

УДК 636.085

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕНАЖА ЛЮЦЕРНОВОГО В РАЗНЫЕ СРОКИ ХРАНЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ КОНСЕРВАНТОВ

Фаттахова Зиля Фидаилевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела агробиологических исследований, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук».

420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 48.

E-mail: fattahova.zf@mail.ru

Шакиров Шамиль Касымович, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. отдела агробиологических исследований, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук».

420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 48.

E-mail: intechkorm@mail.ru

Шарафутдинов Газимзян Салимович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Биотехнология, животноводство и химия», ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65.

E-mail: gazimsharaf_kgay@mail.ru

Хакимов Исмагиль Насибуллович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: Hakimov_2@mail.ru

Ключевые слова: сенаж, люцерна, хранение, консервант, кислотность, показатель.

Цель исследований – улучшение биохимических свойств и качества сенажа люцернового за счёт применения биологических консервантов. Кормовое сырьё из многолетних трав играет большую роль в кормлении коров. Кормовая ценность люцерны напрямую зависит от фазы вегетации, метода консервации и переработки. Исследования в области производства консервантов, а также поиск и подбор лучших из них, актуальны вследствие широкого распространения силосно-сенажного типа кормления крупного рогатого скота и высокого удельного веса сенажа в структуре рациона. Объектом исследования является динамика уровня рН и накопление органических кислот в люцерновом сенаже, материалом для закладки послужила зеленая масса люцерны посевной сорта Айслу. Эксперимент проводился в условиях лаборатории отдела агробиологических исследований ТатНИИСХ обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН в 2018 г. В результате проведенных опытов установлено, что применение препаратов Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил привело к быстрому подкислению корма до рН = 4,7 уже на 10 день хранения, что послужило промежуточным консервирующим фактором, ограничивающим интенсивность развития маслянокислых бактерий на первом этапе сенажирования и, в дальнейшем, обеспечило хорошую сохранность кормов. На 60 сутки хранения в пробах сенажа с биопрепаратами Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил установлена достоверная разница ($p \leq 0,05$) по показателям суммы трех кислот и массовой доли молочной и масляной кислоты, соответственно, на 1,13; 1,23; 0,22 % и 0,99; 1,25; 0,22 % по отношению к контрольному образцу без введения консерванта.

ALFALFA HAYLAGE BIOCHEMICAL INDICATORS WITH BIOLOGICAL PRESERVATIVES IN DIFFERENT STORAGE TIME

Z. F. Fattakhova, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Department Agrobiological Research, Tatar Research Institute of Agriculture – a separate structural division of the Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences».

420059, Kazan, Orenburgsky tract street, 48.

E-mail: fattahova.zf@mail.ru

Sh. K. Shakirov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department Agrobiological Research, Tatar Research Institute of Agriculture – a separate structural division of the Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences».

420059, Kazan, Orenburgsky tract street, 48.

E-mail: intechkorm@mail.ru

G. S. Sharafutdinov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Biotechnology, Livestock and Chemistry», FSBEI HE Kazan State Agrarian University.

420015, Kazan, K. Marks street, 65

E-mail: gazimsharaf_kgay@mail.ru

I. N. Khakimov, Doctor of agricultural Sciences, Professor of the Department «Zootechnia», FSBEI HE Samara State Agrarian University.

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelskiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: xakimov_2@mail.ru

Keywords: haylage, alfalfa, storage, preservative, acidity, indicator, storage.

