

УДК 633.2.031

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-1-30-38>

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА КОРМА ПО УКОСАМ НА ДОЛГОЛЕТНЕМ СЕНОКОСЕ

Д.М. Тебердиев¹, доктор сельскохозяйственных наук
А.В. Родионова¹, кандидат сельскохозяйственных наук
С.А. Запивалов^{1,2}, кандидат сельскохозяйственных наук

¹ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
vik_lugovod@bk.ru

²ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева
127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

CHANGE IN THE FEED QUALITY BY MOWING ON A LONG-TERM HAYFIELD

D.M. Teberdiev¹, Doctor of Agricultural Sciences
A.V. Rodionova¹, Candidate of Agricultural Sciences
S.A. Zapivalov^{1,2}, Candidate of Agricultural Sciences

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

²*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy*
127434, Russia, Moscow, Timiryazevskaya str., 49

Изложены результаты исследований качества травяного сырья для заготовки сена, полученного на долголетнем сенокосе, по укосам за последние 5 лет (2017–2021 гг.). Качество травяного сырья оценено по содержанию сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира, сырой золы, по содержанию обменной энергии в 1 кг сухого вещества, кормовых единиц, переваримого протеина в одной кормовой единице в соответствии с ГОСТ. Качество корма зависит от сложившихся погодных условий в период развития растительности и обеспеченности почвы элементами питания. В годы с неблагоприятными погодными условиями для развития растений, на варианте без удобрений (контроль) полученный корм характеризуется как внеклассный, при нормальных условиях — первого и второго классов качества. При достаточном обеспечении почвы элементами питания за счет применения минеральных удобрений корм по содержанию сырого протеина, клетчатки и обменной энергии в сухом веществе относится к первому классу качества.

Ключевые слова: долголетний сенокос, качество травяного сырья, сырой протеин, обменная энергия.

The results of studies of the quality of grass raw materials for harvesting hay obtained on a long-term hayfield by mowing over the past 5 years (2017–2021) are presented. The quality of herbal raw materials is estimated by the content of crude protein, crude fiber, crude fat, crude ash, the content of metabolic energy in 1 kg of dry matter, feed units, digestible protein in 1 feed unit in accordance with GOST. The quality of feed depends on the prevailing weather conditions during the development of vegetation and

the provision of soil with nutrients. In years with unfavorable weather conditions for the development of plants on the option without fertilizers (control), the resulting feed is characterized as extracurricular, under normal conditions – the first and second class of quality. With sufficient provision of the soil with nutrients through the use of mineral fertilizers, the feed in terms of crude protein, fiber and metabolic energy in dry matter belongs to the first class of quality.

Keywords: long-term hayfield, quality of herbal raw materials, crude protein, metabolic energy.

Создание долголетних сенокосов при интенсификации лугового кормопроизводства на основе энергосберегающих технологий обеспечивает высокую урожайность агрофитоценозов в течение длительного времени и получение высококачественного корма (сена) [1–6]. При этом длительное использование травостоев без перезалужения снижает себестоимость полученного корма за счет экономии средств на применяемую технологию [7–10]. Высокая продуктивность агрофитоценоза гарантируется за счет сохранения самовозобновляющихся ценных луговых трав, реутилизации элементов питания из подземной массы [11–12]. Одним из важных условий продуктивного долголетия агрофитоценоза является обеспечение его элементами питания за счет применения минеральных и органических удобрений [13–16]. При заготовке объемистых кормов (в том числе сена) их качество должно соответствовать зоотехническим требованиям для обеспечения потребности высокопродуктивных животных [17–18]. Оценку качества корма следует проводить в соответствии с технологическими условиями ГОСТ Р 55452-2021 (сено и сенаж) от 2022-01-01 [19] в зависимости от содержания элементов питания в сухом веществе корма.

С целью выявления действия антропогенного фактора на продуктивность долголетнего сенокоса и качество получаемого корма в ФНЦ «ВИК им.

В.Р. Вильямса» проводится многовариантный опыт на фоне применения различных доз минеральных удобрений.

