

СТЕПЕНЬ ПОДКИСЛЕНИЯ СЫРОГО ФУРАЖНОГО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

Е.В. ЕМЕЛЬЯНОВА, Н.Н. КУЧИН

(Нижегородский государственный инженерно-экономический университет)

Фуражное зерно играет приоритетную роль в обеспечении высокой продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы, раскрытии их генетического потенциала, поэтому для наиболее полного сохранения исходной питательности необходимо использовать самые совершенные способы его консервирования. К таким способам в последние годы относят технологию герметичного хранения сырого фуражного зерна, убранного до фазы полного созревания. При этом для улучшения результатов консервирования используют различные биологические и химические добавки, применение которых, в силу специфичности консервируемого сырья, считается обязательным. Нами проведены сравнительные испытания отдельных видов добавок для обработки сырого зерна ячменя в цельном и плющеном виде с целью определения влияния разной степени уплотнения на эффективность их консервирующего действия. Опыт был заложен по общепринятым методикам. Изолированное от доступа воздуха сырое зерно предохраняется от порчи, благодаря главным образом подкислению, поэтому эффективность консервирующих добавок определялась прежде всего по влиянию на этот показатель. Целое зерно закладывалось на хранение с большей влажностью (35%), чем плющенное (влажность – около 25%), что обеспечило его достоверно лучшее подкисление вне зависимости от плотности укладки. Более плотная укладка в среднем обеспечивала лучшее подкисление независимо от влажности зерна. Из проверенных препаратов лучше подкисляла плющенное зерно порошкообразная сера при средней плотности его укладки на хранение, целое зерно – биопрепарат Биосил НН при максимальном уплотнении зерна. В среднем использованные препараты по мере ослабления влияния на степень подкисления зерна расположились в такой последовательности: порошкообразная сера → биопрепарат Биосил НН → химический консервант «Промир».

Ключевые слова: зерно фуражное, сырое, целое, плющенное, химические консерванты, биологические препараты, плотность укладки, степень подкисления.

Введение

Из всего набора кормовых средств фуражное зерно относится к наиболее энергонасыщенным кормам собственного производства, обеспечивающим рост продуктивности скота и повышение качества животноводческой продукции, особенно при низком качестве объемистых кормов. По этой причине для максимального сохранения исходной питательности необходимо использовать эффективные способы консервирования такого зерна и наиболее полного сохранения его питательных свойств до скармливания.

В последние годы достаточно позитивно зарекомендовала себя технология герметичного хранения сырого фуражного зерна с обработкой его различными консервирующими средствами [1, 2, 5–7, 15]. Распространение в отечественной сельскохозяйственной практике вальцовых плющилок, перерабатывающих сырое зерно

в наиболее приемлемую форму концентрированного корма для скота, и пластиковых рукавов, решающих проблему герметичного хранения, ускорило ее внедрение в производство. При этом сохранялись такие преимущества заготовки сырого фуражного зерна, как более полное использование биологического урожая, уменьшение энерго- и трудовых затрат, повышение питательной ценности [18].

Технология герметичного хранения сырого фуражного зерна достаточно давно известна и сходна с силосованием тем, что консервирование корма обеспечивается органическими кислотами, получаемыми в ходе брожения. При этом наиболее желательным является молочнокислый тип брожения, при котором потери питательной ценности корма являются наименьшими, а образующаяся молочная кислота обладает наибольшими подкисляющими свойствами [12]. Однако в силу специфичности консервируемого материала силосование зеленой массы и консервирование сырого зерна имеют принципиальные отличия.

Естественная консервируемость (силосуемость) зерна существенно ниже, чем силосных трав, имеющих высокую влажность, повышенное содержание сахаров и достаточное для эффективного подкисления массы количество молочнокислых бактерий в составе эпифитной микрофлоры. При высоком содержании сухого вещества и легкосбраживаемых углеводов сырое плющенное зерно является идеальным субстратом для развития дрожжей и плесени. Это может привести к потере дорогостоящих зерновых кормов и стать причиной тяжелых заболеваний скота (микотоксикозы). Поэтому при консервировании зерна повышенной влажности использование химических или биологических консервантов считается обязательным [3, 11].