The aim of the research is improving the biochemical properties and alfalfa haylage quality using biological preservatives. Feed from perennial grasses play an important role for cows. The feed value of alfalfa directly depends on the vegetation phase, conservation and processing method. Research of preservative production, as well as selection of the best, is relevant due to widespread use of silage and haylage for cattle feeding and its high use in the animal diet. The object of the study is the dynamics of the pH level and the accumulation of organic acids in alfalfa haylage, including alfalfa herbage of the Aislu variety. The experiment was conducted in the laboratory of the Department of agro-biological research of the Tatar Research Institute of Agriculture – a separate structural division of the Federal research center «Kazan scientific center of the Russian Academy of Sciences» in 2018. As a result of the experiments, it was found that the use of SIL-All 4×4 and Ferbak-SIL agents led to rapid acidification of the feed reaching pH = 4.7 already on the 10th day of storage, which served as an intermediate preserving factor that limited the intensity of the development of butyrate bacteria at the first stage of haylage and, further, provided good preservation of the feed. On the 60th day of storage, a significant difference ($p \leq 0.05$) with biological agents of SIL-All 4×4 and Ferbak-SIL taking into account the sum of three acids and mass of lactic and butyric acids, respectively, was found in haylage amounting to 1.13; 1.23; 0.22 % and 0.99; 1.25; 0.22 % relative to the control sample without the introduction of a preservative.

Кормовое сырье из многолетних трав играет большую роль в кормлении коров. Такая культура, как люцерна, являясь одной из основных высокопротеиновых бобовых трав с богатым содержанием витаминов, макро- и микроэлементов, отличающаяся высокой урожайностью, универсальностью применения и длительным использованием, выступает самым низко затратным компонентом кормопроизводства, а также естественным растительным покровом кормовых угодий, обеспечивающих устойчивость сельскохозяйственных земель к воздействию климата и негативных процессов. Благодаря целому ряду достоинств эта культура многоцелевого использования может успешно применяться в рационах кормления животных в виде сена, зеленого корма, сенажа, кормовых гранул и брикетов [3, 4].

Кормовая ценность люцерны напрямую зависит от фазы вегетации, метода консервации и переработки. Основные причины сложности сохранения люцерны в качестве сенажа заключаются в ее высокой буферной емкости, недостаточном содержании сбраживаемых сахаров и быстром распаде протеина. В мировой практике кормопроизводства наиболее благоприятные результаты при заготовке сенажа люцернового, равноценного исходной зеленой массе по переваримости питательных веществ, протеиновой и энергетической питательности были получены при использовании целой системы препаратов, включающих в себя биологические (бактериальные, ферментные, полиферментные), химические (органические и минеральные кислоты) и комплексные (биологические и химические) консерванты [4, 6, 7]. За последние 5 лет в России темпы роста рынка консервантов для заготовки сочных кормов (силоса и сенажа) составляют 20-30% в год, в том числе и за счёт расширения ассортимента препаратов отечественного производства [1, 3].

Учитывая широкое распространение силосно-сенажного типа кормления крупного рогатого скота и высокий удельный вес сенажа в структуре рациона (30-45% от общей питательности),

разработки и исследования в области производства консервантов, а также поиск и подбор лучших из них, является актуальной темой.

Цель исследований – улучшение биохимических свойств и качества сенажа люцернового за счёт применения биологических консервантов.

Задача исследований – выявление воздействия биопрепаратов на активную кислотность и содержание органических кислот в сенаже люцерновом в течение 60 суток хранения.

Материалы и методы исследований. В соответствии со схемой опыта для изучения были использованы коммерческие промышленные образцы биологических консервантов зарубежного и отечественного производства: Сил-Олл 4×4 (Lallemand Animal Nutrition, Канада), Фербак-Сил (ООО «НПИ «Биопрепараты», г. Казань, Россия). В состав активных компонентов биопрепарата Сил-Олл 4×4 входит комплекс микроорганизмов (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Propionibacterium acidipropionici*) с суммарным содержанием в одном грамме не менее 2×10^{11} КОЕ и ферменты (α -амилаза, целлюлаза, ксиланаза, β -глюканаза). Консервант Фербак-Сил состоит из *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Propionibacterium freudenreichii* (1×10^9 КОЕ/г), а также ферментов – ксиланазы, амилазы, целлюлазы. Данный консервант является совместной научной разработкой сотрудников ООО «НПИ «Биопрепараты» и ТатНИИСХ обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН [2].