Методика исследований. Исследования проведены во ВНИИ кормов на опыте, заложенном М.С. Афанасьевой и П.И. Ромашовым в 1946 г. на суходоле временного избыточного увлажнения с дерново-подзолистой суглинистой почвой. Травосмесь состояла из: клевера лугового *Trifolium pratense* L. (3 кг/га), клевера ползучего *Trifolium repens* L. (2), тимофеевки луговой *Phleum pratense* L. (4), овсяницы луговой *Festuca pratensis* Huds. (10), лисохвоста лугового *Alopecurus pratensis* L. (3), костреца безостого *Bromus inermis* L. (3), мятлика лугового *Poa pratensis* L. (3 кг/га). Перед посевом трав в слое почвы 0–20 см содержалось: гумуса — 2,03%, обменного калия — 70 мг/кг, подвижного фосфора — 50 мг/кг, $pH_{\text{сол}} = 4,3$. Площадь опытной делянки — 104 м², повторность четырехкратная. Использование травостоя двуукосное. Первый укос — в фазе массового цветения доминирующего злака (лисохвоста лугового), в середине июня, второй — в первой декаде сентября. Качество полученного корма определяли в лаборатории массовых анализов: содержание общего азота — по методу Кьельдаля, сырой клетчатки — методом Геннеберга и Штомана, сырой золы — методом «сырого» озоления; содержание обменной энергии, кормовых единиц и переваримого протеина — расчетным методом.

С 2007 г. исследования проводят авторы статьи. В 2008 г. проведено повторное известкование (4,5 т/га CaCO_3). Опыт включен в реестр географической сети, имеется аттестат РАСХН длительного опыта № 145 от 1 июля 2009 г.

Результаты исследований. В техногенной системе на варианте без удобрений (контроль) в 2019 и 2020 гг. во время проведения первого укоса содержание сырого протеина в травяной массе составило 7,66 и 8,47% (таблица), что является показателем для внеклассного сена с естественных угодий. Это объясняется тем, что во время формирования первого укоса (69 и 57 календарных дней с начала вегетационного периода) среднесуточная температура апреля была

низкой: 6,0 и 7,4 °С, бобовые виды развивались слабо, так как для их благоприятного развития необходимы 10 °С и выше. По другим годам в первом и во втором укосах содержание сырого протеина соответствовало первому–третьему классам качества.

Самое высокое содержание протеина (14,09%) отмечено в 2017 г., что объясняется хорошим тепло- и влагообеспечением в период формирования первого укоса. Содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества было высоким и соответствовало первому классу качества. Содержание переваримого протеина снижалось до 52 г на одну кормовую единицу, что в 2 раза ниже допустимой нормы.

Таблица. Качество корма на самовозобновляющемся сенокосе по годам и укосам за пятилетний период (2017–2021 гг.)

| Укосы | Годы | Содержание, % | | | | В 1 кг сухого вещества | | Содержание переваримого протеина в 1 корм. ед., г |
|---|------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------------------|-----------|---|
| | | сырого протеина | сырой клетчатки | сырого жира | сырой золы | ОЭ, МДж | корм. ед. | |
| Техногенная система — без удобрений (контроль) | | | | | | | | |
| 1-й укос | 2017 | 14,09 | 25,20 | 4,76 | 5,61 | 10,26 | 0,84 | 113 |
| | 2018 | 10,03 | 24,71 | 3,73 | 5,37 | 10,21 | 0,83 | 71 |
| | 2019 | 8,47 | 26,46 | 3,45 | 5,94 | 9,83 | 0,77 | 58 |
| | 2020 | 7,66 | 29,40 | 3,45 | 4,55 | 9,52 | 0,72 | 52 |
| | 2021 | 9,32 | 26,93 | 2,97 | 5,10 | 10,35 | 0,86 | 61 |
| 2-й укос | 2018 | 10,03 | 23,78 | 4,10 | 8,68 | 10,13 | 0,82 | 72 |
| | 2019 | 12,12 | 26,81 | 3,72 | 8,08 | 9,82 | 0,77 | 100 |
| | 2020 | 10,97 | 26,08 | 4,12 | 8,11 | 9,96 | 0,79 | 85 |
| | 2021 | 12,56 | 25,26 | 4,20 | 9,04 | 10,10 | 0,81 | 100 |
| Интегрированная система — Р ₄₅ К ₉₀ | | | | | | | | |
| 1-й укос | 2017 | 12,94 | 25,69 | 4,76 | 5,61 | 10,07 | 0,81 | 104 |
| | 2018 | 10,69 | 28,33 | 3,57 | 6,10 | 9,50 | 0,72 | 90 |
| | 2019 | 8,69 | 26,14 | 3,51 | 6,13 | 9,80 | 0,77 | 61 |
| | 2020 | 8,81 | 30,83 | 3,51 | 6,22 | 9,18 | 0,67 | 72 |
| | 2021 | 10,38 | 27,79 | 3,35 | 6,22 | 9,59 | 0,74 | 84 |
| 2-й укос | 2018 | 9,56 | 26,26 | 3,82 | 8,00 | 9,77 | 0,76 | 72 |
| | 2019 | 10,69 | 26,57 | 2,94 | 7,62 | 9,46 | 0,72 | 90 |
| | 2020 | 8,31 | 25,00 | 4,22 | 8,21 | 9,77 | 0,73 | 60 |
| | 2021 | 12,25 | 25,73 | 3,93 | 8,11 | 9,64 | 0,74 | 106 |