Методика исследования

Целью исследований стало определение влияния некоторых технологических приемов на качество брожения сырого фуражного зерна во время хранения.

Закладка опыта проведена по общепринятой методике [13]. В качестве сырья для консервирования использовали целое и плющенное сырое зерно ячменя. Каждый вариант лабораторного опыта закладывался в 3-кратной повторности, масса образца не превышала 1 кг. Обработка химическими (консервант «Промир» и порошкообразная сера) и биологическим (Биосил НН) препаратами проводилась перед закладкой его на хранение без уплотнения, со средней и сильной степенью трамбовки. В качестве контроля использовался вариант хранения зерна без добавок.

Биопрепарат Биосил НН, состоящий из гомоферментативных молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* (*L. casei*) и *Lactococcus lactis* (*L. lactis*), использовали для активизации молочнокислого брожения, причем предполагалось, что, как при силосовании, в начальную фазу брожения подкисление будут обеспечивать лактококки, в последующие фазы – лактобактерии [17]. Препарат вносился в дозе 1л/40 т [6].

Из химических консервантов в опыте использовали препарат шведского концерна Perstorp Group «Промир». Основу его составляли органические кислоты, %: муравьиная 43–48 и пропионовая 18–23, а также 4–8%-ная антикоррозийная добавка (формиага аммония). Первая кислота обладает сильным бактерицидным, вторая – лучшим фунгицидным свойствами [10]. Препарат предназначен для предохранения корма от нежелательной микрофлоры. Доза внесения в сырое фуражное зерно составляет 3 л/т.

Порошкообразная сера для проведения опыта была выбрана как альтернатива органическим кислотам, отличаясь от них экологической безопасностью, доступностью и дешевизной и представляя собой аморфный порошок светло-желтого цвета, содержащий не менее 99,5% серы, не более 0,2% влаги и 0,05% золы. Механизм консервирующего действия этого препарата заключался в подкисляющих свойствах производных серы – таких,

как сероводород, сернистый газ и др. Эти продукты получаются как при окислении неорганической серы тионовыми (серо-) бактериями, так и в результате ее растворения в метиловых и этиловых эфирах молочной и уксусной кислот и в альдегидах, образующихся в процессе молочнокислого брожения [4, 8, 9, 16]. Доза внесения – 1 кг/т зерна.

Цифровые данные, полученные в опыте, обрабатывались с использованием программ персонального компьютера методом вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

Разложение и порча сырого зерна связаны с активным размножением в зерновой массе вредной и нежелательной микрофлоры. Надежной защитой от ее влияния служит кислотность корма. Лучше сохраняется оптимально подкисленное зерно. Поэтому важнейшей характеристикой условий герметичного хранения зернофуража является актуальная кислотность (значение рН). Именно она служит одним из наиболее важных показателей качества консервирования.

Как показали проведенные исследования (табл. 1), плющенное зерно подкислилось слабее, чем целое, во всех вариантах опыта. Такая разница в подкислении объясняется разной влажностью зерна, закладываемого на хранение, поскольку именно этот параметр, наряду с химическим составом, определяет характер его консервирования в герметичных условиях. При влажности 30% и ниже оно самоконсервируется, а при влажности 30–50% – силосует. В первом случае при высоком содержании сухого вещества в зерне содержится мало сахара, развитие молочнокислого брожения заметно заторможено, а подкисление слабо выражено [14]. В нашем случае влажность целого зерна находилась в пределах 35%, плющеного – 25%. Именно поэтому, на наш взгляд, целое зерно подкислилось лучше.

