності монокультури *L. plantarum* КТ-L18/1 та на 16,3 % щодо антагоністичної активності монокультури *B. subtilis* ВРТ-В1 (рис. 2).

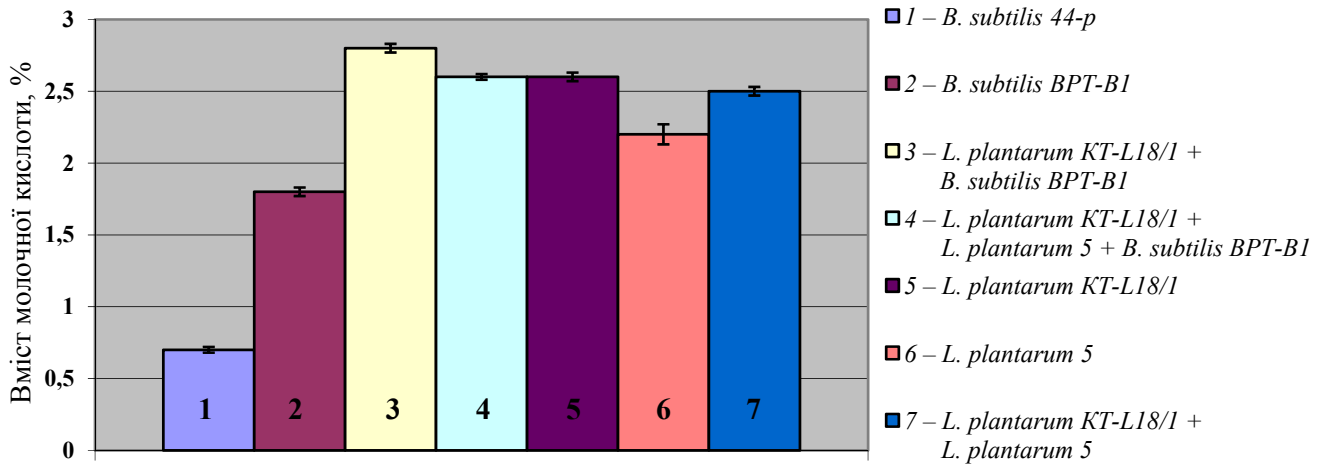


Рис. 1. Утворення молочної кислоти штамами пробіотичних бактерій за сумісного застосування.

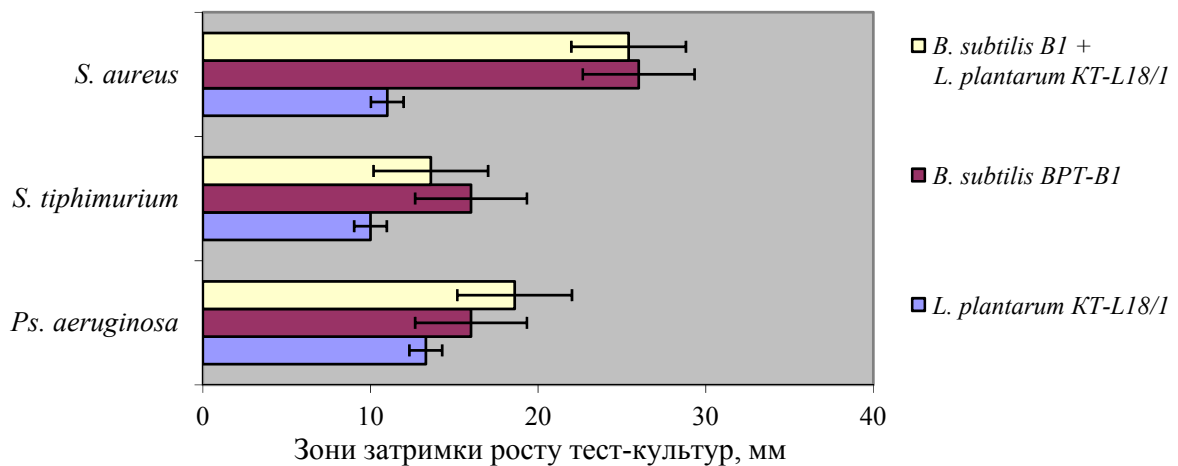


Рис. 2. Антагоністична активність штамів пробіотичних бактерій *L. plantarum* KT-L18/1 та *B. subtilis* BPT-B1 за поєднаної дії.