| Укосы | Годы | Содержание, % | | | | В 1 кг сухого вещества | | Содержание переваримого протеина в 1 корм. ед., г |
|---|------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------------------|-----------|---|
| | | сырого протеина | сырой клетчатки | сырого жира | сырой золы | ОЭ, МДж | корм. ед. | |
| Экстенсивная техногенно-минеральная система — N ₆₀ P ₄₅ K ₉₀ | | | | | | | | |
| 1-й укос | 2017 | 13,06 | 30,53 | 3,21 | 6,38 | 9,23 | 0,68 | 126 |
| | 2018 | 11,88 | 29,78 | 3,73 | 6,19 | 9,42 | 0,71 | 106 |
| | 2019 | 12,00 | 26,18 | 3,13 | 6,38 | 9,67 | 0,75 | 102 |
| | 2020 | 10,12 | 30,28 | 3,13 | 5,14 | 8,99 | 0,65 | 92 |
| | 2021 | 10,56 | 28,92 | 3,13 | 5,14 | 9,50 | 0,72 | 88 |
| 2-й укос | 2018 | 9,69 | 25,35 | 4,37 | 7,58 | 9,80 | 0,77 | 72 |
| | 2019 | 11,06 | 22,84 | 3,28 | 7,83 | 10,04 | 0,81 | 84 |
| | 2020 | 8,62 | 26,36 | 4,03 | 7,21 | 9,62 | 0,74 | 62 |
| | 2021 | 12,56 | 25,06 | 4,56 | 7,97 | 9,72 | 0,76 | 107 |
| Интенсивная техногенно-минеральная система — N ₉₀ P ₄₅ K ₉₀ | | | | | | | | |
| 1-й укос | 2017 | 11,56 | 29,73 | 3,60 | 5,25 | 9,42 | 0,71 | 102 |
| | 2018 | 12,81 | 29,30 | 4,28 | 6,40 | 9,52 | 0,72 | 117 |
| | 2019 | 11,08 | 28,62 | 3,87 | 6,16 | 9,50 | 0,72 | 95 |
| | 2020 | 13,69 | 29,26 | 3,87 | 7,53 | 9,31 | 0,68 | 134 |
| | 2021 | 12,75 | 29,31 | 3,36 | 7,53 | 9,27 | 0,68 | 122 |
| 2-й укос | 2018 | 10,98 | 25,90 | 3,80 | 6,78 | 9,86 | 0,77 | 87 |
| | 2019 | 10,12 | 27,42 | 4,00 | 8,31 | 9,48 | 0,72 | 83 |
| | 2020 | 11,21 | 25,42 | 3,88 | 7,48 | 10,02 | 0,80 | 86 |
| | 2021 | 11,88 | 26,31 | 4,32 | 8,16 | 9,67 | 0,75 | 100 |
| Интенсивная техногенно-минеральная система — N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ | | | | | | | | |
| 1-й укос | 2017 | 13,81 | 30,43 | 3,36 | 5,40 | 9,38 | 0,70 | 132 |
| | 2018 | 11,62 | 27,10 | 4,33 | 5,17 | 9,99 | 0,80 | 91 |
| | 2019 | 12,69 | 26,67 | 3,55 | 6,06 | 9,77 | 0,76 | 108 |
| | 2020 | 12,44 | 30,76 | 3,55 | 5,26 | 9,43 | 0,71 | 113 |
| | 2021 | 13,31 | 30,44 | 3,31 | 5,26 | 9,38 | 0,70 | 125 |
| 2-й укос | 2018 | 10,86 | 26,06 | 4,07 | 6,99 | 9,75 | 0,76 | 87 |
| | 2019 | 10,56 | 28,19 | 3,97 | 6,82 | 9,45 | 0,71 | 89 |
| | 2020 | 10,00 | 29,09 | 3,84 | 7,44 | 9,27 | 0,69 | 85 |
| | 2021 | 12,13 | 25,11 | 4,40 | 7,28 | 9,72 | 0,76 | 102 |
| Интенсивная техногенно-минеральная система — N ₁₈₀ P ₆₀ K ₉₀ | | | | | | | | |
| 1-й укос | 2017 | 14,75 | 30,45 | 3,70 | 6,14 | 9,38 | 0,70 | 144 |
| | 2018 | 12,38 | 26,64 | 3,25 | 5,59 | 9,77 | 0,76 | 105 |
| | 2019 | 12,62 | 27,15 | 2,94 | 5,16 | 9,77 | 0,76 | 107 |
| | 2020 | 14,75 | 30,03 | 2,94 | 6,06 | 9,28 | 0,69 | 146 |
| | 2021 | 13,44 | 29,96 | 3,38 | 6,06 | 9,33 | 0,70 | 127 |
| 2-й укос | 2018 | 12,38 | 22,96 | 4,37 | 5,90 | 10,26 | 0,84 | 95 |
| | 2019 | 13,43 | 28,27 | 2,75 | 5,55 | 9,61 | 0,74 | 120 |
| | 2020 | 11,38 | 28,12 | 3,48 | 5,85 | 9,56 | 0,73 | 97 |
| | 2021 | 13,00 | 26,98 | 3,96 | 6,83 | 9,82 | 0,77 | 110 |

