

Двухукосное использование многолетних кормовых агроценозов в условиях северных регионов России

А. А. Шаманин^{1✉}, Л. А. Попова¹

¹Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Луговой, Россия

✉E-mail: lexxik_1@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – изучить злаково-бобовые агроценозы при долголетнем двухукосном использовании в условиях северных территорий Архангельской области. **Методы.** Исследования проводились по общепринятым методикам в период с 2019 по 2022 гг. в полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве. Объект исследований – многолетние агроценозы многолетних трав. **Результаты.** Установлена перспективность использования овсяницы тростниковой в двухкомпонентной травосмеси в условиях северного региона России. Агрофитоценозы, созданные в смеси данной культуры с клевером луговым, позволяют на протяжении 3 лет двухукосного использования стабильно получать от 10,19 до 11,71 т/га сухого вещества с содержанием обменной энергии и сырого протеина 90,53–129,01 ГДж и 1,13–1,51 т. прослеживается негативная тенденция – ежегодное уменьшение участия клевера лугового в фитоценозе. Так, если в первый год жизни в структуре урожая зеленой массы содержалось до 73 % клевера лугового, то к 3-му году двухукосного пользования травостоя данное значение снизилось в среднем до 17 %. Люцерна синяя в травостое со злаковыми травами в первый год жизни проявила себя перспективной культурой с хорошим развитием растений и содержанием в структуре урожая от 59 % до 67 %, но уже после первой перезимовки ее содержание в биомассе фитоценоза снизилось до 6–8 %, а в последующие годы она полностью выпала из травостоя. **Научная новизна.** Впервые в природно-климатических условиях севера Архангельской области изучены травостои, созданные из овсяницы тростниковой в смеси с клевером луговым местной селекции. Выявлены особенности роста и развития кормовых культур в таких агроценозах на протяжении 3 лет двухукосного использования, проведена оценка продуктивности и питательности зеленой массы.

Ключевые слова: многолетние травы, овсяница тростниковая, клевер луговой, урожайность, структура урожая, сбор протеина, питательность зеленой массы.

Для цитирования: Шаманин А. А., Попова Л. А. Двухукосное использование многолетних кормовых агроценозов в условиях северных регионов России // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 22–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-22-33.

Дата поступления статьи: 07.04.2023, **дата рецензирования:** 03.05.2023, **дата принятия:** 11.07.2023.

Two-cut use of perennial fodder agroecosystems in the conditions of the northern regions of Russia

A. A. Shamanin^{1✉}, L. A. Popova¹

¹N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research (FCIARctic), Lugovoy, Russia

✉E-mail: lexxik_1@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is to study cereal-legume agroecosystems with long-term two-cutting use in the conditions of the northern territories of the Arkhangelsk region. **Methods.** The studies were carried out according to generally accepted methods in the period from 2019 to 2022. in a field experiment on soddy-podzolic sandy loamy soil. The object of research is perennial agroecosystems of perennial grasses. **Results.** The prospects for the use of cane fescue in a two-component grass mixture in the conditions of the northern region of Russia have been established. Agroecosystems, created in a mixture of this crop with red clover, allow for three years of two-cutting use to consistently obtain from 10.19 to 11.71 t/ha of dry matter with a content of exchange energy

and crude protein of 90.53–129.01 GJ and 1,13–1.51 tons. There is a negative trend - an annual decrease in the participation of red clover in the phytocenosis. So, if in the first year of life in the structure of the crop of green mass contained up to 73 % of red clover, then by the third year of the two-cutting use of the herbage, this value decreased to an average of 17 %. Blue alfalfa in herbage with cereal grasses in the first year of life proved to be a promising crop with good plant development and content in the crop structure from 59 % to 67 %, but after the first overwintering, its content in the phytocenosis biomass decreased to 6–8 %, and in subsequent years, it completely fell out of the herbage. **Scientific novelty.** For the first time in the natural and climatic conditions of the north of the Arkhangelsk region, grass stands created from reed fescue mixed with red clover of local selection were studied. The features of growth and development of fodder crops in such agrocenoses for 3 years of two-cutting use were revealed, the productivity and nutritional value of the green mass was assessed.

Keywords: perennial grasses, reed fescue, red clover, productivity, crop structure, protein yield, nutritional value of green mass.

For citation: Shamanin A. A., Popova L. A. Dvukhukosnoe ispol'zovanie mnogoletnikh kormovykh agrotsenozov v usloviyakh severnykh regionov Rossii [Two-cut use of perennial fodder agrocenoses in the conditions of the northern regions of Russia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 22–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-22-33. (In Russian.)

Date of paper submission: 07.04.2023, **date of review:** 03.05.2023, **date of acceptance:** 11.07.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Животноводство является крупнейшим сектором землепользования в мире. В условиях стремительной урбанизации животноводство играет важную роль в достижении устойчивой продовольственной безопасности. Домашний скот и различные продукты животного происхождения составляют примерно одну треть мирового потребления белка человеком [1, с. 280].

Архангельская область входит в северный природно-экономический регион, основной сельскохозяйственной специализацией которого является молочное животноводство. Растениеводство в первую очередь служит базой для производства собственных сочных и грубых кормов [2, с. 10]. Поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах области в 2022 г. составило 32 200 голов со средним надоем 7695 кг на одну корову и обеспеченностью кормами собственного производства 24,8 ц на одну условную голову [3]. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет 2312 тыс. га, из них непосредственно сельскохозяйственные угодья занимают 630,1 тыс. га (27,2 %). В структуре сельскохозяйственных угодий кормовые угодья составляют 344,6 тыс. га, пашня – 275,5 тыс. га. При этом пашня в основном используется для кормопроизводства [4, с. 93]. Развитие животноводческого направления требует наличия прочной кормовой базы, которая должна обеспечивать поголовье коров достаточным количеством кормов собственного производства с учетом страховых фондов. При этом корма должны быть разнообразны (сено, сенаж и силос), максимально дешевыми, энергетически полноценными, высококачественными и хорошо поедаемыми. Используемый в хозяйствах региона набор кормовых культур при невысоком технологическом уровне не может обеспечить крупный

рогатый скот кормами с такими характеристиками [5, с. 15; 6, с. 18].

