

УДК 619:636.085:579.8

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-207-1-89-94

Р.Р. Мусин, А.М. Трemasова, Е.В. Скворцов,
П.В. Быкова, А.И. Eroшин, А.М. Ахтямова
R.R. Musin, A.M. Tremasova, E.V. Skvortsov,
P.V. Bykova, A.I. Eroshin, A.M. Akhtyamova

ВЛИЯНИЕ КОМБИНАЦИИ ГОМОФЕРМЕНТАТИВНЫХ И ГЕТЕРОФЕРМЕНТАТИВНЫХ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ НА КАЧЕСТВО СИЛОСА ЛЮЦЕРНЫ

INFLUENCE OF HOMO FERMENTATIVE AND HETERO FERMENTATIVE LACTIC ACID BACTERIA COMBINATION ON ALFALFA SILAGE QUALITY

Ключевые слова: люцерна, силос, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri*, качество кормов, молочная кислота, уксусная кислота, микрофлора.

Использование силоса в кормлении сельскохозяйственных животных и внедрение эффективных методов сохранения силосованных кормов является важной задачей в животноводстве. Соблюдение правил уборки кормовых культур, закладки и укрытия силоса – основное условие получения готового корма высокого качества с минимальными потерями питательных веществ. Для поддержания процесса силосования и предотвращения маслянокислого брожения в ряде случаев необходимо применять обработку зеленой массы штаммами молочнокислых бактерий, которые способствуют сохранению и улучшению качества силоса. В условиях лаборатории было исследовано влияние инокулянта гомоферментативных и гетероферментативных молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri* на качество силоса люцерны. Проведена сравнительная оценка качества и сохранности силоса с внесением молочнокислых бактерий и без инокулянта. Установлено, что добавление в силосуемую массу *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri* повышает сохранность силоса и его кормовых показателей. Анализ полученных данных показал, что в обработанном бактериальным инокулянтом силосе содержание сухого вещества, сырого протеина и количества молочной кислоты были выше, чем в контроле, на 4,8; 16,2; 10,7%, тогда как количество КДК (кислотно-детергентной клетчатки) и НДК (нейтрально-детергентной клетчатки) было ниже на 10,4; 5,6% соответственно. Данные бактерии положительно влияли на

молочнокислое и уксуснокислое брожение, способствовали меньшей потере кормовой ценности и энергии.

Keywords: alfalfa, silage, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri*, feed quality, lactic acid, acetic acid, microflora.

The use of silage in farm animal feeding and introduction of efficient methods of preserving silage feed is an important task in animal husbandry. Compliance the techniques of forage crop harvesting, silage making and covering is the main condition for obtaining high-quality ready-made feed with minimal loss of nutrients. In order to maintain silage fermentation and prevent accumulation of butyric acid, in some cases it is necessary to treat the ensilage mass with lactic acid bacteria strains that contribute to preservation and quality improvement of silage. The effect of inoculant of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri* on alfalfa silage quality was studied in laboratory. Comparative evaluation of silage quality and storage with the introduction lactic acid bacteria and without inoculant was made. It was found that the addition of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri* to the silage mass increased silage preservation and its nutritional qualities. The obtained data showed that content levels of dry matter, crude protein and amount of lactic acid in silage treated with bacterial inoculant were higher than in those in the control by 4.8; 16.2; 10.7%, while the amount of ADF (acid-detergent fiber) and NDF (neutral-detergent fiber) was lower by 10.4 and 5.6%, respectively. These bacteria had positive effect on lactic acid and acetic acid fermentation, and contributed to a smaller loss of nutritional value and energy.

Мусин Рифкат Расимович, к.в.н., н.с., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: musinrifkat@mail.ru.

Трemasова Анна Михайловна, д.б.н., вед. н.с., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: anuta.tremasova@yandex.ru.

Musin Rifkat Rasimovich, Cand. Vet. Sci., Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, e-mail: musinrifkat@mail.ru.

Tremasova Anna Mikhaylovna, Dr. Bio. Sci., Leading Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, e-mail: anuta.tremasova@yandex.ru.

Скворцов Евгений Владимирович, к.б.н., с.н.с., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: eskvortsov@rambler.ru.

Быкова Полина Владиславовна, м.н.с., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: polinafedia@mail.ru.

Ерошин Артур Игоревич, м.н.с., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: erosartur@yandex.ru.

