

УДК 636.086:633.15

Кулик М. Ф., член-кореспондент НААН, доктор с.-г. наук, професор
Обертюх Ю. В., кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник
Тягун О. В., аспірант
Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН
e-mail: kulikmf@mail.ru

КОНСЕРВУВАННЯ ВОЛОГОГО ЗЕРНА КУКУРУДЗИ З ПРИГНІЧЕННЯМ МОЛОЧНОКИСЛОГО БРОДІННЯ

Розроблено новий технологічний прийом консервування неподрібненого вологого зерна кукурудзи з додаванням до зернофуражу 3% кухонної солі та вивчаємої добавки, що пригнічує молочнокисле бродіння з утворенням ізокапронової кислоти як фактору консервуючої дії впродовж довготривалого використання зернофуражу в годівлі корів. Згодовування дійним коровам 4 кг консервованого зерна, в якому міститься 120 г кухонної солі замінює введення її до комбікорму, тоді кухонна сіль використовується одночасно як консервант і мінеральна добавка. Кислотність консервованого зерна є низькою в межах рН 5,2-5,5.

Ключові слова: консервоване вологе зерно кукурудзи, консервант, кухонна сіль, ізокапронова кислота, мінеральна добавка, дійні корови.

Заготівля та зберігання вологого зерна кукурудзи в герметичних сховищах без його подрібнення при довготривалому використанні в годівлі великої рогатої худоби після розгерметизації для молочних комплексів є актуальною проблемою.

В основі консервування, тобто, процесу силосування вологого зерна кукурудзи є внесення в зернову масу різних бактеріальних добавок на основі молочнокислих бактерій. Утворення молочної кислоти у вологому зернофуражі можливе в широкому діапазоні температур (10-60°C). Молочнокислі бактерії починають розвиватися, коли рН у масі зерна знаходиться на рівні 6, а припиняють свій розвиток при рН нижче 3,5. Наявність органічних кислот захищає силосований корм від псування аеробними мікроорганізмами [10]. Таким чином, молочна кислота є консервуючою основою вологого зерна кукурудзи. Гомоферментативні молочнокислі бактерії перетворюють цукор тільки на молочну кислоту. Втрати енергії при такому бродінні становлять лише 3%. Гетероферментативні молочнокислі бактерії утворюють крім молочної кислоти ще оцтову кислоту і спирт. Втрати енергії при такому бродінні в 4-5 разів більші, ніж при гомоферментативному. Гетероферментативна ферментація зазвичай небажана в порівнянні з гомоферментативною, тому що втрати сухої речовини більші [9]. Поряд із цим, поліпшення в аеробній стабільності за умови гетероферментативного бродіння може бути корисним при незначних втратах сухої речовини в умовах доступу повітря до силосованого корму після розгерметизації сховища та на етапі годівлі [8].

При розгерметизації сховищ для зберігання вологого консервованого зерна кукурудзи повітря проникає в зернову масу, що робить негативний вплив на якість корму, бо дріжджі асимілюють молочну кислоту і в результаті чого підвищується рН. Таким чином, мікроорганізми, які гальмувалися низьким рН починають розмножуватися і псувати силосований корм [15].

Було запропоновано в якості добавки для поліпшення аеробної стабільності силосу облігатні гетероферментативні молочнокислі бактерії *Lactobacillus buchneri* [4, 5, 6, 7, 12, 13,

14]. Ці бактерії перетворюють глюкозу і фруктозу в молочну й оцтову кислоти та інші кінцеві продукти бродіння, також вони можуть перетворювати молочну кислоту в оцтову кислоту, 1,2-пропандіол і етанол [9]. Підвищений вміст оцтової кислоти поліпшує аеробну стабільність силосу [7].

У харчовій промисловості застосовують кухонну сіль як консервуючий засіб. Вона поглинає воду з вологих продуктів і підвищує в них осмотичний тиск, чим пригнічує життєздатність мікроорганізмів. Поряд із цим кухонна сіль володіє бактерицидною дією. Дослідження показали, що вже при додаванні 2-3% кухонної солі можна розраховувати на успіх в силосуванні кормів із високим вмістом білка [1]. Проте при додаванні до силосуємої трави 2% кухонної солі та згодовуванні 20 кг такого силосу корова одержує 400 г хлористого натрію, при нормі 100-150 г. Тоді як при згодовуванні 3-4 кг консервованого 3% хлористим натрієм вологого зерна кукурудзи у складі комбікорму корова одержує лише 90-120 г кухонної солі.