В связи с тем, что возделывание большинства высокоэнергетических культур ограничивается природно-климатическими условиями и влиянием широтного градиента на разнообразие видов (от экватора к полюсам уменьшается видовое разнообразие), на северных территориях многолетние травы имеют большое значение [7, с. 84; 8, с. 26]. Использование многолетних трав в кормопроизводстве позволяет создавать долголетние травостой, зеленая масса которых является дешевым сырьем для производства собственных кормов. Увеличение доли посевов многолетних трав в структуре посевных площадей способствует рациональному природопользованию, улучшению свойств почвы, снижению механического воздействия на структуру почвы, защищает от ветровой и водной эрозии и, что важно для условий Архангельской области, способствует более полному использованию мелкоконтуры полей. Многолетние травы имеют важную зоотехническую особенность: в их сухом веществе содержание обменной энергии и протеина находится в оптимальном соотношении [9, с. 70; 10, с. 72; 11, с. 14]. Бобовые травы представляют наибольшую ценность из-за того, что в них большее содержание белка, но по этой же причине они плохо силосуются. В силу того, что сахаропроteinное соотношение в зеленой массе бобовых смещается в сторону значительного преобладания протеина, нарушаются процессы молочнокислого брожения, что приводит к снижению сохранности и эффективности использования получаемых кормов [12, с. 40]. Решение такой задачи осуществляется формированием многолетних агрофитоценозов из смеси бобовых трав со злаками. При этом структура таких агроценозов должна включать в себя 40–50 % бобового компонента [13, с. 64].

Клевер луговой служит основным бобовым компонентом травостоев в условиях севера России. Из злаковых трав наибольшее распространение получили тимофеевка луговая, лисохвост луговой, овсяница луговая, кострец безостый. В результате изучения новых видов и сортов кормовых культур в природно-климатических условиях Архангельской области выделился ряд перспективных многолетних трав: клевер луговой местной селекции, овсяница тростниковая, овсяница восточная, люцерна изменчивая, люцерна синяя, полевица гигантская, арктополевица широколистная, черноголовник многобрачный [14, с. 9; 15, с. 79; 16, с. 32; 17, с. 46]. Для большей устойчивости создаваемых агроценозов в нестабильных погодных условиях региона рекомендуется включать в травостой растения с глубокой

корневой системой: овсяница тростниковая, клевер луговой и люцерна [18, с. 13]. Внедрение перспективных новых культур и сортов многолетних трав в производственные посевы ограничивается отсутствием достаточных объемов семян, что также снижает исследуемый ассортимент [19, с. 402].

Цель исследований – изучить злаково-бобовые агроценозы при долголетнем двухукосном использовании в условиях северных территорий Архангельской области.

Методология и методы исследования (Methods)

Для изучения многолетних травостоев на базе ООО «Агрофирма „Холмогорская“» (Холмогорский район Архангельской области) в 2019 г. заложили полевой опыт.

