

УДК 636.085.52: 631.563.6

Даниленко С.Г., доктор технічних наук
Хоньків М.О., фахівець відділу біотехнології
Іскра К.О., фахівець відділу біотехнології
Інститут продовольчих ресурсів НААН України

ЛАКТОБАКТЕРІЇ ДЛЯ СИЛОСУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Силосування ефективний спосіб консервування рослинної сировини. Зокрема, одним із способів одержання якісного силосу з високою поживною цінністю є використання біопрепаратів на основі лактобацил. Зокрема, широко використовуються комбіновані препарати, в яких поєднуються високоактивні штами, які зумовлюють швидке зниження рН до 4,0-4,2 та продукування широкого спектру антимікробних метаболітів, таких як молочна, оцтова, пропіонова кислоти та інші леткі жирні кислоти. В цьому дослідженні вивчався біопрепарат «Сінсил-ТІММ» для силосування кукурудзи.

Було встановлено, що препарат характеризується високою активністю по накопиченню молочної та оцтової кислоти, які забезпечують антагоністичну активність проти анаеробної та аеробної мікрофлори псування. Також було встановлено, що силос оброблений препаратом «Сінсил-ТІММ» характеризується зменшенням втрат сирого протеїну. Було виявлено зниження сухої речовини. Вміст клітковини збільшився, проте характерним є зменшення вмісту лігніну. За органолептичними показниками силос характеризується зеленим кольором, приємним фруктовим запахом, консистенція частинок силосу є щільною, їх можна легко відділити одна від одної, та відсутнє ослизнення. Відповідно до ДСТУ 4782:2007 силос було віднесено до першого класу.

Ключові слова: лактобацили, кукурудзяний силос, біопрепарат, силосування

Рис. 4. Табл. 1. Літ. 15.

Постановка проблеми. Процес силосування як метод збереження соковитого корму, широко застосовується в усьому світові, та біохімічні основи якого описані в ряді наукових робіт починаючи з 30-х років минулого сторіччя. Вже остаточно в 80-х роках було доведено, що процес заснований на пригніченні мікрофлори псування силосу продуктами природнього бродіння деяких представників епіфітної мікрофлори рослинної сировини, що зумовлюють різке зниження рН силосу. Такими представниками є лактобактерії. Їх ферментні системи здійснюють розкладання водорозчинних вуглеводів переважно до таких органічних кислот як молочна, оцтова, пропіонова, внаслідок чого, у масі, що силосується, утворюється середовище із рН 4,0-4,2, яке нижче за рівень виживання мікробіоти псування [1-3].

Процес прийнято розділяти на чотири фази, кожна з яких характеризується певними особливостями:

Перша фаза – аеробна. Кисень, все ще присутній між частинками рослини, а значення рН становить 6,0-6,5. Відповідно, за таких умов відбувається дихання рослин, що поєднується з високою активністю аеробних і факультативно-аеробних мікроорганізмів. Ця фаза характеризується змішаним

складом мікрофлори [4].

Друга фаза – ферментація. Триває від кількох днів до декількох тижнів після того, як силос стає анаеробним після його герметизації. Після споживання всього кисню в силосі, аеробні мікроорганізми перестають свій розвиток. До того ж під час цієї фази переважаюча мікрофлора представлена саме молочнокислих бактерій, які виробляючи молочну та інші кислоти, знижують рівень рН до 3,8-5,0 [4].

Третя фаза – стабільна. Без надходження повітря всі параметри мало змінюються. За низького значення рН активність молочнокислих бактерій теж падає [4].

Четверта фаза – відкривання силосу. Під час цієї фази під впливом повітря повторно активуються аеробні мікроорганізми. Тому ряд досліджень присвячені методам забезпечення аеробної стабільності силосу [4].

Встановлено, що псування силосу спричинене епіфітними мікроорганізмами, що конкурують з молочнокислими бактеріями за вуглеводи. Найбільший вплив на зменшення харчової цінності силосу мають гнильні та термофільні бактерії (*Erwinia herbicola*, *Escherichia coli*, *Hafnia alvei* і *Serratia fonticola*). Вони здійснюють декарбоксілювання та дезамінування амінокислот в силосі, відновлення NO_3 , з накопиченням аміаку та біогенних амінів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Переважна кількість клостридій (наприклад, *C. butyricum*, *C. tyrobutyricum*), розкладають вуглеводи і молочну кислоту до масляної кислоти. І хоча протигрибкові властивості масляної кислоти може підвищити аеробну стабільність, її присутність в силосі знижує їх харчову цінність [5].

