



ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НАМСКОГО АГРОЛАНДШАФТА ЯКУТИИ ПРИ ОРГАНИЧЕСКОМ И МИНЕРАЛЬНОМ РЕЖИМАХ ПИТАНИЯ

¹Устинова В.В., (✉)^{2,3}Барашкова Н.В.

¹Арктический государственный агротехнологический университет
Республика Саха (Якутия), Россия

²Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения
Российской академии наук

³Якутская государственная сельскохозяйственная академия
Республика Саха (Якутия), Россия

(✉) e-mail: vasyona_8@mail.ru

Представлены результаты изучения потенциала продуктивности естественных фитоценозов разного видового состава Намского агроландшафта среднетаежной подзоны Республики Саха (Якутия). Исследования проведены в 2009–2016 гг. Почвы опытного участка мерзлотные с мало-мощным гумусовым слоем. Изучено влияние минеральных и органических удобрений на продуктивность остепненных лугов. На разнотравно-злаковом, пырейном, остепненном фитоценозах использовали следующие приемы по органоминеральному питанию растений: контроль (без удобрения); перегной 20 т/га; перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно; $N_{30}P_{30}K_{30}$ ежегодно; перегной 20 т/га ежегодно. Установлены оптимальные нормы внесения органических и минеральных элементов питания для улучшения потенциала продуктивности естественных остепненных лугов. Наиболее высокий потенциал продуктивности в условиях Намского агроландшафта получен при совместном применении органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно). На разнотравно-злаковом и пырейном фитоценозах урожайность сена достигала 23,0–24,1 ц/га. Сбор с 1 га обменной энергии составил 27,0–22,4 ГДж, кормовых единиц – 1472–1663, сырого протеина – 336–371 кг. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. у разнотравно-злакового равнялось 92 г, пырейного – 102 г. Ежегодное внесение минеральных удобрений в дозе 60 кг/га действующего вещества обеспечивало повышение урожайности естественных фитоценозов в 2 раза в зависимости от агроклиматических условий вегетационного периода. Влияние минеральных удобрений и совместного внесения их с органическими на урожайность естественных фитоценозов статистически достоверно, что свидетельствует о возможности регулирования продуктивности остепненных фитоценозов.

Ключевые слова: органические и минеральные удобрения, естественный фитоценоз, пырейный, разнотравно-злаковый, остепненный агроландшафт

PRODUCTIVITY OF NATURAL PHYTOCENOSES OF THE NAMSKY AGROLANDSCAPE IN YAKUTIA UNDER ORGANIC AND MINERAL NUTRITION REGIMES

¹Ustinova V.V., (✉)^{2,3}Barashkova N.V.

¹Arctic State Agrotechnological University
Republic of Sakha (Yakutia), Russia

²Institute of Biological Problems of the Cryolithozone of the Siberian Branch of the Russian
Academy of Sciences

³*Yakutsk State Agricultural Academy*
Republic of Sakha (Yakutia), Russia
✉ e-mail: vasyona_8@mail.ru

The results of the study of the productivity potential of natural phytocenoses of different species composition in the Namsky agrolandscape of the middle taiga subzone of the Republic of Sakha (Yakutia) are presented. The research was conducted in 2009-2016. The soils of the experimental plot are permafrost soils with a thin humus layer. The effect of mineral and organic fertilizers on the productivity of steppe meadows was studied. On herb-grass, wheatgrass, steppified phytocenoses the following practices of organo-mineral nutrition of plants were used: control (no fertilizer); humus 20 t/ha; humus 20 t/ha once every 4 years + $N_{60}P_{60}K_{60}$ annually; $N_{30}P_{30}K_{30}$ annually; humus 20 t/ha annually. The optimum rates of organic and mineral nutrients to improve the productivity potential of natural steppe meadows have been established. The highest productivity potential in the Namsky agrolandscape was obtained with the combined application of organic and mineral fertilizers (humus 20 t/ha once every 4 years + $N_{60}P_{60}K_{60}$ annually). On herb-grass and wheatgrass phytocenoses hay yield reached 23.0-24.1 c/ha. Yield per 1 ha of metabolizable energy was 27.0-22.4 GJ, fodder units 1472-1663, crude protein 336-371 kg. The content of digestible protein in 1 fodder unit in herb-grass was 92 g, in wheatgrass - 102 g. The annual application of mineral fertilizers at a dose of 60 kg/ha of the active substance provided a 2-fold increase in the productivity of natural phytocenoses, depending on agroclimatic conditions of the growing season. The influence of mineral fertilizers and their joint application with organic fertilizers on the yield of natural phytocenoses is statistically reliable, which indicates the possibility of regulating the productivity of steppified phytocenoses.