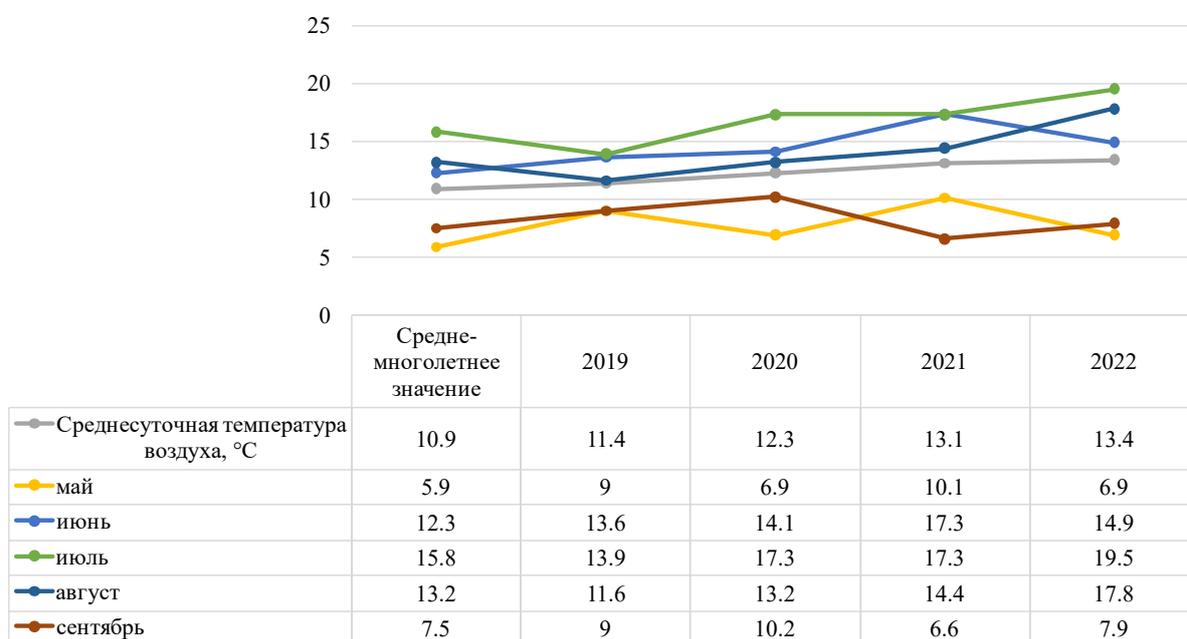


Рис. 1. Среднесуточные температуры воздуха вегетационного периода

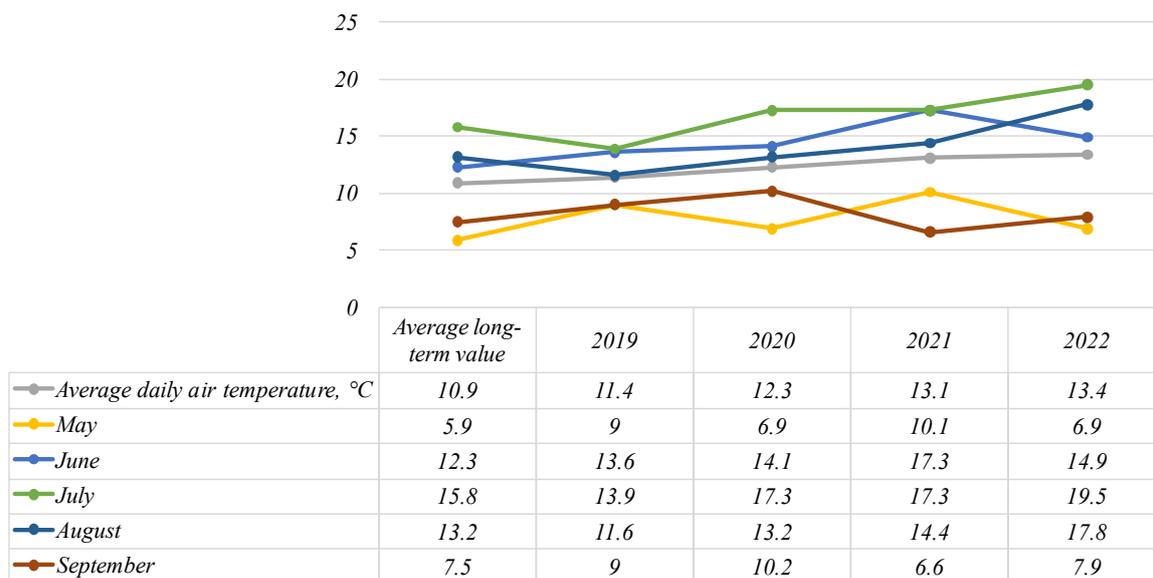


Fig. 1. Average daily air temperatures of the growing season

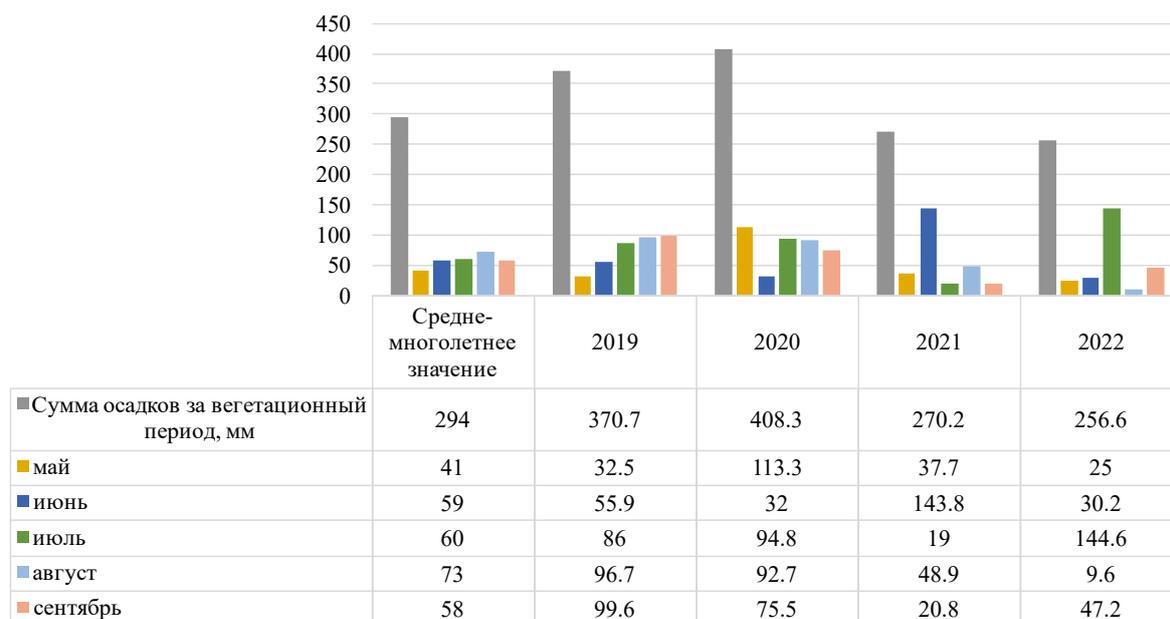


Рис. 2. Суммы осадков, выпавших в течение вегетационного периода

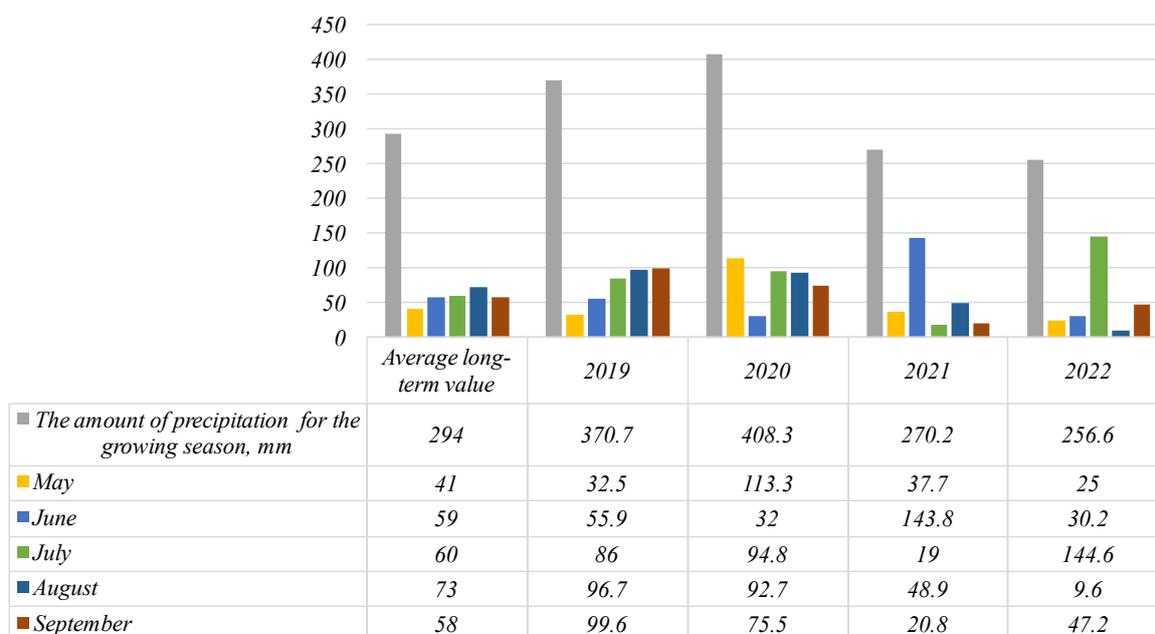


Fig. 2. The amount of precipitation that fell during the growing season

В исследованиях изучали травостой из клевера лугового (*Trifolium pretense* L.) Таежник, овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds) Северодвинская 130, овсяницы тростниковой (*Festuca arundinacea* Schreb) Балтика и люцерны синей (*Medicago sativa* L.) Кевсала. Схема опыта:

- 1) клевер луговой (8 кг/га) + овсяница луговая (7 кг/га) – контроль;
- 2) люцерна синяя (6 кг/га) + овсяница луговая (7 кг/га);
- 3) клевер луговой (8 кг/га) + овсяница тростниковая (6 кг/га);
- 4) люцерна синяя (6 кг/га) + овсяница тростниковая (6 кг/га).

