ОБЗОРЫ/REVIEWS

https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.303-316
УДК 633.2:338.43(571.56)

(cc) BY

Луговое кормопроизводство и ресурсосберегающие приемы повышения продуктивности кормовых угодий Якутии (обзор)

© 2021. Н. В. Барашкова[1,2], В. В. Устинова[2] ✉

[1]*Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск, Российская Федерация,*

[2]*ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск, Российская Федерация*

Основными источниками производства грубых кормов в Якутии являются естественные сенокосы и пастбища, с которых получают 85 % всех кормов. Естественные луга и пастбища в республике занимают обширные площади – 1,4 млн га, из них 740 тыс. га сенокосы и 670 тыс. га пастбища. Лугопастбищные угодья Якутии служат в экономическом плане важнейшим источником поддержания аграрного сектора и жизнеобеспечения местного населения. Целью обзорной статьи является анализ разработанных агротехнологических приемов по улучшению лугов и пастбищ Якутии и обоснование перспективных энергосберегающих приемов повышения их урожайности. В настоящее время научно-исследовательская работа по улучшению и восстановлению лугов и пастбищ направлена на энергосбережение, использование возобновляемых местных ресурсов и биологизацию луговодства с целью повышения продуктивности и качества объемистых кормов. Анализ развития северного луговодства в период интенсификации показал, что развитие собственной системы семеноводства районированных сортов и видов злаковых и бобовых трав позволяет успешно внедрять энергосберегающие агротехнологии. В данной статье предложены различные приемы энергосбережения в агротехнологиях – применение органических удобрений, использование районированных местных сортов и видов многолетних трав, увеличение площади бобово-злаковых травостоев для улучшения качества кормов, применение многооперационной сельхозтехники для снижения материальных затрат.

Ключевые слова: *сенокосы и пастбища, типы лугов, агротехнологии, омоложение, удобрения, бобово-злаковые травостои, Центральная Якутия*

Благодарности: исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Госзадания Института биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» по проекту VI.52.1.8. «Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии», рег. № АААА-А71-117020110056-0.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Барашкова Н. В., Устинова В. В. Луговое кормопроизводство и ресурсосберегающие приемы повышения продуктивности кормовых угодий Якутии (обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(3):303-316. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.303-316

Поступила: 10.03.2020 Принята к публикации: 24.05.2021 Опубликована онлайн: 23.06.2021

Meadow forage production and resource-saving methods for increasing the productivity of forage lands in Yakutia (review)

© 2021. Natalya V. Barashkova[1,2], Vasyona V. Ustinova[2] ✉

[1]*Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian Branch of the RAS – Division of Federal Research Centre "The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", Yakutsk, Russian Federation,*

[2]*Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russian Federation*

The major sources of rough feed production in Yakutia are native hayfields and range lands, which provide 85 % of all feed. Natural grasslands and range lands occupy extensive grounds – 1.4 million hectares, of which 740 thousand hectares are hayfields and 670 thousand hectares are range lands. Grasslands of Yakutia are economically the most important source of supporting the agricultural sector and the livelihoods of the local population. The article analyzes the developed agritechnologies for improving grass and range lands of Yakutia and substantiates promising energy-saving methods for yield enhancement during land reforms. Currently, the research on the improvement and restoration of grass and range lands is focused on energy-saving, the use of renewable local resources and the biologization of grassland culture in order to increase the productivity and bulk feed

quality. The analysis of the northern grassland culture development during the intensification has shown that the development of own seed multiplication system of released varieties and species of legume grasses makes it possible to introduce successfully energy-saving agritechnologies. The article proposes various methods of energy-saving in agritechnologies, such as: application of organic fertilizers, use of the released local varieties and species of perennial grasses, increase in the area of legume-grass plant formations for improving the feed quality and the use of multiple-function agricultural equipment for cost saving.

Key words: *hayfields and range lands, grassland types, agritechnology, renovation, fertilizers, legume-grass plant formations, Central Yakutia*

Acknowledgment: The research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Institute for Biological Problems of the Cryolithozone, the Federal Research Center "Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences" under project VI.52.1.8. "Fundamental and applied aspects of studying the diversity of the flora of Northern and Central Yakutia", reg. No. AAAA-A71-117020110056-0.

The authors are grateful to reviewers for their contribution to expert assessment of the work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citations: Barashkova N. V., Ustinova V. V. Meadow forage production and resource-saving methods for increasing the productivity of forage lands in Yakutia (review). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(3):303-316. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.303-316

Received: 10.03.2020 Accepted for publication: 24.05.2021 Published online: 23.06.2021

В сельском хозяйстве кормопроизводство является одной из трудоемких и энергоемких отраслей и занимает 70 % энергии и времени [1, 2, 3]. В Республике Саха (Якутия) основное производство объемистых кормов сосредоточено на естественных сенокосах и пастбищах, и их обеспеченность по республике составляет 60-70 %. В Якутии основным направлением развития сельского хозяйства является животноводство, одна из основных задач заключается в увеличении производства животноводческой продукции. Центральная Якутия – наиболее развитый сельскохозяйственный район республики, где находится 85 % сельскохозяйственных угодий, в том числе посевных площадей – 60 %, сенокосов и пастбищ – 82 %. Значительная площадь луго-пастбищных угодий расположена в Центральной Якутии (90 %), где сосредоточено более 70 % крупного рогатого скота и лошадей.

По статистическим данным МСХ РС (Я), на 2019 г. в республике численность поголовья крупного рогатого скота составляет 188,9 тыс. голов, из них дойных коров – 71,9 тыс. голов, лошадей – 199,3 тыс. голов[1]. Обеспеченность животноводства республики кормовым белком не превышает 40-50 %. Ежегодно происходит уменьшение сенокосных угодий на 14 %, снижение урожайности на 25 % вследствие сокращения работ по коренному улучшению, несоблюдение мер ухода и рационального использования [4]. Скошенность лугов достигает 62 %, так как 270 тыс. га сенокосных угодий не используются из-за затопления, заброшенности и труднодоступности отдаленных кормовых угодий. Значительная деградация кормовых угодий наблюдается в центральных улусах, где площадь деградированных, засоленных и низкоурожайных пастбищ достигает 230 тыс. га [5, 6]. В объемистых кормах отмечается недостаточная обеспеченность переваримым протеином (от 40-70 г в корм. ед.) при принятой зоотехнической норме – 105 г. В результате этого перерасход объемистых кормов в республике достигает 40 % и на производство 1 ц молока расходуется 1,8 ц кормовых единиц (при норме 1,3), на 1 ц прироста КРС затрачивается 16,4 ц кормовых единиц (при норме 11,5) [7, 8, 9, 10].

В Центральной Якутии природные кормовые угодья относятся к 4 типам лугов: пойменные, аласные и приозерные, мелкодолинные и суходольные.

Пойменные луга занимают наибольшие площади в пойме р. Лены, ее притоков – Вилюя, Алдана, Амги и Татты. Средняя урожайность пойменных лугов 10-18 ц/га сена, что дает 37 % его валового сбора. По валовому сбору сена пойменные луга занимают второе место после аласных. С учетом природно-климатических условий формирования луговой растительности и гидрологического режима поемности луга в долине средней Лены по фитотопологической классификации кормовых угодий относятся к трем основным классам формаций: остепненные, настоящие и болотистые [11, 12, 13].

[1]О предварительных итогах агропромышленного комплекса Якутии. [Электронный ресурс]. URL: https://minsel.sakha.gov.ru/news/front/view/id/3255591 (дата обращения 10.02.2020).

Краткопоемные (остепненные) луга приурочены к высоким уровням центральной поймы. Они заливаются паводками в отдельные годы при образовании ледовых заторов на реке, вызывающих повышение уровня воды. Урожайность краткопоемых лугов невысокая – 3-4 ц/га сена.

Среднепоемные (настоящие) луга занимают большую часть центральной поймы, а также участки прирусловой и притеррасной поймы и заливаются полыми водами в течение 3-4 недель. В составе растительности преобладают мезоксерофиты с урожайностью до 10-12 ц/га сена. Наиболее важны с учетом хозяйственной значимости и распространены разновидности ячменных лугов (ячмень короткоостистый, полевица белая, пырей ползучий) с урожайностью до 10-15 ц/га сена.

