

DOI 10.54596/2958-0048-2026-2-235-245

УДК 633.2:631.582

МРНТИ 68.35.47.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ КОРМОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ДЛЯ ПАСТБИЩ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Темирбулатова А.К.¹, Усеинов А.А.^{1*}, Карманов Р.М.¹

¹ *НАО «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева»,*

Петропавловск, Казахстан

**Автор для корреспонденции: ozon_89@mail.ru*

Аннотация

Создание устойчивой кормовой базы является одним из ключевых факторов развития животноводства в условиях Северного Казахстана. В лесостепной зоне региона естественные пастбища характеризуются низкой продуктивностью вследствие деградации травостоя, недостаточного содержания ценных кормовых видов и нерационального использования угодий. Цель исследования заключалась в оценке продуктивности и кормовой ценности различных кормовых агрофитоценозов из многолетних бобовых и злаковых трав для сенокосного и пастбищного использования. Исследования проводились в 2024–2025 гг. на производственных полях ТОО «Сервис-ЖАРС» в Кызылжарском районе Северо-Казахстанской области. В опыте изучали девять вариантов агрофитоценозов, включающих одновидовые посевы и многокомпонентные травосмеси. Учитывались показатели высоты растений, густоты стояния, урожайности зелёной и сухой массы, а также питательной ценности кормов. Установлено, что наибольшей продуктивностью характеризовались бобово-злаковые агрофитоценозы. Максимальный урожай зелёной массы на втором году жизни сформировала травосмесь «Грин Лайн Альфа Протеин» (Люцерна синяя 75% + овсяница тростниковая 25%) – 191,2 ц/га зелёной и 49,3 ц/га сухой массы, что в 4,4 раза превышало показатели естественного пастбища. Высокие результаты также получены у травосмесей «Райграс многоукосный + Люцерна синяя» и «Эспарцет песчаный + фестулолиум + Тимофеевка луговая». Полученные данные подтверждают перспективность использования бобово-злаковых агрофитоценозов для повышения продуктивности пастбищ и укрепления кормовой базы животноводства Северного Казахстана.

Ключевые слова: кормовые агрофитоценозы; многолетние травы; бобово-злаковые смеси; пастбища; урожайность; кормовая ценность; Северный Казахстан; Люцерна синяя.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОРМАНДЫ ДАЛА АЙМАҒЫНДА ЖАЙЫЛЫМДАР ҮШІН АЗЫҚТЫҚ АГРОФИТОЦЕНОЗДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЕНГІЗУ

Темірбулатова А.К.¹, Усеинов А.А.^{1*}, Карманов Р.М.¹

¹ *«Манаш Козыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ,*

Петропавл, Қазақстан

**Хат-хабар үшін автор: ozon_89@mail.ru*

Аңдатпа

Тұрақты жемшөп базасын қалыптастыру Солтүстік Қазақстан жағдайында мал шаруашылығын дамытудың негізгі факторларының бірі болып табылады. Өңірдің орманды-дала аймағындағы табиғи жайылымдар шөптесін жамылғының тозуы, құнды малазықтық өсімдіктер үлесінің төмендігі және жер ресурстарын тиімсіз пайдалану салдарынан төмен өнімділікпен сипатталады. Зерттеудің мақсаты – шабындық және жайылымдық мақсатта пайдаланылатын көпжылдық бұршақ және астық тұқымдас шөптерден құралған әртүрлі малазықтық агрофитоценоздардың өнімділігі мен азықтық құндылығын бағалау.

Далалық тәжірибелер 2024–2025 жылдары Солтүстік Қазақстан облысы Қызылжар ауданындағы «Сервис-ЖАРС» ЖШС өндірістік алқаптарында жүргізілді. Зерттеуде бір түрден және көп компонентті шөп қоспаларынан тұратын тоғыз агрофитоценоз нұсқасы қарастырылды. Өсімдік биіктігі, сабақ жиілігі, жасыл және құрғақ масса өнімділігі, сондай-ақ азықтың қоректік құндылығы анықталды.

Зерттеу нәтижелері бойынша бұршақ-астық тұқымдас агрофитоценоздар ең жоғары өнімділік көрсетті. Екінші жылы «Green Line Alpha Protein» шөп қоспасы (75% жоңышқа (*Medicago sativa* L.) + 25% қамыс бетегесі (*Festuca arundinacea* Schreb.)) ең жоғары өнім қалыптастырып, 191,2 ц/га жасыл масса және 49,3 ц/га құрғақ зат берді, бұл табиғи жайылым бақылау нұсқасынан 4,4 есе жоғары болды. Сонымен қатар «Көп орылатын райграсс (*Lolium multiflorum* Lam.) + жоңышқа (*Medicago sativa* L.)» және «Құмдақ эспарцет (*Onobrychis viciifolia* Scop.) + фестулолиум + шалғындық атқонақ (*Phleum pratense* L.)» қоспалары да жоғары өнімділік көрсетті.