Опыт заложен на дерново-мелкоподзолистой супесчаной высококультуренной почве с содержанием $OB - 3,15\%$, $P_2O_5 - 300$ мг/кг почвы, $K_2O - 458$ мг/кг почвы, $pH_{\text{сод}} - 5,2$, Предшественник – викоовсяная смесь на силос. Семена бобовых трав перед посевом скарифицировали. Высев семян осуществляли с шириной междурядий 15 см.

В первый год жизни уход заключался в подкосье травостоя в начале третьей декады августа. Со второго года жизни ежегодно весной при начале отрастания проводили боронование. Удобрения вносили под основную укос в дозе $N_{44}P_{26}K_{26}$. Для внесения использовали традиционные удобрения: аммиачную селитру ($N 34$) и диаммофоску ($NPK 10 : 26 : 26$).

На протяжении всех лет исследований проводились наблюдения за основными метеорологическими показателями – среднесуточными температурами воздуха и осадками, характеризующими вегетационные периоды. Анализ температурного режима в период с мая по сентябрь показал ежегодное увеличение среднесуточных температур (рис. 1). За четыре года исследований среднесуточная температура воздуха (в сравнении с многолетними данными) увеличилась на 2,5 °С.

Количество выпавших осадков различалось как по годам исследований, так и по месяцам (рис. 2). В отдельные периоды отмечалось избыточное переувлажнение почвы из-за ливневых дождей, но в результате высоких температур переувлажнение почвы не оказывало влияния на урожайность многолетних трав. В то же время отмечается ежегодное уменьшение влагообеспеченности территории. По показателям влагообеспеченности в первые два года исследований условия вегетационного периода были приближены к условиям избыточного увлажнения (ГТК = 1,80 и 1,76), а 2021 и 2022 гг. – к годам с хорошим увлажнением (ГТК = 1,38 и 1,09).

Следует отметить, что погодные условия в каждый год исследований имели свои особенности. Так, в 2019 г. отмечено избыточное увлажнение почвы со второй половины июля и до конца вегетационного периода. Особенностью 2020 г. стала затяжная весна, 13 мая выпало 38 мм осадков и образовался снежный покров высотой 6 мм, начало вегетационного периода (переход через 5 °С) отмечено 24 мая. В 2021 г. 30 июня наблюдались ливневые дожди, благодаря которым выпало 40 % (106 мм) от суммы осадков за вегетационный период. Эти осадки по размытым протокам скапливались в низинах, из-за чего отсутствовало насыщение корнеобитаемого слоя почвы влагой. Повышенные температуры воздуха привели к пересыханию верхнего слоя почвы, увлажнение которого наблюдалось со второй половины августа. В 2022 г. недостаток влаги в почве наблюдался до конца второй декады июля, а за третью декаду выпадало 81,7 мм осадков, что привело к переувлажнению почвы, сохранявшееся до второй декады августа.

Исследования проводили по общепринятым методикам [20; 21]. Для химического анализа зеленой массы применяли метод инфракрасной спектроскопии [22]. Оценку питательности кормовых культур проводили согласно методическим указаниям¹.

Результаты (Results)

Многолетние культуры, как правило, в первый год своей жизни ограничены в развитии: проходят не все предусмотренные жизненным циклом

фенологические фазы и отличаются низкой продуктивностью биомассы. Представленные в наших исследованиях кормовые культуры не были исключениями. Так, клевер луговой за вегетационный период в год посева достиг только фазы прикорневой розетки при высоте растений 30 см. Растения люцерны синей достигли высоты 45 см при фазе развития «ветвление». Овсяницы луговая и тростниковая развились лишь до фенологической фазы «кущение», высота растений составила 35–40 см. Для лучшей подготовки растений к зимовке последнее скашивание рекомендуется осуществлять не позднее, чем за 40 дней до наступления устойчивых заморозков, которые в районе проведения исследований начинаются со второй декады октября. В связи с этим отчуждение зеленой массы провели 21 августа. Анализ скошенной зеленой массы травостоев показал, что в структуре биомассы преобладают бобовые культуры: содержание клевера лугового на всех вариантах составило 73 %, а люцерны синей – 59 % на варианте с овсяницей луговой и 67 % – с овсяницей тростниковой соответственно.

Современный уровень кормопроизводства подразумевает интенсивное использование многолетних травостоев, раскрывающих свой потенциал со второго года жизни. Важным элементом в этом случае является несколько укусов надземной массы за вегетационный период. Район проведения исследований характеризуется коротким вегетационным периодом, поэтому здесь оптимальным является двухукосное использование травостоев. Время осуществления укуса определяли исходя из фазы развития доминирующего вида в сообществе. Оценка проективного покрытия показала, что в травостое преобладали злаковые травы и занимаемая ими площадь увеличивалась ежегодно. При этом люцерна синяя уже после второго года жизни выпала из травостоя, на делянках отмечались лишь единичные растения. В фитоценозах злаковых трав с клевером луговым присутствие последнего к третьему году снизилось до 20–30 %. Основываясь на том, что все травостои по ботаническому составу были злаково-бобовыми, период проведения укуса определяли по фазе развития злаковых трав. Первый укос осуществляли при наступлении фазы «начало колошения», а второй укос при наступлении фазы «кущение – выход в трубку». Ориентиром для второго укуса, помимо фазы развития, служит также наступление устойчивых заморозков – травостои необходимо скосить за 40 дней до их наступления. Травостои с овсяницей луговой скашивали в первый раз за сезон в период с 16 по 20 июня, а второй раз – в третьей декаде августа. Первый укос в травостоях с овсяницей тростниковой осуществляли с 22 по 27 июня, второй укос – в конце последней декады августа. Даты укусов соответствуют началу колошения у злаков в первый укос и фазе «куще-

¹ ГОСТ 32040-12. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области. Москва: Стандартинформ, 2020. 7 с.

ние – выход в трубку» во второй укос. Бобовые травы находились в фазе «ветвление – начало бутонизации» в первый укос и «ветвление» во второй укос.