Пліснява в силосі представлена деякими видами родів *Fusarium* і *Alternaria*; *Aspergillus flavus* і *Aspergillus parasiticus*; формами, які є ендоепіфітними симбіонтами в травах або злаках, такі як *Claviceps* і *Neotyphodium species*; і формами, які розвиваються в силосі без контролювання його біохімічних показників, наприклад *Penicillium roqueforti* та *Penicillium paneum*, *Aspergillus fumigatus*, *Monascus ruber*, *Byssochlamys nivea*, *Rhizopus nigricans* і *Chrysonilia sitophila* [6, 7]. Остання група найчастіше зустрічається під час зберігання силосу, або зазвичай виникає внаслідок його аеробного псування [7].

Широкою проблемою в силосах на багатьох молочних фермах є їх низька аеробна стабільність, що є результатом низької швидкості наповнення або недостатнього ущільнення упаковки під час силосування. Крім того, будь-який поганий контроль на поверхні силосу піддає силосну масу тривалому контакту з повітрям. Виходячи з цього дріжджі (наприклад *Candida*, *Endomycopsis*, *Hansenula*, *Pichia* деградують молочну кислоту на вуглекислий газ і воду, виробляючи надмірну кількість тепла (процес зігрівання силосу), що призводить до втрати поживних речовин [8]). Деградація молочної кислоти також підвищує рН силосу до рівня, який дозволяє опортуністичних

бактерій (наприклад, *Bacillus*) і пліснявих грибів (наприклад, *Aspergillus*, *Fusarium* і *Penicillium*), для зростання і подальшого зниження якості силосу.

Застосування лактобацил в силосуванні має 3 стратегії по використанню для кукурудзяного силосу, які проявляються у використанні наступних груп силосних заквасок [9]: на основі облигатно-гомоферментативних облигатно-гетероферментативних молочнокислих бактерій, комбіновані інокулянти, що містять як облигатно-гетероферментативні так і облигатно-гомоферментативні або факультативно-гетероферментативні молочнокислі бактерії.

Факультативно-гетероферментативні молочнокислі бактерії відрізняються від облигатних-гомоферментативних, тим що в них наявна фосфокетоксилаза. Цей фермент дозволяє їм розкласти пентози, продукуючи в першу чергу молочну і оцтову кислоти. Загальні факультативно-гетероферментативні штами включають переважно представників лактобацил *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*. Силоси, що обробляються однією або більшою кількістю цих бактерій часто мають низький рівень рН, оцтової, масляної кислот і аміаку, та вищий вміст молочної кислоти, що загалом виявляє краще відновлення сухих речовин порівняно з необробленими силосами [10]. Інокуляція також збільшує кількість дріжджів у кормах, і знижує їх аеробну стабільність [11]. Так як, дріжджі зазвичай є ініціаторами аеробного псування, то знижена концентрація оцтової кислоти від інокуляції гомоферментативних молочнокислих бактерій сприяє більшій швидкості росту дріжджів, і таким чином, зниження аеробної стабільності силосу.

До застосування гетероферментативних інокулянтів дослідники вдалися дещо пізніше ніж гомоферментативних. Гетероферментовані кукурудзяні силоси порушують традиційні заходи якості, наприклад, вони мають помітно знижене співвідношення молочної кислоти до оцтової. Однак наявні дані для силосів зернових культур не показують негативного впливу гетероферментних силосів на продуктивність корів [12]. Найперспективнішими представниками гетероферментативних молочнокислих бактерій є *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus diolivorans*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus hilgardii*.

Розробка заквасок, які поєднують факультативно і облигатно-гетероферментативні молочнокислі бактерії, має на меті досягнення переваг обох типів інокулянтів в один продукт. Факультативно-гетероферментативні будуть контролювати період ранньої активної ферментації, тим самим знижувати популяції ентеробактерій, клостридій та інших мікроорганізмів, а отже, зниження протеолізу і ферментаційних втрат сухих речовин. У цей період активного бродіння очікується, що рН знизиться швидше і до більш низького значення, ніж у необробленому силосі. Обов'язок гетероферментативних МКБ (в більшості випадків *L. buchneri*) після цього повільно перетворити молочну кислоту в оцтову кислоту (а також пропіонову) в період активної ферментації

силосу, знижувати значення рН і поліпшувати аеробну стійкість силосу [13].

Метою наших досліджень є визначення біохімічних показників якості силосу, заготовленого із кукурудзи із застосуванням бактеріального препарату «Сінсил-ТІММ». Препарат розроблено фахівцями Інституту продовольчих ресурсів НААН України. До складу препарату залучено високоактивні штами лакто- та пропіоновокислих бактерій, а саме: *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei ssp. paracasei*, *Streptococcus thermophilus*, *Propionibacterium shermanii subsp. shermanii* Всі штами які були застосовані для виготовлення закваски, були виділені з природних джерел.

Матеріали та методи роботи. Технологічні дослідження по силосуванню були про- ведені відповідно до вимог «Методики проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин»[14].