Розроблений нами технологічний прийом консервування вологого зерна кукурудзи, що включає внесення хлористого натрію, який відрізняється тим, що хлористий натрій вноситься у вологе зерно в кількості до 3 % для забезпечення значного осмотичного тиску й антимікробної дії [2]. Однак, після розгерметизації засіка і довготривалому використанні консервованого зернофуражу в годівлі корів у зерновій масі в аеробних умовах з'являються мікрозони плісняви. Таким чином результати досліджень показали, що кухонна сіль у зерновій масі з низькою кислотністю зерна, рН в межах 5,0-5,2, забезпечує умови для проростання плісняви в аеробних умовах.

За результатами проведених нами досліджень розроблено «Спосіб консервування вологого зерна кукурудзи при його довготривалому використанні після розгерметизації сховища», що включає внесення хлористого натрію в кількості до 3% у поєднанні з препаратом осмотолерантних молочнокислих бактерій у кількості 3 г/т вологого зерна [3]. В основу подальших досліджень ставилась задача замінити осмотолерантні молочнокислі бактерії в технології консервування вологого зерна, з пригніченням молочнокислого бродіння за рахунок поєднання внесення хлористого натрію у вологий зернофураж разом із вивчаємою добавкою для пригнічення утворення молочної кислоти та зменшення утворення оцтової кислоти і спирту.

Обробка хлористим натрієм зерна кукурудзи вологістю в межах 24-38% зумовлює перерозподіл вільної води з внутрішніх структур зерна на зовнішню його поверхню і з додаванням добавки сприяє створенню плівки з високою концентрацією водного розчину солі, що пригнічує утворення молочної кислоти і утворенню неідентифікованої кислоти, яка забезпечує консервуючу дію і низьку кислотність зернофуражу.

Таким чином, у вологому зерні зберігаються поживні речовини на рівні 99%. Цей технологічний прийом консервування вологого зерна забезпечує зменшення у 5-6 разів енергозатрат у грошовому обчисленні порівняно з висушуванням такого зерна на різних сушильних агрегатах.

Переваги розробленого технологічного прийому консервування вологого зерна кукурудзи при довготривалому використанні в годівлі корів після розгерметизації наведено нижче.

Матеріал та методика досліджень. Дослід проводили в умовах біохімічної лабораторії Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Використовували зерно кукурудзи вологістю 25%, яке перемішували з хлористим натрієм у кількості 3,0% в поєднанні з препаратом осмотолерантних молочнокислих бактерій у дозі 3 мг/кг [3] і закладали у 3-літрові скляні банки оснащені герметичними поліетиленовими кришками з гідрозатвором. Аналогічно обробляли вологе зерно кукурудзи хлористим натрієм у дозі 3%

від маси зернофуражу і вивчаємою добавкою замість осмотолерантних молочнокислих бактерій із закладеною також у 3-и літрові скляні банки. У період зберігання зерна визначали інтенсивність та тривалість бродіння. Обліковували виділення газів щодобово ваговим методом. Розкривали банки через 2 місяці зберігання зерна в герметичних умовах. Після відкриття банок визначали вміст сухої речовини, рН, аміачний азот, загальну кислотність, органічні кислоти і спирт [11].

Результати досліджень. Важливим показником поживної цінності консервованого вологого зерна є його аеробна стабільність після розгерметизації ємкостей в умовах виробництва. Після завершення бродильних процесів банки розкривали і в динаміці фіксували появу пліснявих грибів на консервованому зерні в аеробних умовах. Результати спостережень за ростом пліснявих грибів на консервованому вологому зерні кукурудзи впродовж одного тижня за температури 15°C показали, що в обробленому 3% хлористим натрієм та в поєднанні 3% хлористого натрію з осмотолерантними молочнокислими бактеріями були виявлені мікрозони плісняви. У контрольних банках та при обробці самими лише осмотолерантними молочнокислими бактеріями спостерігалась також поява значних плям плісняви, тоді як у варіанті з обробкою 3% хлористим натрієм у поєднанні з вивчаємою добавкою появи плісняви були зафіксовані на десятий день. Цей період зберігання розгерметизованого зерна достатній для його використання в годівлі корів.