При внесении фосфорно-калийных удобрений $P_{45}K_{90}$ (интегрированная система) аналогичная закономерность повторяется. Внеклассный корм по содержанию сырого протеина (8,69 и 8,81%) получен в 2019 и 2020 гг. за счет внедрения в травостой лисохвоста лугового и выпадения клевера ползучего. В остальные три года корм по содержанию сырого протеина соответствовал первому–третьему классам качества, сырой клетчатки — первому. Корм, полученный во время второго укоса, по содержанию сырой клетчатки соответствовал первому классу качества, по содержанию сырого протеина в 2020 г. был внеклассным, что связано с низким содержанием бобовых (3,3%). Содержание обменной энергии по обоим укосам (9,18–10,07 МДж) соответствовало первому классу качества, содержание переваримого протеина снижалось до 60 г на одну кормовую единицу. При внесении минеральных удобрений $N_{60}P_{45}K_{90}$ (экстенсивная техногенно-минеральная система) в первом укосе содержание сырого протеина соответствовало первому–второму классам качества, сырой клетчатки — первому. По содержанию сырого протеина (8,62%) во втором укосе в 2020 г. полученный корм был внеклассным, что связано с уменьшением участия злаковых видов из-за недостаточной влагообеспеченности (20–80 мм осадков при формировании второго укоса). Содержание сырой клетчатки соответствовало первому классу качества сена.

На фоне техногенной и интегрированной системы, а также при внесении $N_{60}PK$ за сезон (экстенсивная техногенно-минеральная система) формируются низовозлаковые травостои, пригодные в

основном для пастбищного или экстенсивного использования при периодическом скашивании сенокосов (с целью сохранения сельскохозяйственных угодий от зарастания их кустарником и мелколесьем). При сенокосном их использовании качество полученного сырья частично соответствует критериям первого–третьего классов принятого стандарта, продуктивность составляет 23–56 ц/га, по содержанию переваримого протеина в 14 случаях не соответствовало ГОСТ по качеству сена (52–62 г в 1 корм. ед.).