Долгопоемные (болотистые) луга формируются в условиях продолжительного застаивания паводковыми водами. Они характерны для пониженных участков пойм. Почвы под болотистыми лугами мерзлотные пойменные лугово-болотистые. В хозяйственном отношении наибольшую ценность представляют вейниковые луга, которые занимают значительные площади, но они часто сильно закочкарены.

Аласные и приозерные луга, наиболее типичные для Лено-Амгинской и Вилюйской зон, с которых получают до 36 % валового сбора сена. Урожайность аласных лугов колеблется от 4 до 13 ц/га в зависимости от атмосферных осадков. Для аласных лугов и пастбищ характерно сильное колебание не только по урожайности, но и по питательности и ценности кормов [14].

Мелкодолинные (таежно-*речные) луга* представляют особую разновидность пойменных лугов и расположены в долинах таежных, мелких рек. По валовому сбору объемистого корма эти луга занимают третье место (26 %), и в основном используются для выпаса КРС и тебеневки лошадей.

Суходольные луга занимают 1067 тыс. га, или 68 % всей площади лугов. Они располагаются на дренированных и незаливаемых частях долин рек и по сухим логам, а также нередко формируются как вторичное образование на раскорчеванных участках и заброшенных поселениях. В большинстве своем суходольные луга представлены аласами, межаласными повышениями (15 %) и заброшенными пашнями среди тайги. На суходолах встречаются разнотравно-пырейные луга с преобладанием пырея ползучего. Из разнотравья отмечается обилие кровохлебки, василистника простого, подмаренников. Иногда встречаются осоково-разнотравные или осоково-пырейно-разнотравные луга с участием осоки твердоватой. В кормовом балансе суходольные луга дают до 1,0 % собираемого грубого корма, а в основном они используются как летние и ранневесенние пастбища.

В Центральной Якутии для пастьбы КРС и лошадей используются в основном аласные и приозерные луга (55 % всей площади), пойменные – до 23 %, таежно-речные мелкодолинные – до 17 % и суходольные – до 4 %. В республике разработана схема использования естественных пастбищ крупным рогатым скотом в зависимости от их местоположения. Для рационального использования естественных пастбищ рекомендуется четырехлетний пастбищеоборот, согласно которому необходимо чередовать двукратный выпас за сезон (весной и осенью) со стравливанием после обсеменения основных видов дикорастущих трав. Снижение продуктивности лугопастбищных угодий наблюдается при уменьшении надела сенокосов и пастбищ менее 5 га на одну условную голову, то есть при возрастании нагрузки [15]. В целом по республике на одну условную голову скота приходится 4,8-5,0 га [16].

Основными причинами низкого производства объемистых кормов являются слабое обеспечение лугового кормопроизводства сельскохозяйственной техникой, резкое снижение объемов применения удобрений, нарушение системы семеноводства многолетних трав, а также полное прекращение культурно-технических, лугомелиоративных мероприятий на сенокосах и пастбищах, что привело к снижению плодородия мерзлотных почв и продуктивности лугопастбищных угодий. Традиционная система скотоводства республики не предусматривает четкого разделения сенокосов и пастбищ, вследствие этого усиливается деградация лугопастбищных угодий, особенно в Пригородной и Заречной зонах Якутии.

Цель обзора – провести анализ зональных агротехнологий, разработанных в период интенсификации и проведения аграрных реформ, с целью обоснования энергосберегающих приемов повышения продуктивности кормовых угодий в Республике Саха (Якутия).

Материал и методы. Авторами изучены материалы научных исследований в области лугового кормопроизводства Республики Саха (Якутия). Для проведения анализа разработанных агротехнологий улучшения сенокосов и пастбищ Якутии проведен поиск источников в библиографических базах, научных электронных библиотеках и поисковых системах: eLIBRARY.RU, Scopus, Google.ru. Были приняты во внимание научные статьи на русском и английском языках. Глубина поиска – с 2008 года. Для написания обзорной статьи использовали методические рекомендации Якутского НИИСХ СО РАН, а также научные статьи сотрудников Якутского НИИСХ СО РАН и ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в рецензируемых изданиях за период 2015-2020 гг., иностранных авторов по данной специальности за 2019-2020 гг., а также статистические данные Министерства сельского хозяйства Республики Саха (Якутия) за 2019-2020 гг. Поисковые запросы выполняли по следующим ключевым словам: кормопроизводство, луговое кормопроизводство, азотфиксирующие бактерии, луговодство, новые технологии в луговом и полевом кормопроизводстве.

Основная часть. Одним из основных направлений по увеличению объема и качества кормов для животноводства республики является северное травосеяние. Стабильность и устойчивость кормовой базы во многом определяется адаптивностью создаваемых видов и сортов злаковых и бобовых трав и их реакцией на стрессовые условия произрастания.

В период интенсификации сельского хозяйства луговое кормопроизводство Якутии развивалось интенсивно и широко внедрялось в производство благодаря использованию потенциала местной селекции кормовых культур, химизации, мелиорации и механизации. В результате интенсификации луговодства в республике сохранились около 100 тыс. га старовозрастных сенокосов, которые подлежат восстановлению путем посева трав с целью сохранения продуктивного долголетия и реконструкции их в сенокосы.

Как показал производственный опыт прошлых лет, большие перспективы могут получить разработанные агротехнологии создания сеяных сенокосов и пастбищ при восстановлении системы семеноводства многолетних трав. Якутскими селекционерами создано и выведено более 20 сортов кормовых многолетних трав, из них 15 сортов включены в Госреестр РФ для использования в производстве [17, 18, 19, 20]. С 2004 г. проводятся комплексные биотехнологические исследования (методы получения нового исходного материала для селекции люцерны и эспарцета) в рамках договора о сотрудничестве между Институтом северного луговодства АН РС (Я) и Сибирским НИИ кормов СО РАСХН. Впервые в условиях Якутии биотехнологическими методами созданы и выявлены ценные генетические формы люцерны. Рекуррентная регенерация люцерны позволила на основе зимостойких и продуктивных форм сформировать синтетическую популяцию (346 сомаклонов) люцерны, где значительная часть растений с прямостоячими кустами и бобами формы спирально-закрученными в 2-3 оборота по сравнению с районированным сортом люцерны Якутская желтая, которая имеет серповидные бобы. Полученные данные позволяют увеличить семенную продуктивность растений люцерны и в сочетании с отбором способствуют получению новых форм с улучшенными хозяйственно ценными признаками для селекции. Также отработана методика регенерации и клонирования *in vitro* люцерны серповидной сорта Якутская желтая, люцерны изменчивой сорта Сюлинская, эспарцета песчаного сорта СибНИИК-30. В полевом питомнике высажены и изучаются 438 регенерантов люцерны R_0, идет индивидуальный отбор и их изучение [21, 22, 23].

Для развития практического луговодства Якутии требуется дальнейшее усовершенствование системы семеноводства районированных сортов и видов многолетних трав. Благодаря успешной совместной работе с авторами районированных сортов, в 1982 г. спецсемхозы произвели 107 т семян многолетних трав, в 1983 г. – 241 т, в том числе спецсемхоз «Сюлинский» – 125 т. В 1989 г. спецсемхоз «Сюлинский» увеличил производство семян луговых трав до 997 т. Всего за 1982-1990 гг. по системе семеноводства многолетних трав Якутии было произведено 2986,3 т семян. Биологизация кормопроизводства требует существенного улучшения семеноводства многолетних трав за счет семян бобовых видов.

В период интенсификации Якутским НИИСХ разработаны и внедрены зональные агротехнологии с учетом различных типов

лугов Центральной Якутии. Для Пригородной зоны эффективными для улучшения сенокосов являются следующие технологии: создание высокопродуктивных сеяных сенокосов на пойменных лугах с продуктивностью 3,5 тыс. корм. ед.; улучшение и рациональное использование естественных лугов Центральной Якутии с продуктивностью 2,0-2,5 тыс. корм. ед., улучшение и рациональное использование закочкаренных мелкодолинных лугов.