Таблица 1

Степень подкисления зерна (рН)

Варианты консервирования	Степень уплотнения		
	самоуплотнение	средняя	сильная
Целое зерно			
без добавок	4,55±0,05	4,70±0,10	4,37±0,02
с «Промиром»	4,50±0,05	4,28±0,04**	4,26±0,06
с Биосилом НН	4,35±0,05	4,27±0,01**	4,22±0,01***
с порошкообразной серой	4,42±0,04	-	4,33±0,02
Плющенное зерно			
без добавок	6,23±0,02	6,28±0,07	6,20±0,00
с «Промиром»	6,23±0,02	6,93±0,06***	5,97±0,03***
с Биосилом НН	6,22±0,06	6,20±0,05	6,25±0,03
с порошкообразной серой	5,85±0,08***	4,78±0,12***	5,40±0,17***

** $P \leq 0,05$.

*** $P \leq 0,01$.

При консервировании менее влажного плющеного зерна наибольшее влияние на его подкисление оказала порошкообразная сера. В этом варианте по отношению к контролю (зерно без добавок) уменьшение значения рН составило 0,9 ед. ($P \leq 0,01$), или 14,4% (табл. 1) (рис. 1), и приблизилось к среднему значению по опыту. Снижение показателя рН произошло, вероятно, благодаря кислым производным серы, что косвенно указывает на наличие в данных условиях процесса окисления этого элемента. Наиболее значимым (1,5 ед. рН; $P \leq 0,01$) это отклонение было при средней степени уплотнения зерновой массы, что позволило сократить разрыв показателя кислотности (рН) со средним по опыту показателем до 2,3%, тогда как в остальных вариантах он колебался от 19,2 до 22,0%. Возможным объяснением этого может быть ограничение перемещения газообразных производных серы при плотной укладке зерна на хранение и, напротив, уменьшением площади соприкосновения между составными частями зернового массива при самоуплотнении, то есть ухудшение условий ферментации.

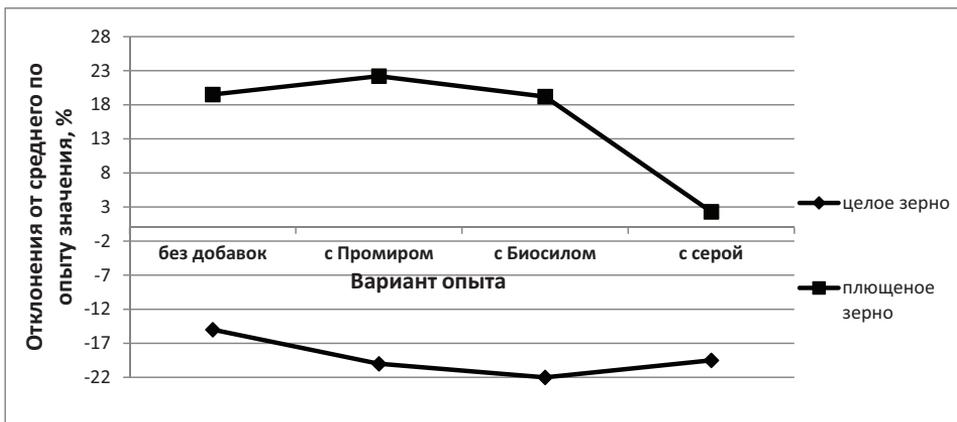


Рис. 1. Отклонения степени подкисления в зависимости от способа обработки зерна и вида используемого препарата

Биопрепарат Биосил НН и консервант Промир практически не оказали заметного влияния на этот показатель. В среднем по плющеному зерну величина отклонений их кислотности существенно не отличалась от кислотности зерна без добавок. Возможным объяснением такого результата может быть то обстоятельство, что в первом случае активизации действия молочнокислых бактерий в составе биопрепарата препятствовало высокое содержание сухого вещества в зерне, а во втором случае спонтанное брожение тормозилось антимикробным действием химического консерванта.

Целое сырое зерно лучше подкислялось при обработке его перед закладкой на хранение различными добавками, лучшей из которых оказался биопрепарат Биосил НН (рис. 1).

Плотность укладки сырого фуражного зерна на хранение оказывала определенное влияние на подкисляющее действие консервирующих добавок, причем разные препараты неодинаково влияли на степень подкисления при разной степени уплотнения. В среднем по опыту наименьшее влияние уплотнения на результаты подкисления наблюдались при использовании для консервирования зерна биопрепарата (рис. 2). Сильное уплотнение улучшало этот показатель при хранении зерна без добавок и с химическим консервантом Промир, среднее уплотнение — с порошкообразной серой.