Согласно инструкции производителя дозы внесения биоконсервантов следующие: Сил-Олл 4×4 – 2,5 г/т, Фербак-Сил – 70 мл/т.

Объект исследования – образцы сенажа, заготовленные из люцерны посевной сорта Айслу селекции ТатНИИСХ обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН. В качестве контрольного образца служили пробы кормов без применения биоконсервантов.

Согласно требованиям «Методические рекомендации по изучению в лабораторных условиях консервирующих свойств химических препаратов, используемых при силосовании кормов» (М. Т. Таранов, В. Л. Владимиров, П. А. Науменко, 1983) измельченную и провяленную зеленую массу люцерны тщательно утрамбовывали, закладывали в полимерные банки объемом 3 л, герметично закрывали и хранили в затемненном помещении лаборатории отдела агробиологических исследований ТатНИИСХ обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН при температуре +8...+18°C.

Для полной оценки консервирующего эффекта используемых биопрепаратов уровень активной кислотности (рН) и органических кислот в пробах кормов изучали на 3, 6, 10, 17, 30, 60 день хранения кормовой массы.

Определение активности ионов водорода в сенаже люцерновом проводили согласно ГОСТ 26180-84 «Корма. Методы определения аммиачного азота и активной кислотности (рН)» с помощью иономера лабораторного И-160 МИ (Россия, ООО «Измерительная техника»). Содержание молочной, масляной и уксусной кислот – методом Леппера-Флига по ГОСТ Р55986-2014 «Силос из кормовых растений. Общие технические условия».

Статистическая обработка данных произведена с использованием программы Microsoft Excel пакета Microsoft Office 2010.

Исследования проведены в рамках государственного задания «Мобилизация генетических ресурсов растений и животных, создание новаций, обеспечивающих производство биологически ценных продуктов питания с максимальной безопасностью для здоровья человека и окружающей среды», зарегистрированного под номером АААА-А18-118031390148-1.

Результаты исследований. На рисунке 1 представлены результаты исследований активной кислотности (рН) в сенаже люцерновом в зависимости от продолжительности хранения и использования различных биоконсервантов. Первые 6 суток рН во всех вариантах опыта был без изменений и составил 5,2 ед.

Процессы относительной стабилизации брожения в сенаже люцерновом с добавлением биоконсервантов наблюдаются уже на 10 день хранения, что свидетельствует об ускорении подкисления зеленой массы за счет осмоотolerантных штаммов молочнокислых бактерий, входящих в их состав, которые в свою очередь исключают развитие гнилостной ферментации. В то же время на данном этапе приготовления корма у контрольной пробы (без применения биопрепаратов) рН

осталась неизменной. Наибольшее снижение активной кислотности по отношению к контролю – на 0,5 ед. ($p>0,05$) – установлено в образце сенажа с консервантом Сил-Олл 4×4.

