

УДК 633.2.031

КАЧЕСТВО ТРАВЯНОГО СЫРЬЯ И ВЫНОС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ДОЛГОЛЕТНИХ СРЕДНЕСПЕЛЫХ ТРЕХУКОСНЫХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЯХ

Н.В. Жезмер, кандидат сельскохозяйственных наук

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

QUALITY OF HERBAL RAW MATERIALS AND NUTRIENT REMOVAL IN LONG-TERM MID-RIPENING THREE-CUT CEREAL STANDS

N.V. Zhezmer, Candidate of Agricultural Sciences

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

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2020-1-6-14

Исследования проведены на долголетних (1–34-го годов пользования) среднеспелых трехукосных агроценозах. Установлено, что при орошении и внесении $N_{260}P_{75}K_{220}$ повышение урожайности 1 га по сравнению с неорошаемыми травостоями при подкормке $N_{180}P_{35}K_{160}$ составило 21–23% на кострецовых агроценозах и 30–31% на двукисточниковых. Потребление травами азота увеличилось на 20–24 (травостой с кострецом) и 27–29% (с двукисточником), а фосфора (P_2O_5) — на 20–25 и 34–35%. Повышение выноса калия и кальция при поливе не зависело от состава агроценозов и составило 17–22 (по K_2O) и 47–51% (по CaO). С каждым центнером сухого вещества выносятся: 2,1–2,2 кг азота; 2,2–2,4 K_2O ; 0,6–0,7 P_2O_5 и 0,6–0,8 кг CaO . Часть этих веществ травы извлекают из почвы. Для поддержания урожайности травостоев на высоком уровне при долголетнем интенсивном использовании луга, запасов доступных травам питательных веществ в почве недостаточно. Многоукосное использование агроценозов возможно только при систематической подкормке каждого очередного укоса оптимальными дозами удобрений. В системе укосного конвейера среднеспелые травостои позволяют продлить период заготовки качественной зеленой массы для сенажа и силоса на 7–10 дней в каждом укосе. Получаемое травяное сырье на трехукосных агроценозах (при орошении и без полива) по содержанию сырого протеина и сырой клетчатки отвечает требованиям ГОСТ в первом укосе на травостоях с кострецом безостым — второго класса, с двукисточником тростниковым — третьего класса. Во втором укосе у всех агроценозов сырьевая масса соответствовала второму классу, в третьем укосе — первому классу. По содержанию макроэлементов (фосфора, калия и кальция) в сухом веществе травяного сырья, полученного на агроценозах с кострецом безостым и двукисточником тростниковым при поливе и естественном увлажнении, зеленая масса соответствует зоотехническим нормам кормления животных. Использование качественных объемистых кормов, заготовленных из зеленой массы травостоев среднего звена сырьевого конвейера, позволит снизить расход концентратов и минеральных добавок в зимнем рационе животных.

Ключевые слова: среднеспелые агроценозы, злаковые травы, три укоса, долголетие, вынос питательных веществ, качество травяного сырья.

The studies were conducted on long-term (1–34th years of use) mid-ripening three-cut agrocenoses. It was found that during irrigation and application of $N_{260}P_{75}K_{220}$, an increase in the yield of 1 ha compared to non-irrigated grasses when feeding $N_{180}P_{35}K_{160}$ amounted to 21–23% on the agrocenoses with awnless brome grass and 30–31% with reed canary grass. Consumption of nitrogen by herbs increased by 20–24 (herbage with awnless brome grass) and 27–29% (with reed canary grass), and phosphorus (P_2O_5) — by 20–25 and 34–35%. The increase in the removal of potassium and calcium during irrigation did not depend on the composition of agrocenoses and amounted to 17–22 (for K_2O) and 47–51% (for CaO). With each centner of dry matter is carried out: 2.1–2.2 kg of nitrogen; 2.2–2.4 K_2O ; 0.6–0.7 P_2O_5 and 0.6–0.8 kg CaO . Some of these substances are extracted from the grass soil. To maintain the productivity of grass stands at a high level with long-term intensive use of the meadow, the reserves of nutrients available to herbs in the soil are not enough. Multi-cut use of agrocenoses is possible only with the systematic feeding of each subsequent mowing with optimal doses of fertilizers. In the mowing conveyor system, mid-season grass stands allow to extend the harvesting period of high-quality green mass for haylage and silage by 7–10 days in each mowing. The obtained grass raw materials on three-mowing agrocenoses (during irrigation and without irrigation) in terms of the content of crude protein and crude cellulose meet the requirements of GOST in the first mowing on grass stands with awnless brome – the second class, with reed canary grass – of the third class. In the second mowing of all agrocenoses, the raw material mass corresponded to the second class, in the third mowing – to the first class. According to the content of macronutrients (phosphorus, potassium and calcium) in the dry matter of grass raw materials obtained on agrocenoses with awnless brome and reed canary grass during irrigation and natural moisture, the green mass corresponds to zootechnical norms of animal feeding. The use of high-quality bulky feeds prepared from the green mass of the middle link of the raw material conveyor will reduce the consumption of concentrates and mineral additives in the winter diet of animals.