Растения, представленные в исследованиях ботанических семейств, значительно различаются по химическому составу и содержанию сухого вещества, что обуславливает их различное участие в формировании урожая зелёной массы и её питательности. В таблице 1 приведена структура урожая исследуемых травостоев.

С увеличением возраста травостоя наблюдается уменьшение содержания бобовых трав. Содержание люцерны синей снизилось с 7–8 % до 1 %, что связано с ее выпадом из травостоя уже на второй год пользования. Наличие клевера лугового и степень его уменьшения в зеленой массе травостоев изменялись в зависимости от злакового компонента. В травостое из совместного посева клевера лугового с овсяницей луговой по итогу трех лет пользования произошло уменьшение содержания бобового компонента с 50 до 24 %. На варианте травостоя «клевер луговой + овсяница тростниковая» прослеживается такая же закономерность, только в

первый год пользования бобового компонента содержалось 31 % и уменьшение содержания наблюдалось до 15–17 % в последующие годы.

Содержание сухого вещества – основной показатель, характеризующий полноценность корма, является носителем его питательной ценности. Клевер, люцерна и злаковые травы различаются по влажности зелёной массы, что обеспечивает и разный сбор сухого вещества с единицы площади. Результаты учёта урожайности сухого вещества изучаемых травостоев приведены в таблице 2.

Наиболее продуктивным за все годы исследования оказался вариант опыта «клевер луговой + овсяница тростниковая». Прибавка урожая составила 1,35–2,81 т/га. Наименьшим выходом сухого вещества охарактеризовался вариант смеси люцерны синей с овсяницей луговой. Урожайность сухого вещества получилась на 1,34–2,05 т/га ниже контроля.

Помимо агрономических показателей, травостой характеризуются и разными значениями основных зоотехнических показателей, таких как обменная энергия и сырой протеин.

Таблица 1
Структура урожая, %

Травостой	1-й год пользования			2-й год пользования			3-й год пользования		
	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее
Клевер луговой + овсяница луговая – контроль	56/54	54/46	50/50	20/80	21/79	20/80	25/75	23/77	24/77
Люцерна синяя + овсяница луговая	08/92	07/93	08/92	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99
Клевер луговой + овсяница тростниковая	29/71	33/67	31/69	10/90	21/79	15/85	20/80	14/86	17/83
Люцерна синяя + овсяница тростниковая	06/94	07/93	07/93	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99	01/9

Примечание. Числитель – злаковый компонент травостоя, знаменатель – бобовый компонент травостоя.

Table 1
Harvest structure, %

Herbage	1st year of use			2nd year of use			3rd year of use		
	1st mowing	2nd mowing	Average	1st mowing	2nd mowing	Average	1st mowing	2nd mowing	Average
Meadow clover + Meadow fescue – control	56/54	54/46	50/50	20/80	21/79	20/80	25/75	23/77	24/77
Blue alfalfa + Meadow fescue	08/92	07/93	08/92	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99
Meadow clover + Reed fescue	29/71	33/67	31/69	10/90	21/79	15/85	20/80	14/86	17/83
Blue alfalfa + Reed fescue	06/94	07/93	07/93	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99	01/9

Note. * Numerator – cereal component of the grass stand, denominator – legume component of the grass stand.

Таблица 2
Урожайность сухого вещества, т/га

Травостой	1-й год пользования			2-й год пользования			3-й год пользования		
	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса
Клевер луговой + овсяница луговая – контроль	4,09	4,51	8,60	5,59	3,77	9,36	4,56	3,51	8,07
Люцерна синяя + овсяница луговая	3,68	3,54	7,22	5,19	2,12	7,31	4,04	2,69	6,73
Клевер луговой + овсяница тростниковая	6,18	5,23	11,41	6,69	4,02	10,71	6,20	3,99	10,19
Люцерна синяя + овсяница тростниковая	5,92	5,14	11,06	6,68	3,86	10,54	5,83	3,28	9,10
НСР _{0,5}	1,17	0,49	1,46	0,80	0,22	0,88	0,32	0,2	0,42

Table 2
Dry matter yield, t/ha

Herbage	1st year of use			2nd year of use			3rd year of use		
	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts
Meadow clover + Meadow fescue – control	4.09	4.51	8.60	5.59	3.77	9.36	4.56	3.51	8.07
Blue alfalfa + Meadow fescue	3.68	3.54	7.22	5.19	2.12	7.31	4.04	2.69	6.73
K Meadow clover + Reed fescue	6.18	5.23	11.41	6.69	4.02	10.71	6.20	3.99	10.19
Blue alfalfa + Reed fescue	5.92	5.14	11.06	6.68	3.86	10.54	5.83	3.28	9.10
LSD _{0,5}	1.17	0.49	1.46	0.80	0.22	0.88	0.32	0.2	0.42

Таблица 3
Выход обменной энергии, ГДж/га

Травостой	1-й год пользования			2-й год пользования			3-й год пользования		
	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса
Клевер луговой + овсяница луговая - контроль	44,42	54,03	98,45	62,20	39,25	101,45	42,72	30,82	73,54
Люцерна синяя + овсяница луговая	39,39	37,17	76,56	53,73	21,03	74,76	33,77	23,05	56,82
Клевер луговой + овсяница тростниковая	67,30	61,71	129,01	70,77	43,35	114,12	55,74	34,79	90,53
Люцерна синяя + овсяница тростниковая	62,57	57,27	119,84	69,98	40,98	110,96	48,97	28,24	77,21

Table 3
Exchangeable energy output, GJ/ha

Herbage	1st year of use			2nd year of use			3rd year of use		
	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts
Meadow clover + Meadow fescue – control	44.42	54.03	98.45	62.20	39.25	101.45	42.72	30.82	73.54
Blue alfalfa + Meadow fescue	39.39	37.17	76.56	53.73	21.03	74.76	33.77	23.05	56.82
K Meadow clover + Reed fescue	67.30	61.71	129.01	70.77	43.35	114.12	55.74	34.79	90.53
Blue alfalfa + Reed fescue	62.57	57.27	119.84	69.98	40.98	110.96	48.97	28.24	77.21