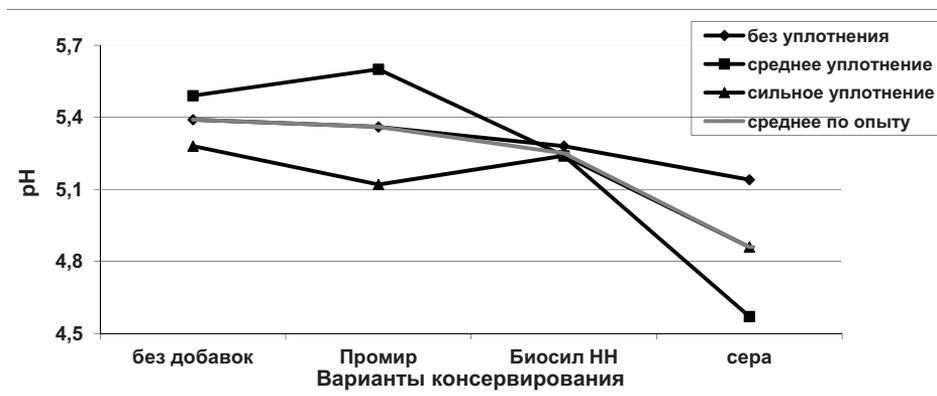


Рис. 2. Тенденции изменений подкисления зерна в зависимости от степени уплотнения и консервирующих добавок

В среднем по опыту усиление уплотнения зерна сопровождалось улучшением его подкисления при хранении: при средней интенсивности – на 1,5%, при сильной – на 3,0%. При этом более заметно такая тенденция проявлялась при консервировании целого зерна (рис. 3).

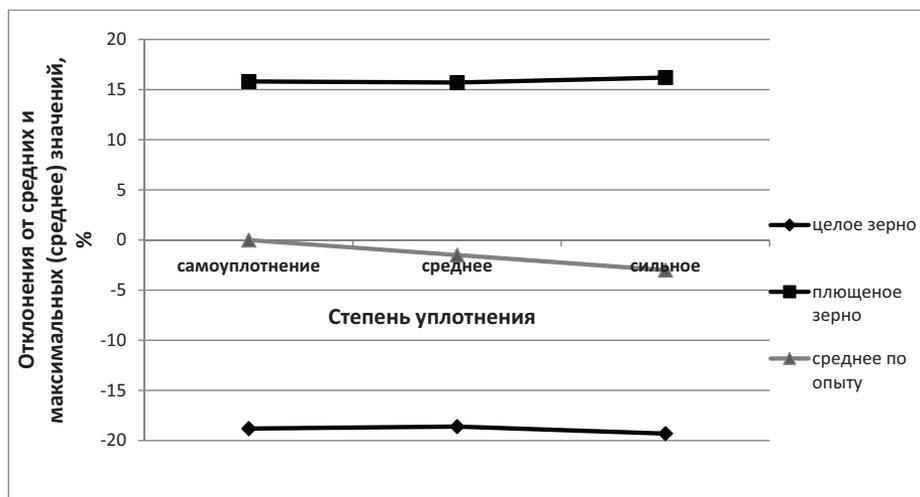


Рис. 1. Размеры отклонений степени подкисления зерна в зависимости от способа обработки и степени уплотнения

Определяющим фактором в повышении кислотности силосуемого корма является молочная кислота, что и было подтверждено корреляционным анализом данных, характеризующих качество брожения консервируемого сырого фуражного зерна. Массовая доля этой кислоты в суммарном количестве кислот брожения достоверно отрицательно коррелировала со значением pH ($r = -0,60$; $P < 0,05$), что подтверждает ее позитивное влияние на степень подкисления консервируемого зерна.

Выводы

Проведенные исследования показали, что при консервировании зерна существенное влияние на степень подкисления оказывает его влажность. Целое зерно при влажности около 35% вне зависимости от вида консервирующей добавки

и плотности укладки на хранение подкислялось достоверно лучше, чем плющенное зерно с влажностью $\approx 25\%$. Увеличение степени трамбовки сырого зерна при укладке на хранение в целом по опыту стимулировало улучшение подкисления вне зависимости от его влажности. Порошкообразная сера лучше, чем другие препараты, улучшала подкисление плющенного зерна. Наиболее активно его кислотность повышалась при средней плотности укладки на хранение. Биопрепарат Биосил НН оказывал большее влияние на подкисление целого зерна ячменя при наиболее плотной укладке его на хранение. Ослабление влияния препаратов на подкисление зерна в среднем по вариантам консервирования выстроилось в такой последовательности: порошкообразная сера \rightarrow биопрепарат Биосил НН \rightarrow химический консервант «Промир».

