

УДК 636.085

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ФЕРМЕНТИРУЕМЫХ КОРМОВ ИЗ БОБОВЫХ ТРАВ

В.П. Клименко, доктор сельскохозяйственных наук
С.А. Маляренко, младший научный сотрудник

*ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
vniikormov@mail.ru*

PREPARATION OF QUALITATIVE FERMENTED FEEDS FROM LEGUME GRASSES

V.P. Klimenko, Doctor of Agricultural Sciences
S.A. Malyarenko, Junior Researcher

*Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
vniikormov@mail.ru*

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2021-4-67-76>

Проведена оценка консервирующего действия отечественных биологических препаратов на основе ферментов при силосовании и сенажировании высокопротеиновых бобовых трав. В качестве растительного сырья использовались высокоурожайные сорта люцерны, клевера лугового и козлятника восточного селекции ВНИИ кормов при уборке в оптимальные фазы вегетации. В лабораторных и научно-производственных условиях изучали влияние новых биологических препаратов на сохранность и качество кормов по органолептическим и биохимическим показателям, на переваримость питательных веществ и их биоконверсию в ценную животноводческую продукцию. На основе полученных результатов предложены эффективные способы приготовления качественных высокопротеиновых и энергонасыщенных кормов из бобовых трав для высокопродуктивного молочного и мясного скота.

Ключевые слова: кормопроизводство, многолетние бобовые травы, биологические препараты, качество силоса и сенажа.

The current study presents the results on evaluation the preservative efficiency of domestic biological preparations, based on enzymes, at the ensiling and haylage preparation of high-protein leguminous grasses. High-yielding varieties of alfalfa, red clover and fodder galega (*Galega orientalis* Lam.), that were developed in Williams Research Center of Forage Production & Agroecology were used as plant raw material. Plants were harvested in the optimal vegetation phases. The effect of the new biological preparations on safety and quality of fermented feeds in terms of organoleptic and biochemical parameters, the effect on the digestibility of nutrients and their bioconversion into the valuable animal products were studied in the laboratory and scientific-production conditions. The effective methods of preparation the qualitative feeds with high protein and energy content of legume grasses, were suggested on the base

the obtained results. Fermented feeds with complex of enzyme-bacterial preparations are suitable for highly productive dairy and beef cattle.

Keywords: fodder production, perennial legume grasses, biological preparations, silage and haylage quality.

Введение. Разработка отечественных препаратов нового поколения для консервирования растительной массы и эффективных технологий заготовки качественных ферментируемых кормов является важной мерой для повышения рентабельности животноводства, увеличения производства молока и мяса. Такие препараты, в первую очередь, необходимы для силосования и сенажирования бобовых трав (люцерны, клевера лугового, козлятника восточного и травосмесей на их основе), которые, по классификации А.А. Зубрилина, отнесены к группе несилосующихся и трудносилосующихся растений из-за дефицита легкосбраживаемых углеводов и высокой буферной емкости. Для многих регионов нашей страны бобовые травы могут стать основой кормовой базы молочного скотоводства, так как при уборке в оптимальные фазы вегетации характеризуются высоким содержанием сырого протеина (184–267 г), обменной энергии (10,2–11,2 МДж), биологически активных веществ [1; 2]. Однако силос, приготовленный из бобовых трав в свежескошенном виде или с нарушением технологического регламента, имеет низкое качество вследствие повышенного уровня рН, предельного содержания аммиачного азота и наличия масляной кислоты [3].

Для приготовления качественных ферментируемых кормов из бобовых трав необходимо применять рациональные способы подготовки массы к силосованию и сенажированию, а также на-

дежные химические или биологические препараты с выраженным консервирующим действием. Немаловажен и погодный фактор при уборке трав.

Практика современного кормопроизводства показывает, что использование химконсервантов экономически невыгодно из-за высокой дозы их внесения (4–6 кг/т), и, кроме того, небезопасно для окружающей среды и обслуживающего персонала [4]. Провяливание массы в поле перед закладкой на силос — хороший технологический прием, влияющий на повышение концентрации сахаров в сухой массе, а следовательно, на результаты силосования, однако он не может в полной мере восполнить их дефицит в бобовых травах. Поэтому применение бактериальных препаратов в виде заквасок на основе осмоотолерантных штаммов молочнокислых бактерий на таком сырье также не дает положительных результатов [5].