Процес починався з закладки силосу у бетонну траншею. Сировиною виступала кукурудза з вологістю 70-75%. Після закладання силос утрамбовувався для належного ущільнення та накривався плівкою. Після трьох місяців зберігання було визначено якісні показники силосу, його хімічний склад та аеробну стабільність. Готовий силос аналізували на вміст органічних кислот, визначали кислотність, збереження сухих речовин (СР), вміст сирого протеїну (СП), аміаку, лігніну, нейтрально- та кислотно-детергентної клітковини (відповідно НДК та КДК). За цими показниками характеризували якість бродіння. Також була проведена органолептична оцінка силосу. Аналіз кормів проводили за загальноприйнятими методиками [15].

Для дослідження було відібрано два зразки силосу, одним з яких був дослідний, тобто з додаванням бактеріального препарату, та другий – контрольний, без інокуляції.

Результати досліджень та їх обговорення. Досліджували кукурудзяний силос через 120 днів від закладання сировини в траншеї. Аналіз органолептичних характеристик силосу наведено в таблиці 1.

Відповідно до результатів представлених в таблиці 1 силос заквашений на основі біопрепарату «Сінсил-ТІММ» характеризується дуже доброю якістю органолептичних параметрів, завдяки яким забезпечується висока харчова привабливість для тварин.

Таблиця 1

Органолептичні характеристики силосу

Показник	Дослід	Контроль
Колір	Здебільшого зеленого кольору іноді з жовто-зеленим відтінком	Буро-світло-зеленуватий колір
Запах	Приємний фруктовий запах якісного силосу	Неприємний запах
Смак	Кислий приємний смак	Кислий смак
Консистенція	Подрібнені шматочки мають чітку структуру, і легко відділяються один від одного, без ознак ослизнення.	Структура збережена, З'явилися перші ознаки плісняви

Отже дослідний зразок мав жовто-зелений колір, а в контрольному зразку переважав темно-коричневий колір. Добраякісний дослідний зразок мав фруктовий запах, а контрольний зразок мав запах оцтової кислоти. За консистенцією зразки майже не відрізнялися, але контрольний зразок мав перші ознаки плісняви.

Результати проведеного аналізу зразків за хімічним складом наведено на рис. 1.

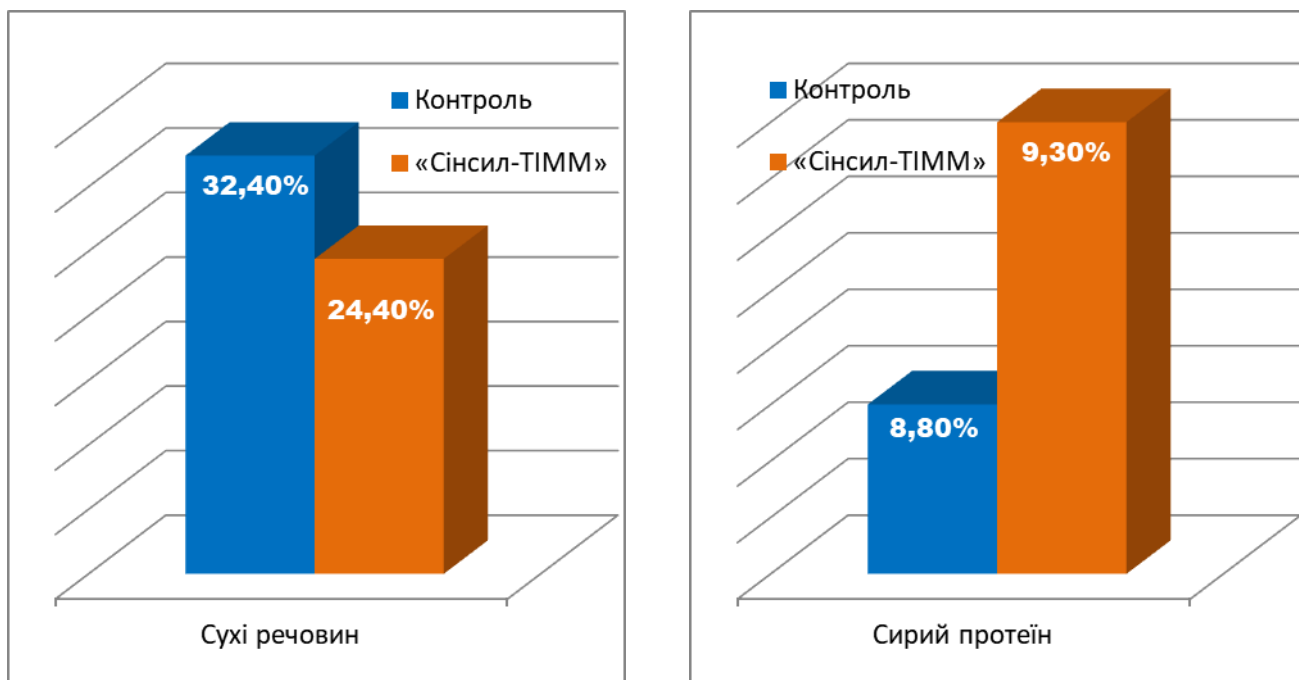


Рис. 1. Вміст сухих речовин та сирого протеїну в контрольному та дослідному силос