Библиографический список

1. Бикташев Р.У. Основные направления ресурсосбережения при производстве и применении зернофуража в кормлении сельскохозяйственных животных / Р.У. Бикташев, Ш.К. Шакиров, Ф.С. Гибадуллина, М.В. Алексеева // Кормопроизводство. – 2005. – № 7. – С. 22–25.
2. Денисова Р.Р., Елизаров В.П. Способы обработки кормового зерна / Р.Р. Денисова, В.П. Елизаров. – М.: ВНИТЭИСХ, 1980. – 72 с.
3. Для заготовки влажного плющенного зерна злаковых и зернобобовых культур, кукурузы и корнажа. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lallemand.su/index.php?Itemid=25&id=16&option=com_content&task=view (дата обращения: 06.01.2014).
4. Зафрен С.Я. Технология приготовления кормов / С.Я. Зафрен. – М.: Колос, 1977. – 240 с.
5. Клиндюк А.М. Производство кормов по новым технологиям / А.М. Клиндюк, А.А. Курдоглян, А.П. Булатов // Кормопроизводство. – 2004. – № 5. – С. 29–32.
6. Кучин Н.Н. Рекомендации по консервированию зерна повышенной влажности химическими и биологическими консервантами и биологическими препаратами / Н.Н. Кучин, О.В. Цикунова, И.А. Малеев и др. – Нижний Новгород, 2009. – 22 с.
7. Лаптев Г.Ю. Эффективность препарата «Биотроф 600» для борьбы с нежелательной микрофлорой при хранении плющенного зерна / Г.Ю. Лаптев, Е.А. Лапицкая, В.В. Солдатова // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов. – М.: ФГУ РЦСК, 2009. – С. 41–45.
8. Левахин Г.И. Механизм консервирующего действия серы при силосовании кормов / Г.И. Левахин, А.Г. Мещеряков // Зоотехния. – 2001. – № 10. – С. 23–24.
9. Леушин С.Г. Консервант для кормов / С.Г. Леушин, Р.Ф. Мангутов, Л.А. Чаплыгина. Авторское свидетельство № 1099937 СССР, 1984.
10. Мишустин Е.Н. Научные основы силосования кормов / Е.Н. Мишустин. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1933. – 191 с.
11. Нефёдов Г.Г. Плющенное зерно – дешево и качественно / Г.Г. Нефёдов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/dairyfarm/plyushchenoe-zerno-dyeshvevo-i-kachestvenno.html> (дата обращения: 05.01.2014).
12. Победнов Ю.А. Силосование люцерны с препаратами молочнокислых бактерий / Ю.А. Победнов, А.А. Мамаев, М.С. Иванова, К.Е. Юртаева // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 1. – С. 213–220.
13. Проведение опытов по консервированию и хранению объемистых кормов: Методические рекомендации / В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, Ю.А. Победнов [и др.]. – М.: ФГУ РЦСК, 2008. – 67 с.
14. Рамане И.А. Консервирование влажного зерна и зеленых растений. / И.А. Рамане. – М.: Колос, 1975. – 168 с.

15. Савин П.А. Этологическая характеристика высокопродуктивных коров при использовании в их рационах консервированного плющеного зерна ячменя / П.А. Савин, Л.В. Смирнова // Проблемы развития и научное обеспечение животноводства Евро-Северо-Востока России: Материалы научно-практической конференции. (Название конференции, место и дата?). – Кострома, 2005. – С. 303–305.

16. Соколова Г.А., Каравайко Г.И. Физиология и геохимическая деятельность тионовых бактерий / Г.А. Соколова, Г.И. Каравайко / Институт микробиологии АН СССР. – М.: Наука, 1964. – 336 с.