В исследованиях последних лет установлено, что наиболее перспективными для консервирования высокопротеиновых бобовых трав являются комплексные препараты на основе ферментов и бактериальных культур. Состав ферментов подбирается так, чтобы обеспечить частичный гидролиз сложных труднопереваримых углеводов до простых сахаров, что повышает силосуемость растительной массы. А дополнительное включение осмоотолерантных молочнокислых бактерий способствует более быстрому и полному сбраживанию образовавшихся при гидролизе и содер-

жащихся в массе сахаров в молочную кислоту. В России пока не налажено производство отечественных комплексных ферментно-бактериальных препаратов в достаточном объеме [6]. Большинство биопрепаратов на современном рынке — производства зарубежных компаний; при этом ощущается острая нехватка консервантов для несиловующихся и трудносиловующихся культур. Как правило, предлагаемые производителями биоконсерванты характеризуются недостаточным консервирующим действием, имеют ряд ограничений по условиям применения, включая погодные.

В связи с этим *цель наших исследований* заключалась в разработке высокоэффективных биопрепаратов для консервирования основных видов бобовых трав и изучении их консервирующего действия при силосовании и сенажировании кормов в сравнении с импортными аналогами.

Материалы и методы. Экспериментальная работа выполнялась на базе ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и ФГБУ «Пойма» Московской области. Для проведения исследований использовали многолетние бобовые травы селекции ВНИИ кормов с ценными хозяйственными признаками. Силос и сенаж готовили из провяленных растений в соответствии с методическими рекомендациями по консервированию и хранению объемистых кормов [7]. Биопрепараты вносили в рекомендованных дозах, которые для экспериментальных образцов определяли в серии модельных и лабораторных опытов. Анализ на содержание в кормах питательных веществ проводили по общепринятым методикам [8]. Пе-

реваримость питательных веществ исходной зеленой массы и полученных кормов определяли в опытах на взрослых валухах романовской породы, руководствуясь методическими рекомендациями по оценке кормов на основе их переваримости [9]. Для анализа органических кислот применяли систему капиллярного электрофореза «Капель-105 М» (Россия), а содержание сырой, нейтрально- и кислотно-детергентной клетчатки определяли на приборе фирмы «Герхардт» (ФРГ).

Результаты исследований. Первым ферментным биопрепаратом, в создании и испытании которого непосредственное участие принимали специалисты ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», стал препарат Феркон. В составе препарата — мульти-система гидролитических и лиазных ферментов для обеспечения частичной деструкции сложных полисахаридов многолетних бобовых трав до моносахаров, необходимых для образования молочной кислоты и подкисления силоса. Феркон стандартизирован по содержанию целлюлазы ($C_{дA}$) — не менее 1000 ед./г, ксиланазы ($K_{сA}$) — 4000 ед./г и пектин-лиазы — не менее 1500 ед./г. Сопутствующие ферменты: эндо- и экзо-β-глюканызы, экзоксиланаза, пектат-лиаза, протопектиназа, пектин-эстераза и др. [10].

Силос с препаратом Феркон из провяленной люцерны в фазу бутонизации отличался высоким качеством по органолептическим показателям, степени подкисления, содержанию и соотношению органических кислот, сохранности питательных веществ и не уступал люцерновому силосу, приготовленному с финским химическим препаратом AIV 3

plus. Однако высокая доза внесения препарата в силосуемую массу (300 г/т) и связанные с этим затраты на обработку препятствовали широкому внедрению препарата в практику кормопроизводства.

В целях оптимизации условий внесения дорогостоящего ферментного препарата в растительную массу при сохранении надежных консервирующих свойств было предложено использовать Феркон в композиции с бактериальным препаратом Биосиб, в составе которого — две культуры молочнокислых и пропионовокислая бактерия. При силосовании люцерны с композицией биопрепаратов обнаружили, что добавка бактериальных культур способствовала повышению гидролитической активности ферментов препарата Феркон. Это позволило сократить затраты на обработку силосуемой массы за счет снижения в три раза дозы внесения препаратов. При этом получили корма, незначительно уступающие исходной зеленой массе по энергетической питательности. Так, в опытах на проявленной до 65% влажности люцерне первого укоса, убранной в фазу бутонизации, был получен силос с содержанием 10,8 МДж обменной энергии (ОЭ) в 1 кг сухого вещества при концентрации 23,2% сырого протеина. Эффективность композиции биопрепаратов испытали и на других бобовых культурах — клевере луговом и козлятнике восточном. Эти опыты подтвердили возможность заготовки качественного силоса с сохранностью 90% сухого вещества [11].