Keywords: mid-season agrocenoses, cereal grasses, three mowing, longevity, nutrient removal, quality of grass raw materials.

Введение. Одна из главных задач лугового кормопроизводства — повышение качества объемистых кормов [1; 2]. Рост продуктивности животных, при сохранении здоровья скота, в первую очередь зависит от полноценного сбалансированного кормления с учетом потребностей коров в необходимых питательных веществах [3]. Однако качество кормов, заготавливаемых в производстве, низкое. Так, в Кировской области доля неклассных кормов и кормов III класса составляет от 35 до 70% [4]. В большинстве хозяйств страны преобладает одноукосное использование сенокосов при скашивании трав в фазу цветения и позднее, что приводит к получению кормов, не отвечающих требованиям

технических условий [5].

Решить проблему получения биологически ценного травяного сырья для заготовки сенажа и силоса в необходимых объемах можно за счет многоукосного использования целенаправленно созданных долголетних разнопоспевающих злаковых агроценозов для сырьевого конвейера [6]. Однако интенсивное использование злаковых травостоев невозможно без улучшения уровня питания трав за счет внесения удобрений и, в первую очередь, азотных, которые также способствуют повышению содержания сырого протеина в растениях [7]. Наиболее важные показатели потребности луговых трав в питательных веществах — содержание их в растениях и вынос с

урожаем трав [7; 8]. Следовательно, изучение химического состава травяного сырья и выноса (потребления) растениями азота и зольных элементов при изучении долголетних (1–34 года пользования) многоукосных злаковых разноспевающих агроценозов актуально. Данные по раннеспелым травостоям опубликованы в сборнике научных трудов ФНЦ ВИК, выпуск 17 [9]. В новой статье излагаются результаты и их анализ по среднеспелым травостоям.

Методика исследований. На опытном поле ВНИИ кормов в 1982–2016 гг. проведены исследования по созданию и интенсивному использованию долголетних среднеспелых злаковых агроценозов для сырьевого конвейера. Изучалось их продуктивное долголетие, качество травяного сырья и использование луговыми травами питательных веществ почвы и удобрений. Площадь опытной деланки — 48 м², размещение вариантов систематическое со смещением по повторностям.

Опыт заложен на типичном для Центрального Нечерноземья суходольном лугу, почва дерново-подзолистая, слабокислая. В исходном состоянии в слое 0–20 см содержалось 1,5% гумуса, 158 мг/кг P₂O₅ и 114 мг/кг K₂O. Посев трав проведен в 1982 г. под покров горохо-овсяной смеси. В одновидовые посевы и доминантами в травосмеси включали наиболее долголетние длиннокорневидные виды: кострец безостый Моршанский 760 и двукисточник тростниковый Первенец. В качестве сопутствующих компонентов в травосмеси добавляли менее долголетние рыхлокустовые виды, хорошо развивающиеся в первые годы жизни агроценозов: тимофеевку

луговую ВИК 9 и овсяницу тростниковую Балтика. Варианты опыта и нормы высева семян представлены в таблице 1. В 1982–1993 гг. влажность почвы в слое 0–40 см поддерживали поливом на уровне 60–100% НВ. В последующие годы пользования (по экономическим причинам) опыт продолжали при естественном (атмосферном) увлажнении. Проведение опыта по схеме начато в 1983 г. Доза удобрений за сезон в среднем за первые 11 лет пользования (при орошении) составила N₂₆₀P₇₅K₂₂₀, в последующие 23 года (без орошения) — N₁₈₀P₃₅K₁₆₀. Азотные и калийные удобрения вносили равными частями под каждый укос, фосфорные — в один прием. Дозы фосфора и калия периодически уточняли в соответствии с содержанием этих элементов в почве. В качестве удобрений применяли аммиачную селитру, хлористый калий и суперфосфат.