Keywords: organic and mineral fertilisers, natural phytocenosis, wheatgrass, herb-grass, steppified agrolandscape

Для цитирования: Устинова В.В., Барашикова Н.В. Продуктивность естественных фитоценозов Намского агроландшафта Якутии при органическом и минеральном режимах питания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 39–46. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-5>

For citation: Ustinova V.V., Barashkova N.V. Productivity of natural phytocenoses of the Namsky agrolandscape in Yakutia under organic and mineral nutrition regimes. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 39–46. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-5>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение естественных кормовых угодий – важная проблема лугового кормопроизводства Республики Саха (Якутия). Из-за дороговизны и сложной логистики по доставке минеральных удобрений многие хозяйства не могут их использовать. Урожайность естественных кормовых угодий в большой степени зависит от климатических условий вегетационного периода. Чтобы избежать зависимости урожайности и продуктивности естественных лугов от погодных условий, актуально использование органических удобрений.

В условиях Намского агроландшафта на мерзлотных лугово-черноземных почвах

естественные луговые степи по-разному реагируют на режим питания. Обеспеченность луговых растений элементами питания значительно влияет на видовой состав, хозяйственную урожайность и потенциал продуктивности естественных фитоценозов.

Цель исследования – изучить влияние минеральных и органических удобрений на продуктивность остепненных лугов в условиях Намского агроландшафта Якутии.

Задача исследования – установить оптимальные нормы внесения органических и минеральных элементов питания для улучшения потенциала продуктивности естественных остепненных лугов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В полевом опыте с использованием факториальной схемы изучена эффективность влияния органических и минеральных удобрений в широком диапазоне доз и сочетаний на продуктивность фитоценозов. В результате комплексных исследований получены новые данные по действию важнейших систем удобрения: минеральной, органической и органоминеральной – на плодородие почвы и ее биологическую активность.

Объектом исследований были различные степные сообщества: разнотравно-злаковый, пырейный и остепненный фитоценозы при разных режимах питания в условиях естественного увлажнения. Исследования по базовому проекту за 2009–2016 гг. проводили на остепненных лугах стационара «Мархинский» Института биологических проблем криолитозоны СО РАН. Стационар находится в 13 км от Якутска; по агроландшафтному районированию среднетаежной подзоны Якутии расположен в Намском агроландшафте и занимает шестую агроэкологическую группу земель. Площадь Намского агроландшафта 2575 тыс. га, или 6,0% Лено-Виллюйского междуречья [1]. Земли данного агроландшафта представляют эрозионно аккумулятивную пологоволнистую равнину с абсолютными высотами 300–400 м, сложенную неогенчетвертичными отложениями с мерзлотными таежными палевыми слабо- и среднеосолоделыми, среднесуглинистыми почвами, на которых произрастают лиственные разнотравно-злаковые и брусничные леса.

Климат Намского агроландшафта умеренно холодный и засушливый. Январская температура воздуха составляет $-41,2$ °С, июльская повышается до $17,6$ °С. Годовое количество осадков 264 мм, из них в период активной вегетации растений выпадает 123 мм. Средняя продолжительность безморозного периода 79 дней, в зависимости от местоположения она значительно варьирует. Почва для сельскохозяйственных работ пригодна с 17–19 мая. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С составляет $1414-1642$ °. Коэффициент увлажнения за

год равен $0,90$, в период активной вегетации растений – $0,49$, т.е. увлажненность территории дефицитная и остродефицитная [2].