Отримані результати підтверджують антагоністичну активність пробіотичних штамів щодо ПМ та УПМ. Водночас збільшення антагоністичної активності до деяких культур за поєднання штамів може бути пов'язане зі штамовою специфічністю, з одного боку, а з іншого — з дифузним методом дослідження, за якого виявляються лише низькомолекулярні інгібуючі речовини, що синтезуються штамами-антагоністами [21].

Обробка зеленої маси кукурудзи досліджуваними пробіотичними бактеріями як у монокультурах, так і у двох або трьох штамових їх комбінаціях на 30-у добу ферментації покращила мікробіологічний стан силосованої маси проти контрольного варіанту.

Встановлено на порядок вищу чисель-

ність МКБ в усіх варіантах з обробкою пробіотичними бактеріями проти контрольного варіанту. У варіантах за сумісного застосування штамів пробіотичних бактерій встановлено вищу на 17–53 % чисельність МКБ проти варіанту з обробкою сировини одним штамом *Bacillus subtilis* 44-р. Відомо, що сінна паличка за рахунок синтезу субтілізину та каталази здатна активізувати розмноження лактобацил, а тому закономірно, що в такій комбінації чисельність МКБ зростає [21].

Показано, що застосування досліджуваних пробіотичних бактерій як окремо, так і сумісно впливає на зменшення у силосованій масі чисельності грибів та дріжджів проти контрольного варіанту (без обробки сировини). Встановлено від'ємну взаємозалежність між чисельністю молочнокислих бактерій та

мікроміцетів у силосі за обробки штамами пробіотичних бактерій, що є свідченням спрямованості мікробіологічних процесів за їх впливу в бік молочнокислого бродіння та пригнічення розвитку небажаних для силосування мікроорганізмів (рис. 3).

Підтвердженням контрольованої ферментації у силосованій масі кукурудзи за впли-

ву пробіотичних бактерій є аналіз вмісту органічних кислот та концентрація водневих іонів. У дослідних варіантах із застосуванням пробіотичних бактерій вміст молочної кислоти та співвідношення кислот були вищими, якщо порівняти з контрольним (без обробки). Найбільший вміст молочної кислоти та найкраще її співвідношення з оцто-