У племзаводі «Літинський» літинського району Вінницької області в 2014 році за розробленою нами технологією було законсервовано 700 тонн вологого зерна кукурудзи. У продовж 6-ти місяців використання проводились аналізи кормової цінності консервованого зерна і середні показники подані в таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічні показники якості консервованого вологого зерна кукурудзи

Суха речовина, %	рН	NH ₃ , мг%	Загальна кислотність, %	Молочна кислота, %	Ізокапронова кислота, %	Оцтова кислота, %	Масляна кислота, %	Інші кислоти, %
77,3	5,63	10,5	0,81	0,4	0,1	0,07	0	0,24

Висновок. Результати досліджень дають підставу стверджувати, що розроблений новий технологічний прийом консервування зерна кукурудзи з низьким вмістом вологи є перспективним для промислових молочних комплексів.

Список використаної літератури

1. Кулик М. Ф. Консерванти і поживність кормів / Кулик М.Ф., Калетник Г.М., Овсієнко А.І. та ін. — К.: Урожай, 1992. — 208 с.
2. Спосіб консервування вологого зерна. Пат. 94290 U Україна, А23К 3/00. / Кулик М.Ф., Корнійчук О.В., Олексюк О.П. та ін.; заявник і патентовласник Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. — № u 2014 04975; заявл. 12.05.2014; опубл. 10.11.2014. Бюл. № 21.
3. Спосіб консервування вологого зерна кукурудзи при його довготривалому використанні після розгерметизації сховища. Пат. 101883 U Україна, А23К 3/00, А23В 9/00, А23Д 3/00. / Кулик М.Ф., Корнійчук О.В., Тягун О.В. та ін.; заявник і патентовласник Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. — № u 2015 01870; заявл. 03.03.2015; опубл. 12.10.2015. Бюл. № 19.
4. Basso F.C., Bernardes T.F., Roth A.P. T.P. et al. Short Communication: Fermentation and aerobic stability of high-moisture corn silages inoculated with

- different levels of *Lactobacillus buchneri* // Revista Brasileira de Zootecnia. — 2012. — Vol. 41, N. 11. — P. 2369-2373.
5. Driehuis F., Oude Elferink S.J. W.H., Spoelstra S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability // Journal of Applied Microbiology. — 1999. — Vol. 87. — P. 583-594.
 6. Filya I., Sucu E., Karabulut A. The effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage // Journal of Applied Microbiology. — 2006. — Vol. 101. — P. 1216-1223.
 7. Kleinschmit D. H., Kung L. Jr. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages // Journal of Dairy Science. — 2006. — Vol. 88. — P. 2130-2139.
 8. Kung L.Jr., Ranjit N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage // Journal of Dairy Science. — 2001. — Vol. 84. — P. 1149-1155.
 9. McDonald P., Henderson A.R., Heron S.J.E. The biochemistry of silage. 2.ed. — Marlow: Chalcomb Publications, 1991. — 340 p.
 10. Moon N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures // Journal of Applied Bacteriology. 1983. — Vol. 55. — P. 453-460.
 11. Playne M.J. Determination of ethanol, volatile fatty acids, lactic and succinic acids in fermentation liquids by gas chromatography // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 1985. — Vol. 36, Issue 8. — P. 638-644.
 12. Ranjit N. K., Taylor C. C., Kung L. Jr. Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage // Grass and Forage Science. — 2002. — Vol. 57. — P. 73-81.
 13. Tabacco E., Piano S., Cavallarin L. et al. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants // Journal of Applied Microbiology. — 2009. — Vol. 107. — P. 1632-1641.
 14. Taylor C.C., Kung L.Jr. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos // Journal of Dairy Science. — 2002. — Vol. 85. — P. 1526-1532.
 15. Woolford M.K. The detrimental effect of air on silage // Journal of Applied Microbiology. — 1990. — Vol. 68. — P. 101-116.

References

1. Kulyk M.F. Konservanty i pozhyvnist' kormiv / Kulyk M.F., Kaletnyk H.M., Ovsienko A.I. ta in. — K.: Urozhay, 1992. — 208 s.
2. Sposib konservuvannya volohoho zerna. Pat. 94290 U Ukrainy, A23K 3/00. / Kulyk M.F., Korniychuk O.V., Oleksyuk O.P. ta in.; zayavnyk i patentovlasnyk Instytut kormiv ta sil's'koho hospodarstva Podillya NAAN. — # u 2014 04975; zayavl. 12.05.2014; opubl. 10.11.2014. Byul. # 21.
3. Sposib konservuvannya volohoho zerna kukurudzy pry yoho dovhotryvalomu vykorystanni pislya roz-hermetyzatsiyi skhovyshcha. Pat. 101883 U Ukrainy, A23K 3/00, A23V 9/00, A23D 3/00. / Kulyk M.F., Korniychuk O.V., Tyahun O.V. ta in.; zayavnyk i patentovlasnyk Instytut kormiv ta sil's'koho hospodarstva Podillya NAAN. — # u 2015 01870; zayavl. 03.03.2015; opubl. 12.10.2015. Byul. # 19.