Применение композиции биопрепаратов «Феркон + Биосиб» оказалось перспективным и при сенажировании, особенно в случае вынужденного запазды-

вания с уборкой трав вследствие погодных условий. Повышение энергетической питательности сухого вещества полученного корма, в среднем на 0,4 МДж ОЭ, компенсировало затраты на приобретение препаратов для обработки растительной массы [12].

Еще один полиферментный препарат Биоферм разработан производственным объединением «Сиббиофарм» в качестве альтернативы Феркону. В отличие от аналога, данный препарат выпускается в жидком виде и состоит из набора тех же ферментов — целлюлазы, эндоксиланазы, пектин-лиазы различной активности. При этом Биоферм дешевле Феркона, а жидкая форма позволяет значительно упростить приготовление рабочего раствора и внесение его в массу. Биопрепарат Биоферм рекомендуется использовать при силосовании высокопротеиновых бобовых трав также в сочетании с Биосибом [13]. В таблице 1 приведены данные по химическому составу исходной растительной массы и силоса, приготовленного с биопрепаратами, из клевера лугового первого укоса (сорт Марс) в фазу бутонизации.

Из данных таблицы 1 следует, что оба варианта силоса с композициями биопрепаратов «Феркон + Биосиб» и «Биоферм + Биосиб» имели высокое качество по содержанию питательных веществ и обеспечили высокую степень гидролиза сложных углеводов, как в составе нейтрально-, так и кислотно-детергентной клетчатки.

В физиологических опытах на валухах определили переваримость питательных веществ силоса с композицией биопрепаратов «Биоферм + Биосиб» в сравнении с переваримостью исходной

зеленой массы. Она оказалась ниже (за исключением сырой клетчатки), что привело к снижению качества силоса с композицией биопрепаратов по энерге-

тической питательности — до 10,5 МДж ОЭ в сухом веществе. Этот показатель был на 0,4 МДж ОЭ меньше, чем у исходной зеленой массы (табл. 2).

1. Содержание питательных веществ в исходной растительной массе и силосе из провяленных растений клевера лугового

Объект исследования	Влажность, %	Содержание в сухом веществе силоса сырых питательных веществ, %						
		протеин	жир	клетчатка			зола	БЭВ
				сырая	НДК*	КДК**		
Исходная зеленая масса	82,81	20,81	6,42	23,09	41,54	30,47	11,72	37,96
Силос с Ферконом, 100 г/т + Биосиб, 80 мл/т	67,45	21,02	5,56	22,97	30,23	24,41	11,49	38,96
Силос с Биофермом, 100 мл/т + Биосиб, 80 мл/т	68,18	20,42	5,83	23,48	30,98	25,03	11,82	38,45

*НДК — нейтрально-детергентная клетчатка; **КДК — кислотно-детергентная клетчатка.

2. Влияние композиции биопрепаратов «Биоферм + Биосиб» на переваримость питательных веществ и энергетическую питательность силоса из клевера лугового

Объект исследования	Переваримость, %					ОЭ в 1 кг СВ, МДж
	сухого вещества	сырых питательных веществ				
		протеин	жир	клетчатка	БЭВ	
Исходная зеленая масса	71,0 ± 0,3	76,7 ± 0,3	70,8 ± 2,0	60,3 ± 0,2	80,6 ± 0,2	10,9 ± 0,1
Силос с препаратами Биоферм + Биосиб	70,0 ± 0,2	73,7 ± 0,1	68,8 ± 1,0	63,1 ± 0,2	76,6 ± 0,2	*10,5 ± 0,1

*Разница между вариантами достоверна ($P < 0,05$).