Як показано на рис. 1 силос одержаний з застосуванням препарату «Сінсил-ТІММ» має нижче значення вмісту сухих речовин після 120 добової ферментації – 24,4% в порівнянні з контрольним силосом, для якого це значення склало – 32,4%. Такі втрати пояснюються конверсією водорозчинних вуглеводів силосу культурами препарату в молочну та оцтову кислоти. Відповідно до ДСТУ 4782:2007 за вмістом сухої речовини до 25% силос належить до першого класу силосу, та 20% для другого класу.

За вмістом сирого протеїну, дослідний зразок характеризувався збереження цього показнику на рівні – 9,3%, в порівнянні зі значенням контролю – 8,8%. Відповідно значення лежить в межах норми для першого класу силосу – 10% та другого – 9%. Таке збереження протеїну є особливо важливим для харчової цінності збідненої на протеїн сировини, такої як кукурудза.

У відповідності до рис. 2 можна побачити, що силос оброблений препаратом має вищий вміст молочної кислоти (6,5% в порівнянні з 5,69% контролю) і відповідно, але нижче значення рН (3,8 до 3,84 у контролі) хоча і

лише на 0,04 одиниці. Це значення цілком відповідає вимогам до рН в силосі з вмістом сухої речовини 15-25%, яке знаходиться в діапазоні 3,8-4,3 од.