4. Basso F.C., Bernardes T.F., Roth A.P. T.P. et al. Short Communication: Fermentation and aerobic stability of high-moisture corn silages inoculated with different levels of *Lactobacillus buchneri* // Revista Brasileira de Zootecnia. — 2012. — Vol. 41, N. 11. — P. 2369-2373.
 5. Driehuis F., Oude Elferink S.J. W.H., Spoelstra S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability // Journal of Applied Microbiology. — 1999. — Vol. 87. — P. 583-594.
 6. Filya I., Sucu E., Karabulut A. The effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage // Journal of Applied Microbiology. — 2006. — Vol. 101. — P. 1216-1223.
 7. Kleinschmit D. H., Kung L. Jr. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages // Journal of Dairy Science. — 2006. — Vol. 88. — P. 2130-2139.
 8. Kung L.Jr., Ranjit N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage // Journal of Dairy Science. — 2001. — Vol. 84. — P. 1149-1155.
 9. McDonald P., Henderson A.R., Heron S.J.E. The biochemistry of silage. 2.ed. — Marlow: Chalcomb Publications, 1991. — 340 p.
 10. Moon N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures // Journal of Applied Bacteriology. 1983. — Vol. 55. — P. 453-460.
 11. Playne M.J. Determination of ethanol, volatile fatty acids, lactic and succinic acids in fermentation liquids by gas chromatography // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 1985. — Vol. 36, Issue 8. — P. 638-644.
 12. Ranjit N. K., Taylor C. C., Kung L. Jr. Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage // Grass and Forage Science. — 2002. — Vol. 57. — P. 73-81.
 13. Tabacco E., Piano S., Cavallarin L. et al. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants // Journal of Applied Microbiology. — 2009. — Vol. 107. — P. 1632-1641.
 14. Taylor C.C., Kung L.Jr. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos // Journal of Dairy Science. — 2002. — Vol. 85. — P. 1526-1532.
 15. Woolford M.K. The detrimental effect of air on silage // Journal of Applied Microbiology. — 1990. — Vol. 68. — P. 101-116.
-

УДК 636.086:633.15

Кулик М.Ф., член-кореспондент НААН, доктор с.-х. наук, професор
Обертюх Ю.В., кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник
Тягун О.В., аспирант
Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН
e-mail: kulikmf@mail.ru

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ВЛАЖНОГО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ С УГНЕТЕНИЕМ МОЛОЧНОКИСЛОГО БРОЖЕНИЯ

Разработан новый технологический прием консервирования измельченного влажного зерна кукурузы с добавлением к зернофуражу 3 % поваренной соли и изучаемой добавки, которая подавляет молочнокислое брожение с образованием изокапроновой кислоты как фактора консервирующего действия в течение длительного использования зернофуража в кормлении коров. Скармливание дойным коровам 4 кг консервированного зерна, в котором содержится 120 г поваренной соли, заменяет ввод ее в комбикорма, тогда поваренная соль используется одновременно как консервант и минеральная добавка. Кислотность консервированного зерна низкая в пределах рН 5,2-5,5.

Ключевые слова: консервированное влажное зерно кукурузы, консервант, поваренная соль, изокапроновая кислота, минеральная добавка, дойные коровы.

UCC 636.086:633.15

Kulik M.F., corresponding member of the NAAS, doctor of agricultural science, professor
Obertiukh Y.V., candidate of agricultural sciences, Senior researcher
Tiahun O.V., aspirant
Institute of feed research and agriculture of Podillya
e-mail: kulikmf@mail.ru

CANNING WET CORN WITH INHIBITION OF LACTIC FERMENTATION

Developed a new technological method of preserving wet noshredded corn forage with the addition of 3% sodium chloride and researching this additive that inhibits the formation of lactic fermentation isocaproic acid as a factor in preserving action for long-term use forage in feeding cows. Feeding dairy cow 4 kg of canned corn, which contains 120 g of sodium chloride substitutes to feed its introduction, while simultaneously salt used as a preservative and mineral supplement. The acidity of canned corn is low in pH range 5.2-5.5.

Keywords: wet canned corn, preservative, salt, isocaproic acid, mineral supplement, dairy cows.

*Рецензент: Польовий Л.В., доктор с.-г. наук, професор
Вінницький національний аграрний університет*