Для получения качественного травяного сырья на изучаемых агроценозах применяли трехукосный режим скашивания. Первый укос проводили в начале фазы колошения (выметывания) доминанта травостоя, последующие укосы убирали при высоте трав не менее 50 см.

Учеты, наблюдения и анализы сделаны по общепринятым в луговодстве методикам. Статистическую обработку данных по сбору сухого вещества (СВ) с одного гектара провели дисперсионным методом [10].

Результаты исследований. Данные таблицы 1 показывают, что отмечена тенденция несколько большей урожайности (3–5%) и выноса питательных веществ на травосмесях с кострцом безостым и двукисточником тростниковым при обоих режимах увлажнения по срав-

нению с одновидовыми посевами костреца безостого и двукисточника тростникового. При этом агроценозы с двукисточником в условиях орошения обеспечили больший сбор сухого вещества с гектара и потребление питательных ве-

ществ травами по сравнению с кострецовыми травостоями. Так, урожайность травостоев с двукисточником была выше кострецовых агроценозов на 13%, а вынос питательных веществ увеличивался на 4–27%.

1. Урожайность и потребление травами питательных веществ на долголетних среднеспелых агроценозах за сезон (1983–2016 гг.)

Вариант (норма высева семян, кг/га)	Произведе- но СВ, т/га	Потребление травами, кг/га			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO*
При поливе, в среднем за 1–11 годы пользования (г. п.) (фон N ₂₆₀ P ₇₅ K ₂₂₀)					
Кострец безостый (20)	10,2	215	66	239	80
Кострец (14) + тимофеевка луговая (4)	10,6	228	70	242	81
Двукисточник тростниковый (10)	11,5	248	84	256	84
Двукисточник (7) + овсяница тростниковая (6)	12,0	259	87	264	89
НСР ₀₅	0,7				
При атмосферном увлажнении, в среднем за 12–34 г. п. (фон N ₁₈₀ P ₃₅ K ₁₆₀)					
Кострец безостый	8,4	179	55	199	53
Кострец + тимофеевка	8,6	184	56	206	54
Двукисточник тростниковый	8,8	192	62	210	57
Двукисточник + овсяница тростниковая	9,2	204	65	225	59
НСР ₀₅	0,6				

*При атмосферном увлажнении концентрация кальция определялась только в 1994–2006 гг.

Урожайность долголетних многоукосных среднеспелых травостоев при атмосферном увлажнении в среднем за 23 года пользования составила 8,4–9,2 т/га СВ (табл. 1). При орошении и внесении большей дозы удобрений получен более высокий сбор сухого вещества с 1 га: на 21–23% у агроценозов с кострецом и на 30–31% с двукисточником, по сравнению с неорошаемыми вариантами. Соответственно и вынос питательных веществ травами был выше при поливе. При этом потребление растениями азота и фосфора из удобрений и

почвы увеличилось в условиях лучшего агрофона практически также на 20–25% и 27–35% соответственно травостоям. При орошении повышение выноса калия на кострецовых агроценозах было близким (17–20%) к увеличению сбора сухого вещества с гектара по сравнению с неорошаемыми травостоями. Однако на агроценозах с двукисточником повышение выноса калия (17–22%) было ниже повышения сбора СВ с 1 га. Это связано со снижением содержания калия в травяном сырье двукисточниковых травостоев при орошении (табл. 2). Следует

отметить большее повышение выноса этого элемента в вариантах без полива, травами кальция — на 47–51% при лучшем агрофоне по сравнению с другими вызванное повышением кислотности питательными веществами. Это обусловлено более низким содержанием почвы на травостоях 12–34 г. п. с $pH_{\text{сол.}}$ 6,50 в 1983 г. до 5,66 в 1993 и до 5,05 в 2000 г.

2. Содержание органических веществ и зольных элементов в травяной массе многоукосных травостоев (средневзвешенное за сезон 1983–2016 гг.)