Для выродившихся и низкоурожайных пастбищ эффективны технологии создания и использования культурных пастбищ для КРС на пойменных лугах с продуктивностью 4,0-4,5 тыс. корм. ед. и технологии создания и использования культурных пастбищ для молочных коров на мерзлотных почвах Центральной Якутии с продуктивностью до 4,8 тыс. корм. ед. с включением бобовых трав в травостой [13, 24, 25, 26, 27].

Для Заречной зоны внедрены технологии омоложения аласных лугов с продуктивностью 1,8-2,0 и 3,0 тыс. корм. ед. (сроки, дозы внесения удобрений, перегноя, минимизация обработки почв и подсев травосмесей) [28]. В условиях Вилюйской зоны широкое распространение получили технологии улучшения суходольных аласных лугов и низкозатратная технология омоложения аласных лугов с продуктивностью 2,5-3,0 тыс. корм. ед. (сроки, дозы внесения цеолита, перегноя, подсев злаковых и злаково-бобовых травосмесей).

В период энергосбережения особое значение приобретает применение органических удобрений с целью замены минеральных, доставка которых ограничена в связи с их удорожанием и труднодоступностью. В современных условиях разработанные зональные агротехнологии совершенствуются для разнообразных форм хозяйствования, в том числе с учетом ограниченных материально-технических ресурсов. При этом необходимо широко использовать местные ресурсы и внедрять доступные энергосберегающие технологии с целью быстрой их окупаемости.

Луговые травы потребляют на формирование каждого центнера сухого вещества в среднем 1,5-2,0 кг азота и калия, 0,4-0,6 кг фосфора. При пастбищном использовании, когда масса отчуждается многократно, потребности в азоте и фосфоре возрастают почти в 1,5-2,0 раза [29]. Важным условием эффективного использования органических удобрений (перегной) на лугах и пастбищах является усиление взаимодействия его с почвой и корневой системой растений, что достигается втиранием в дернину балуром (бревном с зарубками) или боронованием. Внесение свежего навоза и навозной жижи исключается из-за последующего засорения кормовых угодий сохранившимися семенами сорных растений в навозе. При использовании местных удобрений (перегной, перепревший навоз, торф, цеолит) снижаются затраты за счет внутрихозяйственных возобновляемых ресурсов.

Использование всех ресурсов органических удобрений является наиболее дешевым способом регулирования плодородия почв, питания растений, повышения урожайности и качества продукции. Наиболее доступным и ценным органическим удобрением в Якутии является навоз крупного рогатого скота. В земледельческих улусах республики за зимний период выход свежего навоза КРС может достигнуть около 2,1 млн т, из которого можно приготовить около 500 тыс. т полуперепревшего навоза или 1 млн т компоста с добавлением торфа или сапропеля. В составе перегноя («этех» – местное название) содержится 0,92 % азота, 0,87 % фосфора и 0,85 % калия. При внесении 30 т/га перегноя поступает в почву 280 кг N, 260 кг P_2O_5 и 250 кг K_2O [30, 31]. По данным Агрохимической службы республики, содержание азота в перегное «этех» обычно достигает 0,37-1,50 %, фосфора 0,51 % и калия 0,60 % при влажности 35-41 %. Особенностью местного навоза, перегноя, по сравнению с другими регионами, является щелочная реакция среды [32].

В последнее время разработаны энергосберегающие агротехнологии улучшения остепненных лугов в зависимости от разных типов растительности, которые расположены в долине средней Лены. На пырейных лугах второй надпойменной террасы р. Лена следует применять комплексные (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно) и минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$, обеспечивающие увеличение продуктивности в 3,3 раза, получение до 22,8-25,6 ц/га сена 1-2 класса с содержанием сырого протеина до 13,8-15,0 %.

На разнотравно-злаковых лугах целесообразно использовать перегной 20 т/га 1 раз в 4 года и комплексные удобрения (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно), которые обеспечивают получение урожайности сена до 13,3-17,0 ц/га 2 класса и сбор кормовых единиц с 1 га до 745-1105 кг.

Во влажные годы на остепненных лугах надпойменной террасы р. Лена следует вносить органические удобрения (перегной 20 т/га ежегодно), обеспечивающие производство сена до 11,4 ц/га СВ 2 класса со сбором кормовых единиц с 1 га до 684 кг [33, 34, 35].

В период аграрных реформ, в связи многоукладностью хозяйств, для проведения культуртехнических, водохозяйственных работ по улучшению сенокосов и пастбищ необходимо использовать практический потенциал лугово-мелиоративных бригад, способных проводить залужение путем посева районированных сортов и видов многолетних злаковых и бобовых трав. Система семеноводства многолетних трав в республике может производить семена трав до 46 т, из них 25 т семян злаковых трав для улучшения сенокосных угодий, что позволяет проводить ежегодно коренное улучшение на 1000 га и увеличивать площади сеяных сенокосов и пастбищ.

Эффект сбережения ресурсов в луговом кормопроизводстве достигается за счет правильного выбора первоочередных объектов улучшения, адаптивной технологии обработки почвы, создания сеяных специализированных травосмесей из районированных сортов и видов трав, а также рационального режима использования и ухода за травостоями.

Эффективным и низкозатратным способом поверхностного улучшения лугопастбищных угодий является подсев ценных видов злаковых, бобовых или их смесей в дернину естественного или старосеяного травостоя. Поверхностное улучшение применяют в том случае, когда в травостое сохранились не менее 25 % ценных по хозяйственной значимости дикорастущих трав (ячмень короткоостый, пырей ползучий, кострец иркутский и безостый, мятлик луговой, бескильница тонкоцветковая, лисохвост тростниковидный), а покрытие кустарниками и кочками не превышает 25-30 % площади. Омоложение кормовых угодий устраняет опасность выворачивания на поверхность засоленного горизонта почвы, сохраняет плодородие верхнего слоя, позволяет в лучшие агротехнические сроки с меньшей потерей влаги провести подготовку почвы к посеву (подсеву) трав, а также не способствует вторичному засолению мерзлотных почв Якутии.

Технология подсева трав (или омоложение) имеет ряд организационных и экономических преимуществ по сравнению с коренным улучшением. При омоложении капитальные затраты окупаются в течение одного-двух лет за счет сокращения числа проходов техники при использовании однооперационных машин в 2 раза, а при комбинированных агрегатах в 4-7 раз. При подсеве трав с пониженной нормой высева уменьшается расход семян на 30-50 %. Применение поверхностной обработки почвы (фрезерование, дискование) позволяет снизить затраты на ГСМ до 30-45 %, а при использовании дерниной сеялки СДК-2,8 обеспечивается снижение нормы высева семян на 50 %, затрат на ГСМ при обработке почв на 30 % и увеличение урожайности на 35-50 %, что сопоставимо с результатами, полученными в Нечерноземной зоне РФ [36, 37, 38].

Эффективным приемом является также своевременное внесение минеральных удобрений, обеспечивающих прибавку урожая сена на 20-30 %. Несмотря на затраты по приобретению и доставке минеральных удобрений внесение их на сенокосы и пастбища является эффективным и наиболее быстродействующим приемом поверхностного улучшения при благоприятном и достаточном увлажнении почв. Применение удобрений на естественных лугах и пастбищах Якутии увеличивает участие ценных видов трав в 3-6 раз, что приводит к снижению засоренности без затрат на применение гербицидов и других приемов. При этом улучшается качество обьемистого и зеленого корма за счет повышения содержания сырого протеина, обменной энергии, фосфора, кальция и других макро- и микроэлементов [39, 40].

В период энергосбережения первоочередными объектами коренного улучшения являются пойменные луга настоящие среднего и высокого уровня, окультуренные, т. е. старовозрастные, а также заброшенные пашни с выровненной поверхностью и изгородью вблизи ферм, площадь которых достигает 46 тыс. га. Создание сеяного травостоя проводится на низкопродуктивных выродившихся лугах, а также на участках из-под раскорчевок. Удаление кочек и кустарников проводят, в первую очередь, на землях с более устойчивым увлажнением на пойменных, мелкодолинных и незасоленных аласных лугах.