Шестая агроэкологическая группа земель Намского агроландшафта представлена засоленными землями надпойменных террас р. Лены и занимает площадь $0,15$ тыс. м² [3]. Господствующими почвами являются мерзлотные лугово-черноземные солонцеватые. Почвы под остепненными лугами отличаются большой сухостью и сравнительно интенсивным нагреванием корнеобитаемой толщи. Верхние горизонты этих почв подкислены, лишь в нижних толщах отмечается подщелачивание, рН водной суспензии достигает $7,4$. Весенняя влажность мерзлотной дерновой почвы характеризуется как недостаточная для начальной вегетации луговых трав, поэтому остепненные луга отличаются низкой биологической продуктивностью.

Почвы исследуемого участка на стационаре «Мархинский» мерзлотные пойменные лугово-черноземные. Содержание гумуса в пахотном слое 0–20 см $2,5\%$, подвижного фосфора – 279 мг/кг почвы, обменного калия – 104 мг/кг [4]. Погодные условия вегетационных периодов 2009–2016 гг. различались между собой и включали все особенности агроклиматических условий долины средней Лены. Оптимальным для роста и развития многолетних трав в условиях Намского агроландшафта за вегетационный период считается количество осадков $161-170$ мм. Самым засушливым и жарким был вегетационный период 2015 г. (ГТК $0,50$), осадков выпало 121 мм при норме 161 мм. Наиболее влажным оказался 2013 г. (ГТК $0,90$). Весной и в первой половине лета выпали обильные дожди, количество осадков за вегетационный период достигло 234 мм. Переменно-влажным был 2014 г. (ГТК $0,70$) с засушливой весной и дождливым летом. Наиболее благоприятным по температурному режиму и количеству осадков отмечен 2016 г. (ГТК $0,80$).

Различные по температурному режиму и количеству осадков погодные условия 2009–2016 гг. повлияли на рост и развитие растений, прохождение фенологических

фаз, формирование урожайности и развитие корневой системы степных растений на стационаре «Марихинский» [5].

На разнотравно-злаковом, пырейном, остепненном фитоценозах использовали следующие приемы по органоминеральному питанию растений: контроль (без удобрения); перегной 20 т/га; перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно; $N_{30}P_{30}K_{30}$ ежегодно; перегной 20 т/га ежегодно.

В исследованиях использовали общепринятые методики по луговедению и луговодству. Все учеты и наблюдения проводили по методикам^{1,2}, статистическую обработку данных урожайности – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову³. Химический состав сенокосного корма (сырая клетчатка, жир, сырая зола, азот, фосфор, кальций) определяли в лаборатории биохимии Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Оценка потоков энергии в луговых фитоценозах проводили по методике⁴.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Впервые в условиях Намского агроландшафта на мерзлотных лугово-черноземных почвах проведена оценка потенциала продуктивности луговых степей с различным видовым составом.

Согласно методике ВНИИК, потенциал продуктивности луговых экосистем определяется сбором с 1 га обменной энергии, кормовых единиц и сырого протеина. В наших исследованиях установлено, что потенциал продуктивности луговых степей в зависимости от внесенных удобрений обусловлен погодными условиями вегетационных периодов, биологическими особенностями луговых растений и режимом питания.

В условиях Намского агроландшафта естественный разнотравно-злаковый фитоценоз без удобрения с содержанием злаков в травостое до 65,2% обеспечивал продук-

тивность с 1 га по сбору обменной энергии до 8,8 ГДж, кормовых единиц – 595, сырого протеина – 99 кг. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. составляло 53 г, что ниже зоотехнической нормы в 1,9 раза (см. табл. 1).

В условиях разнотравно-злакового фитоценоза совместное применение органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно) обеспечивало увеличение продуктивности в 2,2 раза при урожайности 23,0 ц сена/га 1-го класса с содержанием сырого протеина до 14,6%. Сформирована оптимальная продуктивность по сбору с 1 га обменной энергии – 27 ГДж, кормовых единиц – 1472, сырого протеина – 336 кг. При этом содержание переваримого протеина в 1 к. ед. у разнотравно-злакового луга достигало 92 г при норме 105 г. При данном режиме питания в разнотравно-злаковом фитоценозе отмечено доминирование злаковых видов (*Elytrigia répens*, *Koeleria pyramidata* (Lam.) P. Beauv., *Poa stepposa* (Kryl.) Roshev.). Содержание дикорастущих злаков составляло до 93,1%, разнотравья – до 6,9% СВ, что свидетельствует об отзывчивости злаковых видов на азотные удобрения.