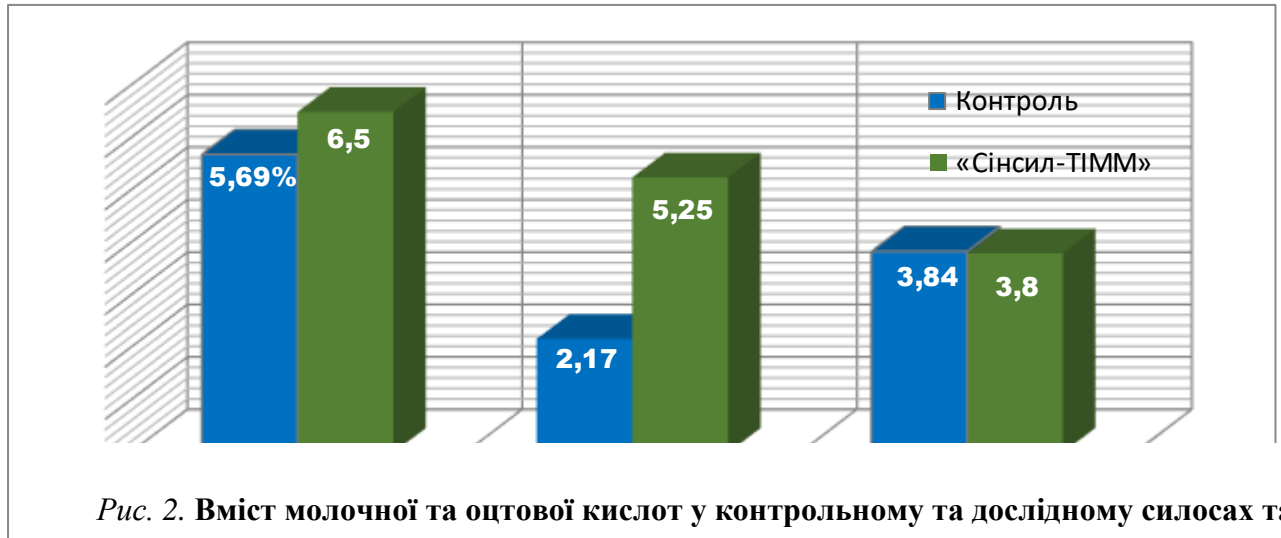
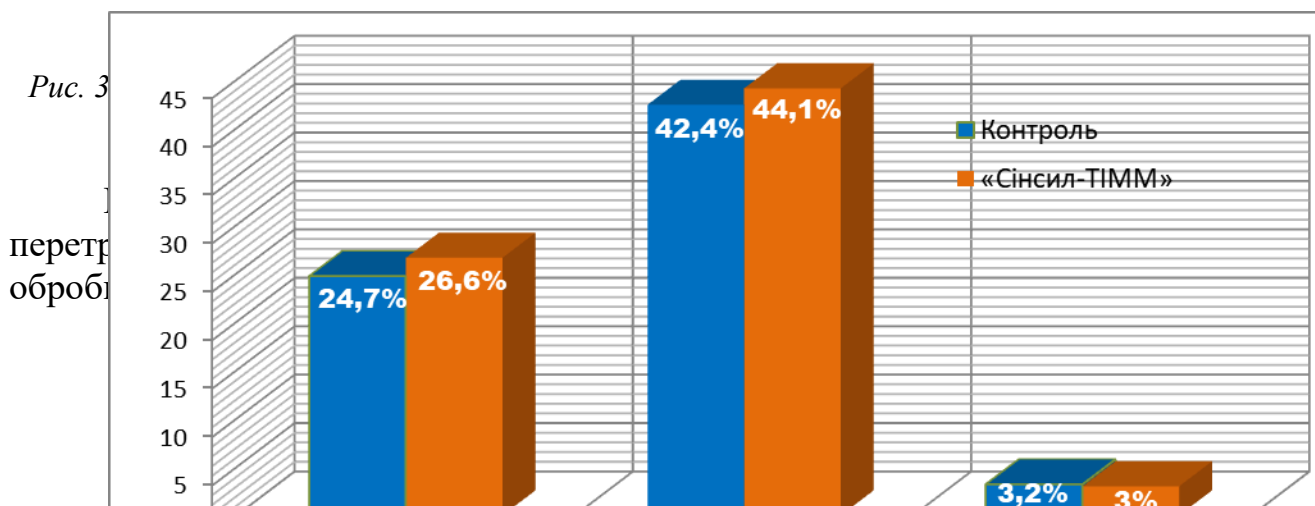
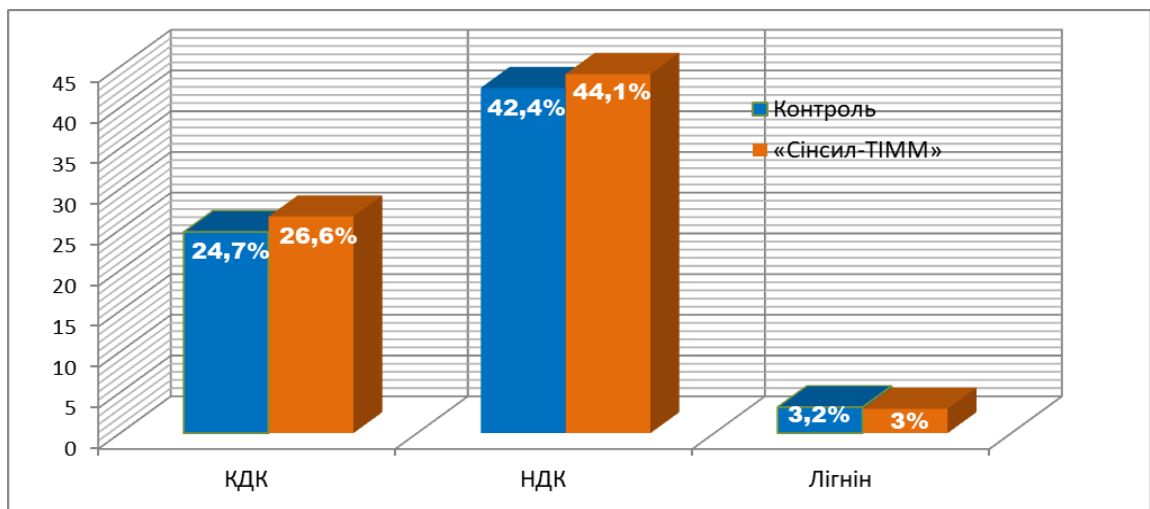