Agrotechnologies

Таблица 4
Сбор сырого протеина с 1 га, т

Травостой	1-й год пользования			2-й год пользования			3-й год пользования		
	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса
Клевер луговой + овсяница луговая – контроль	0,46	0,83	1,29	1,29	0,54	1,67	0,59	0,37	0,96
Люцерна синяя + овсяница луговая	0,28	0,22	0,51	0,61	0,17	0,78	0,36	0,25	0,61
Клевер луговой + овсяница тростниковая	0,71	0,80	1,51	1,02	0,41	1,43	0,71	0,41	1,13
Люцерна синяя + овсяница тростниковая	0,29	0,33	0,62	1,02	0,39	1,41	0,53	0,30	0,83

Table 4
Collection of crude protein from 1 ha, t

Herbage	1st year of use			2nd year of use			3rd year of use		
	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts
Meadow clover + Meadow fescue – control	0.46	0.83	1.29	1.29	0.54	1.67	0.59	0.37	0.96
Blue alfalfa + Meadow fescue	0.28	0.22	0.51	0.61	0.17	0.78	0.36	0.25	0.61
K Meadow clover + Reed fescue	0.71	0.80	1.51	1.02	0.41	1.43	0.71	0.41	1.13
Blue alfalfa + Reed fescue	0.29	0.33	0.62	1.02	0.39	1.41	0.53	0.30	0.83

Урожай зеленой массы травостоя, состоящего из овсяницы тростниковой и клевера лугового, на протяжении трех лет интенсивного использования обеспечивал наибольший выход обменной энергии (таблица 3). При этом наибольшая прибавка в сравнении с контролем получена в первый год пользования травостоем и составила 30,56 ГДж/га (+31 %), наименьшая – во второй

год – 12,67 ГДж/га (+12 %). На третий год этот показатель составил 16,99 ГДж/га (+23 %). Данные прибавки обусловлены более высокой урожайностью сухого вещества, так как энергетическая ценность вегетативной массы указанного травостоя в среднем составила (в 1 кг абсолютно сухого вещества) 9,2 МДж, а контрольного варианта – 9,6 МДж.

В процессе производства молока крупный рогатый скот использует большое количество протеина, поэтому важным фактором является сбор сырого протеина с урожаем. Из таблицы 4 видно, что сбор сырого протеина различался по вариантам. Так, в первый и третий годы пользования наиболее продуктивным оказался травостой «клевер луговой + овсяница тростниковая» с прибавкой урожая 0,22 т/га и 0,17 т/га соответственно. Во второй год выделился контрольный вариант со значением показателя 1,67 т/га. В первом случае большая прибавка обусловлена большей урожайностью сухого вещества травостоя «клевер луговой + овсяница тростниковая». Во втором случае прибавка в сборе протеина получена благодаря более высокой питательности зеленой массы контрольного варианта. При этом вегетативная масса контрольного травостоя сдержала в среднем в 1 кг абсолютно сухого вещества 146,34 г сырого протеина, в то время как для травостоя «клевер луговой + овсяница тростниковая» значение данного показателя составило 123,55 г.

Немаловажным является и то, что содержание бобовых трав в урожае в первую очередь обуславливает содержание сырого протеина в зеленой массе. В течение трех лет пользования травостоями наблюдалось снижение содержания клевера лугового в урожае. При этом на варианте в смеси с овсяницей тростниковой клевера содержалось меньше, чем в контрольном травостое. Помимо прямого влияния на содержание сырого протеина, в зеленой массе бобовые травы оказывают и косвенное влияние через злаки: благодаря фиксации в почве доступного азота клубеньковыми бактериями злаковые культуры используют данный азот.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенные исследования показали перспективность использования овсяницы тростниковой в

условиях северного региона России. Агрофитоценозы, созданные на основе совместного посева данной культуры с клевером луговым, позволяют на протяжении трех лет двухукосного использования стабильно получать от 10,19 до 11,71 т/га сухого вещества с содержанием обменной энергии и сырого протеина 90,53–129,01 ГДж/га и 1,13–1,51 т/га.

Выявлено ежегодное снижение участия бобовых культур в изучаемых агрофитоценозах независимо от злакового компонента. Если в первый год жизни в структуре урожая зеленой массы содержалось до 73 % клевера лугового, то к третьему году двухукосного пользования травостоя данное значение снизилось в среднем до 17 %. Люцерна синяя в травостое со злаковыми травами в первый год жизни проявила себя перспективной культурой с хорошим развитием растений и содержанием в структуре урожая от 59 % до 67 %, но уже после первой перезимовки ее содержание в биомассе фитоценоза снизилось до 6–8 %, а в последующие годы она полностью выпала из травостоя.

Выпадение люцерны синей из травостоя объясняется совокупностью факторов. В первую очередь влияние оказали климатические условия в период перезимовки и отрастания весной 2020 г. Также негативным фактором служит то, что для условий региона проведения исследований отсутствуют районированные сорта и адаптивная технология возделывания этой культуры.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН по теме FUUW-2021-0004.

Библиографический список

1. Natab A. A., Cavinato M. E. R., Lagerkvist C. J. Urbanization, livestock systems and food security in developing countries: A systematic review of the literature // Food security. 2019. No. 2. Pp. 279–299. DOI: 10.1007/s12571-019-00906-1.
2. Шпаков А. С., Кутузова А. А., Тебердиев Д. М., Воловик В. Т. Кормопроизводство нечерноземной зоны: состояние и перспективы развития // Адаптивное кормопроизводство. 2020. No. 4. С. 6–20. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-6-20.
3. Итоги деятельности агропромышленного комплекса Архангельской области (без НАО) в 2022 году [Электронный ресурс]. URL: <https://dvinland.ru/gov/iogv/minaprk/rework> (дата обращения 29.03.2023).
4. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2021 год: доклад [Электронный ресурс]. Архангельск: САФУ, 2022. 468 с. URL: https://www.eco29.ru/doklad/Doklad_2021.pdf (дата обращения: 29.03.2023).
5. Гинтов В. В., Попова Л. А., Дыдыкина А. Л., Наконечный А. А., Шаманин А. А., Сухопаров А. И., Перевертайло Д. В., Ружников П. В., Кондакова Н. К. Аспекты повышения эффективности производства молока в Архангельской области: научно обоснованные рекомендации по заготовке кормов собственного производства и кормлению животных. Архангельск: Солти, 2018. 82 с.
6. Хализова З. Н., Зыкова С. А. Состояние и перспективы отрасли кормопроизводства в России [Электронный ресурс] // Эффективное животноводство. 2019. № 3. С. 14–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39454362> (дата обращения: 29.03.2023).