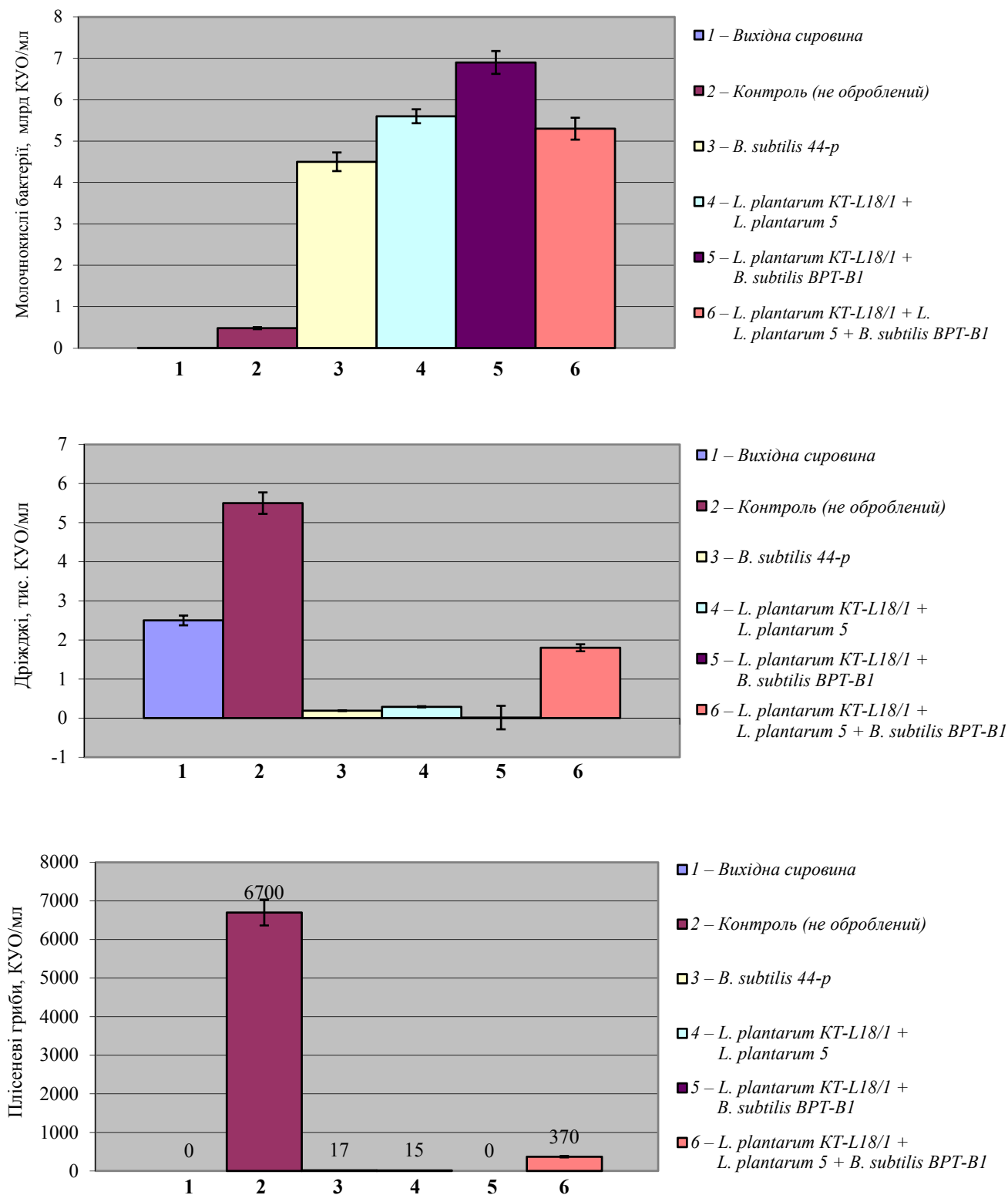


Рис. 3. Мікробіологічні показники в кукурудзяному силосі на 30-у добу ферментації.

вою встановлено у варіанті за сумісного застосування *L. plantarum* KT-L18/1 та *B. subtilis* BPT-B1 (рис. 4).

Показник вмісту аміачного азоту має важливе значення для аналізу перебігу ферментативних процесів у силосі, оскільки чим менше білка в процесі силосування перейде в аміак, тим більше його залишиться у

кормі у доступній для тварин формі. За результатами досліджень найменший вміст аміачного азоту в кукурудзяному силосі відзначався у варіанті сумісного застосування двох штамів молочнокислих бактерій (7%), дещо вищий — у варіанті за поєднаного застосування штамів молочнокислих бактерій та *B. subtilis* (7,75%), як показано на рис. 5.

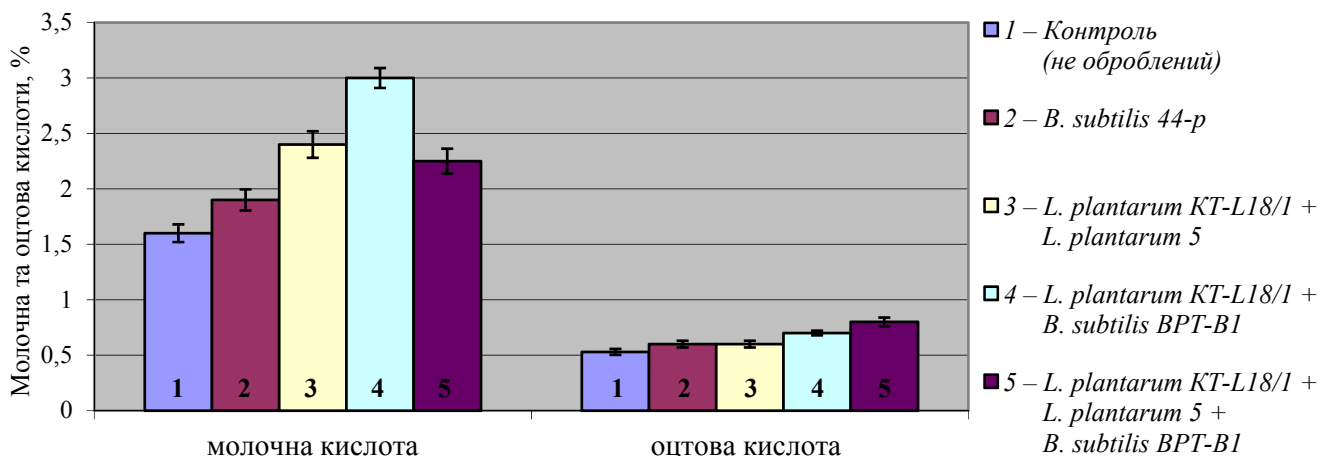


Рис. 4. Вміст молочної та оцтової кислот у кукурудзяному силосі на 30-у добу ферментації.