В настоящее время биопрепараты Биоферм и Биосиб успешно применяются для силосования бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей; разработаны рекомендации по дозам их внесения в зависимости от условий силосования и вида растительной массы.

Параллельно разрабатываются биологические препараты нового поколения, которые должны превосходить иностранные консерванты этого класса по гидролитическому действию на труднопереваримые оболочки растительных

клеток. Другие важные требования при разработке новых препаратов — выраженный консервирующий эффект и благоприятное воздействие на процессы переваримости питательных веществ кормов и их биоконверсию в ценную животноводческую продукцию. С этой целью в ФНИЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в сотрудничестве с научно-производственными компаниями разработаны две экспериментальные ферментные мультисистемы. Одна из них — ФМ-1 — предназначена для люцерны и других культур с

высоким содержанием пектиновых веществ (от 7 до 12%), а ФМ-2 — для козлятника восточного и бобово-злаковых травосмесей на его основе, характеризующихся низким содержанием пектиновых веществ (менее 7% в СВ). На препараты получены патенты на изобретение [14; 15].

В настоящем исследовании с применением мультисистемы ФМ-1 в смеси с бактериальным препаратом Силзак заложили силос из люцерны в фазу начала цветения. В таблице 3 приведены дан-

ные по влиянию ферментной мультисистемы на гидролиз сложных некрахмалистых углеводов клеточных стенок растений в сравнении с химическим консервированием. Установлено, что введение в силосуемую массу ферментной мультисистемы ФМ-1 способствовало частичной деструкции сложных труднопереваримых углеводов. На это указывает снижение в сухом веществе корма КДК и НДК и их составляющих — целлюлоз, гемицеллюлоз и пектиновых веществ.

3. Содержание структурных углеводов и их составляющих в люцерновом силосе с биопрепаратами и химконсервантом

Сырая клетчатка	НДК	КДК	Нейтрально-детергентная клетчатка (НДК)		
			кислотно-детергентная клетчатка (КДК)		гемицеллюлозы
			лигнин	целлюлоза	
AIV 3 plus					
29,7 ± 0,7	51,6 ± 0,6	42,0 ± 0,4	8,3 ± 0,3	33,7 ± 0,3	9,6 ± 0,3
ФМ-1 + Силзак					
28,7 ± 0,5	48,1 ± 0,3*	40,2 ± 0,6	8,2 ± 0,1	32,0 ± 0,4	7,9 ± 0,2

Это в итоге повлияло на повышение переваримости органического вещества и отдельных питательных веществ опытного варианта (с композицией «ФМ-1 + Силзак»). Повысилась и энер-

гетическая питательность корма — на 0,6 МДж ОЭ в 1 кг сухого вещества по сравнению с силосом, приготовленным с химическим консервантом AIV 3 plus (табл. 4).

4. Влияние композиции «ФМ-1 + Силзак» на переваримость питательных веществ силоса из люцерны

Переваримость, %					Содержание ОЭ в 1 кг сухого вещества, МДж
органического вещества	сырых питательных веществ				
	протеина	жира	клетчатки	БЭВ	
Силос с AIV 3 plus					
61,28 ± 0,6	72,0 ± 1,1	69,0 ± 2,2	47,7 ± 1,3	64,6 ± 1,6	9,2 ± 0,1
Силос с композицией «ФМ-1 + Силзак»					
66,1* ± 1,4	77,4* ± 1,5	76,2* ± 1,5	56,1* ± 2,0	66,5 ± 1,2	9,8* ± 0,2

*Разность достоверна при $P \leq 0,05$.

В производственном опыте на животных в ФГБУ «Пойма» Луховицкого района Московской области определили продуктивное действие люцернового силоса с композицией биопрепаратов «ФМ-1 + Силзак» в сравнении с кормом, приготовленным с препаратом Биотроф 111, который на протяжении нескольких лет успешно применяется в хозяйстве. Оба варианта силоса скармли-

вали растущим бычкам в сбалансированных рационах. Животные опытной группы, получавшие силос с композицией биопрепаратов, имели более высокие среднесуточные приросты живой массы (на 8,5%), отличались меньшими затратами обменной энергии и сырого протеина на 1 кг прироста (на 2,4 и 10% соответственно) по сравнению с контрольной группой (табл. 5).