Ежегодное внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ в разнотравно-злаковом фитоценозе с содержанием дикорастущих злаков до 87,0% обеспечивало продуктивность с 1 га по сбору обменной энергии 18,8 ГДж, кормовых единиц – 1327, сырого протеина – 278 кг. По содержанию переваримого протеина в 1 к. ед. (79 г) разнотравно-злаковый фитоценоз не соответствовал зоотехническим нормам [6].

При внесении перегноя 20 т/га 1 раз в 4 года + 20 т/га ежегодно разнотравно-злаковый фитоценоз с участием злаков 66,2–86,4% СВ обеспечивал продуктивность с 1 га по сбору обменной энергии 12,5–12,5 ГДж, кормовых единиц – 847–725, сырого протеина – 153–154 кг.

¹Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М., 1971. Ч. 1. 229 с.

²Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М., 1971. Ч. 2. 174 с.

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 375 с.

⁴Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. М.: ВНИИК им. В.П. Вильямса, 2007.

Табл. 1. Потенциал продуктивности естественных фитоценозов разного состава при органоминеральном режиме питания (среднее за 2009–2016 гг.)
Table 1. Productivity potential of natural phytocenoses of different composition under organo-mineral nutritional regime (average for 2009–2016)

Режим питания	Содержание дикорастущих видов, %				Урожайность, ц/га СВ	Производство с 1 га			Содержание переваримого протеина в 1 к. ед., г
	Злаки	Бобовые	Разногравье	обменной энергии, ГДж/га		к. ед.	сырого протеина, кг		
<i>Разнотравно-злаковый фитоценоз</i>									
Контроль (без удобрений)	65,2	15,2	19,7	10,1	8,8	595	99	53	
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года	66,2	20,1	13,7	14,6	12,5	847	153	55	
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	93,1	–	6,9	23,0	27,0	1472	336	92	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	87,0	0,8	10,8	21,4	18,8	1327	278	79	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ежегодно	82,1	0,9	17,1	15,7	13,9	973	179	67	
Перегной 20 т/га ежегодно	86,4	1,1	12,6	14,5	12,5	725	154	69	
НСР ₀₅				3,4					
<i>Пырейный фитоценоз</i>									
Контроль (без удобрений)	87,5	3,9	8,6	15,2	13,5	927	179	66	
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года	90,5	2,3	7,3	16,7	14,7	1052	225	81	
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	92,0	0,8	7,2	24,1	22,4	1663	371	102	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	93,2	0,6	6,3	20,0	18,2	1360	403	105	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ежегодно	90,4	0,0	9,7	17,3	15,5	1124	263	93	
Перегной 20 т/га ежегодно	85,0	3,2	11,9	15,7	14,6	958	195	67	
НСР ₀₅				4,0					
<i>Остепненный фитоценоз</i>									
Контроль (без удобрений)	19,8	13,1	67,1	7,0	6,0	420	58	39	
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года	36,8	18,1	45,2	9,0	8,0	567	76	46	
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	45,6	0,4	54,1	17,1	16,0	1197	214	82	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	45,5	1,4	53,2	14,7	13,0	911	157	64	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ежегодно	31,5	1,5	67,1	13,1	11,4	799	139	65	
Перегной 20 т/га ежегодно	47,0	9,3	43,8	12,6	10,8	668	94	45	
НСР ₀₅				3,3					

Естественный пырейный фитоценоз без удобрений, содержащий в травостое пырея ползучего (*Elytrigia repens*) 87,5% СВ, имел среднюю продуктивность с 1 га по сбору обменной энергии – 13,5 ГДж, кормовых единиц – до 927, сырого протеина – 179 кг. При этом обеспеченность 1 к. ед. (66 г) переваримым протеином была недостаточной. Минеральный режим питания пырейного фитоценоза в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно обусловил повышенную продуктивность с 1 га по сбору сырого протеина – 403 кг и высокую обеспеченность переваримого протеина в 1 к. ед. – 105 г.