17. Таранов М.Т. Химическое консервирование кормов / М.Т. Таранов. – М.: Колос, 1982. – С. 111–131.

18. Ekström N. Thomke Syrabehandling av spannmål / N. Ekström, L. Thyse-lius, S. Johnsson // Jordbrukstekniska institutet, meddelande: Johnsson Uppsala, 1973. – № 352. – 88 s.

DEGREE OF ACIDIFICATION OF RAW FODDER GRAIN DEPENDING ON PRESERVATION CONDITIONS

E.V. EMELIYANOVA, N.N. KUCHIN

Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University

Fodder grain plays a priority role in ensuring high productivity of farm animals and poultry, revealing their genetic potential. Therefore, it is necessary to use the most advanced methods of grain preservation for the most complete preservation of the original feeding power. Such methods in recent years include the technology of sealed storage of raw fodder grain harvested before the complete maturation phase. Various biological and chemical additives are used to improve the preservation results. The use of such additives (due to the specific features of preserved raw materials) is obligatory. The authors conducted comparative tests of certain types of additives for processing raw fodder grains in the whole and flattened forms to determine the effect of different degree of compaction on the effectiveness of their preserving action. They made an experiment, and the quality of fermentation was determined using generally accepted methods. The raw grain isolated from air access is protected from spoilage due to acidification, so the effectiveness of using preservative additives was primarily determined by the effect on this indicator. The whole grain was put into storage with a higher moisture content (35%) than the flattened one (about 25%), which ensured its significantly better acidification regardless of the degree of compaction. A denser grain storage pattern provided better grain acidification regardless of grain moisture. From tested preparations, the flattened grain was better acidified by powdered sulphur at the medium degree of compaction for storage; the whole grain was better acidified by Biosil NN at the maximum degree of compaction. On average the preparations used in the experiment were arranged in the following sequence (as their influence on the degree of grain acidification weakened): powdered sulphur → biopreparations Biosil NN → chemical preservative Promir.

Key words: raw, whole and flattened fodder grain; chemical preservations, biological preparations, degree of compaction, degree of acidification.

References

1. Biktashev R.U., Shakirov Sh.K., Gibadullina F.S., Alekseyeva M.V. Osnovnye napravleniya resursosberezheniya pri proizvodstve i primenenii zernofurazha v kormlenii sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Main directions of resource conservation