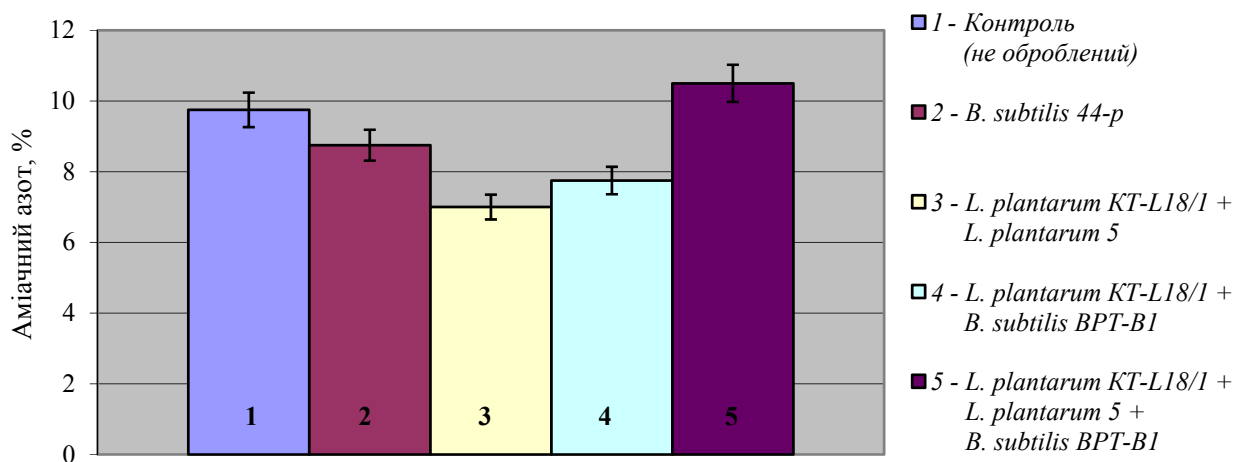


Рис. 5. Вміст аміачного азоту в кукурудзяному силосі на 30-у добу ферментації, $M \pm m$.

Висновки. Використання пробіотичних штамів бактерій під час силосування зеленої маси кукурудзи сприяє покращенню мікробіологічних процесів за дозрівання силосу. Найбільше зростання чисельності молочнокислих бактерій на фоні найнижчого рівня чисельності грибів та дріжджів спостерігається за сумісного застосування двох досліджуваних штамів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп.

За рахунок застосування комбінації штамів *L. plantarum* KT-L18/1 та *B. subtilis* BPT-

B1 під час обробки зеленої маси кукурудзи в лабораторних дослідах показано накопичення найбільшого вмісту молочної кислоти, оптимальне її співвідношення з оцтовою кислотою та зменшення вмісту аміачного азоту, що сприяє кращому збереженню поживних речовин у кормі.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гноевий В. І., Головка В. О., Трішин О. К., Гноевий І. В. Годівля високопродуктивних корів. Посібник. Х. : Прапор, 2009. 368 с.