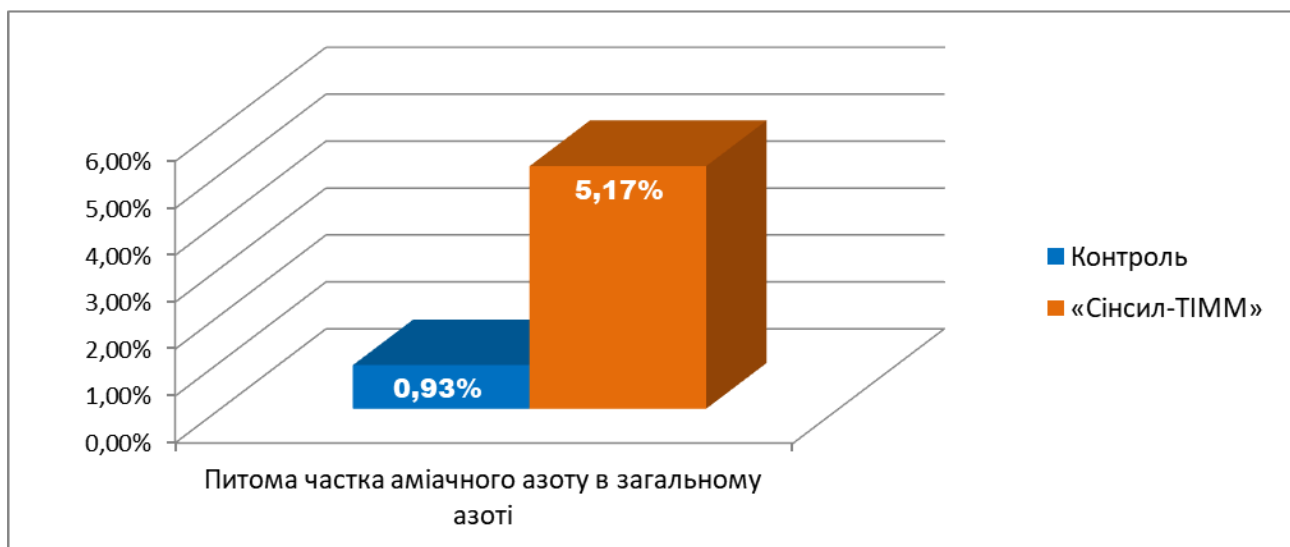
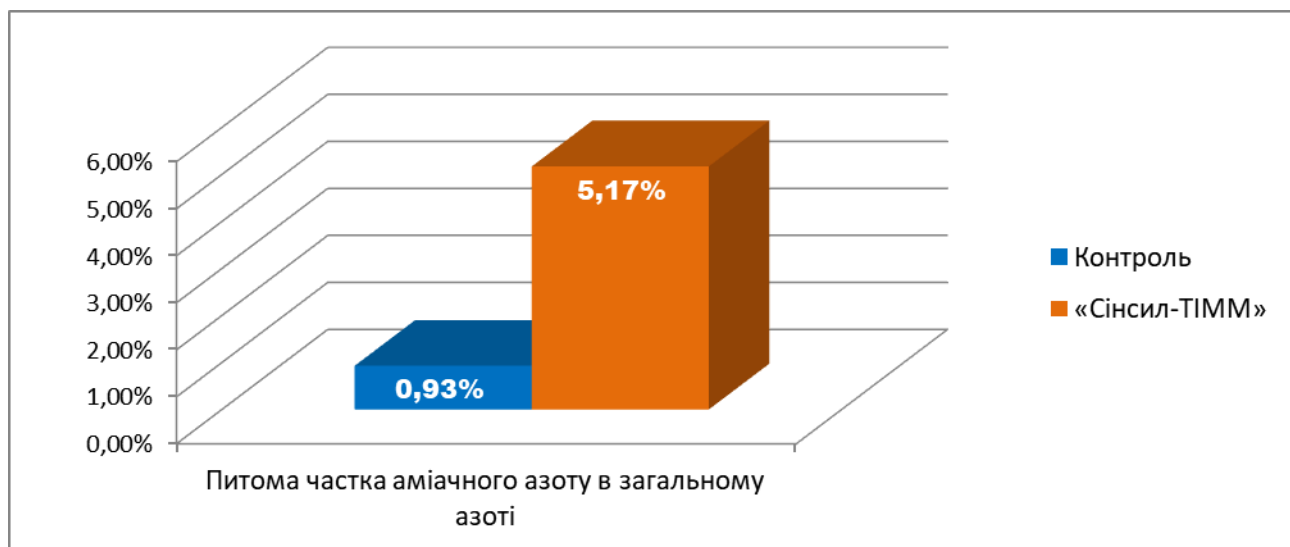