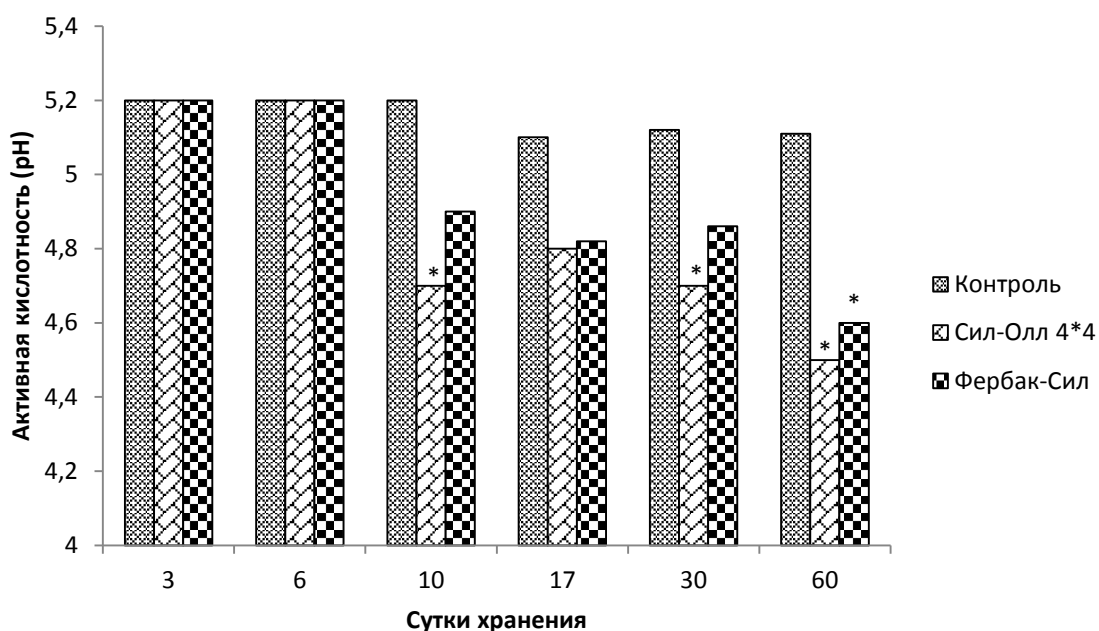


Рис. 1. Динамика уровня активной кислотности (рН) сенажа из люцерны (n=2)
(* – $p>0,05$ по отношению к контрольному образцу)

В дальнейшем, на 17 и 30 сутки консервации, данная тенденция сохраняется, понижение уровня рН в сенаже люцерновом с добавлением препаратов Сил-Олл 4×4 и Фербак-Силл составило, соответственно, 0,3 ($p>0,05$) и 0,33 ед., по сравнению с контролем.

В последующем, на 60 день хранения, активная кислотность была лучшей в вариантах с биопрепаратами Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил – от 4,55 ($p>0,05$) до 4,6 ($p>0,05$), худшая – в контрольной пробе – 5,15. Данные хорошо иллюстрирует, что введение исследуемых биологических консервантов в сенажную массу люцерны обеспечивает быстрое подкисление зеленой массы, при котором достигается критический уровень рН для маслянокислых бактерий, вследствие чего корм приобретает всё большую стабильность при хранении. Данные результаты согласуются с исследованиями Ю. А. Победнова, J. Bai, E. C. Lara [2, 5, 7].

Изменения в накоплении органических кислот и их соотношения в сенажной массе люцерны подтверждается данными уровня активной кислотности (табл. 1). На 3 сутки хранения образование органических кислот происходило более интенсивно в пробах с применением биопрепарата Сил-Олл 4×4, повысилось количество трех кислот на 0,58% и доля молочной кислоты – на 0,36% по отношению к контролю.

На 10 сутки сенажирования вырисовывается общая тенденция содержания органических кислот. Так, в контрольном образце сенажа люцернового зафиксировано минимальное количество трех кислот – 2,05%, а также начало накопления масляной кислоты – 0,03%.

К 30 дню хранения наибольшее количество молочной кислоты наблюдается в кормах с добавлением консерванта Фербак-Сил – с превышением на 0,54% ($p>0,05$), уксусной кислоты – в кормах с добавлением препарата Сил-Олл 4×4 – с превышением на 0,47% ($p>0,05$), по сравнению с контролем. Масляная кислота обнаружена только в контрольном образце сенажа (0,11%), что свидетельствует о высокой активности энтеробактерий, приводящих в последующем к потере энергетической питательности и порчи корма.

На 60 сутки консервирования данная тенденция сохраняется и в пробах с биопрепаратами Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил, установлена достоверная разница ($p>0,05$) по показателям суммы трех кислот и массовой доли молочной и масляной кислот по отношению к контролю, соответственно, на 1,13; 1,23; 0,22% и 0,99; 1,25; 0,22%.