2. Победнов Ю. А., Косолапов В. М. Итоги и основные направления развития теории силосования на современном этапе. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2014. № 1. С. 21–36.
3. Davies D. R. Silage inoculants — where next? Proceedings of the 14th International Symposium of Forage Conservation (March 17–19, Brno, Czechia). Brno, Czechia. 2010. P. 32–39.
4. Пахомов И. Я., Разумовский Н. П. Полноценное кормление высокопродуктивных коров. Справочное пособие. Витебск. УОВГАВМ, 2006. 108 с.
5. Davidson M. P. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: Food microbiology: Fundamentals and frontiers. Washington : ASM press, 2001. P. 593–627.
6. da Silva N. C., Nascimento C. F., Nascimento F. A., de Resende F. D., Daniel J. L. P., Siqueira G. R. Fermentation and aerobic stability of rehydrated corn grain silage treated with different doses of *Lactobacillus buchneri* or a combination of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. *Journal of Dairy Science*. 2018. Vol. 101. P. 4158–4167 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13797>
7. Li X., Xu W., Yang J., Zhao H., Pan C, Ding X., Yang Y. Effects of applying lactic acid bacteria to the fermentation on a mixture of corn steep liquor and air-dried rice straw. *Animal Nutrition*. 2016. Vol. 2, № 3. P. 229–233. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.04.003>
8. Шурхно Р. А. Микробиологический препарат на основе гомоферментативных штаммов *Lactobacillus plantarum*, выделенных из природных источников для биоконсервирования растительных ресурсов (обзор проведенных исследований в период с 2000 по 2015 г.) *Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки*. 2016. Т. 158. Кн. 1. С. 5–22.
9. Косолапова В. Г., Осипян Б. А. Эффективность силосования кукурузы гетероферментативными молочнокислыми бактериями. *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Сборник научных трудов*. 2015. Вып. 6 (54). С. 257–263.
10. Максимова Х. И. Силосование кормовых культур с использованием биопрепаратов. *Московский экономический журнал*. 2019. № 3. С. 331–337. <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2019-13009>
11. Победнов Ю. А., Мамаев А. А. Эффективность применения бактерий вида *Bacillus subtilis* при силосовании и сенажировании трав. *Ветеринарная патология*. 2005. № 1. С. 90–96.
12. Былгаева А. А., Тарабукина Н. П., Некстроев М. П., Парникова С. И. Использование пробиотика в качестве консерванта при заготовке растительных кормов. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 11(53) С. 151–153. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.53.020>
13. Queiroz O. C. M., Adesogan A. T., Arriola K. G., Queiroz M. F. S. Effect of a dual-purpose inoculant on the quality and nutrient losses from corn silage produced in farm-scale silos. *Journal of Dairy Science*. 2012. Vol. 95, № 6. P. 3354–3362. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5207>
14. Балпанов Д. С., Тен О. А., Есепбай Г. Е., Барбасова С. К. Технология получения закваски для силосования грубостебельчатых кормов с использованием молочнокислых и пропионовокислых бактерий. *Биотехнология. Теория и практика*. 2014. № 1. С. 79–84.
15. Косолапова Е. В. Результаты исследований заготовки силоса с комбинацией консервантов. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии : научно-теоретический журнал*. 2016. № 4 (36) С. 123–130. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2016-4-123-130>
16. Карташов М. А., Воинова Т. М., Сергеева А. В., Стацюк Н. В., Роговский С. В., Гребенева Я. О., Дурникин Д. А. Разработка сухого бактериального препарата для силосования с оптимальным соотношением молочнокислых и пропионовокислых культур. *Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького*. 2016. № 6 (3), С. 219–228. <https://dx.doi.org/10.15421/201689>
17. Квасников Е. И., Нестеренко О. А. Молочнокислые бактерии и пути их использования. М. : Наука, 1975. 392 с.
18. Иркитова А. Н., Каган Я. Р. Методы определения антагонистической активности молочнокислых бактерий. Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия Россельхозакадемии. Барнаул : ГНУ, 2011. 10 с.
19. Петухова Е. А., Бессарабова Р. Ф., Халенева Л. Д., Антонова О. А. Зоотехнический анализ кормов. М. : Агропромиздат, 1989. 239 с.
20. Коросов А. В., Горбач В. В. Компьютерная обработка биологических данных. Петрозаводск : ПетрГУ, 2016. 96 с.
21. Иркитова А. Н., Гребенщикова А. В., Мадюра А. В. Антагонистическая активность штаммов *Bacillus subtilis*, выделенных из различных источников. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Вип. 8(2). С. 354–364. https://doi.org/10.15421/2018_354

Отримано 20.08.2020

INFLUENCE OF PROBIOTIC BACTERIA ON THE TENDENCY AND INTENSITY OF MICROBIOLOGICAL PROCESSES DURING ENSILAGE OF CORN GREEN CROP

N. O. Kravchenko, O. M. Dmytruk, N. M. Furs

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv
e-mail: nat.probiotik@gmail.com