5. Среднесуточные приросты живой массы бычков и затраты корма на 1 кг прироста

Показатели	Группы бычков	
	контрольная	опытная*
Живая масса бычков при постановке на опыт, кг	141,8 ± 11,8	143,5 ± 12,6
Живая масса бычков в конце опыта, кг	179,8 ± 15,4	183,2 ± 15,7
Прирост живой массы бычков в учетный период, кг	38,08 ± 4,1	41,3 ± 3,2
Среднесуточный прирост живой массы бычков в среднем, г	635 ± 69	689 ± 54
Затраты корма на 1 кг прироста		
Сушого вещества, кг	7,3	7,6
ЭКЕ	7,5	7,7
СП, кг	0,9	1,0

*Разница не достоверна по отношению к контролю ($P > 0,05$).

Дополнительная прибыль от реализации продукции составила 195,9 рублей на голову в сутки, что на 16,6% больше, чем в контрольной группе.

Самым сложным объектом для силосования среди кормовых бобовых трав является козлятник восточный, что обусловлено его морфологическими особенностями и биохимическим составом: высокое содержание протеина (от 16,8 до 26,7%) при низком сахаро-буферном отношении (меньше 1) практически во все фазы вегетации [16]. Для этой культуры и травосмесей на ее основе создана специфическая ферментная мультисистема — ФМ-2. Ее испытывали в композиции с разными бактериальными препаратами отечественного производства на

основе молочнокислых осмоотолерантных бактерий — Биосиб, Силзак, Биотроф, а также на растительном сырье различной влажности. В качестве контроля использовали химический консервант AIV 3 plus, а также зарубежный ферментно-бактериальный препарат Асидфаст НС Голд.

Показано, что на слабопроросшей (74% влажности) массе козлятника восточного сорта Вест первого укоса в фазу начала цветения только с химическим консервантом AIV 3 plus в повышенной дозе (6 кг/т) получен качественный по всем показателям корм. Варианты силоса с биопрепаратами уступали ему по уровню подкисления, содержанию кислот и аммиака, характеризовались более

высокими потерями сухого вещества при ферментации.

Ситуация изменилась, когда влажность силосуемой массы снизили до 60%. Это оказало положительное влияние на повышение консервирующего действия биопрепаратов. В результате создания более благоприятных условий для сбраживания растительной массы был получен качественный корм, снизился на треть потери сухого вещества и

до 25% — содержание аммиака. Обе экспериментальные композиции по биохимическим показателям не уступали препарату Асидфаст НС Голд.

Завершили испытания композиции биопрепаратов «ФМ-2 + Биосиб» определением переваримости питательных веществ силоса в опытах на валухах (табл. 6). В качестве контрольного варианта животным скармливали силос с химконсервантом AIV 3 plus.

6. Переваримость питательных веществ и энергетическая питательность силоса из козлятника восточного

Вариант силосования	Переваримость, %				ОЭ, МДж
	СП	СЖ	СК	БЭВ	
AIV 3 plus	78,41 ± 1,43	80,36 ± 3,58	64,94 ± 2,81	71,74 ± 2,32	10,2
ФМ-2 + Биосиб	77,34 ± 4,09	82,17 ± 3,02	67,77 ± 7,69	70,70 ± 5,34	10,3

Полученный корм обоих вариантов охотно поедался животными. При этом переваримость сырой клетчатки и жира силоса с биологическим препаратом оказалась несколько выше, чем корма с химконсервантом. В результате и энергетическая питательность сухого вещества при использовании биопрепарата получилась на 0,1 МДж ОЭ выше в абсолютных единицах.

Заключение. Проведенные исследования показали, что для получения качественных энергонасыщенных ферментируемых кормов из высокопротеиновых бобовых трав необходимо соблюдение ряда условий и технологических параметров. Прежде всего, следует использовать ценные в кормовом отношении виды и сорта бобовых трав и убирать их в оптимальную фазу вегетации — начало и полная бутонизация. В этот период растения накапливают максимальное количество питательных и биологически

активных веществ при высоких сборах сухого вещества. Растения, относящиеся к группе несилосующихся, необходимо проявлять до 70% и даже 65% влажности при закладке на силос. При благоприятных погодных условиях лучше использовать их на сенаж. Для регулирования процессов ферментации массы рекомендуется внесение комплексных биологических ферментно-бактериальных препаратов, которые прошли широкую апробацию в производстве и подтвердили заявленные характеристики.