Наиболее рациональным способом коренного улучшения пойменных лугов высокого и среднего уровней с маломощной дерниной и старовозрастных является ускоренное залу-

жение. Лучшим сроком основной обработки почвы рекомендуется осенний с последующей весенней предпосевной подготовкой. На малосреднепойменных и незасоленных мелкодолинных, аласных и суходольных лугах с умеренно мощной дерниной можно использовать все виды основной обработки почвы: поверхностные обработки (дискование, фрезерование) и сочетание их с глубоким рыхлением или со вспашкой на глубину гумусового слоя.

При освоении среднезакочкаренного луга (25-30 тыс. кочек на га) под сеяные кормовые угодья дернину обрабатывают дискованием БДТ-3 в два следа, вспашкой кустарниково-болотным плугом ПБИ-1,2 на глубину 20-25 см с последующей разделкой пласта дисковыми боронами или фрезами в 2-3 следа. Сразу после обработки дернину прикатывают водоналивным катком.

Современное земледелие полностью основывается на принципах адаптивно-ландшафтного ведения, для ускоренного перевода кормопроизводства в рамки адаптивно-ландшафтного земледелия используется системный подход к оценке ранее разработанных технологий в условиях интенсификации. С учетом развития рыночной экономики в стране и в условиях Якутии *разработаны многовариантные системы ведения сенокосов и пастбищ на основе адаптивного кормопроизводства с целью энергосбережения всех затрат на производство сельскохозяйственной продукции.* При анализе развития лугового кормопроизводства Якутии выделяются несколько систем ведения луговодства в зависимости от уровня обеспеченности ресурсами и технологиями. Однако наиболее экономически выгодными являются низкозатратные системы ведения луговодства: техногенно-органическая и биологическая, которая значительно улучшает и повышает плодородие мерзлотных почв.

Примитивная система луговодства Якутии представляет простое кормодобывание на естественных кормовых угодьях. В условиях республики эта система применяется широко на лугопастбищных угодьях (до 95 %). Продуктивность этих угодий при данной системе обеспечивается за счет природного плодородия почв и видового состава естественных травостоев. В этой системе наиболее ярко проявляются негативные процессы: резкое снижение урожайности, дегрессии пастбищ, увеличение антропогенных нагрузок. За последние годы в результате технического, антропогенного и зоогенного воздействий произошла сильная деградация и сбитость сенокосно-пастбищных угодий Якутии до 40 %. Естественное плодородие мерзлотных почв низкое, они бедны подвижными формами питательных элементов, особенно нитратным и аммиачным азотом [41].

В зависимости от наличия средств и внутрихозяйственных ресурсов в хозяйствах республики могут эффективно применяться многовариантные системы ведения сеяных сенокосов и пастбищ [42, 43, 44]. Практическое значение различных систем ведения сенокосов и пастбищ заключается в том, что они позволяют рационально и эффективно распределить антропогенные нагрузки, снизить темпы деградации природных кормовых угодий, улучшить структуру агроландшафтов и т. д. Особенно важно то, что товаропроизводители получили возможность выбирать доступные низкозатратные агротехнологии для возделывания сельскохозяйственных культур с учетом адаптивности к местным условиям.

В хозяйствах, имеющих значительные запасы возобновляемых ресурсов и не располагающих средствами на приобретение минеральных удобрений, следует применять органические удобрения с внесением 40 т/га перегноя при залужении (один раз в 4 года), которые обеспечивают получение на злаковом травостое до 1,7 тыс. корм. ед. и на злаково-бобовом пастбище 2,2 тыс. корм. ед. с 1 га.

В Пригородной зоне при обеспеченности хозяйств удобрениями и семенами применять залужение и внесение $N_{120}P_{60}K_{60}$, позволяющие получить на злаковом пастбище 2,1-2,4 тыс. корм. ед. и на злаково-бобовом сенокосе при внесении $P_{60}K_{60}$ – 2,8-3,3 тыс. корм. ед. с 1 га за счет замены технического азота на биологический.

На отдаленные участки (сайылык) рекомендовано проводить посевы многолетних трав без удобрений, используя запасы естественного почвенного плодородия. В данных условиях залужение злаковой травосмесью из ломкоколосника ситникового сорта Манчаары (8 кг/га), костреца безостого сорта Хаптагайский (20 кг/га) и пырейника изменчивого сорта Ленский (16 кг/га при 100%-ой посевной годности) обеспечивает получение 1,4 тыс. корм. ед., а злаково-бобовой травосмесью (те же злаки с включением люцерны Якутская желтая, 8 кг/га семян) – до 1,9 тыс. корм. ед. с 1 га [45]. Полученные результаты сопоста-

вимы с показателями создания и использования злаковых и бобово-злаковых травосмесей в условиях Нечерноземной зоны России [46, 47, 48, 49].

Заключение. В научном обзоре рассмотрены разработанные зональные агротехнологии улучшения и восстановления лугопастбищных угодий Якутии, которые позволяют обосновать энергосберегающие и доступные приемы для повышения урожайности и производства кормов. Эффективность энергосберегающих агротехнологий заключается в проведении омоложения на малоурожайных и деградированных кормовых угодьях путем внесения удобрений, в том числе местных (перегной, торф, цеолит), подсеве трав или смесей, в расширении посевов бобово-злаковых травосмесей, обеспечивающих повышение продуктивности кормовых угодий в 4-7 раз по сравнению с естественными лугами. Низкозатратные приемы обработки почвы позволяют использовать элементы питания, закреп-ленные в дернине, и обеспечивают приме-нение многооперационной техники для снижения затрат труда и ГСМ на 30-45 %. Значительным резервом применения энергосберегающих агротехнологий является реконструкция заброшенных пашен в сенокосы и пастбища, площадь которых увеличивается с каждым годом. Соблюдение агротехнологической дисциплины, использование местных органических удобрений и районированных сортов многолетних злаковых и бобовых трав, государственное регулирование финансово-кредитной политики на основе развивающих субсидий позволит товаропроизводителям развивать и стабилизировать кормовую базу животноводства в Республике Саха.

Список литературы

1. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Агроэкологический потенциал природных кормовых угодий Западной Сибири. Кормопроизводство. 2020;(3):20-24. Режим доступа: http://kormoproizvodstvo.ru/3-2020/02-01-1393/

2. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Кормопроизводство Сибири. Кормопроизводство. 2016;(11):44-47. Режим доступа: http://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/arxiv-statej-doi/kormoproizvodstvo-sibiri/

3. Косолапов В. М., Трофимова И. А., Бычков Г. Н., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология. Кормопроизводство. 2016;(8):3-8. Режим доступа: http://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/arxiv-statej-doi/kormoproizvodstvo-racionalnoe-prirodopolzovanie-i-agroekologiya/

4. Павлова С. А., Пестерева Е. С., Захарова Г. Е. Кормопроизводство в Республике Саха (Якутия): состояние и перспективы. Кормопроизводство. 2018;(5):5-8. Режим доступа: http://kormoproizvodstvo.ru/5-2018/05-2018-01-1216/

5. Барашкова Н. В. Итоги исследований по биологии растений. Инновационные подходы к проблемам и перспективам развития агропромышленного комплекса в Республике Саха (Якутия): сб. тр. Междунар. научн.-практ. конф. Якутск: Издат-Принт, 2017. С. 358-361.

6. Барашкова Н. В., Данилова А. А., Аржакова А. П., Мартынова Л. В., Устинова В. В., Иванова Л. С. Продуктивность и средообразующий потенциал луговых фитоценозов в условиях среднетаежной подзоны Якутии: монография. Новосибирск: изд-во СО РАН, 2020. 218 с.
Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_07000426877/

7. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Обеспечение устойчивого производства кормов. Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук: мат-лы VI Междунар. науч.-практ. конф. Петропавловск, 2018. Т.1. Вып. 1. С. 112-113. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37624634

8. Гаганов А. П. К оценке качества объемистых кормов. Адаптивное кормопроизводство. 2020;(2):68-101. DOI: https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-2-68-101

9. Гаганов А. П. Использование кормов. В кн.: Кормовые экосистемы Центрального Черноземья России: агроландшафтные и технологические основы. М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2016. С. 601-640.