Objective. To study the influence of probiotic bacteria on the tendency and intensity of microbiological processes during ensilage of corn green crop. **Methods.** Microbiological, zootechnical, statistical. **Results.** The content of lactic acid in the silage obtained with two strains of *Lactobacillus plantarum* KT-L18/1 and *Bacillus subtilis* BPT-B1 is higher than in the variants with monocultures of these strains (0.2 % and 1 %, respectively). Enhancement of antagonistic activity upon the combination of the studied strains of probiotic bacteria of different taxonomic groups is registered only for individual test cultures, in particular for *Pseudomonas aeruginosa*. Treatment of corn green crop under the laboratory conditions with the studied probiotic bacteria in both monocultures and two or three strain combinations at Day 30 of fermentation helped to improve the microbiological state of the ensiled mass compared to the control variant (without introduction of microorganisms). The combined use of *L. plantarum* KT-L18/1 and *B. subtilis* BPT-B1 revealed a 53 % higher number of lactic acid bacteria compared to the variant with the treatment of raw materials with one strain of *B. subtilis* 44-p. The highest content of lactic acid and its best ratio with acetic acid was found in the variant with the combined use of *L. plantarum* KT-L18/1 and *B. subtilis* BPT-B1. The lowest content of ammonia nitrogen was registered in the variant with the combined use of two strains of lactic acid bacteria (7 %), slightly higher — in the variant with the combined use of strains of lactic acid bacteria and *B. subtilis* (7.75 %). **Conclusion.** The use of probiotic strains of bacteria in the ensilage of corn green crop helps to improve microbiological processes during the maturation of silage. The greatest increase in the number of lactic acid bacteria against the background of the lowest number of fungi and yeast is registered upon co-application of two studied strains of probiotic bacteria of different taxonomic groups, which indicates better aerobic stability of feed. Due to the use of a combination of strains of *L. plantarum* KT-L18/1 and *B. subtilis* BPT-B1 in the treatment of corn green crop in the laboratory experiments, the accumulation of the highest content of lactic acid, its optimal ratio to acetic acid and reducing ammonia nitrogen, which contributes to better retention of nutrients in the feed was shown.

Keywords: probiotic bacteria, lactic acid bacteria, corn silage, antagonistic activity, microbiological processes.

REFERENCES

1. Gnoevij, V. I., Golovko, V. O., Trishin, O. K., Gnoevij, I. V. (2009) Godivlya visokoproduktivnih koriv. [Feeding highly productive cows]. Kharkiv: Prapor [in Ukrainian].
2. Pobednov, Yu. A., Kosolapov, V. M. (2014). Itogi i osnovnye napravleniya razvitiya teorii silosovaniya na sovremennom etape [The results and the main directions of the development of the theory of silation at the present stage]. *Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh — Problems of the biology of productive animals* № 1. 21–36 [in Russian].
3. Davies, D. R. (2010). Silage inoculants — where next? *Proceedings of the 14th International Symposium of Forage Conservation (March 17–19, Brno, Czechia)*. Brno, Czechia. 32–39.
4. Pahomov, I. YA., & Razumovskij, N. P. (2006). Polnocennoe kormlenie vysokoproduktivnyh korovy. Spravochnoe posobie. [Full feeding of high-yielding cows. Reference manual.] Vitebsk: UOVGAVM [in Russian].
5. Davidson, M. P. (2001). Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: *Food microbiology: Fundamentals and frontiers*. Washington: ASM press. 593–627.
6. da Silva, N. C., Nascimento, C. F., Nascimento, F. A., de Resende, F. D., Daniel, J. L. P. & Siqueira G. R. (2018). Fermentation and aerobic stability of rehydrated corn grain silage treated with

different doses of *Lactobacillus buchneri* or a combination of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. *Journal of Dairy Science*, 101, 4158–4167 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13797>.

7. Li X., Xu W., Yang J., Zhao H., Pan C., Ding X., & Yang Y. (2016). Effects of applying lactic acid bacteria to the fermentation on a mixture of corn steep liquor and air-dried rice straw. *Animal Nutrition*, 2(3), 229–233 <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.04.003>

8. Shurhno, R. A. (2016). Mikrobiologicheskij preparat na osnove gomof fermentativnyh shtammov *Lactobacillus plantarum*, vydelennyh iz prirodnyh istochnikov dlya biokonservirovaniya rastitel'nyh resursov [Microbiological drug based on homo-fermentive strains *Lactobacillus plantarum*, isolated from natural sources for bioconservation of plant resources]. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya estestvennye nauki — Scientists note from Kazan University. Natural Sciences Series*, 158(1), 5–22 [in Russian].

