

Технология заготовки сенажа в рулонах с использованием биологических и химических консервантов

Оксана Александровна Маслова¹, Максим Сергеевич Жужин¹,
Николай Николаевич Кучин¹, Владимир Анатольевич Жирнов²

¹Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Нижегородская обл., Княгинино, Россия

²Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. И.Н. Блохиной, г. Нижний Новгород, Россия

e-mail: alexandrovangiei@mail.ru

Аннотация. Задача производства высококачественных кормов за счёт внедрения современных инновационных технологий и создание качественной кормовой базы, является первостепенной для отрасли животноводства. Целью исследований являлось испытание различных биологических и химических препаратов и их совместное применение при консервировании сенажа в рулоне, упакованном в пленку, для улучшения его качества и сохранности. Схема опыта предусматривала использование для обработки сырья бензойной кислоты и порошкообразной серы в комбинации с биопрепаратами Биотроф и Биосил НН, а также только с бензойной кислотой в сравнении с приготовлением сенажа без препаратов. Для заготовки сенажа использовали козлятник восточный в смеси со злаками. Закладку опытных партий сенажа проводили в производственных условиях по общепринятой методике лабораторных опытов. Качество сенажа контролировалось по органолептическим показателям, кислотности, содержанию и соотношению кислот брожения. В результате проведённых исследований было установлено, что консервированный различными препаратами сенаж имел лучшие органолептические показатели, характерные для качественного корма. Лучшим вариантом консервирования оказалась комбинированная обработка сенажируемой массы порошкообразной серой и молочнокислой закваской Биосил НН. Использование этих препаратов исключало образование в сенаже масляной кислоты, обеспечивало доминирование в составе кислот брожения молочной кислоты (83,0 %), благодаря чему корм оказался лучше подкисленным (рН = 4,7), чем сенаж без добавок (рН = 5,38). По результату комплексной оценки качества сенажа по всем оцениваемым показателям этот корм отвечал требованиям, предъявляемым к 1-му классу качества, который в наибольшей степени отвечает потребностям жвачных животных.

Ключевые слова: заготовка кормов; зелёная масса; проявление; сенаж; рулон; упакованный в пленку; биологические и химические консерванты.

Для цитирования: Маслова О. А., Жужин М. С., Кучин Н. Н., Жирнов В. А. Технология заготовки сенажа в рулонах с использованием биологических и химических консервантов // Аграрный научный журнал. 2023. № 4. С. 130–136. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i4pp130-136>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Technology for preparing silage in rolls with the use of biological and chemical preservatives

Oksana A. Maslova¹, Maksim S. Zhuzhin¹, Nikolay N. Kuchin¹, Vladimir A. Zhirnov²

¹Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Russia

²Nizhny Novgorod Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after I.N. Blokhin, Nizhny Novgorod, Russia

e-mail: alexandrovangiei@mail.ru

Abstract. The task of producing large feeds through the dissemination of modern technologies and the creation of a high-quality forage base is paramount for animal husbandry. The aim of the study is to





study various biological and medical preparations and their complex use while maintaining the senate in the expanded, revealed in the film, to clarify its quality and safety. The scheme of the experiment provides for the use of benzoic acid and powdered sulfur for surface treatment in case of detection with biological preparations Biotrof and Biosil NN, as well as only with benzoic acid in searches with the preparation of haylage without preparations. For harvesting haylage, oriental goat's rue mixed with cereals is used. The laying of experimental batches of haylage is carried out under production conditions according to the generally accepted methodology of laboratory experiments. The quality of haylage was controlled by organoleptic parameters, acidity, content and ratio of acid fermentation. As a result of the research, it was found that canned haylage drugs have the best organoleptic characteristics characteristic of high-quality feed. The best effect of conservation was the combined treatment of silage powdered sulfur and lactic ferment Biosil NN. The use of these preparations increases the formation of butyric acid in the haylage, the dominance of lactic acid in the residues of acid fermentation (83.0%) has been identified, due to the fact that the feed is better acidified ($\text{pH} = 4.7$) than haylage without consumption ($\text{pH} = 5.38$). According to the result of a comprehensive assessment of the quality of haylage for all assessed indicators, this feed is applied to the 1st quality class, which to the greatest extent gives an assessment of ruminant tests.