Алынған нәтижелер Солтүстік Қазақстан жағдайында жайылым өнімділігін арттыру және мал шаруашылығының жемшөп базасын нығайту үшін бұршақ-астық тұқымдас агрофитоценоздарды пайдаланудың тиімділігін дәлелдейді.

Кілт сөздер: малазықтық агрофитоценоздар; көпжылдық малазықтық шөптер; бұршақ-астық тұқымдас қоспалар; жайылымдар; өнімділік; азықтық құндылық; Солтүстік Қазақстан; көк жоңышқа.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF FEED AGROPHYTOCENOSES FOR PASTURES IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Temirbulatova A.K.¹, Useinov A.A.^{1*}, Karmanov R.M.¹

¹*Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan*

**Corresponding author: ozon_89@mail.ru*

Abstract

The development of a sustainable forage base is one of the key factors for livestock production in Northern Kazakhstan. In the forest-steppe zone of the region, natural pastures are characterized by low productivity due to grassland degradation, insufficient presence of valuable forage species, and irrational land use practices. The aim of this study was to evaluate the productivity and forage value of various forage agrophytocenoses composed of perennial legume and grass species intended for haymaking and pasture use. Field experiments were conducted during 2024–2025 on the production fields of “Service-ZHARS” LLP located in the Kyzylzhar district of the North Kazakhstan region. Nine agrophytocenosis variants, including monocultures and multi-component grass mixtures, were studied. Plant height, stand density, green and dry biomass yield, and forage nutritional value were assessed. The results showed that legume-grass agrophytocenoses demonstrated the highest productivity. The “Green Line Alpha Protein” mixture (75% alfalfa *Medicago sativa* L. + 25% tall fescue *Festuca arundinacea* Schreb.) produced the highest yield in the second year of growth, reaching 191.2 c/ha of green biomass and 49.3 c/ha of dry matter, which was 4.4 times higher than that of the natural pasture control. High productivity was also recorded for the mixtures “Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) + alfalfa (*Medicago sativa* L.)” and “sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) + festulolium + timothy grass (*Phleum pratense* L.)”. The obtained results confirm the prospects of using legume-grass agrophytocenoses to improve pasture productivity and strengthen the forage base of livestock farming in Northern Kazakhstan.

Keywords: forage agrophytocenoses; perennial forage grasses; legume-grass mixtures; pastures; productivity; forage value; Northern Kazakhstan; blue alfalfa.

Введение

Обеспечение стабильного и высококачественного снабжения кормами является необходимым условием для устойчивого и экономически эффективного животноводства, однако остаётся актуальной проблемой во многих регионах мира, включая Казахстан (Fuglie et al., 2021; Stybayev et al., 2025). Глобально пастбищные экосистемы испытывают возрастающее давление в результате перевыпаса, деградации

земель и изменчивости климата, что снижает их продуктивность и кормоёмкость (Cherlet et al., 2018; Godde et al., 2020).

В Казахстане проблема особенно остра в лесостепной зоне Северо-Казахстанской области, где по различным оценкам от 20% до 60% пастбищных угодий находятся в состоянии деградации в результате чрезмерного выпаса, нарушений режимов использования и недостаточных мер по восстановлению (Shayakhmetova et al., 2024). Общий объём производства кормов по стране в целом примерно в два раза ниже установленных зоотехнических норм. Около 48% пастбищных угодий не используются из-за отсутствия источников воды (МСХ РК, 2021).

Естественные пастбища Северного Казахстана дают всего 0,1–0,2 т га⁻¹ сухой биомассы, что крайне недостаточно для продуктивного животноводства (Stybayev et al., 2021; Issanova et al., 2020). Одним из наиболее перспективных подходов к решению проблемы дефицита кормов является создание специально сформированных кормовых агрофитоценозов на основе высокопродуктивных многолетних и однолетних видов. Смешанные посевы бобовых и злаковых культур повышают как урожайность, так и питательную ценность корма за счёт улучшенного азотного круговорота и более эффективного использования ресурсов среды (Helgadottir et al., 2018; Luo et al., 2024).

Научная новизна работы состоит в комплексной оценке различных вариантов смеси многолетних кормовых трав, адаптированных к почвенно-климатическим условиям лесостепи Северного Казахстана, включая апробацию ранее изученных сочетаний культур как для сенокосного использования, так и для системы огораживаемых пастбищ. Практическая значимость заключается в разработке научно обоснованных рекомендаций по созданию высокопродуктивных травостоев, включающих сроки посева, методы ухода за растениями и последующей уборки, позволяющих снизить зависимость от внешних факторов среды, импортной продукции и повысить самообеспеченность животноводческих предприятий.

Цель исследования – научно обоснованная оценка эффективных технологий создания высокопродуктивных кормовых агрофитоценозов из многолетних кормовых культур, для огораживаемых пастбищ в лесостепной зоне Северного Казахстана.