7. Санданов Д. В. Современные подходы к моделированию разнообразия и пространственному распределению видов растений: перспективы их применения в России // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 46. С. 82–114. DOI: 10.17223/19988591/46/5.
8. Коновалова Н. Ю., Коновалова С. С. Агрофитоценозы многолетних трав для интенсивного использования в условиях Европейского Севера России [Электронный ресурс] // Аграрный вестник Верхневолжья. 2022. № 3. С. 26–37. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49541778> (дата обращения: 29.03.2023).
9. Шпаков А. С., Бычков Г. Н. Специализация лесной зоны на производстве молочно-мясной продукции и ее средообразующая роль в агроэкосистемах [Электронный ресурс] // Продовольственная безопасность сельского хозяйства России в XXI веке. Жученковские чтения II: сборник научных трудов. Выпуск 11. Москва, 2016. С. 69–77. URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunkcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-11-59.pdf> (дата обращения: 29.03.2023).
10. Столяров Г. Оценка эффективности производства молока в современных условиях [Электронный ресурс] // Аграрная экономика. 2020. № 4. С. 67–72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42901474> (дата обращения: 29.03.2023).
11. Косолапов В. М., Шарифьянов Б. Г., Ишмуратов Х. Г., Шагалиев Ф. М., Юмагузин И. Ф., Салихов Э. Ф. Объемистые корма из бобово-злаковых травосмесей в рационах кормления крупного рогатого скота. Москва: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2021. 184 с. DOI: 10.33814/monography_2021_184.
12. Капсамунд А. Д., Павлючик Е. Н., Иванова Н. Н., Юлдашев К. С., Амбросимова Н. Н., Епифанова Н. А. Смешанные посевы – один из резервов повышения белка в кормах [Электронный ресурс] // Кормопроизводство. 2017. № 11. С. 40–44. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/11-2017> (дата обращения 29.03.2023).
13. Шагалиев Ф. М., Назыров В. К., Хуснутдинов И. З. Корма из бобово-злаковых травосмесей в рационах дойных коров [Электронный ресурс] // Вестник Башкирского Государственного Университета. 2013. № 4. С. 63–67. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21150134> (дата обращения: 29.03.2023).
14. Романенко Т. М., Филиппова А. Б. Система формирования высококачественных кормовых агроценозов для условий Ненецкого автономного округа РФ [Электронный ресурс] // Вестник КрасГАУ. 2017. № 9. С. 8–13. URL: http://www.kgau.ru/vestnik/2017_9/content/2.pdf (дата обращения: 29.03.2023).
15. Корелина В. А. Создание бобово-злаковых травостоев с использованием люцерны синегибридной в условиях субарктической зоны РФ [Электронный ресурс] // Эффективное животноводство. 2019. № 6. С. 76–79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39276923> (дата обращения: 29.03.2023).
16. Корелина В. А., Батакова О. Б., Зобнина И. В. Интродукция кормовых культур для расширения видового разнообразия, укрепления кормовой базы животноводства в условиях субарктической зоны Российской Федерации [Электронный ресурс] // Эффективное животноводство. 2018. № 4. С. 32–35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34997776> (дата обращения: 29.03.2023).
17. Шаманин А. А., Попова Л. А., Гинтов В. В. Малораспространенные кормовые культуры для формирования высококачественных кормовых агроценозов в условиях северного региона России // Аграрный вестник Урала. 2019. № 4. С. 40–47. DOI: 10.32417/article_5cf953df8675d5.73728392.
18. Благовещенский Г. В., Штырхун В. Д., Тимошенко С. М. Адаптация травяных агроэкосистем в изменяющемся климате Европы [Электронный ресурс] // Кормопроизводство. 2018. № 4. С. 12–15. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/4-2018/04-2018-02-1206> (дата обращения: 29.03.2023).
19. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 4. С. 401–407. DOI: 10.18699/VJ21.044.
20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
21. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва: ВИК, 1983. 197 с.
22. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. Москва: ЦИНАО, 2002. 76 с.

Об авторах:

Алексей Алексеевич Шаманин¹, научный сотрудник лаборатории растениеводства, ORCID 0000-0002-8611-8637, AuthorID 784012; +7 906 284-07-46, lexxik_1@mail.ru
 Людмила Александровна Попова¹, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-3764-9017, AuthorID 684533; +7 911 556-05-49, arhniish@mail.ru