10. Lurette A., Stark F., Lecomte L., Lasseur J., Moulin Ch.-H. A model to explore which diversity is needed to design sustainable agricultural systems at the territorial level. Agronomy for Sustainable Development. 2020;(40):32. DOI: https://doi.org/10.1007/s13593-020-00634-3

11. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Продуктивность природных кормовых угодий России. Использование и охрана природных ресурсов в России. 2016;(1(145)):42-50.

12. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Кормопроизводство в рациональном природопользовании, оптимизации, рациональной организации и охране агроландшафтов России.

Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: мат-лы XIII Междунар. ландшафтной конференции. Воронеж: изд-во Истоки, 2018. Т. 2. С. 140-141.

13. Устинова В. В., Барашкова Н. В. Видовой состав и продуктивность остепненных лугов в зависимости от режима питания в условиях Центральной Якутии. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017;(131(07):672-683. DOI: https://doi.org/10.21515/1990-4665-131-057

14. Данилова А. А., Саввинов Г. Н., Данилов П. П., Гаврильева Л. Д., Ксенофонтова М. И., Петров А. А. Динамика свойств почвы при кратковременной изоляции деградированного пастбища в криолитозоне. В кн.: Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. М.: ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, 2018. С. 324-328. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36537054&pff=1

15. Слободчикова М. Н., Иванов Р. В., Хомподоева У. В. Оценка жирнокислотного состава сеяных и естественных травостоев при тебенёвке лошадей якутской породы. Иппология и ветеринария. 2018;(3):20-27. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36285550

16. Иванов Р. В., Алферов И. В. Потребление и переваримость питательных веществ пастбищных кормов лошадьми якутской породы при свободной пастьбе. Аграрная Россия. 2020;(7):32-35. DOI: https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-7-32-35

17. Емельянова А. Г., Яковлев А. С., Степанова В. Р. Новый сорт костреца безостого Эркээни для сеяных сенокосов Якутии. Кормопроизводство. 2016;(5):25-28. Режим доступа: https://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/5-2016/

18. Емельянова А. Г., Алексеева В. И., Корякина В. М. Агробиологическая оценка сортов костреца безостого (Bromopsis inermis (leyss.) Holub) в условиях криолитозоны Якутии. Международный сельскохозяйственный журнал. 2019;(6):8-12.

19. Емельянова А. Г., Алексеева В. И. Народная селекция сортов в Якутии. Уфа, 2020. 23 с.

20. Емельянова А. Г., Сивцева В. И, Платонова А. З. Оценка многолетних злаков сенокосного применения на надпойменной террасе средней Лены. Аграрная Россия. 2016;(3):16-20. Режим доступа: http://agros.folium.ru/index.php/agros/article/view/2098

21. Рожанская О. А., Дарханова В. Г., Строева Н. С., Королев К. Г., Ломовский О. И. Особенности регуляции морфогенеза эспарцета и люцерны *in vitro*. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008;(5):58-65. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10180331

22. Строева Н. С., Дарханова В. Г. Получение растений-регенераторов *Medicago varia* индукцией каллусообразования листовых эксплантов в культуре *in vitro*. Наука и образование. 2017;(1):110-113. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28856031

23. Строева Н. С., Дарханова В. Г., Воронов И. В., Филиппова Г. В. Клональное микроразмножение и селекция *Medicago varia* в условиях Центральной Якутии. Наука и образование. 2017;(3):124-129. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30395352

24. Барашкова Н. В., Устинова В. В. Биохимический и минеральный состав естественного остепненного луга при разных режимах питания в условиях Центральной Якутии. Вестник КрасГАУ. 2017;(4):44-52. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29408860

25. Аржакова А. П., Барашкова Н. В., Устинова В. В. Особенности видового и биохимического состава луговых растений в условиях бассейна р. Индигирки. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018;20(5):148-154. Режим доступа: http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2018/2018_5_148_154.pdf

26. Чевычелов А. П., Барашкова Н. В., Захарова О. Г. Устинова В. В., Аржакова А. П. Влияние длительного применения удобрений на урожайность растений и изменение свойств мерзлотной лугово-черноземной почвы. Агрохимический вестник. 2018;(3):26-31. DOI: https://doi.org/10.24411/0235-2516-2018-10007

27. Барашкова Н. В. Особенности проведения осенних сроков скашивания луговых травостоев в условиях Среднетаежной подзоны Якутии. Вестник КрасГАУ. 2020;(6):93-98. DOI: https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-93-98

28. Барашкова Н. В., Аржакова А. П., Устинова В. В. Средообразующий потенциал луговых естественных фитоценозов аласа Бээди в условиях Центральной Якутии. Кормопроизводство. 2018;(1):13-16. Режим доступа: http://kormoproizvodstvo.ru/1-2018/1-2018-01-1110/

29. Барашкова Н. В., Устинова В. В., Слепцова Н. А. Сравнительная оценка выноса питательных элементов с урожаем различными кормовыми культурами при внесении удобрений в условиях Центральной Якутии. Вестник КрасГАУ. 2018;(4):41-47. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35423838

30. Степанов А. И., Мерзлая Г. Е. Агроэкологическая эффективность органических удобрений в условиях мерзлотных почв. Российская сельскохозяйственная наука. 2018;(1):35-38. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35259104

31. Мерзлая Г. Е., Афанасьев Р. А., Кирсанов Г. А., Коваленко А. А., Степанов А. И. Эффективное применение органических удобрений на основе птичьего помета. Научно-технологическое развитие АПК как

драйвер экономического роста ЕАЭС: сб. мат-лов Междунар. научн.-практ. конф. М.: ООО «Научный консультант», 2018. С. 212-221. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32714846

32. Степанов А. И., Фёдоров А. Я., Николаева Ф. В., Борисова Д. В. Влияние органических удобрений и биопрепарата Флавобактерин на урожайность картофеля и плодородие почв. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018;48(6):30-36. DOI: https://doi.org/10.26898/0370-8799-2018-6-4

33. Десяткин Р. В. Особенности в аласных ландшафтах криолитозоны. Вестник Российской академии наук. 2020;90(2):160-168. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42446533

34. Николаева М. Х., Десяткин Р. В. Динамика видового разнообразия и продуктивности опушечных фитоценозов аласов Центральной Якутии. Ботанический журнал. 2019;104(9):1421-1430. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41431812

35. Макаров В. С., Саввинов Г. Н. Потенциал почвенной влаги в аласных почвах. Проблемы региональной экологии. 2018;(5):83-87. DOI: https://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-15083

36. Рекомендации по улучшению лугов и пастбищ в Северо-Восточном регионе Европейской части России. [подг. В. А. Сысуев и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2007. 116 с.
Режим доступа: https://search.rsl.ru/ru/record/01003383003

37. Тебердиев Д. М., Родионова А. В., Запивалов С. А. Изменение продуктивности и показателей почвенного плодородия при применении приемов улучшения сенокоса. Аграрная Россия. 2020;(7):27-33. DOI: https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-7-27-31

38. Кутузова А. А., Тебердиев Д. М., Родионова А. В., Жезмер Н. В., Проворная Е. Е. Инновационный ресурс производства высококачественных объемистых кормов на природных сенокосах. Достижения науки и техники АПК. 2018;32(2):40-43. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=32768052

39. Привалова К. Н., Тебердиев Д. М., Проворная Е. Е., Каримов Р. Р., Цыбенко Н. С. Экономическая эффективность технологии создания и использования культурных пастбищ на основе усовершенствованных злаковых и бобово-злаковых травостоев. Достижения науки и техники АПК. 2019;33(10):9-13 Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=41265237

40. Барашкова Н. В., Аржакова А. П., Устинова В. В. Средообразующий потенциал луговых естественных фитоценозов аласа Бээди в условиях Центральной Якутии. Кормопроизводство. 2018;(1):13-16. Режим доступа: http://kormoproizvodstvo.ru/1-2018/1-2018-01-1110/

41. Кутузова А. А., Привалова К. Н., Тебердиев Д. М. Многофункциональная роль лугового кормопроизводства. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(2):23-27.
Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28862001

42. Кутузова А. А., Тебердиев Д. М. Привалова К. Н., Родионова А. В., Проворная Е. Е., Жезмер Н. В. Основные направления развития кормопроизводства в России. Достижения науки и техники АПК. 2018;32(2):17-20. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32768046

43. Многовариантные ресурсо- и энергосберегающие технологии коренного улучшения основных типов природных кормовых угодий по зонам России: рекомендации. Коллектив авторов. М: ФГУ РЦСК, 2008. 50 с.