Вариант	Концентрация в сухом веществе, %				
	сырой протеин	сырая клетчатка	фосфор	калий	кальций*
При поливе, в среднем за 1–11 г. п.					
Кострец безостый	13,3	27,4	0,29	1,96	0,57
Кострец + тимофеевка	13,5	27,6	0,29	1,90	0,55
Двукосточник тростниковый	13,5	28,7	0,32	1,85	0,52
Двукосточник + овсяница тростниковая	13,5	28,5	0,32	1,89	0,53
При атмосферном увлажнении, в среднем за 12–34 г. п.					
Кострец безостый	13,3	27,5	0,29	1,97	0,50
Кострец + тимофеевка	13,4	27,6	0,28	1,99	0,50
Двукосточник тростниковый	13,5	28,4	0,30	1,97	0,50
Двукосточник + овсяница тростниковая	13,8	28,2	0,31	2,03	0,50

*При атмосферном увлажнении концентрации кальция определялась только в 1994–2006 гг.

Вынос питательных веществ с урожайностью луговыми травами — показатель правильной организации удобрения лугов [7]. При трехукосном использовании и внесении НРК, независимо от условий увлажнения, каждый центнер сухого вещества травяного сырья изучаемых агроценозов в среднем выносит из удобрений и почвы луга 2,1–2,2 кг азота и 0,6–0,7 кг фосфора (P_2O_5 , табл. 1). Вынос калия (K_2O) с 1 ц СВ урожая был несколько выше при естественном увлажнении — 2,4 кг против 2,2–2,3 кг при орошении, а кальция (CaO), наоборот, при поливе — 0,7–0,8 кг против 0,6 без орошения.

Анализ содержания сырой клетчатки

и сырого протеина в среднем за сезон 1983–1993 и 1994–2016 гг. в травяном сырье изучаемых травостоев, представленный в таблице 2, показал, что оно соответствовало требованиям технических условий ГОСТ для заготовки сенажа второго класса [11]. Лимитирующим фактором по всем травостоям являлось содержание сырого протеина, которое по разным вариантам составило 13,3–13,8% при норме для первого класса не менее 14%. По концентрации сырой клетчатки травяное сырье, полученное на кострецовых агроценозах, соответствовало первому классу ГОСТ — 27,4–27,6% (норма не более 28%), а на двукосточниковых травостоях — второму классу:

28,2–28,7 (норма не более 30%). Различий по концентрации клетчатки и протеина в сырьевой массе злаковых агроценозов на разных агрофонах выращивания практически не было.

Дополнительный анализ содержания органических веществ по укосам, проведенный в среднем за 1983–1993 и 1994–2016 гг. на рекомендуемых среднеспелых травосмесях показал, что травяное сырье, полученное на травостоях костреца безостого при обоих режимах увлажнения в первом и втором укосах, было второго класса. Концентрация сырой клетчатки составила соответственно укосам 29,0 и 27,9%, а сырого протеина — 12,0–12,9 и 12,6–13,2% при норме не менее 12%. В третьем укосе сырьевая масса кострецового агроценоза соответствовала первому классу при содержании клетчатки 24,2–24,6% (норма не более 28%) и протеина 14,7–15,8%.

Травяное сырье, полученное на травосмеси с двукисточником в первом укосе, на обоих агрофонах было только третьего класса, так как содержание сырой клетчатки составило 30,1–30,6% (норма для третьего класса не более 31%), сырого протеина — 11,7–12,7% (норма не менее 11%). Во втором укосе сырьевая масса этого травостоя соответствовала второму классу при концентрации протеина 13,9–14,0% и клетчатки 28,2–29,9%, а в третьем укосе травяное сырье было первого класса — протеина содержалось 14,3–17,3%, клетчатки — 23,7–25,2%.

В таблице 2 представлено содержание минеральных элементов в среднем за сезон 1983–2016 гг. в сухом веществе травяного сырья, полученного на среднеспелых злаковых трехукосных агроце-

нозах. При обоих режимах увлажнения концентрация фосфора (P) в сырьевой массе травостоев с кострецом составила 0,28–0,29% и была близкой к зоотехнической норме — 0,30%, а на агроценозах с двукисточником — 0,30–0,32%, что полностью удовлетворяет потребности животных [12–14].