- in the production and use of grain fodder in feeding agricultural animals]. *Kormoproizvodstvo*. 2005; 7: 22–25. (In Rus.)
2. *Denisova R.R., Elizarov V.P.* Sposoby obrabotki kormovogo zerna [Methods of processing feed grain] R.R. Denisova. – Moscow: VNITEISKH, 1980: 72. (In Rus.)
 3. Dlya zagotovki vlazhnogo plyushchenogo zerna zlakovykh i zernobobovykh kul'tur, kukuruzy i kornazha (For the preparation of wet flattened grains of cereals and legumes, corn and corn kernels). URL: http://lallemand.su/index.php?Itemid=25&id=16&option=com_content&task=view (accessed 6 January 2014). (In Rus.)
 4. *Zafren S.Ya.* Tekhnologiya prigotovleniya kormov [Technology of feed preparation]. M.: Kolos, 1977: 240. (In Rus.)
 5. *Klindyuk A.M., Kurdoglyan A.A., Bulatov A.P.* Proizvodstvo kormov po novym tekhnologiyam [Feed production using new technologies]. *Kormoproizvodstvo*. 2004; 5: 29–32. (In Rus.)
 6. *Kuchin N.N., Tsikunova O.V., Maleev I.A., Mansurov A.P., Gerasimov E.Yu., Rybin N.I.* Rekomendatsii po konservirovaniyu zerna povyshennoy vlazhnosti khimicheskimi i biologicheskimi preparatami. [Recommendations for the preservation of high-humidity grain with chemical and biological preparations]. Nizhniy Novgorod, 2009: 22. (In Rus.)
 7. *Laptev G.Yu., Lapitskaya Ye.A., Soldatova V.V.* Effektivnost' preparata "Biotrof 600" dlya bor'by s nezhelatel'noy mikrofloroy pri khraneni i plyushchenogo zerna [Effectiveness of the "Biotrof 600" product to combat unwanted microflora during the storage of flattened grain]. Aktual'nye problemy zagotovki, khraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya kormov. Moscow: FGU RTSSK, 2009: 41–45. (In Rus.)
 8. *Levakhin G.I., Meshcheryakov A.G.* Mekhanizm konserviruyushchego deystviya sery pri silosovanii kormov [Mechanism of the preserving effect of sulfur during feed silaging]. 2001; 10: 23–24. (In Rus.)
 9. *Leushin S.G., Mangutov R.F., Chaplygina L.A.* Konservant dlya kormov [Preservative for feed]. Avtorskoe svidetel'stvo SSSR No. 1099937, 1984. (In Rus.)
 10. *Mishustin E.N.* Nauchne osnovy silosovaniya kormov [Scientific principles of feed silage]. Moscow-Leningrad: Sel'khozgiz, 1933: 191. (In Rus.)
 11. *Nefedov G.G.* Plyushchenoe zerno – deshevo i kachestvenno (Flattened grain as a cheap and high-quality product). URL: <http://www.dairynews.ru/dairyfarm/plyushchenoe-zerno-dyeshevo-i-kachestvenno.html> (accessed 5 January 2014). (In Rus.)
 12. *Pobednov Yu.A., Mamaev A.A., Ivanova M.S., Yurtaeva K.E.* Silosovanie lyutserny s preparatami molochnokislykh bakteriy [Silage of alfalfa with preparations of lactic acid bacteria]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. 2018; 101; 1: 213–220. (In Rus.)
 13. *Bondarev V.A., Kosolapov V.M., Pobednov Yu.A., Panov A.A., Akhlamov Yu.D., Otroshko S.A., V.V. Popov,* [et al.] Provedenie opytov po konservirovaniyu i khraneniyu obymistykh kormov: metodicheskie rekomendatsii [Conducting experiments on the conservation and storage of bulky feed: guidelines]. Moscow: FGU RTSSK, 2008: 67. (In Rus.)
 14. *Ramane I.A.* Konservirovanie vlazhnogo zerna [Preservation of wet grain]. *Kormoproizvodstvo*. 1983; 8: 168. (In Rus.)
 15. *Savin P.A., Smirnova L.V.* Etologicheskaya kharakteristika vysokoproduktivnykh korov pri ispol'zovanii v ikh ratsionakh konservirovannogo plyushchenogo zerna yachmenya [Ethological characteristics of highly productive cows when using canned flattened barley grain in their diets]. Problemy razvitiya i nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Evro-Severo-Vostoka Rossii: Mat. nauch.-prakt. konf. Kostroma, 2005: 303–305. (In Rus.)
 16. *Sokolova G.A., Karavayko G.I.* Fiziologiya i geokhimicheskaya deyatelnost' tionovykh bakteriy [Physiology and geochemical activity of thionic bacteria]: Institut mikrobiologii AN SSSR. M.: Nauka, 1964: 336. (In Rus.)

17. *Taranov M.T.* Khimicheskoe konservirovanie kormov [Chemical conservation of feed]. Moscow: Kolos, 1982: 111–131. (In Rus.)

18. *Ekström N.* Thyselius L., *Johnsson S.*, Thomke Syrabehandling av spannmål. Uppsala, Jordbrukstekniska institutet, meddelande. 1973; 352: 88.

Емельянова Елена Владимировна, аспирант, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (606340, Российская Федерация, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22 А; тел.: (952) 477–41–00; e-mail: len.ryabukhina@yandex.ru).

Кучин Николай Николаевич, профессор кафедры «Технический сервис», доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (606340, Российская Федерация, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22 А; тел.: (905) 664–63–47; e-mail: kuchin53@mail.ru).

Elena V. Emelyanova, PhD student, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, 606340, Russi, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Oktyabrskaya Str., 22 A. len.ryabukhina@yandex.ru (952) 477–41–00.

Nikolay N. Kuchin, Professor, the Technical Service Department, DSc (Ag), Professor, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, 606340, Russia, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Oktyabrskaya str., 22 A. kuchin53@mail.ru (905) 664–63–47.