Естественный остепненный фитоценоз без удобрений с участием разнотравья и злаков до 67,1 и 19,8% СВ соответственно имел самый низкий потенциал продуктивности со средней урожайностью 7,0 ц/га СВ. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. составляло 39 г, что значительно ниже зоотехнической нормы. Продуктивность фитоценоза без удобрений по сбору обменной энергии равна 6,0 МДж/га, кормовых единиц – 420, сырого протеина – 58 кг/га.

При сочетании органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно) потенциал продуктивности данного фитоценоза повысился: сбор обменной энергии до 16,0 ГДж, кормовых единиц – до 1197, сырого протеина – до 214 кг/га. Содержание переваримого

протеина в 1 к. ед. увеличилось до 82 г, что ниже зоотехнической нормы.

Наиболее эффективным на луговых степях Намского агроландшафта оказалось совместное внесение органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно), которое обусловило повышение урожайности в 2 раза с хорошим качеством сенокосного корма. Сбор с 1 га обменной энергии составил 27,0–22,4 ГДж, кормовых единиц – 1472–1663, сырого протеина – 336–371 кг. По содержанию переваримого протеина в 1 к. ед. разнотравно-злаковый и пырейный фитоценоз с содержанием злаковых от 88 до 93% соответствовал зоотехническим нормам (93–105 г). На данных фитоценозах урожайность сена 1-го класса достигала 23,0–24,1 ц/га. При этом содержание переваримого протеина в 1 к. ед. составило в разнотравно-злаковом фитоценозе 92 г, пырейном – 102, остепненном – 82 г.

Важно отметить эффективность ежегодного внесения минеральных удобрений в дозе 60 кг/га, обеспечивающего повышение урожайности естественных фитоценозов примерно в 2 раза [7–9]. При этом отмечено значительное колебание хозяйственной урожайности фитоценозов по годам исследований. Данная закономерность особенно проявилась на пырейном фитоценозе. Наиболее эффективным стало совместное внесение

Табл. 2. Урожайность естественных фитоценозов при внесении удобрений (среднее за 8 лет), ц/га
Table 2. Productivity of natural phytocenoses with fertilization (average over 8 years), c / ha

Вариант опыта	Фитоценоз		
	остепненный	разнотравно-злаковый	пырейный
Контроль (без удобрения)	6,9	10,1	15,1
Перегноя 20 т/га 1 раз в 4 года	9,4	14,6	16,7
Перегноя 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно	17,0	23,0	24,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно	14,6	21,4	20,0
$N_{30}P_{30}K_{30}$ ежегодно	12,6	15,7	17,3
Перегноя 20 т/га ежегодно	12,2	14,5	15,7
Доверительный интервал	1,7	3	4,4
Доля влияния фактора «Год»*	8	21	55
Доля влияния фактора «Удобрение»	21	21	9

*Процент от общей вариации признака.

органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно), обеспечивающее урожайность сена пырейного фитоценоза до 24,1 ц/га.

Многолетние результаты наших опытов свидетельствуют, что в условиях шестой агроэкологической группы земель Намского агроландшафта наиболее эффективным является совместное внесение органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно). При данном внесении сформирована максимальная урожайность разнотравно-злаковых, пырейных и остепненных фитоценозов независимо от видового состава и степени увлажнения вегетационного периода. В среднем за годы исследований совместное внесение органических и минеральных удобрений обеспечило получение урожайности разнотравно-злакового фитоценоза 23,0 ц сена/га, пырейного – 24,1, остепненного – 17,1 ц/га (см. табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях Намского агроландшафта наиболее высокий потенциал продуктивности получен при совместном внесении органического и минерального удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно). На разнотравно-злаковом и пырейном фитоценозах урожайность сена достигала 23,0–24,1 ц/га со сбором с 1 га обменной энергии 27,0–22,4 ГДж, кормовых единиц 1472–1663, сырого протеина 336–371 кг. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. у разнотравно-злакового фитоценоза составило 92 г, пырейного – 102 г. Влияние минеральных удобрений и совместного внесения их с органическими на урожайность естественных фитоценозов статистически достоверно, что свидетельствует о возможности регулирования продуктивности остепненных фитоценозов. При этом эффективность минеральных удобрений, а также совместного внесения с органическими значительно зависела от погодных условий вегетационного периода, что наиболее явно проявилось на пырейном фитоценозе. В то же время на низкопродуктивных остепнен-