Keywords: forage harvesting; green mass; wilting; haylage; grinding; getting into the film; biological and chemical preservatives.

For citation: Maslova O. A., Zhuzhin M. S., Kuchin N. N., Zhirnov V. A. Technology for preparing silage in rolls with the use of biological and chemical preservatives // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(4):130–136. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i4pp130-136>.

Введение. Одним из приоритетных направлений в сельском хозяйстве является наличие качественной кормовой базы, соответствующей потребностям животноводства. Одним из основных способов консервирования многолетних бобовых трав и бобово-злаковых смесей является приготовление сенажа. Наиболее прогрессивной технологией его заготовки считается приготовление сенажа в виде рулонов, для создания герметичности упакованных в несколько слоёв полимерной плёнки.

Цель исследований – определить наиболее эффективный консервант или комбинацию консервантов для заготовки из козлятника восточного сенажа в рулоне, упакованного в пленку.

Методика исследований. Авторами проведены лабораторные исследования по хранению сенажа в рулоне, упакованном в плёнку, с добавлением биологических и химических консервантов по следующей схеме (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта

Вариант	Характеристика сенажа	Количество повторений	Изучаемые показатели
I контрольная	Без консерванта (абсолютный контроль)	3	pH, влага, сухое вещество, содержание и соотношение органических кислот
II опытная	С бензойной кислотой, 1 кг/т + Биотроф	3	
III опытная	С бензойной кислотой, 1 кг/т + Биосил НН	3	
IV опытная	С порошкообразной серой, 2 кг/т	3	
V опытная	С порошкообразной серой, 1 кг/т + Биотроф	3	
VI опытная	С порошкообразной серой, 1 кг/т + Биосил НН	3	

Хранение опытных партий сенажа, заложенных по схеме опыта в производственных условиях, показано на рис. 1.

Для закладки опыта использовали травостой смеси козлятника со злаками, который скашивали.

Для обработки сенажной массы перед закладкой на хранение использовали не растворимые в воде сухие порошкообразные химические консерванты порошкообразную серу и бензойную кислоту, а из биологических заквасок – Биотроф и Биосил НН.

Биологический препарат Биотроф предназначен для сохранения проявленной зелёной массы. Синтезирован размножением чистой культуры молочнокислых бактерий осмоотолерантного



штамма *Lactobacillus plantarum* № 60 в питательной среде [3–5]. По внешнему виду представляет коричневую жидкость с концентрация живых клеток 400 мл об./мл. Доза внесения – 67 мл препарата на тонну консервированной массы или 3 л рабочего раствора при разбавлении водой в соотношении 1:44.



Рис. 1. Хранение опытных образцов сенажа в производственных условиях

Биопрепарат Биосил НН представляющая собой микробную массу живых гомоферментативных молочнокислых микроорганизмов, состоящую из лактококка (*Lactococcus lactis*) и лактобациллы (*Lactobacillus casei*) в соотношении 1:1, суспензированные в питательной среде содержащей гидролизат биопротеинов и глюкозу. Это жёлто-коричневая жидкость, способная осаждаться. Применяется для силосования зелёной массы всех видов растений, плющеного зерна и консервирования сенажа [6, 7]. Расход 1 л закваски на 40 т зелёной массы. Регистрационный номер в реестре зарегистрированных кормовых добавок ПВР-2-28.12/02868.

Бензойная кислота (C_6H_5COOH) относится к ряду ароматических кислот и представляет из себя порошок или хлопья желтоватого цвета, без запаха, плохо растворимые в воде. Рекомендуются для консервирования влажной растительной массы, подавляет развитие гнилостных бактерий и дрожжей. По большому счету действие бензойной кислоты в основном направлено против дрожжей и плесеней, в том числе агентов, образующих афлатоксин. Её противомикробная эффективность основана на блокировании ферментативной системы микробной клетки. Помимо этого, бензойная кислота также действует на клеточную мембрану, усиливая её проницаемость.

Растворяется лишь при достижении кормом значения pH 4,2. По консервирующему эффекту не уступает другим органическим кислотам. Дозы применения для консервирования бобовых трав – 4,5 кг/т массы [7–9].