44. Кутузова А. А., Проворная Е. Е., Цыбенко Н. С. Симбиотическая азотфиксация бобовыми травами в пастбищных травостоях. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. научн. тр. М.: ООО «Угрешская типография», 2017. Вып. 15(63). С. 56-63.
Режим доступа: https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunktcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-15-63.pdf

45. Барашкова Н. В., Кузьмина А. В. Роль бобовых при создании сенокосных травосмесей в условиях мерзлотных почв Центральной Якутии. Научная жизнь. 2012;(3):76-81.

46. Цыбенко Н. С. Влияние видов и сортов бобовых трав на продуктивность пастбищных травостоев в Нечерноземной зоне. Мат-лы Междунар. научн. конф. молодых учёных и специалистов, посвящённой 100-летию И. С. Шатилова: сб. статей. М., 2017. С. 556-562. Режим доступа: http://elib.timacad.ru/dl/full/sbornik-100-let-shatilovy-2017.pdf/download/sbornik-100-let-shatilovy-2017.pdf

47. Кутузова А. А., Проворная Е. Е., Цыбенко Н. С. Эффективность усовершенствованных бобово-злаковых фитоценозов для создания культурных пастбищ. Материалы Междунар. научн. конф., посвященной 175-летию К. А. Тимирязева. М., 2019. С. 470-473.

48. Иванова Н. Н., Анциферова О. Н., Капсамун А. Д., Павлючик Е. Н., Амбросимова Н. Н. Перспективные травосмеси для пастбищного использования на осушаемых землях Нечерноземной зоны. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(5):549-560. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.549-560

49. Зотов А. А., Косолапов В. М., Кобзин А. Г., Трофимов И. А., Уланов А. Н., Шевцов А. В., Шельменкина Х. Х., Щукин Н. Н. Сенокосы и пастбища на осушаемых землях Нечерноземья: монография. М.-Астана, 2012. 1198 с.
Режим доступа: https://www.vniikormov.ru/pdf/senokosy-i-pastbishcha-na-osushaemykh-zemliakh-nechernozemia.pdf

References

1. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. *Agroekologicheskiy potentsial prirodnykh kormovykh ugodiy Zapadnoy Sibiri*. [Ecological potential of natural forage lands in Western Siberia]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2020;(3):20-24. (In Russ.).
URL: http://kormoproizvodstvo.ru/3-2020/02-01-1393/

2. Kosolapov V. M., Trofimov I. A. *Kormoproizvodstvo Sibiri*. [Forage production in Siberia]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2016;(11):44-47. (In Russ.).
URL: http://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/arxiv-statej-doi/kormoproizvodstvo-sibiri/

3. Kosolapov V. M., Trofimova I. A., Bychkov G. N., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. *Kormoproizvodstvo, ratsional'noe prirodopol'zovanie i agroekologiya*. [Forage production, environmental management and agroecology]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2016;(8):3-8. (In Russ.).
URL: http://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/arxiv-statej-doi/kormoproizvodstvo-racionalnoe-prirodopolzovanie-i-agroekologiya/

4. Pavlova S. A., Pestereva E. S., Zakharova G. E. *Kormoproizvodstvo v Respublike Sakha (Yakutiya): sostoyanie i perspektivy*. [Fodder production in the Republic of Sakha (Yakutia): state and perspectives]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2018;(5):5-8. (In Russ.). URL: http://kormoproizvodstvo.ru/5-2018/05-2018-01-1216/

5. Barashkova N. V. *Itogi issledovaniy po biologii rasteniy*. [Results of research on plant biology]. *Innovatsionnye podkhody k problemam i perspektivam razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v Respublike Sakha (Yakutiya): sb. tr. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.* [Innovative approaches to the problems and prospects of the development of the agro-industrial complex in the Republic of Sakha (Yakutia): collection of international scientific and practical works]. Izd-vo: *Izdat-Print*, 2017. pp. 358-361.

6. Barashkova N. V., Danilova A. A., Arzhakova A. P., Martynova L. V., Ustinova V. V., Ivanova L. S. *Produktivnost' i sredoobrazuyushchiy potentsial lugovykh fitotsenozov v usloviyakh srednetaezhnoy podzony Yakutii: monografiya*. [Productivity and environment-forming potential of meadow phytocenoses in the middle taiga subzone of Yakutia: monograph]. Novosibirsk: *izd-vo SO RAN*, 2020. 218 p.
URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_07000426877/

7. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. *Obespechenie ustoychivogo proizvodstva kormov*. [Ensuring sustainable feed production]. *Aktual'nye problemy nauki i obrazovaniya v oblasti estestvennykh i sel'skokhozyaystvennykh nauk: mat-ly VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Actual problems of science and education in the field of natural and agricultural sciences: Proceedings of the VI International scientific and practical conference]. Petropavlovsk, 2018. Vol. 1. Iss. 1. pp. 112-113. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37624634

8. Gaganov A. P. *K otsenke kachestva ob"emistykh kormov*. [To evaluation quality of bulky feed]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo* = Adaptive fodder production. 2020;(2):68-101. (In Russ.).
DOI: https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-2-68-101

9. Gaganov A. P. *Ispol'zovanie kormov*. [Use of feed]. *V kn.: Kormovye ekosistemy Tsentral'nogo Chernozem'ya Rossii: agrolandshaftnye i tekhnologicheskie osnovy*. [Forage ecosystems of the Central Black Earth Region of Russia: Agrolandscape and technological bases]. Moscow: *Rossiyskaya akademiya sel'skokhozyaystvennykh nauk*, 2016. pp. 601-640.

10. Lurette A., Stark F., Lecomte L., Lasseur J., Moulin Ch.-H. A model to explore which diversity is needed to design sustainable agricultural systems at the territorial level. Agronomy for Sustainable Development. 2020;(40):32. DOI: https://doi.org/10.1007/s13593-020-00634-3

11. Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. *Produktivnost' prirodnykh kormovykh ugodiy Rossii*. [Productivity of natural forage lands of Russia]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii*. 2016;(1(145)):42-50.

12. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. *Kormoproizvodstvo v ratsional'nom prirodopol'zovanii, optimizatsii, ratsional'noy organizatsii i okhrane agrolandshaftov Rossii*. [Forage production in rational nature management, optimization, rational organization and protection of agricultural landscapes in Russia]. *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoy sredy regionov: mat-ly XIII Mezhdunar. landshaftnoy konferentsii*. [Modern landscape-ecological state and problems of optimization of the natural environment of the regions: Proceedings of the XIII International Landscape Conference]. Voronezh: *izd-vo Istoki*, 2018. Vol. 2. pp. 140-141.