Концентрация калия (K) в травяном сырье изученных травостоев полностью удовлетворяла потребности животных и составляла в среднем за сезон на агроценозах с кострецом безостым 1,90–1,99% в СВ, на травостоях с двукисточником тростниковым отмечено несколько большее содержание калия без орошения — 1,97–2,03%, а при поливе оно было 1,85–1,89%. По зоотехническим нормам содержание калия в корме должно быть не более 3% в СВ [13; 14].

Наибольшее содержание кальция (Ca) отмечено в вариантах с поливом у кострецовых травостоев — 0,55–0,57% в СВ, а на двукисточниковых агроценозах оно было ниже — 0,52–0,53%. Без орошения сырьевая масса всех травостоев имела наименьшую концентрацию кальция — 0,50%. Считается, что для нормальной жизнедеятельности жвачных животных в СВ травы должно содержать 0,70–0,75% кальция [12–14]. Недостаток кальция в объемистых кормах в стойловый период легко восполнить за счет концентратов или дешевых добавок, содержащих кальций [13].

Выводы.

1. Урожайность и вынос многолетними травами питательных веществ у изученных среднеспелых агроценозов зависят от условий выращивания (агрофона) и состава травостоя. При поливе и внесении $N_{260}P_{75}K_{220}$ повышение уро-

жайности 1 га составило по сравнению с неорошаемыми травостоями при подкормке $N_{180}P_{35}K_{160}$ 21–23% на кострецовых агроценозах и 30–31% на двукисточниковых. При этом потребление травостоями азота увеличилось соответственно на 20–24 и 27–29%, а фосфора (P_2O_5) — на 20–25 и 34–35%. Повышение выноса калия и кальция при поливе почти не зависело от состава агроценозов и составило 17–22 (по K_2O) и 47–51% (по CaO).

2. При трехукосном скашивании и внесении NPK с каждым центнером сухого вещества, полученным на изученных травостоях, выносятся: 2,1–2,2 кг азота; 2,2–2,4 K_2O ; 0,6–0,7 P_2O_5 и 0,6–0,8 кг CaO . Часть этих веществ травы извлекают из почвы, но для поддержания урожайности травостоев на высоком уровне, особенно при долголетнем интенсивном использовании луга, запасов доступных травам питательных веществ в почве недостаточно. Поэтому многоукосное использование агроценозов возможно только при систематической подкормке каждого очередного укоса оптимальными дозами удобрений.

3. В системе укосного конвейера

среднеспелые травостои позволяют продлить период заготовки качественной зеленой массы для сенажа и силоса на 7–10 дней в каждом укосе. При этом получаемое травяное сырье на трехукосных агроценозах (при орошении и без полива) по содержанию сырого протеина и сырой клетчатки отвечает требованиям ГОСТ в первом укосе на травостоях с кострецом безостым — второго класса, с двукисточником тростниковым — третьего класса, во втором укосе у всех агроценозов сырьевая масса соответствовала второму классу, в третьем укосе — первому классу.

4. По содержанию макроэлементов (фосфора, калия и кальция) в сухом веществе травяного сырья, полученного на агроценозах с кострецом безостым и двукисточником тростниковым при поливе и естественном увлажнении, зеленая масса соответствует зоотехническим нормам кормления животных. Использование качественных объемистых кормов, заготовленных из зеленой массы травостоев среднего звена сырьевого конвейера, позволит снизить расход концентратов и минеральных добавок в зимнем рационе животных.

Литература

1. Косолапов В.М. Проблемы кормопроизводства и пути их решения на современном этапе // Достижения науки и техники АПК. — 2010. — № 11. — С. 23–25.
2. Справочник по кормопроизводству. — 5-е изд., перераб. и доп. / под ред. В.М. Косолапова и И.А. Трофимова. — М. : Россельхозакадемия, 2014. — 716 с.
3. Косолапов В.М., Фицев А.И., Гаганов А.П. Качество и эффективность кормов // Животноводство России. — 2011. — № 11. — С. 50–52.
4. Ситников Н.П. Повышение эффективности кормопроизводства в АПК Кировской области // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 5 (53) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». — М. : Угрешская типография, 2015. — С. 331–336.
5. Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения сенокосов и пастбищ в Волго-Вятском регионе / А.А. Кутузова [и др.]. — М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. — 75 с.