¹ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, Луговой, Россия

References

1. Hatab A. A., Cavinato M. E. R., Lagerkvist C. J. Urbanization, livestock systems and food security in developing countries: A systematic review of the literature // *Food security*. 2019. No. 2. Pp. 279–299. DOI: 10.1007/s12571-019-00906-1.
2. Shpakov A. S., Kutuzova A. A., Teberdiev D. M., Volovik V. T. Kormoproizvodstvo nechernozemnoy zony: sostoyanie i perspektivy razvitiya [Feed production in the Non-Chernozem zone: state and prospects of development] // *Adaptive fodder production*. 2020. No. 4. Pp. 6–20. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-6-20. (In Russian.)
3. Itogi deyatel'nosti agropromyshlennogo kompleksa Arkhangel'skoy oblasti (bez NAO) v 2022 godu [The results of the activities of the agro-industrial complex of the Arkhangelsk region (excluding NAO) in 2022] [e-resource]. URL: <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minap/rework> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
4. Sostoyanie i okhrana okruzhayushchey sredy Arkhangel'skoy oblasti za 2021 god: doklad [State and environmental protection of the Arkhangelsk region for 2021: report] [e-resource]. Arkhangelsk: NARFU, 2022. 468 p. URL: https://www.eco29.ru/doklad/Doklad_2021.pdf (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
5. Gintov V. V., Popova L. A., Didikina A. L., Nakonechnyy A. A., Shamanin A. A., Sukhoparov A. I., Pervertaylo D. V., Ruzhnikov P. V., Kondakova N. K. Aspekty povysheniya effektivnosti proizvodstva moloka v Arkhangel'skoy oblasti: nauchno obosnovannye rekomendatsii po zagotovke kormov sobstvennogo proizvodstva i kormleniyu zhivotnykh [Aspects of Improving the Efficiency of Milk Production in the Arkhangelsk Region: Evidence-Based Recommendations for Procuring Fodder of Own Production and Feeding Animals]. Arkhangelsk: Solti, 2018. 82 p. (In Russian.)
6. Khalizova Z. N., Zykov S. A. Sostoyanie i perspektivy otrasli kormoproizvodstva v Rossii [Status and prospects of the feed industry in Russia] [e-resource] // *Efficient animal husbandry*. 2019. No. 3. Pp. 14–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39454362> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
7. Sandanov D. V. Sovremennyye podkhody k modelirovaniyu raznoobraziya i vyyavleniyu raspredeleniya vidov rasteniy: ikh perspektivy primeneniya v Rossii [Modern approaches to modeling plant diversity and spatial distribution of plant species: Implication prospects in Russia] // *Tomsk State University Journal of Biology*. 2019. No. 46. Pp. 82–114. DOI: 10.17223/19988591/46/5. (In Russian.)
8. Konovalova N. Yu., Konovalova S. S. Agrofytotsenozy mnogoletnikh trav dlya intensivnogo ispol'zovaniya v usloviyakh Evropeyskogo Severa Rossii [Agrophytocenoses of perennial grasses for intensive use in the condition of the European North of Russia] [e-resource] // *Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region*. 2022. No. 3. Pp. 26–37. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49541778> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
9. Shpakov A. S. Bichkov G. N. Spetsializatsiya lesnoy zony na proizvodstve molochno-myasnoy produktsii i ee sredooobrazuyushchaya rol' v agroekosistemakh [Reas of forest area on milk-production of meat and its role environment forming in agro-ecosystems] [e-resource] // *Prodovol'stvennaya bezopasnost' sel'skogo khozyaystva Rossii v XXI veke. Zhuchenkovskie chteniya II: sbornik nauchnykh trudov*. Vol. 11. Moscow, 2016. URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunkcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-11-59.pdf> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
10. Stolyarov G. Otsenka effektivnosti proizvodstva moloka v sovremennykh usloviyakh [Evaluation of the efficiency of milk production in modern conditions] [e-resource] // *Agrarian economy*. 2020. No. 4. Pp. 67–72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42901474> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
11. Kosolapov V. M., Sharifyanov B. G., Ishmuratov Kh. G., Shagaliev F. M., Yumaguzin I. F., Salikhov E. F. Ob'yomistyye korma iz bobovo-zlakovykh travosmesey v ratsionakh kormleniya krupnogo rogatogo skota [Bulky feed from legume-grass mixtures in cattle rations]. Moscow: FGBOY DPO RAKO APK, 2021. 184 p. DOI: 10.33814/monography_2021_184. (In Russian.)
12. Kapsamun A. D., Pavlyuchik E. N., Ivanova N. N., Yuldashev K. S., Ambrosimova N. N., Epifanova N. A. Smeshannyye posevy – odin iz rezervov povysheniya belka v kormakh [Mixed crops – one of the reserves for increasing protein in feed] [e-resource] // *Kormoproizvodstvo*. 2017. No. 11. Pp. 40–44. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/11-2017> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
13. Shagaliev F. M., Nazyrov V. K., Khusnutdinov I. Z. Korma iz bobovo-zlakovykh travosmesey v ratsionakh doynnykh korov [Forage from legume-cereal grass mixtures in the diets of dairy cows] [e-resource] // *Bulletin of the Bashkir State University*. 2013. No. 4. Pp. 63–67. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21150134> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
14. Romanenko T. M., Filippova A. B. Sistema formirovaniya vysokokachestvennykh kormovykh agrotsenozov dlya usloviy Nenetskogo avtonomnogo okruga RF [The system for the formation of high-quality fodder agrocenoses for the conditions of the Nenets Autonomous Okrug of the Russian Federation] [e-resource] // *Vestnik KrasGAU*. 2017. No. 9. Pp. 8–13. URL: http://www.kgau.ru/vestnik/2017_9/content/2.pdf (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)

15. Korelina V. A. Sozdanie bobovo-zlakovykh travostoev s ispol'zovaniem lyutserny sinegebridnoy v usloviyakh subarkticheskoy zony RF [Creation of legume-grass stands using blue hybrid alfalfa in the conditions of the subarctic zone of the Russian Federation] [e-resource] // Effective animal husbandry. 2019. No. 6. Pp. 76–79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39276923> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
16. Korelina V. A., Batakova O. B., Zobnina I. V. Introduktsiya kormovykh kul'tur dlya rasshireniya vidovogo raznoobraziya, ukrepleniya bazy shivotnovodstva v usloviyakh subarkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [Introduction of fodder crops to expand species diversity, strengthen the forage base of livestock in the subarctic zone of the Russian Federation] [e-resource] // Effective animal husbandry. 2018. No. 4. Pp. 32–35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34997776> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
17. Shamanin A. A., Popova L. A., Gintov V. V. Malorasprostrannyye kormovye kul'tury dlya formirovaniya vysokokachestvennykh kormovykh agrotsenozov v usloviyakh severnogo regiona Rossii [Rare forage crops for the formation of high-quality forage agrocenoses in the conditions of the northern region of Russia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 4. Pp. 40–47. DOI: 10.32417/article_5cf953df8675d5.73728392. (In Russian.)
18. Blagoveshchenskiy G. V., Shtyrkhunov V. D., Timoshenko S. M. Adaptatsiya travyanykh agroekosistem v izmenyayushchemsya klimate Evropy [Adaptation of grass agroecosystems under European changing climate] [e-resource] // Feed production. 2018. No. 4. Pp. 12–15. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/4-2018/04-2018-02-1206> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
19. Kosolapov V. M., Chernyavskikh V. I., Kostenko S. I. Razvitiye sovremennoy selektsii i semenovodstva kormovykh kul'tur v Rossii [Fundamentals for forage crop breeding and seed production in Russia] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. No. 4. Pp. 401–407. DOI: 10.18699/VJ21.044. (In Russian.)
20. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)
21. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow: VIK, 1983. 197 p. (In Russian.)
22. Metodicheskie ukazaniya po otsenke kachestva i pitatel'nosti kormov [Guidelines for assessing the quality and nutritional value of feed]. Moscow: TsINAO, 2002. 76 p. (In Russian.)

Authors' information:

Aleksey A. Shamanin¹, researcher at the laboratory of crop production, ORCID 0000-0002-8611-8637, AuthorID 784012; +7 906 284-07-46, lexsik_1@mail.ru

Lyudmila A. Popova¹, candidate of economic sciences, senior researcher, ORCID 0000-0003-3764-9017, AuthorID 684533; +7 911 556-05-49, arhniish@mail.ru

¹N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research (FCIARctic), Lugovoy, Russia