Рис. 2. Вміст молочної та оцтової кислот у контрольному та дослідному силосах та

Особливу роль у збереженні такого силосу відіграє оцтова кислота (5,25% до 2,17 у контролі), адже саме вона забезпечує зниження вмісту дріжджів та плісняви під час останньої фази силосування. Проте у відповідності ДСТУ 4782:2007 вміст оцтової кислоти має бути меншим за 3,5 %, що вказує на збільшену ацетогенну активність мікробіоти в процесі ферментації. Таким чином попри краще збереження силосу такий вміст оцтової кислоти має негативні наслідки в харчовій цінності для тварин.



клітковини по відношенню до загальному вмісту сухих речовин збільшилися на 1,9% для КДК та 1,7% для НДК. Проте щодо вмісту лігніну, то це значення покращилося в порівнянні з контролем, а саме воно зменшилося на 0,2%.



«Сінсил-ТІММ» можна рекомендувати до промислового використання.

Список використаної літератури

1. Dann H.M., Grant R.J., Cotanch K.W. Comparison of brown midrib sorghum-sudangrass with corn silage on lactational performance and nutrient digestibility in Holstein dairy cows. *J Dairy Sci.* 2008. 8(91). P. 663-672.
2. Aksu, T., Baytok, E., & Bolat, D. Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. *Small Ruminant Research.* 2004. № 1-3(55). P. 249-252.
3. USDA. Agricultural Statistics 1991. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
4. Кулик М.Ф., Калетник Г.М., Овсієнко А.І. [та ін.] Консерванти і поживність кормів. Київ. Урожай, 1992. 208 с.
5. Andersson, L., Lundstrom, K. Effect of feeding silage with high butyric acid content on ketone body formation and milk yield in postparturient dairy cows. *Zentralbl. Veterinarmed. A.* 1985. 32. P. 15-23.

6. CAST. Mycotoxins: Risks in plant, animal, and human systems. Task Force Report 2003.No. 139. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, IA.
7. Driehuis, F. Silage and the safety and quality of dairy foods: A review. *Agric. Food Sci.* 2013. 22. P. 16-34.
8. Pelhate, J. Maize silage: Incidence of moulds during conservation. *Folia Vet. Lat.* 1977. 7. P. 1-16.
9. Muck R.E, Nadeau E.M.G, Contreras-Govea F.E. Silage review: recent advances and future uses of silage additives. *J. Dairy Sci.* 2018. 101. P. 3980-4000.
10. Muck R.E., Kung Jr.L. Field to Feedbunk. Proc. Silage, NY: NRAES. 1997. P.99.
11. Oliveira A.S., Weinberg Z.G., Ogunade I.M. Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2017. 100. P.4587-4603.
12. Taylor C.C., Ranjit N.J., Mills J.A. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2002. 85 P.1793-1800.
13. Driehuis F., Oude Elferink S. J. W.H., Van Wikselaar P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass Forage Sci.* 2001. 56 P. 330-343.
14. Бабич А.О. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі тварин.– Київ. Аграрна наука, 1998. 80 с.
15. Петухова Е.А., Бессарабова Р.Ф., Халенева Л.Д., Антонова О.А. Зоотехнический анализ кормов. Москва. Агропромиздат, 1989. 239 с.

References

1. Dann H.M., Grant R.J., Cotanch K.W. (2008). Comparison of brown midrib sorghum-sudangrass with corn silage on lactational performance and nutrient digestibility in Holstein dairy cows. *J Dairy Sci.* 8(91). 663-672.
2. Aksu, T., Baytok, E., & Bolat, D. (2004). Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. *Small Ruminant Research.* 1-3 (55). 249-252.
3. USDA. Agricultural Statistics 1991. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
4. Kulyk M.F., Kaletnyk H.M., Ovsienko A.I. [ta in.] (1992) Konservanty i pozhyvnist kormiv [Preservatives and nutrition of feed]. *Keiv. Urozhai.*208.
5. Andersson, L., Lundstrom, K. (1985). Effect of feeding silage with high butyric acid content on ketone body formation and milk yield in postparturient dairy cows. *Zentralbl. Veterinarmed. A* 32. P. 15-23.
6. CAST. Mycotoxins: Risks in plant, animal, and human systems. Task Force Report 2003.No. 139. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, IA.
7. Driehuis, F. (2013). Silage and the safety and quality of dairy foods: A review. *Agric. Food Sci.* 22. 16-34.
8. Pelhate, J. (1977). Maize silage: Incidence of moulds during conservation. *Folia Vet. Lat.* 7. 1-16.
9. Muck R.E, Nadeau E.M.G, Contreras-Govea F.E. (2018). Silage review: recent advances and future uses of silage additives. *J. Dairy Sci.* 101. 3980-4000.
10. Muck R.E., Kung Jr.L. (1997). Field to Feedbunk. Proc. Silage, NY: NRAES. 99.
11. Oliveira A.S., Weinberg Z.G., Ogunade I.M. (2017). Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100. 4587-4603.
12. Taylor C.C., Ranjit N.J., Mills J.A. (2002). The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive

- value for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85. 1793-1800.
13. Driehuis F., Oude Elferink S. J. W. H., Van Wikselaar P.G. (2001). Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass Forage Sci.* 56. 330-343.
14. Babych A.O.(1998) Metodyka provedennia doslidiv z kormovyrobnytstva i hodivli tvaryn [Methods of conducting experiments on animal feed production and feeding]. Kyiv: Ahrarna nauka. 80.
15. Petukhova E.A., Bessarabova R.F., Khaleneva L.D., Antonova O.A. (1989). Zootehnicheskij analiz kormov [Zootechnical analysis of feed]. 2-e izd., dop i pererab. Moscow. Agropromizdat. 239.