При увеличении дозы азотных удобрений до N_{90} , N_{120} , N_{180} на фоне $P_{45}K_{90}$ формируется сенокосный тип травостоя с преобладанием костреца безостого.

Показатели качества травяного сырья для получения сена в среднем за пятилетний период наблюдений в первом укосе на фоне $N_{90-120}PK$ составили 9,40–9,59 МДж обменной энергии, во втором укосе — 9,55–9,76 МДж ОЭ, содержание кормовых единиц соответственно с фонами удобрений — 0,70–0,73 и 0,73–0,76 в 1 кг сухого вещества. Обеспеченность корма переваримым протеином в первом укосе для травостоя с лисохвостом было одинаковым (114 г) в первом укосе, во втором — 82–89 г. Увеличение дозы азотных удобрений до $N_{180}PK$ способствует преобладанию в травостое костреца безостого (41–80%), что отразилось на повышении концентрации сырого протеина (до 11,80–13,59%) по сравнению с фоном $N_{120}P_{45}K_{90}$ (10,1–12,8%); при этом содержание обменной энергии (9,5–9,8 МДж) и кормовых единиц (0,72–0,77) в 1 кг сухого вещества по укосам слабо изменялось, увеличение доз азотных удобрений существенно проявляется на

повышении продуктивности сенокоса — с 5,0 до 6,5 тыс. корм. ед./га.

Это доказывает целесообразность применения интенсивных технологий ведения лугового кормопроизводства в Нечерноземной зоне, обеспечивающих не только усовершенствование технологий и рост продуктивности, но и гарантирующих повышение качества объемистых кормов. Однако в отдельные периоды при неблагоприятном изменении неуправляемых стохастических условий (недостаточное количество атмосферных осадков или повышенная температура в период формирования укоса) выявлено получение неклассного сырья для заго-

товки сена. Это отмечено во вторых укосах в 2018 и 2020 гг., а также вследствие повышенной температуры — в 2019 г., всего семь случаев по содержанию переваримого протеина (67–89 г/корм. ед.).

Таким образом, для получения высококачественного сена на долголетних сенокосах (71–75-го годов пользования) необходимо применять при двуукосном использовании интенсивные техногенно-минеральные системы на основе самовозобновляющихся травостоев, способных при повышенных дозах удобрений ($N_{90-120-180}P_{45}K_{90}$) сохранять высокую продуктивность сенокоса — до 6,5 тыс. кормовых единиц с одного гектара.

Литература

1. Родионова А.В., Тебердиев Д.М. Продуктивность долголетнего сеяного сенокоса и качество корма // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 15 (63) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». — М. : Угрешская Типография, 2017. — С. 64–68.
2. Тебердиев Д.М., Кулаков В.А., Родионова А.В. Продуктивный потенциал и качество корма сенокосов и пастбищ // Животноводство России. — 2010. — № 9. — С. 45–50.
3. Жезмер Н.В. Энергосберегающие технологии самовозобновляющихся долголетних сенокосов // Кормопроизводство. — 2009. — № 12. — С. 10–13.
4. Collins R.P., Coverdale E., Vale J. Biomass production and forage quality in multispecies swards // Grassland – a European Resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation. Lublin, Poland, 3–7 June 2012. — P. 97–99.
5. Vučković S., Prodanović S., Simić A., Savić M., Pajčin Đ. Effect of fertilization on yield on permanent grasslands in Serbia // The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation. Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. — P. 332–334.
6. Спиридонов А.М., Мазин А.М. Урожайность и качество корма травостоев клевера лугового на северо-западе России // Аграрная Россия. — 2021. — № 10. — С. 8–11.
7. Петрук В.А., Вотяков А.О. Экономическая и энергетическая эффективность создания сенокосов и пастбищ в лесостепной зоне Западной Сибири // Кормопроизводство. — 2020. — № 8. — С. 11–14.
8. Экономическая эффективность систем и усовершенствованных технологий производства объемистых кормов / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, А.В. Родионова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. — 2019. — № 6. — С. 44–50.
9. Привалова К.Н., Каримов Р.Р. Агроэнергетическая эффективность производства пастбищного корма на долголетних райграсовых и фестулолиумовых травостоях // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 19 (67). — М., 2018. — С. 74–79.