Консервирующее действие порошкообразной серы основано на образующихся в процессе её использования микроорганизмами производных, таких сернистый газ, сернистый ангидрид и др. Они также образуются в основном при крекинге порошков аморфной серы в метиловых и этиловых эфирах молочной и уксусной кислот, а также в альдегидах, синтезируемых при ферментации до молочной кислоты [11].

Доза внесения для консервации плющеного зерна 1, при силосовании кукурузы 2 кг/т. Дозировка препарата для консервирования сенажа не установлена. Основанием для использования порошкообразной серы при консервировании кормов является её относительная дешевизна и доступность [10]. Помимо низкой стоимости консерванта, немаловажным фактором в отличие от всех других химических препаратов является безопасность в применении как для человека, так и для животных.

Оценку качества сенажа проводили согласно требованию ГОСТ Р 55452-2013 «Национальный стандарт Российской Федерации. Сено и сенаж. Технические условия» [2] и ОСТ 10 201-97 «Стандарт отрасли сенаж» [1]. Проводили органолептическую оценку определяли и показатели консервирующей эффективности: рН, содержание и соотношение органических кислот (молочной, уксусной и масляной).

Результаты исследований. Органолептическая оценка сенажей проводилась через 10 месяцев после закладки. Во всех вариантах обработки и хранения сенаж имел светло-бурые оттенки. Образцы сенажа с консервантами имели фруктово-кислый запах, без консерванта – слабовыраженный запах затхлости. Наличие очагов плесени отмечено в контроле и сенаже с бензойной кислотой и Биотрофом. В остальных образцах плесени не обнаружено. При этом структура в опытных образцах сохранилась, лишь в образце контроля сверху рулона структура – мажущая (табл. 2).

Таблица 2

Органолептическая оценка сенажей

Сенаж	Цвет	Запах	Наличие плесени	Структура
Без консерванта (контроль)	Светло-бурый	Затхлости	Полностью покрыт верхний слой рулона	Мажущая
С бензойной кислотой, 1 кг/т + Биотроф	Светло-бурый	Фруктово-кислый	Незначительные очаги сверху	Сохранена
С бензойной кислотой, 1 кг/т + Биосил НН	Светло-бурый	Фруктово-кислый	Нет	Сохранена
С порошкообразной серой, 2 кг/т	Светло-бурый	Фруктово-кислый	Нет	Сохранена
С порошкообразной серой, 1 кг/т + Биотроф	Светло-бурый	Фруктово-кислый	Нет	Сохранена
С порошкообразной серой, 1 кг/т + Биосил НН	Светло-бурый	Фруктово-кислый	Нет	Сохранена

В целом все образцы сенажа, за исключением некоторых незначительных отклонений от требований в отдельных вариантах, по органолептическим показателям и структуре соответствуют требованиям, предъявляемым к качественным кормам. На рис. 2 представлены внешний вид и вид в разрезе опытных образцов сенажа после окончания срока хранения и вскрытия.