13. Ustinova V. V., Barashkova N. V. *Vidovoy sostav i produktivnost' ostepnennykh lugov v zavisimosti ot rezhima pitaniya v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii*. [Species composition and efficiency of steppe meadows in dependence on the dietary regime in the conditions of Central Yakutia]. *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2017;(131(07):672-683. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21515/1990-4665-131-057

14. Danilova A. A., Savvinov G. N., Danilov P. P., Gavril'eva L. D., Ksenofontova M. I., Petrov A. A. *Dinamika svoystv pochvy pri kratkovremennoy izolyatsii degradirovannogo pastbishcha v kriolitozone*. [Dynamics of soil properties of degraded pasture in the permafrost zone after short-term exclusion 324ft he grazing regime]. *V kn.: Novye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Evrope, Tsentral'noy Azii i Sibiri*. [New methods and results of landscape studies in Europe, Central Asia and Siberia]. Moscow: *VNII agrokhimii im. D. N. Pryanishnikova*, 2018. pp. 324-328. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36537054&pff=1

15. Slobodchikova M. N., Ivanov R. V., Khompodoeva U. V. *Otsenka zhirnokislotnogo sostava seyanykh i estestvennykh travostoev pri tebenevke loshadey yakutskoy porody*. [Evaluation of fatty acid composition of seeded and natural grass with to graze under the snow of yakut horses]. *Ippologiya i veterinariya*. 2018;(3):20-27. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36285550

16. Ivanov R. V., Alferov I. V. *Potreblenie i perevarimost' pitatel'nykh veshchestv pastbishchnykh kormov loshad'mi yakutskoy porody pri svobodnoy past'be*. [Consumption and digestibility of nutrients of pasture feed by horses of the yakut breed during free grazing]. *Agrarnaya Rossiya* = Agrarian Russia. 2020;(7):32-35. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-7-32-35

17. Emel'yanova A. G., Yakovlev A. S., Stepanova V. R. *Novyy sort kostretsa bezostogo Erkeeni dlya seyanykh senokosov Yakutii*. [The new smooth brome variety *'Erkeeni'* for sown hayfields in Yakutiya]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2016;(5):25-28. (In Russ.). URL: https://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/5-2016/

18. Emel'yanova A. G., Alekseeva V. I., Koryakina V. M. *Agrobiologicheskaya otsenka sortov kostretsa bezostogo (Bromopsis inermis (leyss.) Holub) v usloviyakh kriolitozony Yakutii*. [Agribiological evaluation of grades of smooth bromegrass (Bromopsis inermis (leyss.) Holub) in the conditions of the permafrost zone of Yakutia]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* = International Agricultural Journal. 2019;(6):8-12. (In Russ.).

19. Emel'yanova A. G., Alekseeva V. I. *Narodnaya selektsiya sortov v Yakutii*. [Folk breeding of varieties in Yakutia]. Ufa, 2020. 23 p.

20. Emel'yanova A. G., Sivtseva V. I, Platonova A. Z. *Otsenka mnogoletnikh zlakov senokosnogo primeneniya na nadpoymennoy terrase sredney Leny*. [Evaluation of Perennial Grasses Hay Use on the Terrace Above the Floodplain of the Middle Lena]. *Agrarnaya Rossiya* = Agrarian Russia. 2016;(3):16-20. (In Russ.). URL: http://agros.folium.ru/index.php/agros/article/view/2098

21. Rozhanskaya O. A., Darkhanova V. G., Stroeva N. S., Korolev K. G., Lomovskiy O. I. *Osobennosti regulyatsii morfogeneza espartseta i lyutserny in vitro*. [Features of morphogenetic control of esparcet and alfalfa *in vitro*]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2008;(5):58-65. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10180331

22. Stroeva N. S., Darkhanova V. G. *Poluchenie rasteniy-regeneratorov Medicago varia induktsiey kallusoobrazovaniya listovykh eksplantov v kul'ture in vitro*. [*In vitro* callus induction and plant regeneration from leaf explants of *Medicago varia*]. *Nauka i obrazovanie* = The Education and Science Journal. 2017;(1):110-113. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28856031

23. Stroeva N. S., Darkhanova V. G., Voronov I. V., Filippova G. V. *Klonal'noe mikrorazmnozhenie i selektsiya Medicago varia v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii*. [Clonal micropropagation and breeding of *Medicago varia* under conditions of central Yakutia]. *Nauka i obrazovanie* = The Education and Science Journal. 2017;(3):124-129. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30395352

24. Barashkova N. V., Ustinova V. V. *Biokhimicheskiy i mineral'nyy sostav estestvennogo ostepnennogo luga pri raznykh rezhimakh pitaniya v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii*. [Biochemical and mineral composition of natural calm meadow at different diets in the conditions of Central Yakutia]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2017;(4):44-52. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29408860

25. Arzhakova A. P., Barashkova N. V., Ustinova V. V. *Osobennosti vidovogo i biokhimicheskogo sostava lugovykh rasteniy v usloviyakh basseyna r. Indigirki*. [Features of species and biochemical composition of meadow plants under the conditions of the Indigirka river basin]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018;20(5):148-154. (In Russ.). URL: http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2018/2018_5_148_154.pdf

26. Chevychelov A. P., Barashkova N. V., Zakharova O. G. Ustinova V. V., Arzhakova A. P. *Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobreniy na urozhaynost' rasteniy i izmenenie svoystv merzlotnoy lugovo-chernozemnoy pochvy*. [The effect of long-term use of fertilizers on crop yields and changes in the properties of permafrost meadow-chernozem soil]. *Agrokhimicheskiy vestnik* = Agrochemical Herald. 2018;(3):26-31. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.24411/0235-2516-2018-10007

27. Barashkova N. V. *Osobennosti provedeniya osennikh srokov skashivaniya lugovykh travostoev v usloviyakh Srednetaezhnoy podzony Yakutii*. [The features of autumn terms of meadow grass mowing in the conditions of the middle taiga Subzone of Yakutia]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2020;(6):93-98. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-93-98

28. Barashkova N. V., Arzhakova A. P., Ustinova V. V. *Sredoobrazuyushchiy potentsial lugovykh estestvennykh fitotsenozov alasa Beedi v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii*. [Environment-forming potential of alas natural grassland phytocenoses in the Central Yakutia]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2018;(1):13-16. (In Russ.). URL: http://kormoproizvodstvo.ru/1-2018/1-2018-01-1110/

29. Barashkova N. V., Ustinova V. V., Sleptsova N. A. *Sravnitel'naya otsenka vynosa pitatel'nykh elementov s urozhaem razlichnymi kormovymi kul'turami pri vnesenii udobreniy v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii*. [Comparative assessment of carrying out nutritious elements with the harvest of various forage crops at application of fertilizers in the conditions of the Central Yakutia]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2018;(4):41-47. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35423838

30. Stepanov A. I., Merzlaya G. E. *Agroekologicheskaya effektivnost' organicheskikh udobreniy v usloviyakh merzlotnykh pochv*. [Agroecological efficiency of organic and mineral fertilizers under conditions of frozen soil]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* = Russian Agricultural Sciences. 2018;(1):35-38. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35259104

31. Merzlaya G. E., Afanas'ev R. A., Kirsanov G. A., Kovalenko A. A., Stepanov A. I. *Effektivnoe primenenie organicheskikh udobreniy na osnove ptich'ego pometa*. [Effective use of organic fertilizers on the basis of bird droppings]. *Nauchno-tekhnologicheskoe razvitie APK kak drayver ekonomicheskogo rosta EAES: sb. mat-lov Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.* [Scientific and technological development of the agro-industrial complex as a driver of economic growth in the EAEU: Collection of articles based on the materials of the International scientific and practical conference]. Moscow: *OOO «Nauchnyy konsul'tant»*, 2018. pp. 212-221. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32714846

32. Stepanov A. I., Fedorov A. Ya., Nikolaeva F. V., Borisova D. V. *Vliyanie organicheskikh udobreniy i bio-preparata Flavobakterin na urozhaynost' kartofelya i plodorodie pochv*. [The effect of organic fertilizers and bio-preparation Flavobacterin on potato yield and soil fertility]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2018;48(6):30-36. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.26898/0370-8799-2018-6-4

33. Desyatkin R. V. *Osobennosti v alasnykh landshaftakh kriolitozony*. [Specific features of soil formation in alas landscapes of the cryolithozone]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* = Herald of the Russian Academy of Sciences. 2020;90(2):160-168. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42446533