ных фитоценозах с недостаточной влажностью применение органических и совместное органических и минеральных удобрений положительно влияет на урожайность кормовой массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванова Л.С.* Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Лено-Амгинского междуречья: монография. Новосибирск, 2004. 131 с.
2. *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: Издательство СО РАН, 2020. 218 с.
3. *Иванова Л.С.* Агроландшафтное районирование и агроэкологическая группировка земель среднетаежной подзоны Якутии для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия: монография. Новосибирск, 2018. 113 с.
4. *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 // Агротехнический вестник. 2018. № 3. С. 26–31.
5. *Абрамов А.Ф.* Эколого-биохимические основы производства кормов и рационального использования пастбищ в Якутии: монография. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2000. 205 с.
6. *Степанов А.И., Мерзлая Г.Е.* Агроэкологическая эффективность органических удобрений в условиях мерзлотных почв // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 1. С. 35–38.
7. *Кислицына А.П., Фигурин В.А.* Влияние извести и минеральных удобрений на агрохимические показатели почвы и продуктивность лядвенце-тимофеечной травосмеси // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22 (3). С. 367–375.
8. *Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н.* Эффективность возделывания пастбищных травостоев в условиях осушаемых земель Нечерноземья // Кормопроизводство. 2021. № 4. С. 4–8.
9. *Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Волкова Е.С.* Влияние минеральных и комплексных удо-

брений на зерновую продуктивность озимой ржи в условиях Северо-Запада России // Кормопроизводство. 2020. № 9. С. 19–23.

REFERENCES

1. Ivanova L.S. *Adaptive-landscape systems of agriculture in the Lena-Amga interfluvium*. Novosibirsk, 2004. 131 p. (In Russian).
2. Barashkova N.V., Danilova A.A., Arzhakova A.P., Martynova L.V., Ustinova V.V., Ivanova L.S. *Productivity and habitat-forming potential of meadow phytocenoses in the middle taiga subzone of Yakutia*. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2020, 218 p. (In Russian).
3. Ivanova L.S. *Agrolandscape zoning and agroecological grouping of lands in the middle taiga subzone of Yakutia for the design of adaptive landscape farming systems*. Novosibirsk, 2018. 113 p. (In Russian).
4. Chevychelov A.P., Barashkova N.V., Zakharova O.G., Ustinova V.V., Arzhakova A.P. The effect of long-term use of fertilizers on crop yields and changes in the properties of permafrost meadow-chernozem soil. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2018, no. 3, pp. 26–31. (In Russian).
5. Abramov A.F. *Ecological and biochemical foundations of fodder production and rational use of pastures in Yakutia*. Novosibirsk, SB RAAS Publ., 2000. 205 p. (In Russian).
6. Stepanov A.I., Merzlaya G.E. Agroecological efficiency of organic and mineral fertilizers under conditions of frozen soil. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*, 2018, no. 1, pp. 35–38. (In Russian).
7. Kislitsyna A.P., Figurin V.A. The effect of lime and mineral fertilizers on agrochemical characteristics of soil and productivity of birdsfoot trefoil and timothy grass mixture. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2021, no. 22 (3), pp. 367–375. (In Russian).
8. Ivanova N.N., Kapsamun A.D., Pavlyuchik E.N. Cultivation of grassland ecosystems on drained lands of the non-chernozem region. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2021, no. 4, pp. 4–8. (In Russian).
9. Shaikova T.V., Dyatlova M.V., Volkova E.S. Impact of mineral and complex fertilizers on grain yield of winter rye in northwest Russia. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2020, no. 9, pp. 19–23. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Устинова В.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель; e-mail: vasyona_8@mail.ru

✉ **Барашкова Н.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, доцент, заведующая кафедрой; **адрес для переписки:** Россия, 677000, Республика Саха (Якутия), Якутск, пр. Ленина, 41; e-mail: vasyona_8@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Vasena V. Ustinova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Lecturer; e-mail: vasyona_8@mail.ru

✉ **Natalya V. Barashkova**, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher, Associate Professor, Department Head; **address:** 41, Lenina St., Yakutsk, The Republic of Sakha (Yakutia), 677000, Russia; e-mail: vasyona_8@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 31.07.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 25.11.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021