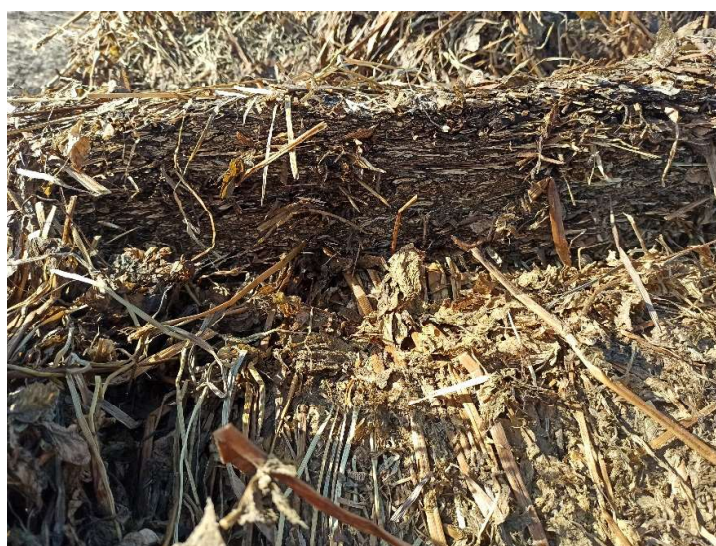


Рис. 2. Внешний вид и вид в разрезе опытных образцов сенажа после вскрытия

Согласно требованиям ГОСТ Р 55452-2013 от 01.07. 2014 года в сенаже 1–2-го классов массовая доля сухого вещества должна составлять не менее 45–55, 3-го класса – 40–55 %. По этому показателю, согласно проведенным исследованиям, большинство проб сенажей соответствовали нормативу 1-му класса качества. Из всех образцов с консервантами оценка





на 1 класс ниже была лишь у сенажа с бензойной кислотой и Биотрофом. Сенаж без консервантов по содержанию сухого вещества был отнесён к 3-му классу качества. Отклонения по этому показателю от контроля всех сенажей, обработанных химическими и биологическими препаратами, кроме второго варианта, были статистически достоверными ($P \leq 0,01$) (табл. 3).

Таблица 3

Содержание сухого вещества и кислотность сенажа

Вариант сенажирования	Сухое вещество		pH
	%	класс	
Без консерванта (контроль)	40,52±1,60	3	5,38±0,09
С бензойной кислотой, 1 кг/т + Биотроф	44,56±1,59	2	5,07±0,05**
С бензойной кислотой, 1 кг/т + Биосил НН	53,72±0,60*	1	5,27±0,05
С порошкообразной серой, 2 кг/т	58,42±2,42*	1	4,83±0,06*
С порошкообразной серой, 1 кг/т + Биотроф	52,73±0,65*	1	4,75±0,04*
С порошкообразной серой, 1 кг/т + Биосил НН	55,03±0,92*	1	4,70±0,11**

Примечание: * $P \leq 0,01$, ** $P \leq 0,05$.

Молочнокислородное брожение в сенаже протекает значительно слабее, чем при силосовании, и зависит от влажности и вида консервируемого сырья. Поэтому в таком корме молочной кислоты, основного подкислителя корма, синтезируется значительно меньше. В результате значение pH в сенаже выше, чем в силосе и может колебаться от 4,4 до 5,6 ед. Проведённое исследование показало, что применение консервирующих добавок и химических консервантов обеспечивало, как правило, достоверно более кислую реакцию среды в сравнении с контролем, хотя и не выходящую за границы указанного предела. Значение pH в опытных вариантах сенажа составляло 4,60–5,10 против 5,45 в контроле (табл. 4). Лучше других вариантов сенаж был подкислен при обработке сырья порошкообразной серой и её смесью с молочнокислыми заквасками.

Таблица 4

Содержание органических кислот в сенаже

Вариант сенажирования	Органические кислоты, %					Молочная / уксусная
	Всего	в том числе				
		молочная, %		уксусная	масляная	
		абс.	отн.			
Без консерванта (контроль)	2,42±0,14	1,86±0,18	76,8	0,52±0,05	0,03±0,01	3,6:1
С бензойной кислотой + Биотроф	3,16±0,05*	2,31±0,16	73,1	0,82±0,10	0,03±0,03	2,8:1
С бензойной кислотой + Биосил НН	2,88±0,07**	2,36±0,10	81,9	0,52±0,08	0,01±0,01	4,5:1
С порошкообразной серой	2,71±0,19	2,23±0,12	82,3	0,46±0,08	0,01±0,00	4,8:1
С порошкообразной серой, + Биотроф	3,06±0,11**	2,54±0,13**	83,0	0,50±0,02	0,02±0,02	5,1:1
С порошкообразной серой + Биосил НН	3,00±0,03**	2,49±0,05**	83,0	0,51±0,03	0,00	4,9:1

Примечание: * $P \leq 0,01$; ** $P \leq 0,05$.

Худшее подкисление сенажа без консервантов (контроль) в значительной мере объясняется меньшим накоплением в нём органических кислот, в том числе молочной, чем в сенажах с консервирующими добавками. Особенно заметной и статистически достоверной ($P \leq 0,05$) эта разница была у сенажа с порошкообразной серой, используемой в комплексе с биопрепаратами.