Таблица 1

Содержание органических кислот в сенаже из люцерны (n=2)

День хранения	Варианты опыта	Массовая доля кислот, абс. %			Сумма трёх кислот, %	Соотношение кислот, %		
		молочная	уксусная	масляная		молочная	уксусная	масляная
3	Контроль	1,62	0,50	0,00	2,12	76,00	24,00	0,00
	Сил-Олл 4×4	1,98	0,72	0,00	2,70	73,00	27,00	0,00
	Фербак-Сил	1,62	0,63	0,00	2,25	72,00	28,00	0,00
6	Контроль	2,16	0,56	0,00	2,72	79,00	21,00	0,00
	Сил-Олл 4×4	2,05	0,70	0,00	2,75	75,00	25,00	0,00
	Фербак-Сил	1,96	0,62	0,00	2,58	76,00	24,00	0,00
10	Контроль	1,58	0,44	0,03	2,05	77,00	22,00	1,00
	Сил-Олл 4×4	1,97	0,46	0,00	2,43	81,00	19,00	0,00
	Фербак-Сил	1,80	0,50	0,00	2,30	78,00	22,00	0,00
17	Контроль	1,36	0,59	0,07	2,02	78,00	20,00	2,00
	Сил-Олл 4×4	2,06	0,42	0,00	2,48	83,00	17,00	0,00
	Фербак-Сил	1,54	0,46	0,01	2,01	76,50	23,00	0,50
30	Контроль	1,77	0,76	0,11	2,64	67,00	29,00	4,00
	Сил-Олл 4×4	1,74	1,23*	0,00	2,97	59,00	41,00	0,00
	Фербак-Сил	2,31*	0,56	0,00	2,87	80,00	20,00	0,00
60	Контроль	1,68	0,91	0,22	2,81	60,00	32,00	8,00
	Сил-Олл 4×4	2,96*	0,98	0,00*	3,94*	75,0	25,0	0,00
	Фербак-Сил	2,93*	0,87	0,00*	3,80*	77,0	23,0	0,00

Примечание: * $p > 0,05$ по отношению к контрольному образцу.

В сенаже люцерновом без применения консервантов, напротив, наблюдается постепенное увеличение степени масляной кислоты до 0,22%, что привело к снижению качества и классности готового корма.

Заключение. Основываясь на результатах процесса консервирования сенажа из люцерны в динамике на 3, 6, 10, 17, 30, 60 сутки хранения, можно заключить, что применение биопрепаратов Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил позволяет обеспечить быстрое подкисление корма до pH = 4,7 уже на 10 день, повышает накопление концентрации молочной кислоты и устраняет образование масляной кислоты. Таким образом, добавление данных препаратов позволяет улучшить биохимические показатели сенажа, предотвратить развитие маслянокислого брожения, которое является причиной активного развития энтеробактерий, прямых конкурентов молочнокислых бактерий по сбраживанию сахара, что в итоге обеспечит хорошую стабильность в течение всего срока хранения, высокую сохранность и качество готового объемистого корма.