9. Kosolapova, V. G. & Osipyany, B. A. (2015). Effektivnost' silosovaniya kukuruzy getofermentativnymi molochnokislými bakteriyami [Effectiveness of corn silage by hetero-fermented lactic acid bacteria]. *Mnogofunkcional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo. Sbornik nauchnyh trudov — Multifunctional adaptive forage production. A collection of scientific works*, 6(54), 257–263 [in Russian].

10. Maksimova, H. I. (2019). Cilosovanie kormovyh kul'tur s ispol'zovaniem biopreparatov [Simiting of fodder crops using biologics]. *Moskovskij ekonomicheskij zhurnal — Moscow Economic Journal*, 3, 331–337. <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2019-13009> [in Russian].

11. Pobednov, Yu. A., & Mamaev, A. A. (2005). Effektivnost' primeneniya bakterij vida *Bacillus subtilis* pri silosovanii i senazhirovanii trav [Effectiveness of the use of bacteria *Bacillus subtilis* in silage and haying herbs]. *Veterinarnaya patologiya — Veterinary pathology*, 1, 90–96 [in Russian].

12. Bylgaeva, A. A., Tarabukina, N. P., Nekstroev, M. P., & Parnikova, S. I. (2016). Ispol'zovanie probiotika v kachestve konservanta pri zagotovke rastitel'nyh kormov [Use of the probiotic as a preservative in the preparation of plant feed]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal — International Research Journal*, 11(53), 151–153. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.53.020> [in Russian].

13. Queiroz, O. C. M., Adesogan, A. T., Arriola, K. G., & Queiroz, M. F. S. (2012). Effect of a dual-purpose inoculant on the quality and nutrient losses from corn silage produced in farm-scale silos. *Journal of Dairy Science*, 95(6), 3354–3362. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5207>

14. Balpanov, D. S., Ten, O. A., Esepbaev, G. E., & Barbasova, S. K. (2014). Tekhnologiya polucheniya zakvaski dlya silosovaniya grubostebel'chatykh kormov s ispol'zovaniem molochnokislých i propionovokislých bakterij [The technology of obtaining sourdough for silage of rough-escape feed using lactic acid and propionic acid bacteria]. *Biotehnologiya. Teoriya i praktika — Biotechnology. Theory and practice*, 1, 79–84 [in Russian].

15. Kosolapova, E. V. (2016). Rezul'taty issledovaniy zagotovki silosa s kombinaciej konservantov. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii : nauchno-teoreticheskij zhurnal*, 4(36), 123–130. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2016-4-123-130> [in Russian].

16. Kartashov M. A., Voinova T. M., Sergeeva A. V., Stacyuk N. V., Rogovskij S. V., Grebeneva Ya. O., & Durnikin D. A. (2016). Razrabotka suhogo bakterial'nogo preparata dlya silosovaniya s optimal'nym sootnosheniem molochnokislých i propionovokislých kul'tur. *Biologichnij visnik MDPU imeni Bogdana Hmel'nic'kogo*, 6(3), 219–228. <https://dx.doi.org/10.15421/201689> [in Russian].

17. Kvasnikov, E. I. & Nesterenko, O. A. (1975). Molochnokislýe bakterii i puti ih ispol'zovaniya. Moskva: Nauka [in Russian].

18. Irkitova, A. N., & Kagan, Ya. R. (2011). Metody opredeleniya antagonisticheskoy aktivnosti molochnokislých bakterij. Barnaul: GNU [in Russian].

19. Petuhova, E. A., Bessarabova, R. F., Hale-neva, L. D., & Antonova, O. A. (1989). Zootehnicheskij analiz kormov [Animal feed analysis]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].

20. Korosov, A. V., Gorbach, V. V. (2016). Komp'yuternaya obrabotka biologicheskikh dannyh [Computer processing of biological data]. Petrozavodsk: PetrGU [in Russian].

21. Irkitova, A. N., Grebenshchikova, A. V., & Macyura, A. V. (2018). Antagonisticheskaya aktivnost' shtammov *Bacillus subtilis*, vydelennyh iz razlichnyh istochnikov [Antagonistic activity of *Bacillus subtilis* strains isolated from various sources]. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(2), 354–364. https://doi.org/10.15421/2018_354 [in Russian].

Received 20.08.2020