Молочная кислота доминировала среди других кислот брожения в готовом сенаже всех вариантов консервирования, однако наиболее заметно это проявилось при обработке сенажной мас-



сы порошкообразной серой и при её совместном использовании с молочнокислыми заквасками. С некоторым допущением в этом случае можно констатировать наличие гомоферментативного молочнокислого брожения.

Содержание уксусной кислоты в большинстве вариантов сенажирования оказалось практически одинаковым. Единственным исключением было повышенное её количество в сенаже с бензойной кислотой, внесённой совместно с осмотолерантной молочнокислой закваской Биотроф.

Качество брожения и сохранности сенажа хорошо характеризует соотношение в нём молочной и уксусной кислот [12]. В идеале оно должно составлять 3:1. Допустимым считается и соотношение 1:1, однако в этом случае необходимо применять соответствующие добавки для улучшения качества брожения. В нашем случае практически все образцы сенажа имели хорошие показатели по соотношению молочной и уксусной кислот. Наилучший результат был получен при заготовке сенажа с порошкообразной серой + Биосил НН.

Содержание масляной кислоты в сенаже свидетельствует о наличии в процессе консервирования порочного кlostридиевого брожения. Сенаж, приготавливаемый из бобовых и злаковых трав и их смесей, по содержанию масляной кислоты должен отвечать требованиям ОСТ 10 201-97 [1]. Согласно этим требованиям в сенаже 1-го класса масляной кислоты быть не должно. В сенаже 2-го класса допускается её содержание не более 0,3, 3-го класса – 0,6 %. Следует отметить, что по содержанию масляной кислоты к 1-му классу в нашем опыте может быть отнесён лишь сенаж с порошкообразной серой + Биосил НН. В остальных вариантах приготовления сенажа масляная кислота обнаруживалась в незначительных количествах, что позволяет отнести их по этому показателю ко 2-му классу качества.

Сравнивая влияние разных составов консервирующих препаратов на качество брожения при приготовлении сенажа из козлятника восточного, можно отметить, что лучшими они были у корма, заложенного с комбинацией химического (порошкообразная сера) и биологического (Биосил НН, Биотроф) препаратов. Комбинирование бензойной кислоты с этими биопрепаратами, особенно с Биотрофом, показало худшие результаты в сравнении с предыдущими. В последнем случае (бензойная кислота + Биотроф) отмечено максимальное образование органических кислот, однако обеспечено оно увеличением синтеза уксусной кислоты. Такой ход брожения, вероятно, может быть объяснён возможным частичным подавлением бензойной кислотой в указанной дозировке молочнокислого брожения в начальной фазе смешанного брожения и меньшим её влиянием на уксуснокислую микрофлору. Именно этим объясняется и самое низкое соотношение молочной кислоты с уксусной в этом варианте заготовки сенажа.

Заключение. Использование для консервирования сенажа в рулонах, упакованных в полиэтиленовую плёнку, биологических и химических препаратов и их смесей позволило приготовить качественные по органолептическим показателям и структуре корма в сравнении с заготовкой его без добавок, который имел некоторые дефекты в поверхностном слое. Консервированные различными препаратами сенажи содержали достоверно больше сухого вещества, что может быть связано с лучшей его сохранностью. Обработка сенажей консервирующими добавками положительно влияла на качество брожения, обеспечивая достоверно большее образование органических кислот, преимущественно молочной, и ограничивая образование уксусной и масляной кислот в сравнении с сенажом без добавок. Благодаря скорректированному ходу процессов брожения сенажи, консервированные химическими и биологическими препаратами, были лучше подкисленными, что улучшает их сохранность. Лучшим вариантом консервирования оказалась комбинированная обработка сенажируемой массы порошкообразной серой и Биосилом НН, при использовании которой был получен самый высококачественный сенаж в рулоне, упакованный в плёнку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОСТ 10 201-97. Стандарт отрасли сенаж. Технические требования. Система нормативных документов в агропромышленном комплексе Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. М., 2001.
2. ГОСТ Р 55452-2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Сено и сенаж. Технические условия. от 01.07.2014 г. Издание (июнь 2020 г.) с Поправкой* (ИУС 1-2015). М., 2013.