Ахтямова Аниса Миндрахмановна, м.н.с., ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», г. Казань, Российская Федерация, e-mail: yanisya15@mail.ru.

Skvortsov Evgeniy Vladimirovich, Cand. Bio. Sci., Senior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, e-mail: eskvortsov@rambler.ru.

Bykova Polina Vladislavovna, Junior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, e-mail: polinafedia@mail.ru.

Eroshin Artur Igorevich, Junior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, e-mail: erosartur@yandex.ru.

Akhtyamova Anisa Mindrakhmanovna, Junior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation, e-mail: yanisya15@mail.ru.

Введение

Учитывая реальные климатические условия России, силосование является лучшим методом сохранения свежих кормов с минимальными потерями. При использовании надлежащих методов заготовки и хранения силос будет иметь высокую питательную ценность. Важной задачей при силосовании является достижение анаэробных условий, при которых может происходить естественная ферментация. На практике это достигается за счет уплотнения силосуемой массы и герметизации для предотвращения повторного попадания воздуха. Там, где кислород находится в контакте с растительной массой в течение продолжительного времени, возникает аэробная активность дрожжей и плесневых грибов рода *Fusarium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium* и др. [1, 2]. Это приводит к тому, что материал разлагается до бесполезного, несъедобного и часто токсичного продукта.

При заготовке кормов необходимо препятствовать деятельности таких микроорганизмов, как клостридии и энтеробактерии [3, 4]. Клостридии производят масляную кислоту и расщепляют аминокислоты, что приводит к получению силоса с плохими вкусовыми качествами и более низкой кормовой ценностью [5]. Энтеробактерии также обладают способностью разлагать аминокислоты. Рост клостридий и энтеробактерий может быть подавлен молочнокислым брожением.

Рентабельность молочных и откормочных ферм крупного рогатого скота в значительной степени зависит от приготовления и использования высококачественного силоса. Одной из лучших кормовых трав является люцерна. Люцерна – это полезный источник белка. Она бога-

та витаминами, в первую очередь, каротином, и имеет высокое содержание минеральных веществ, в том числе макроэлементов (N, P, K, Ca, Mg, S, Na) и микроэлементов (Fe, Mn, Cu, Zn, B), что отвечает потребностям животных. Однако ее трудно силосовать из-за низкого содержания водорастворимых углеводов, влаги и высокой буферной способности свежей массы [6].

При консервировании люцерны целесообразно применять химические или бактериальные инокулянты. В противном случае ускоряется активность маслянокислых бактерий, которые используют существующие сахара для своей жизнедеятельности, что приводит к увеличению содержания масляной кислоты. Эпифитных молочнокислых бактерий (менее 1% микрофлоры) недостаточно для быстрой стимуляции процесса силосования, поэтому необходимо применять закваску штаммов молочнокислых бактерий, которые поддерживают процесс силосования, предотвращают потерю сухого вещества и маслянокислое брожение.

Сообщается, что использование бактериальных инокулянтов необходимо при силосовании люцерны, травосмесей клевера и кукурузы, поскольку они способствуют более быстрому снижению кислотности корма, подавляют рост вредных микроорганизмов и повышают аэробную стабильность силоса. Молочнокислые бактерии, помимо улучшения качества силоса, обладают пробиотической активностью в пищеварительном тракте животных, повышают аппетит и ежедневное потребление корма, тем самым способствуя увеличению производства молока или мяса, общему приросту и высокому коэффициенту конверсии корма [7, 8].

Цель исследований – изучить влияние инокулянта из молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri* на сохранность и качество силоса люцерны.

Объекты и методы

Объектом исследования служил силос люцерны, подвергнутый обработке препаратом на основе комбинации гомоферментативных и гетероферментативных молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri*, которые были выделены из ризосферы кукурузы. Идентификацию бактерий проводили путем секвенирования генов 16S рРНК и определения штамма сравнением полученного сиквенса с последовательностями, доступными в базе данных GenBank.

Концентрацию микробных клеток в суспензиях оценивали методом высева последовательных серийных десятикратных разведений на плотные питательные среды MRS («HiMedia Laboratories», Индия) с последующим подсчетом выросших колоний [9].

Исследование зоотехнических показателей корма проводили общепринятыми методами [10-13]. Нейтрально-детергентную (НДК) и кислотно-детергентную клетчатку (КДК) определяли по методу Ван-Соеста [14]. Влажность устанавливали как разницу в весе до и после сушки при температуре 105°C до постоянной массы. Содержание сухого вещества вычисляли по формуле

$$y = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100\%,$$

где m_1 – масса бюкса, г;

m_2 – масса бюкса с пробой до высушивания, г;

m_3 – масса бюкса с пробой после высушивания, г.