АННОТАЦИЯ ЛАКТОБАКТЕРИИ ДЛЯ СИЛОСОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Даниленко С.Г., доктор технических наук
Хонько М.А., специалист отдела биотехнологии
Искра К.А., специалист отдела биотехнологии
Институт продовольственных ресурсов НААН Украины

Силосование эффективный способ консервирования растительного сырья. В частности, одним из способов получения качественного силоса с высокой питательной ценностью является использование биопрепаратов на основе лактобацилл. Широко используются комбинированные препараты, в которых сочетаются высокоактивные штаммы разных таксономических групп, которые обуславливают быстрое снижение рН до 4,0-4,2 и продуцированию широкого спектра антимикробных метаболитов, таких как молочная, уксусная, пропионовая кислоты и другие летучие жирные кислоты. В этом исследовании изучался биопрепарат «Синсил-ТИММ» для силосования кукурузы.

Было установлено, что препарат характеризуется высокой активностью по накоплению молочной и уксусной кислот, которые обеспечивают антагонистическую активность против анаэробной и аэробной микрофлоры. Также было установлено, что силос обработанный препаратом «Синсил-ТИММ» характеризуется меньшей потерей сырого протеина. Также было выявлено снижение сухого вещества. Содержание клетчатки увеличилось, однако характерно уменьшилось содержания лигнина. По органолептическим показателям силос характеризуется приятным фруктовым запахом, был оливкового цвета, консистенция частиц силоса является плотной, их можно легко отделить друг от друга, а также отсутствовало ослизнения. Согласно ДСТУ 4782: 2007 силос было отнесено к первому классу.

Ключевые слова: лактобациллы, кукурузный силос, биопрепарат, силосования
Рис. 4. Табл. 1. Лит. 15.

ANNOTATION LACTOBACILLI FOR ENSILING PLANT RAW MATERIALS

Danylenko S.G., Doctor of Technical Sciences
Khonkov M.A., Specialist in the department of biotechnology
Iskra K.A., Specialist in the department of biotechnology
Institute of Food Resources of NAAS of Ukraine

Ensiling is an effective way to preserve vegetable raw materials. In particular, the use of lactobacilli-based biological products is one of the possible ways to obtain high-quality nutritional

ensilage. In particular, composite preparations are widely used, these combining highly active strains that cause rapid pH reduction to 4.0-4.2 and produce a wide range of antimicrobial metabolites such as lactic, acetic, propionic acids and other volatile fatty acids. In this study, the biological preparation «Sinsyl-TIMM» for corn silage was studied.

It was found that the preparation is characterized by high activity on the accumulation of lactic and acetic acids, these providing antagonistic activity against anaerobic and aerobic spoilage microflora. It was also found that the ensilage treated with the «Sinsyl-TIMM» preparation is characterized by a decrease in the loss of crude protein. A decrease in dry matter was also detected. The fiber content increased but the lignin content decreased. The sensorial characteristics of the silo are characterized by green color, a pleasant fruity odor, the consistency of the ensilage particles is dense, they can be easily separated, and there is no slippage. According to DSTU 4782: 2007 the ensilage was qualified as the first class.

Keywords: lactobacilli, corn ensilage, biological product, ensilage

Fig. 4. Tab. 1. Ref. 15.

Інформація про авторів

ДАНИЛЕНКО Світлана Григорівна, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу біотехнології, Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук (м. Київ, вул. Євгена Сверстюка, 4 а; e-mail: svet1973@gmail.com)

ХОНЬКІВ Мирослав Олександрович, фахівець відділу біотехнології, Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук (м. Київ, вул. Євгена Сверстюка, 4а; e-mail: svet1973@gmail.com)

ІСКРА Ксенія Олександрівна, фахівець відділу біотехнології, Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук (м. Київ, вул. Євгена Сверстюка, 4а; e-mail: svet1973@gmail.com)

ДАНИЛЕНКО Светлана Григорьевна, доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом биотехнологии, Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук (г. Киев, ул. Евгения Сверстюка, 4а; e-mail: svet1973@gmail.com)

ХОНЬКИВ Мирослав Александрович, специалист отдела биотехнологии, Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук (г. Киев, ул. Евгения Сверстюка, 4а; e-mail: svet1973@gmail.com)

ИСКРА Ксения Александровна, специалист отдела биотехнологии, Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук (г. Киев, ул. Евгения Сверстюка, 4а; e-mail: svet1973@gmail.com)

DANYLENKO Svitlana, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of Department of Biotechnology, Institute of Food Resources of NAAS, (Kyiv, str. Yevhen Sverstiuk, 4 a, e-mail: svet1973@gmail.com)

KHONKIV Myroslav, Specialist in the department of biotechnology, Institute of Food Resources of NAAS, (Kyiv, str. Yevhen Sverstiuk, 4 a, e-mail: svet1973@gmail.com)

ISKRA Kseniia, Specialist in the department of biotechnology, Institute of Food Resources of NAAS, (Kyiv, str. Yevhen Sverstiuk, 4 a, e-mail: svet1973@gmail.com)