6. Жезмер Н.В., Орленкова Е.К. Травосмеси для долголетних высокопродуктивных сенокосов Нечерноземья // Кормопроизводство. – 2000. – № 10. – С. 11–14.
7. Ромашов П.И. Удобрение сенокосов и пастбищ. – М. : Колос, 1969. – 184 с.
8. Агрохимия / Б.А. Ягодин [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 639 с.
9. Жезмер Н.В. Потребление травами питательных веществ и качество травяного сырья ранне-спелых многоукосных злаковых агроценозов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 17 (65) / ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – М. : Угрешская Типография, 2018. – С. 94–100.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 5-е изд. – М. : Агропромиздат, 1985. – 352 с.
11. ГОСТ Р 55452-13 Сено и сенаж. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2014. – 8 с.
12. Дмитроченко А.П., Пшеничный П.Д. Кормление сельскохозяйственных животных. – 2-е изд., доп. и перераб. – Л. : Колос, 1975. – 480 с.
13. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие. – 3-е изд. / под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – М. : Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
14. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа : монография / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова. – М. : Угреша Т, 2019. – 272 с.

References

1. Kosolapov V.M. Problemy kormoproizvodstva i puti ikh resheniya na sovremennom etape [Problems of fodder production and ways to solve them at the modern stage]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements in science and technology AIC]*, 2010, no. 11, pp. 23–25.
2. Spravochnik po kormoproizvodstvu [Fodder Production Handbook]. Eds.: V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2014, 716 p.
3. Kosolapov V.M., Fitsev A.I., Gaganov A.P. Kachestvo i effektivnost' kormov [The quality and effectiveness of fodder]. *Zhivotnovodstvo Rossii [Animal husbandry in Russia]*, 2011, no. 11, pp. 50–52.
4. Sitnikov N.P. Povyshenie effektivnosti kormoproizvodstva v APK Kirovskoy oblasti [Improving the efficiency of fodder production in the Agro-Industrial Complex Kirov region]. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo [The multifunctional adaptive fodder production : collected articles]*. V. 5 (53). Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2015, pp. 331–336.
5. Kutuzova A.A. et al. Prakticheskoe rukovodstvo po resursosberegayushchim tekhnologiyam i priyam uluchsheniya senokosov i pastbishch v Volgo-Vyatskom regione [Practical guide to resource-saving technologies and methods for improving hayfields and pastures in the Volga-Vyatka region]. Moscow, Tipografiya Rosselkhozakademii Publ., 2014, 75 p.
6. Zhezmer N.V., Orlenkova E.K. Travosmesi dlya dolgoletnikh vysokoproduktivnykh senokosov Nечернозем'ya [Grass mixtures for long-term highly productive hayfields of the Non-Black Earth Region]. *Kormoproizvodstvo [Fodder Journal]*, 2000, no. 10, pp. 11–14.
7. Romashov P.I. Udobrenie senokosov i pastbishch [Fertilizing hayfields and pastures]. Moscow, Kolos Publ., 1969, 184 p.
8. Yagodin B.A. et al. Agrokimiya [Agrochemistry]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 639 p.
9. Zhezmer N.V. Potreblenie travami pitatel'nykh veshchestv i kachestvo travyanogo syr'ya rannespelykh mnogoukosnykh zlakovykh agrotsenozov [Nutrients absorption and the quality of herbal raw materials of early ripening multi-cut cereal agrocenoses] *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo [The multifunctional adaptive fodder production : collected articles]*. V. 17 (65). Moscow, Ugreshskaya Tipografiya Publ., 2018, pp. 94–100.
10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 352 p.

11. GOST R 55452-13 Seno i senazh. Tekhnicheskie usloviya [Hay and haylage. Technical specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2014, 8 p.
12. Dmitrochenko A.P., Pshenichnyy P.D. Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh [Feeding of agricultural animals]. Leningrad, Kolos Publ., 1975, 480 p.
13. Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh [Norms and rations for feeding agricultural animals]. Eds.: A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin, V.V. Shcheglov, N.I. Kleymenov. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2003, 456 p.
14. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. Mineral'nye elementy v kormakh i metody ikh analiza [Mineral elements in fodder and methods for their analysis]. Moscow, Ugresha T Publ., 2019, 272 p.