Значение рН силоса определяли в экстрактах с помощью рН-метра (Hanna HI 83141).

Влияние бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri* на химический состав и ферментационные характеристики силоса люцерны было проверено в лабораторных условиях. Для силосования использовался первый срез люцерны на второй год выращивания. Сбор урожая был произведен в начале фазы цветения, влажностью 65%. Массу резали с длиной измельчения около 20 мм.

Суспензии перечисленных выше изолятов микроорганизмов с титром 10^9 КОЕ/мл смешивали

вали в равных количествах, разводили водой в соотношении 1:10 и проводили обработку резки люцерны с последующим тщательным перемешиванием.

Для проведения опыта были сформированы два образца: образец № 1 – опыт, где зеленую массу обрабатывали бактериальным инокулянт-ом из расчета 0,02% от веса, и образец № 2 – контроль, где силосуемую массу обрабатывали водой в том же количестве, что и инокулянт, чтобы содержание влаги в силосе было одинаковым. Для распыления жидкости на зеленую массу использовался ручной распылитель. Образцы перемешивали и фасовали в лабораторные емкости объемом 15 л с крышками с водяным клапаном. Емкости были наполнены 8 кг уплотненной, измельченной массы и оставлены в темном месте при температуре от +20 до +22°C на 70 дней, после чего силос анализировали.

Результаты исследований и их обсуждение

Химический состав исходного материала перед силосованием был следующим: сухое вещество (СВ) $350,1 \pm 3,5$ г/кг СВ, сырой протеин – $179,2 \pm 2,7$ г/кг СВ, сырая клетчатка – $274,4 \pm 3,2$ г/кг СВ, сырая зола – $109,7 \pm 1,4$ г/кг СВ, сырой жир – $23,4 \pm 1,1$ г/кг СВ, БЭВ (безазотистые экстрактивные вещества) $413,3$ г/кг СВ, КДК – $305,6 \pm 3,5$ г/кг СВ и НДК – $446,1 \pm 3,4$ г/кг СВ.

Исследования показали, что на 70-й день силосования значения сухого вещества, сырого протеина и молочной кислоты были выше в силосе, обработанном микробным инокулянт-ом, на 4,8; 16,2 и 10,7% соответственно. Показатели КДК (кислотно-детергентной клетчатки), НДК (нейтрально-детергентной клетчатки), уксусной кислоты и рН были ниже, чем в контроле, на 10,4; 5,6; 17,3 и 11,1% соответственно. В процессе силосования существенно снизилось содержание БЭВ, что связано с потреблением легко гидролиз-уемых углеводов силосной микрофлорой. Показатели КДК и НДК по сравнению с исходной массой люцерны увеличились и в контрольной, и в опытной группе, что можно объяснить преимущественным сбраживанием углеводов фракции БЭВ. При этом уровень КДК и НДК заметно не менялся, в результате чего их процентное содержание в сухом веществе готового силоса возросло за счет снижения количества БЭВ (табл.).

Химические, энергетические и ферментационные параметры необработанного силоса и обработанного микробным инокулянтom

Наименование показателя	Группа	
	контрольная	опытная
Сухое вещество (СВ), г/кг	320,2±3,1	335,6±3,7
Сырой протеин, г/кг СВ	184,3±1,7	214,2±2,2
Сырая клетчатка, г/кг СВ	304,1±3,1	295,3±3,7
Сырая зола, г/кг СВ	116,1±1,6	112,6±1,6
Сырой жир, г/кг СВ	26,0±1,3	26,8±1,3
БЭВ, г/кг СВ	369,5	351,3
Обменная энергия, МДж/кг	8,81	9,02
КДК, г/кг СВ	366,2±2,1	331,7±2,4
НДК, г/кг СВ	493,4±3,1	467,1±3,5
рН	4,9±0,1	4,4±0,1
Содержание в общей доле органических кислот, %		
Молочная кислота	58,5	64,8
Уксусная кислота	41,2	35,1
Масляная кислота	0,3	0,06

Более высокое содержание сухого вещества и сырого протеина и более низкое содержание КДК и НДК в опытной группе указывают на то, что силос, обработанный препаратом из молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri*, имеет лучший биохимический состав по сравнению с контролем. Известно, что чем меньше в корме КДК и НДК, тем выше переваримость и доступность энергии и питательных веществ грубого корма. При этом нормализуется азотистый обмен, усиливается микробиологическая активность в рубце животных и повышается их продуктивность [15].