10. Жезмер Н.В. Экономическая эффективность длительного многоукосного использования разнотравных злаковых травостоев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 24 (72). – М., 2020. – С. 24–29.
11. Привалова К.Н. Биологический потенциал самовозобновляющихся видов многолетних трав в составе разновозрастных пастбищных травостоев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 24 (72). – М., 2020. – С. 14–18.
12. Долголетие и урожайность злаковых трав газонного типа при использовании на кормовые цели / Н.Н. Лазарев, В.В. Соколова, Я.Г. Бутько, С.М. Авдеев // Кормопроизводство. – 2019. – № 2. – С. 8–13.
13. Смирнова А.В. Влияние минеральных и органических систем удобрения на продуктивность долголетнего пастбищного травостоя // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. трудов, выпуск 24 (72). – М., 2020. – С. 39–43.
14. Дронов А.В. Эффективность минеральных удобрений при возделывании сорго-суданковых гибридов на юго-западе Центрального Нечерноземья // Кормопроизводство. – 2019. – № 1. – С. 12–16.
15. Чеботарев Н.Т., Броварова О.В. Влияние минеральных удобрений на фоне известкования на урожайность бобово-злаковой травосмеси и свойства дерново-подзолистой почвы Северо-Востока // Кормопроизводство. – 2021. – № 6. – С. 11–15.
16. Фигурин В.А., Кислицына А.П. Продуктивность и питательная ценность лядвенце-тимopheечных травостоев при разном уровне минерального питания и известкования // Кормопроизводство. – 2020. – № 7. – С. 23–27.
17. Методические рекомендации по определению энергетической питательности кормов для жвачных / Н.Г. Григорьев [и др.]. – Москва, 1984. – 44 с.
18. Биологическая полноценность кормов / Н.Г. Григорьев, М.П. Волков, Е.С. Воробьев [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 297с.
19. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа : монография / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – Москва : Угреша Т, 2019. – 272 с.

References

1. Rodionova A.V., Teberdiev D.M. Produktivnost' dolgoletnego seyanogo senokosa i kachestvo korma [Productivity of long-term seeded haymaking and forage quality]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 15 (63)* [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 15 (63)]. Moscow, Ugreshskaya Tipografiya Publ., 2017, pp. 64–68.
2. Teberdiev D.M., Kulakov V.A., Rodionova A.V. Produktivnyy potentsial i kachestvo korma senokosov i pastbishch [Productive potential and quality of forage of hayfields and pastures]. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal husbandry of Russia], 2010, no. 9, pp. 45–50.
3. Zhezmer N.V. Energoberegayushchiye tekhnologii samovozobnovlyayushchikhsya dolgoletnikh senokosov [Energy-saving technologies for self-renewable long-term hayfields]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2009, no. 12, pp. 10–13.
4. Collins R.P., Coverdale E., Vale J. Biomass production and forage quality in multispecies swards. *Grassland – a European Resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation*. Lublin, Poland, 3–7 June 2012. P. 97–99.
5. Vučković S., Prodanović S., Simić A., Savić M., Pajčin Đ. Effect of fertilization on yield on permanent grasslands in Serbia. *The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation*. Trondheim, Norway, 4–8 September 2016. P. 332–334.