Библиографический список

1. Буряков, Н. П. Влияние биологических консервантов на кислотность и энергетическую ценность люцернового сенажа / Н. П. Буряков, А. В. Косолапов, П. И. Мезенцев // Главный зоотехник. – 2018. – №6. – С. 24-29.
2. Пат. 2638188 Российская Федерация, МПК А 23 К 30/18. Способ силосования трав биологическим консервантом «Фербак-Сил Б-1» / Гибадуллина Ф. С., Шакиров Ш. К., Ибатуллина Р. П. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ТатНИИСХ». – №2638188/13; заявл. 23.10.14; опубл. 12.12.17, Бюл. №14. – 13 с.
3. Победнов, Ю. А. Биологические особенности и принципы консервирования люцерны / Ю. А. Победнов, В. П. Клименко, А. А. Мамаев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, №2. – С. 44-47. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10211.
4. Фаттахова, З. Ф. Динамика изменения питательности сенажа люцернового по срокам хранения при применении различных биологических консервантов / З. Ф. Фаттахова, Ш. К. Шакиров, И. Т. Бикчантаев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, №3. – С. 77-81. – DOI: 10.12737/article_5db95f99849449.22933527.
5. Bai, J. Effects of antibacterial peptide-producing *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus buchneri* on fermentation, aerobic stability, and microbial community of alfalfa silage / J. Bai, D. Xu, D. Xie [et al.] // Bioresource Technology. – 2020. – №315(123881). – DOI: org/10.1016/j.biortech.2020.123881.
6. Guo, G. Fermentation quality and in vitro digestibility of first and second cut alfalfa (*Medicago sativa* L.) silages harvested at three stages of maturity / G. Guo, C. Shen, Q. Liu [et al.] // Animal Feed Science and Technology. – 2019. – No 257(114274). – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114274.

7. Lara, E. C. Changes in the nutritive value and aerobic stability of corn silages inoculated with *Bacillus subtilis* alone or combined with *Lactobacillus plantarum* / E. C. Lara, F. C. Basso, F. B. De Assis [et al.] // *Animal Production Science*. – 2016. – Vol. 56, №11. – P. 1867-1874. – DOI: 10.1071/AN14686.

References

1. Buryakov, N. P., Kosolapov, A. V., & Mezentsev, P. I. (2018). Vliianie biologicheskikh konservantov na kislotnost i energeticheskuiu cennost liucernovogo senazha [The influence of biological preservatives on the acidity and the energy value of alfalfa haylage]. *Glavnyi zootekhnik – Glavnyi zootekhnik*, 6, 24-29 [in Russian].
2. Gibadullina, F. S., Shakirov, Sh. K., Ibatullina, R. P., Tagirov, M. Sh., Alimova, F. K., & Fattakhova, Z. F. (2017). Sposob silosovaniia trav biologicheskim konservantom «Ferbak-Sil B-1» [Method for silage with biological preservative «Ferbak-Sil B-1»]. *Patent 2638188*, Russian Federation, IPC A 23 K 30/18, 2638188/13 [in Russian].
3. Pobednov, Yu. A., Klimenko, V. P., & Mamaev A. A. et al. (2018). Biologicheskie osobennosti i principy konservirovaniia liucerni [Biological peculiarities and main principles of alfalfa conservation]. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK – Achievements of Science and Technology of AICis*, 32, 2, 44-47. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10211 [in Russian].
4. Fattakhova, Z. F., Shakirov, Sh. K., & Bikchantaev, I. T. (2019). Dinamika izmeneniia pitatelivosti senazha liucernovogo po srokam hraneniia pri primenenii razlichnikh biologicheskikh konservantov [Dynamics of changes in the feeding value of alfalfa haylage by terms of section days of storage when using various biological preservatives]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 14, 3, 77-81. – DOI: 10.12737/article_5db95f99849449.22933527 [in Russian].
5. Bai, J., Xu, D., & Xie, D. et al. (2020). Effects of antibacterial peptide-producing *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus buchneri* on fermentation, aerobic stability, and microbial community of alfalfa silage. *Bioresource Technology*, 315(123881). – DOI: org/10.1016/j.biortech.2020.123881.
6. Guo, G., Shen, C., & Liu Q. et al. (2019). Fermentation quality and invitro digestibility of first and second cut alfalfa (*Medicago sativa* L.) silages harvested at three stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 257(114274). – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114274.
7. Lara, E. C., Basso, F. C., & De Assis, F. B. et al. (2016). Changes in the nutritive value and aerobic stability of corn silages inoculated with *Bacillus subtilis* alone or combined with *Lactobacillus plantarum*. *Animal Production Science*, 56 (11), 1867-1874. – DOI: 10.1071/AN14686.