34. Nikolaeva M. Kh., Desyatkin R. V. *Dinamika vidovogo raznoobraziya i produktivnosti opushechnykh fitotsenozov alasov Tsentral'noy Yakutii*. [Dynamics of species diversity and productivity of alas margin phytocenoses in Central Yakutia]. *Botanicheskiy zhurnal*. 2019;104(9):1421-1430. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41431812

35. Makarov V. S., Savvinov G. N. *Potentsial pochvennoy vlagi v alasnykh pochvakh*. [Alas soils moisture potential]. *Problemy regional'noy ekologii* = Regional Environmental Issues. 2018;(5):83-87. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-15083

36. *Rekomendatsii po uluchsheniyu lugov i pastbishch v Severo-Vostochnom regione Evropeyskoy chasti Rossii.* [Recommendations for improving meadows and pastures in the North-Eastern region of the European part of Russia]. *[podg. V. A. Sysuev i dr.]*. Moscow: *FGBNU «Rosinformagrotekh»*, 2007. 116 p. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01003383003

37. Teberdiev D. M., Rodionova A. V., Zapivalov S. A. *Izmenenie produktivnosti i pokazateley pochvennogo plodorodiya pri primenenii priemov uluchsheniya senokosa*. [Changes in productivity and soil fertility indicators on application of methods for improving a hayland]. *Agrarnaya Rossiya* = Agrarian Russia. 2020;(7):27-33. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30906/1999-5636-2020-7-27-31

38. Kutuzova A. A., Teberdiev D. M., Rodionova A. V., Zhezmer N. V., Provornaya E. E. *Innovatsionnyy resurs proizvodstva vysokokachestvennykh ob"emistykh kormov na prirodnykh senokosakh*. [Innovative resource of production of high-quality bulky feeds on native hayfields]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2018;32(2):40-43. (In Russ.). URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32768052

39. Privalova K. N., Teberdiev D. M., Provornaya E. E., Karimov R. R., Tsybenko N. S. *Ekonomicheskaya effektivnost' tekhnologii sozdaniya i ispol'zovaniya kul'turnykh pastbishch na osnove usovershenstvovannykh zlakovykh i bobovo-zlakovykh travostoev*. [Economic efficiency of a technology for the creation and use of cultivated pastures based on advanced cereal and legume grasses]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2019;33(10):9-13. (In Russ.). URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=41265237

40. Barashkova N. V., Arzhakova A. P., Ustinova V. V. *Sredoobrazuyushchiy potentsial lugovykh estestvennykh fitotsenozov alasa Beedi v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii*. [Environment-forming potential of alas natural grassland phytocenoses in the Central Yakutia]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2018;(1):13-16. (In Russ.). URL: http://kormoproizvodstvo.ru/1-2018/1-2018-01-1110/

41. Kutuzova A. A., Privalova K. N., Teberdiev D. M. *Mnogofunktsional'naya rol' lugovogo kormoproizvodstva*. [Multifunctional role of meadows forage production]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017;(2):23-27. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28862001

42. Kutuzova A. A., Teberdiev D. M. Privalova K. N., Rodionova A. V., Provornaya E. E., Zhezmer N. V. *Osnovnye napravleniya razvitiya kormoproizvodstva v Rossii*. [Main directions of the development of meadow fodder production in Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2018;32(2):17-20. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32768046

43. *Mnogovariantnye resurso- i energosberegayushchie tekhnologii korennogo uluchsheniya osnovnykh tipov prirodnykh kormovykh ugodiy po zonam Rossii: rekomendatsii*. [Multiple resource-and energy-saving technologies for the radical improvement of the main types of natural forage lands in the zones of Russia]. *Kollektiv avtorov*. Moscow: *FGU RTsSK*, 2008. 50 p.

44. Kutuzova A. A., Provornaya E. E., Tsybenko N. S. *Simbioticheskaya azotfiksatsiya bobovymi travami v pastbishchnykh travostoyakh*. [Symbiotic nitrogen fixation by leguminous grasses in pasture herbage]. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: sb. nauchn. tr*. [Multifunctional adaptive feed production]. Moscow: *OOO «Ugreshskaya tipografiya»*, 2017. Iss. 15(63). pp. 56-63. URL: https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunktcionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-15-63.pdf

45. Barashkova N. V., Kuz'mina A. V. *Rol' bobovykh pri sozdanii senokosnykh travosmesey v usloviyakh merzlotnykh pochv Tsentral'noy Yakutii*. [The role of legumes in the creation of hay grass mixtures in permafrost soils in Central Yakutia]. *Nauchnaya zhizn'*. 2012;(3):76-81. (In Russ.).

46. Tsybenko N. S. *Vliyanie vidov i sortov bobovykh trav na produktivnost' pastbishchnykh travostoev v Nechernozemnoy zone*. [Influence of species and varieties of leguminous grasses on the productivity of pasture herbage in the Non-Chernozem zone]. Mat-ly Mezhdunar. nauchn. konf. molodykh uchenykh i spetsialistov, posvyashchennoy 100-letiyu I. S. Shatilova: sb. statey. [Proceedings of the International scientific conference of young scientists and specialists dedicated to the 100th anniversary of I. S. Shatilova]. Moscow, 2017. pp. 556-562. URL: http://elib.timacad.ru/dl/full/sbornik-100-let-shatilovy-2017.pdf/download/sbornik-100-let-shatilovy-2017.pdf

47. Kutuzova A. A., Provornaya E. E., Tsybenko N. S. *Effektivnost' usovershenstvovannykh bobovo-zlakovykh fitotsenozov dlya sozdaniya kul'turnykh pastbishch*. [The effectiveness of improved legume-cereal phytocenoses for the creation of cultivated pastures]. *Materialy Mezhdunar. nauchn. konf., posvyashchennoy 175-letiyu K. A. Timiryazeva*. [Materials of the international scientific conference dedicated to the 175th anniversary of K. A. Timiryazev]. Moscow, 2019. pp. 470-473.

48. Ivanova N. N., Antsiferova O. N., Kapsamun A. D., Pavlyuchik E. N., Ambrosimova N. N. *Perspektivnye travosmesi dlya pastbishchnogo ispol'zovaniya na osushaemykh zemlyakh Nechernozemnoy zony*. [Promising grass mixtures for pasture use on drained lands of the Non-Chernozem Zon]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(5):549-560. (In Russ.).
DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.5.549-560

49. Zotov A. A., Kosolapov V. M., Kobzin A. G., Trofimov I. A., Ulanov A. N., Shevtsov A. V., Shel'menkina Kh. Kh., Shchukin N. N. *Senokosy i pastbishcha na osushaemykh zemlyakh Nechernozem'ya: monografiya*. [Hayfields and pastures on drained lands of the Non-Chernozem region: monograph]. Moscow – Astana, 2012. 1198 p. URL: https://www.vniikormov.ru/pdf/senokosy-i-pastbishcha-na-osushaemykh-zemliakh-nechernozemia.pdf

Сведения об авторах

Барашкова Наталья Владимировна, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», д. 41, пр-кт Ленина, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация, 677000; профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», д. 3, Сергеляхское шоссе, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация, 677007,
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0449-3482

✉ **Устинова Васёна Васильевна,** кандидат с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», д. 3, Сергеляхское шоссе, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация, 677007, **ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1155-2244**, e-mail: vasyona_8@mail.ru

Information about the authors

Natalya V. Barashkova, DSc in Agricultural Science chief researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian Branch of the RAS – Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”,41, Lenin Ave, Yakutsk, Sakha (Yakutia) Republic, Russian Federation, 677000; professor, Arctic State Agrotechnological university, 3, Sergelyakhskoye Highway, Yakutsk, Sakha (Yakutia) Republic, Russian Federation, 677007,
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0449-3482

✉ **Vasyona V. Ustinova**, PhD in Agricultural Science, associate professor, Arctic State Agrotechnological University, 3, Sergelyakhskoye Shosse, Yakutsk, Sakha Republic (Yakutia), Russian Federation, 677007,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1155-2244, e-mail: vasyona_8@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author