3. Бондарев В.А. Закваска Биотроф для получения качественного силоса // Сельскохозяйственные вести. 2002. № 1. С. 29–32.
4. Гудыменко В. И., Костин Д. Н. Эффективность применения пробиотика Биотроф при силосовании бобовых // Проблемы животноводства. Белгород, 2008. С. 154–156.
5. Кинсфатор О. А., Коннова И. Ю. Эффективность использования консерванта «Биотроф 111» при заготовке сенажа в пленочной упаковке в кормлении лактирующих // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (43). С. 129–135.
6. Шишкина И. А. Эффективность использования биопрепаратов Биосил НН и *Lactococcus Lactic* при силосовании однолетних бобово-злаковых трав // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2011. № 2 (21). С. 12–18.
7. Приготовление объемистых кормов с использованием консервантов различной природы (Рекомендации) / В. М. Дуборезов [и др.]. Дубровицы, 2005. 20 с.
8. Усков Г. Е. Использование химически консервированного силоса из козлятника восточного в кормлении бычков // Кормопроизводство. 2007. № 8. С. 30–31.
9. Заготовка, хранение и выемка силоса и сенажа из бобовых культур / Б. Г. Шарифьянов [и др.] // Актуальные проблемы и пути развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф. в честь 75-летия основания кафедры физиологии и биохимии животных. Уфа, 2009. С. 246–250.
10. Болотова Н. С. Требования приготовления высококачественного силоса и сенажа из высокобелковых трав // Кормопроизводство. 2009. Вып. 17 (65). С. 28–32.
11. Жужин М. С. Разработка устройства дозированной подачи для консервирования кормов: дис. ... канд. техн. наук. Княгинино, 2017.
12. Орлянская И. А. Повышение эффективности процесса заготовки сенажа в рулонах, упакованных в пленку: дис. ... канд. техн. наук. М., 2018. С. 22–26.

REFERENCES

1. OST 10 201-97. The industry standard for haylage. Technical requirements. The system of regulatory documents in the agro-industrial complex of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Moscow, 2001.
2. GOST R 55452-2013 National Standard of the Russian Federation. Hay and silage. Specifications. July 1, 2014 Edition (June 2020) with Amendment* (IUS 1-2015). Moscow, 2013.
3. Bondarev V.A. Sourdough Biotrof for obtaining high-quality silage. *Agricultural news*. 2002; 1: 29–32.
4. Gudymenko V. I., Kostin D. N. The effectiveness of the use of the probiotic Biotrof in the ensiling of legumes. *Problems of animal husbandry*. Belgorod, 2008: 154–156.
5. Kinsfator O. A., Konnova I. Yu. Efficiency of using the preservative “Biotroph 111” in the preparation of haylage in film packaging in feeding lactating cows. *Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*. 2017; 2 (43): 129–135.
6. Shishkina I. A. The effectiveness of the use of biopreparations Biosil NN and *Lactococcus Lactic* in the ensiling of annual legume-cereal grasses. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2011; 2 (21): 12–18.
7. Preparation of bulky feed using preservatives of various nature (Recommendations) / V. M. Duborezov et al. Dubrovitsy, 2005. 20 p.
8. Uskov G. E. The use of chemically preserved silage from oriental goat's rue in feeding gobies. *Feed production*. 2007; 8: 30–31.
9. Harvesting, storage and extraction of silage and haylage from legumes / B. G. Sharifyanov et al. *Actual problems and ways of development of animal husbandry*. Ufa, 2009: 246–250.
10. Bolotova N. S. Requirements for the preparation of high-quality silage and haylage from high-protein grasses. *Feed Production*. 2009; 17 (65): 28–32.
11. Zhuzhin M. S. Development of a metered feed device for canning feed. Knyaginino, 2017.
12. Orlyanskaya I. A. Improving the efficiency of the haylage harvesting process in rolls packed in film. Moscow, 2018: 22–26.

*Статья поступила в редакцию 18.10.2022; одобрена после рецензирования 21.11.2022; принята к публикации 8.12.2022.
The article was submitted 18.10.2022; approved after reviewing 21.11.2022; accepted for publication 8.12.2022.*