Большая потеря сухого вещества в контроле является результатом замедленного молочно-кислого и уксуснокислого брожения, которое в данном случае регулируется только эпифитными молочнокислыми бактериями.

С другой стороны, при добавлении бактериальных инокулянтов образование молочной кислоты было более интенсивным, терялось меньше сухого вещества (СВ). Содержание НДК и КДК было выше в контроле, что, как уже сообщалось, отражает пониженную усвояемость.

Исследуемый микробный инокулянт из молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri* способствовал интенсификации молочнокислого брожения, положительно влиял на снижение рН, увеличение содержания молочной кислоты и снижение относительного содержания уксусной и масляной кислот в сило-

се. При этом лучше сохранялась его питательная ценность. В ходе опытов обнаружено, что внесение в силосуемую массу бактериальных культур *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri* ускоряет образование большего количества молочной кислоты, что позволяет улучшить качество силоса и снизить расщепление белка.

Выводы

Установлено, что обработка зеленой массы *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri* повышает сохранность силоса люцерны и его кормовых показателей. В обработанном силосе содержание сухого вещества, сырого протеина и молочной кислоты было выше, чем в контроле, а значения КДК, НДК, рН и уксусной кислоты были ниже, чем в кормах, без внесения молочнокислых бактерий. Содержание масляной кислоты в контроле было больше, чем в опытном силосе. Исследованные нами микробные культуры положительно влияли на молочнокислое и уксуснокислое брожение, предотвращали маслянокислое брожение, снижали потери кормовой ценности и обеспечивали хорошую сохранность и аэробную стабильность силоса. Полученные данные показали, что комбинированный препарат, содержащий гомоферментативные и гетероферментативные молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus buchneri*, может применяться при силосовании люцерны.

Библиографический список

1. Потехина, Р. М. Исследование полевого изолята *Fusarium sporotrichioides* RM+ / Р. М. Потехина. – Текст: непосредственный // Ветеринарный врач. – 2020. – № 4. – С. 31.
2. Потехина, Р. М. Морфологические изменения полевых изолятов рода *Trichoderma* после применения гербицидов / Р. М. Потехина – Текст: непосредственный // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 246, № 2. – С. 166.
3. Приготовление силоса и сенажа с применением отечественных биологических препаратов / В. А. Бондарев, В. М. Косолапов, В. П. Клименко [и др.]. – Москва: ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 2016. – 212 с. – Текст: непосредственный.
4. Токсикологическая оценка консорциума микроорганизмов для использования с целью повышения качества кормов / А. М. Трemasова, И. И. Идиятов, Ю. М. Трemasов, А. И. Ерошин. – Текст: непосредственный // Вестник Марийского государственного университета. – 2020. – № 3. – С. 318-325.
5. Методические рекомендации по рациональному использованию кормов в зимостойковый период 2011-2012 гг. / А. В. Иванов, К. Х. Папуниди, М. Я. Трemasов. – Казань: ФГБНУ «ФЦТРБ ВНИВИ», 2011. – 30 с. – Текст: непосредственный.
6. Можно ли силосовать люцерну? / В. В. Солдатова, Е. А. Йылдырым, Л. А. Ильина. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственные вести. – 2016. – № 1. – С. 48-51.
7. Оценка воздействия пробиотических штаммов на инфузории / И. И. Идиятов, С. Р. Хабирова, А. М. Трemasова [и др.]. – Текст: непосредственный // Ветеринарный врач. – 2020. – № 3. – С. 21-27.
8. Оценка безопасности выделенных из природных биотопов молочнокислых бактерий путем биотестирования на простейших и культуре клеток / С. Р. Хабирова (Галлямова), И. И. Идиятов, В. В. Бирюля [и др.]. – Текст: непосредственный // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2020. – № 1 (33). – С. 67-72.
9. ГОСТ Р 51426-2016. Микробиология. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Общее руководство по приготовлению разведений для микробиологических исследований. – Москва:

Стандартинформ, 2016. – 10 с. – Текст: непосредственный.

10. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 16 с. – Текст: непосредственный
11. ГОСТ Р 55986-2014. Силос из кормовых растений. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 12 с. – Текст: непосредственный
12. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 9 с. – Текст: непосредственный.
13. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 9 с. – Текст: непосредственный
14. Van Soest, P.J. (1990). Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*. 73 (4): 491-497. DOI: 10.1093/jaoac/73.4.491.
15. Кузьмина, Л. Н. Углеводное питание высокопродуктивных голштин-холмогорских коров с учетом качества кормов и их доступности / Л. Н. Кузьмина. – Текст: непосредственный // Агрозоотехника. – 2019. – Т. 2, № 2 – С. 7.

References

1. Potekhina, R.M. Issledovanie polevogo izolata *Fusarium sporotrichioides* RM+ / R.M. Potekhina. – Tekst: neposredstvennyi // Veterinarnyi vrach. – 2020. – No. 4. – S. 31.
2. Potekhina, R.M. Morfologicheskie izmeneniia polevykh izoliatov roda *Trichoderma* posle primeneniia gerbitsidov / Potekhina R.M. – Tekst: neposredstvennyi // Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Baumana. – 2021. – T. 246. – No. 2. – S. 166.
3. Prigotovlenie silosa i senazha s primeneniem otechestvennykh biologicheskikh preparatov / V.A. Bondarev, V. M. Kosolapov, V.P. Klimenko [i dr.]. – Moskva: FGBNU VNII kormov im. V.R. Vil'iamsa, 2016. – 212 s. – Tekst: neposredstvennyi.
4. Toksikologicheskaja otsenka konsortsiuma mikroorganizmov dlia ispolzovaniia s tseliu povysheniia kachestva kormov / A.M. Tremasova, I.I. Idiatov, Iu.M. Tremasov, A.I. Eroshin. – Tekst:

neposredstvennyi // Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2020. – No. 3. – S. 318-325.

5. Metodicheskie rekomendatsii po ratsionalnomu ispolzovaniuu kormov v zimne-stoilovyi period 2011 – 2012 gg. / A.V. Ivanov, K.Kh. Papunidi, M.Ia. Tremasov. – Kazan: FGBNU «FTsTRB VNIVI», 2011. – 30 s. – Tekst: neposredstvennyi.

6. Mozhno li silosovat liutsernu? / V.V. Soldatova, E.A. Ilydyrym, L.A. Ilina. – Tekst: neposredstvennyi // Selskokhoziaistvennye vesti. – 2016. – No. 1. – S. 48-51.

7. Otsenka vozdeistviia probioticheskikh shtammov na infuzorii / I.I. Idiatov, S.R. Khabirova, A.M. Tremasova [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyi // Veterinarnyi vrach. – 2020. – No. 3. – S. 21-27.

8. Otsenka bezopasnosti vydelennykh iz prirodnykh biotopov molochnokislykh bakterii putem biotestirovaniia na prosteishikh i kulture kletok / S.R. Khabirova (Galliamova), I.I. Idiatov, V.V. Biriulia [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyi // Problemy veterinarnoi sanitarii, gigieny i ekologii. – 2020. – No. 1 (33). – S. 67-72.

9. GOST R 51426–2016. Mikrobiologiya. Korma, kombikorma, kombikormovoe syre. Obshchee rukovodstvo po prigotovleniiu razvedenii dlia mikrobiologicheskikh issledovani. – Moskva: Standartinform, 2016. – 10 s.

10. GOST 13496.4-93. Korma, kombikorma, kombikormovoe syre. Metody opredeleniia sodержaniia azota i syrogo proteina. – Moskva: Standartinform, 2019. – 16 s.

11. GOST R 55986-2014. Silos iz kormovykh rastenii. Obshchie tekhnicheskie usloviia. – Moskva: Standartinform, 2014. – 12 s.

12. GOST 13496.15-2016. Korma, kombikorma, kombikormovoe syre. Metody opredeleniia massovoi doli syrogo zhira. – Moskva: Standartinform, 2020. – 9 s.

13. GOST31675-2012. Korma. Metody opredeleniia sodержaniia syroi kletchatki s primeneniem promezhutochnoi filtratsii. – Moskva: Standartinform, 2014. – 9 s.

14. Van Soest, P.J. (1990). Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*. 73 (4): 491-497. DOI: 10.1093/jaoac/73.4.491.

15. Kuzmina, L.N. Uglevodnoe pitanie vysokoproduktivnykh golshtin-kholmogorskikh korov s uchetom kachestva kormov i ikh dostupnosti / L.N. Kuzmina. – Tekst: neposredstvennyi // Agrozootekhnika. – 2019. – T. 2. – No. 2.