Из отечественных биоконсервантов этой группы уже сегодня можно рекомендовать для широкого применения композицию «Биоферм + Биосиб». Остальные препараты, в том числе представленные в настоящем исследовании, требуют дополнительной проверки и широкой апробации в условиях производства для подтверждения полученных экспериментальных данных.

Литература

1. Бушуева В.И., Тарануха Г.И. Галега восточная: монография. – 2-е изд. – Минск : Экоперспектива, 2009. – 193 с.
2. Клименко В.П. Научное обоснование и разработка эффективных способов повышения энергетической и протеиновой питательности силоса и сенажа из трав : автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.02.08. – Дубровицы, 2012. – 36 с.
3. Зубрилин А.А., Мишустин Е.И. Силосование кормов. – М. : Изд-во АН СССР, 1958. – 225 с.
4. Таранов М.Т. Химическое консервирование кормов. – М. : Колос, 1982. – 143 с.
5. Победнов Ю.А. Основы и способы силосования трав. – СПб. : ООО «Биотроф», 2010. – 192 с.
6. Клименко В.П., Косолапова В.Г., Юртаева К.Е. Эффективность ферментно-бактериальных композиций при силосовании и сенажировании трав // Кормопроизводство. – 2018. – № 9. – С. 42–45.
7. 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.
8. Физико-химические методы анализа кормов / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 344 с.
9. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости / Н.Г. Григорьев, Е.С. Воробьев, А.И. Фицев [и др.]. – М., 1989. – 44 с.
10. Приготовление силоса и сенажа с применением отечественных биологических препаратов / В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, В.П. Клименко, А.Н. Кричевский. – М. : Угрешская типография, 2016. – 212 с.
11. Клименко В.П., Косолапов В.М. Силосование высокопротеиновых многолетних трав с использованием ферментных препаратов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 6. – С. 30–33.
12. Клименко В.П., Кричевский А.Н. Применение ферментных препаратов – реальная возможность повышения энергетической питательности объемистых кормов // Аграрное решение. – 2012. – № 5–6. – С. 36–39.
13. Логутов А.В. Эффективность нового ферментного препарата Биоферм при консервировании многолетних бобовых трав [Электронный ресурс] // Адаптивное кормопроизводство. – 2014. – № 4. – С. 69–76. (URL: <http://www.adaptagro.ru>).
14. Патент на изобретение RU 2706068 С2. Композиция для получения высококачественных кормов из многолетних высокобелковых бобовых трав / Э.В. Удалова, М.Б. Никитина, Г.А. Громова, В.М. Косолапов, В.П. Клименко [и др.]. Опубликовано: 13.11.2019, Бюл. № 32.
15. Патент на изобретение RU 2705002 С2. Композиция для получения высококачественных кормов из козлятника восточного и бобово-злаковых травосмесей на его основе / Э.В. Удалова, М.Б. Никитина, Г.А. Громова, В.М. Косолапов, В.П. Клименко [и др.]. Опубликовано: 01.11.2019, Бюл. № 31.
16. Клименко В.П., Маляренко С.А. Оценка эффективности биопрепаратов при консервировании козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) // Зоотехния. – 2020. – № 8. – С. 17–21.

References

1. Bushueva V.I., Taranukho G.I. Galega vostochnaya [Galega orientalis: monograph]. Minsk, Ekoperspektiva Publ., 2009, 193 p.
2. Klimenko V.P. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka effektivnykh sposobov povysheniya energeticheskoy i proteinovoy pitatel'nosti silosa i senazha iz trav [Scientific substantiation and development of effective ways to increase energy and protein nutritional of silage and haylage from grasses : abstract Dis. ... Dr. Sci. (Agr.)]. Dubrovitsy, 2012, 36 p.