6. Spiridonov A.M., Mazin A.M. Urozhaynost' i kachestvo korma travostoyev klevera lugovogo na severo-zapade Rossii [Productivity and quality of fodder in meadow clover grass stands in the north-west of Russia]. *Agrarnaya Rossiya [Agrarian Russia]*, 2021, no. 10, pp. 8–11.
7. Petruk V.A., Votyakov A.O. Ekonomicheskaya i energeticheskaya effektivnost' sozdaniya senokosov i pastbishch v lesostepnoy zone Zapadnoy Sibiri [Economic and energy efficiency of creating hayfields and pastures in the forest-steppe zone of Western Siberia]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2020, no. 8, pp. 11–14.
8. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Rodionova A.V. et al. Ekonomicheskaya effektivnost' sistem i usovershenstvovannykh tekhnologiy proizvodstva ob'yemistykh kormov [Economic efficiency of systems and improved technologies for the production of bulky feed]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]*, 2019, no. 6, pp. 44–50.
9. Privalova K.N., Karimov R.R. Agroenergeticheskaya effektivnost' proizvodstva pastbishchnogo korma na dolgoletnikh raygrasovykh i festuloliumovykh travostoyakh [Agroenergy efficiency of pasture fodder production on long-term ryegrass and festulolium grass stands]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 19 (67) [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 19 (67)]*. Moscow, 2018, pp. 74–79.
10. Zhezmer N.V. Ekonomicheskaya effektivnost' dlitel'nogo mnogoukosnogo ispol'zovaniya raznospesvayushchikh zlakovykh travostoyev [Economic efficiency of long-term multi-cutting use of differently ripening cereal grass stands]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 24 (72) [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 24 (72)]*. Moscow, 2020, pp. 24–29.
11. Privalova K.N. Biologicheskii potentsial samovozobnovlyayushchikhsya vidov mnogoletnikh trav v sostave raznovozrastnykh pastbishchnykh travostoyev [Biological potential of self-renewing species of perennial grasses in the composition of pasture grass stands of different ages]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 24 (72) [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 24 (72)]*. Moscow, 2020, pp. 14–18.
12. Lazarev N.N., Sokolova V.V., Butko Ya.G., Avdeev S.M. Dolgoletnye i urozhaynost' zlakovykh trav gazonnogo tipa pri ispol'zovanii na kormovyye tseli [Longevity and yield of lawn-type cereal grasses when used for fodder purposes]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2019, no. 2, pp. 8–13.
13. Smirnova A.V. Vliyaniye mineral'nykh i organicheskikh sistem udobreniya na produktivnost' dolgoletnego pastbishchnogo travostoya [Influence of mineral and organic fertilizer systems on the productivity of long-term pasture herbage]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sb. nauch. trudov, vypusk 24 (72) [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific Proceedings, issue 24 (72)]*. Moscow, 2020, pp. 39–43.
14. Dronov A.V. Effektivnost' mineral'nykh udobreniy pri vozdeleyvanii sorgo-sudankovykh gibridov na yugo-zapade Tsentral'nogo Nechernozem'ya [Efficiency of mineral fertilizers in the cultivation of sorghum-sudangrass hybrids in the southwest of the Central Non-Chernozem Region]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2019, no. 1, pp. 12–16.
15. Chebotarev N.T., Brovarova O.V. Vliyaniye mineral'nykh udobreniy na fone izvestkovaniya na urozhaynost' bobovo-zlakovoy travosmesi i svoystva dernovo-podzolistoy pochvy Yevro-Severo-Vostoka [Influence of mineral fertilizers against the background of liming on the yield of legume-cereal grass mixture and properties of soddy-podzolic soil of the Euro-North-East]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2021, no. 6, pp. 11–15.
16. Figurin V.A., Kislytsyna A.P. Produktivnost' i pitatel'naya tsennost' lyadventse-timofeyechnykh travostoyev pri raznom urovne mineral'nogo pitaniya i izvestkovaniya [Productivity and nutritional val-

- ue of bird's-foot trefoil mixture with common timothy on various backgrounds of mineral nutrition and liming]. *Kormoproizvodstvo* [*Fodder production*], 2020, no. 7, pp. 23–27.
17. Grigorev N.G. et al. Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu energeticheskoy pitatel'nosti kormov dlya zhvachnykh [Guidelines for determining the energy nutritional value of feed for ruminants]. Moscow, 1984, 44 p.
 18. Grigorev N.G., Volkov M.P., Vorobev E.S. et al. Biologicheskaya polnotsennost' kormov [Biological usefulness of feed]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 297p.
 19. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. Mineral'nyye elementy v kormakh i metody ikh analiza : monografiya [Mineral elements in feed and methods of their analysis: monograph]. Moscow, Ugresha T Publ., 2019, 272 p.