3. Zubrilin A.A., Mishustin E.I. Silosovaniye kormov [Ensiling fodder]. Moscow, 1958, 225 p.
4. Taranov M.T. Khimicheskoye konservirovaniye kormov [Chemical preservation of fodder]. Moscow, Kolos Publ., 1982, 143 p.
5. Pobednov Yu.A. Osnovy i sposoby silosovaniya trav [Basics and methods of siloing grass]. Saint-Petersburg, "Biotrof" Ltd Publ., 2010, 192 p.
6. Klimenko V.P., Kosolapova V.G., Yurtayeva K.E. Effektivnost' fermentno-bakterial'nykh kompozitsiy pri silosovanii i senazhirovanii trav [Efficiency of enzyme-bacterial compositions in ensiling and haylage grasses]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2018, no. 9, pp. 42–45.
7. Bondarev V.A., Kosolapov V.M., Pobednov Yu.A. et al. Provedeniye opytov po konservirovaniyu i khraneniyu ob'yemistyykh kormov (metodicheskkiye rekomendatsii) [Conducting experiments on the conservation and storage of bulky feed (methodological recommendations)]. Moscow, 2008, 67 p.
8. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. Fiziko-khimicheskkiye metody analiza kormov [Physical and chemical methods of feed analysis]. Moscow, Tipografiya Rossel'khozakademii Publ., 2014, 344 p.
9. Grigorev N.G., Vorobev E.S., Fitsev A.I. et al. Metodicheskkiye rekomendatsii po otsenke kormov na osnove ikh perevarimosti [Methodological recommendations for the evaluation of feed on the basis of their digestibility]. Moscow, 1989, 44 p.
10. Bondarev V.A., Kosolapov V.M., Klimenko V.P., Krichevskiy A.N. Prigotovleniye silosa i senazha s primeneniem otechestvennykh biologicheskikh preparatov [Preparation of silage and haylage with the use of domestic biological products]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2016, 212 p.
11. Klimenko V.P., Kosolapov V.M. Silosovaniye vysokoproteinovykh mnogoletnikh trav s ispol'zovaniyem fermentnykh preparatov [Ensiling of high-protein perennial grasses using enzyme preparations]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2013, no. 6, pp. 30–33.
12. Klimenko V.P., Krichevskiy A.N. Primeneniye fermentnykh preparatov – real'naya vozmozhnost' povysheniya energeticheskoy pitatel'nosti ob'yemistyykh kormov [The use of enzyme preparations is a real possibility of increasing the energy nutritional value of bulky feed]. *Agrarnoye resheniye* [Agrarian solution], 2012, no. 5–6, pp. 36–39.
13. Logutov A.V. Effektivnost' novogo fermentnogo preparata Bioferm pri konservirovanii mnogoletnikh bobovykh trav [The effectiveness of the new enzyme preparation Bioferm in the conservation of perennial legumes]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Adaptive fodder production], 2014, no. 4, pp. 69–76. (URL: <http://www.adaptagro.ru>).
14. Patent na izobreteniyе RU 2706068 C2. Kompozitsiya dlya polucheniya vysokokachestvennykh kormov iz mnogoletnikh vysokobelkovykh bobovykh trav [Patent for invention RU 2706068 C2. Composition for obtaining high-quality feed from perennial high-protein legumes]. E.V. Udalova, M.B. Nikitina, G.A. Gromova, V.M. Kosolapov, V.P. Klimenko et al. Published: 13.11.2019, Bull. No. 32.
15. Patent na izobreteniyе RU 2705002 C2. Kompozitsiya dlya polucheniya vysokokachestvennykh kormov iz kozlyatnika vostochnogo i bobovo-zlakovykh travosmesey na yego osnove [Patent for invention RU 2705002 C2. Composition for obtaining high-quality feed from oriental goat's rue and legume-cereal grass mixtures based on it]. E.V. Udalova, M.B. Nikitina, G.A. Gromova, V.M. Kosolapov, V.P. Klimenko et al. Published: 01.11.2019, Bull. No. 31.
16. Klimenko V.P., Malyarenko S.A. Otsenka effektivnosti biopreparatov pri konservirovanii kozlyatnika vostochnogo (*Galega orientalis* Lam.) [Evaluation of the effectiveness of biological products in the conservation of oriental goat's rue (*Galega orientalis* Lam.)]. *Zootekhnika* [Zootechnics], 2020, no. 8, pp. 17–21.