Литературный обзор

Разработка устойчивых кормовых систем является широко изучаемой темой в контексте глобальных вызовов продовольственной безопасности, деградации земель и изменения климата (Kikstra et al., 2022; Zucca et al., 2021). Смешанные кормовые травостои, особенно бобово-злаковые смеси, неизменно демонстрируют превосходство над чистыми посевами злаков по продуктивности биомассы, питательной ценности и экологической устойчивости (Wang et al., 2024; Tahir et al., 2022).

Бобовые виды – Люцерна синяя синяя (*Medicago sativa* L.) и Эспарцет песчаный (*Onobrychis viciifolia* Scop.) – обеспечивают биологическую фиксацию атмосферного азота, снижая потребность в минеральных удобрениях и одновременно повышая почвенное плодородие (Luo et al., 2024; Nokusheva et al., 2025). В смешанных посевах со злаками зафиксированный бобовыми азот передаётся к незакрепляющим видам по механизму «источник-сток», снимая азотный стресс и стимулируя вегетативный рост (Jensen, 1996). Мировые и региональные исследования подтверждают, что разнообразные кормовые агрофитоценозы обеспечивают на 20–50% более высокие урожаи по сравнению с природными пастбищами в схожих климатических условиях (Wang et al., 2019; Yan et al., 2021).

В специфическом контексте Казахстана Stybayev et al. (2021) показали низкую продуктивность природных пастбищ в северном регионе – 0,1–0,2 т га⁻¹ сухой биомассы. Исследования Shayakhmetova et al. (2024) подтвердили потенциал зелёного конвейера на основе высокоурожайных кормовых культур для преодоления сезонного дефицита кормов. Kопоріанов et al. (2024) показали, что интенсивные технологии возделывания в условиях засушливых районов Северного Казахстана могут обеспечить стабильные урожаи кормов. Исследования в Западной Сибири и соседних степных регионах России подтверждают эффективность бобово-злаковых смесей (Люцерна синяя + кострец, Эспарцет песчаный + кострец) в условиях континентального климата (Дмитриев, 2013; Насиев, 2013).

Из злаковых видов, используемых в данном исследовании, особого внимания заслуживают следующие: райграсс многоукосный (*Lolium multiflorum* Lam.) отличается быстрым начальным ростом и высокой продуктивностью биомассы, однако имеет ограниченную зимостойкость в условиях резкоконтинентального климата (Hulke et al., 2008). Овсяница тростниковая (*Festuca arundinacea* Schreb.) характеризуется засухоустойчивостью и длительной персистентностью (Faji et al., 2021). Житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum* (L.) Gaertn.) отличается медленным начальным развитием, но высокой долгосрочной персистентностью и засухоустойчивостью (Smoliak et al., 1967). Фестулолиум – гибридный злак, сочетающий засухоустойчивость райграсса с морозостойкостью овсяницы, что особенно ценно для северных регионов (Shayakhmetova et al., 2024).

Несмотря на наличие множества работ, показывающих эффективность бобово-злаковых смесей, региональные экспериментальные данные с описанием конкретных почвенно-климатических условий зоны Северного Казахстана являются хорошей базой для местных сельхозтоваропроизводителей. Исследование по девяти кормовым агрофитоценозам выявило лучшие схемы на протяжении ряда лет исследований, что позволит применять оптимальное решение в организации процессов кормопроизводства.

Материалы и методы исследования

Опыты проводились в 2024–2025 гг. на производственных полях ТОО «Сервис-ЖАРС», расположенных в Кызылжарском районе Северо-Казахстанской области (GPS: 54°41'36"с.ш., 69°14'05"в.д.), в 37 км к югу от г. Петропавловска. Почва опытного участка представлена чернозёмом выщелоченным среднесуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 7,44%, что соответствует среднеобеспеченным почвам лесостепной зоны Северного Казахстана. Реакция почвенного раствора слабощелочная и щелочная (рН 8,07–8,80). Обеспеченность доступным азотом (15,18 мг/кг) и подвижным фосфором (11,14 мг/кг) характеризуется как низкая, тогда как содержание обменного калия (477 мг/кг) является высоким. Почвенные условия опытного участка являются типичными для лесостепной зоны Северного Казахстана и позволяют объективно оценить продуктивность изучаемых кормовых агрофитоценозов.

Были заложены две схемы полевого опыта. В первой схеме включала семь кормовых агрофитоценозов для сенокосного использования. Во второй схеме оценивалось пять травосмесей многолетних трав для огораживаемых пастбищ. Площадь делянки – 3×10–30 м, ширина защитных полос – 3 м, расположение делянок систематическое, повторность трёхкратная.

В качестве основной обработки почвы выполнялась вспашка плугом ПЛН-3-35 на глубину 23–25 см в конце сентября. Предпосевная обработка заключалась в двукратном

бороновании тяжёлыми зубовыми боронами БЗТС-1,0 и культивацию почво фрезой на глубину 10–12 см. Посев проведён во второй декаде мая (24.05.2024 г.) дисковой сеялкой Haybaster 107С на глубину 2–5 см. Нормы высева представлены в таблице 1.

Таблица 1. Нормы высева и состав кормовых агрофитоценозов

№	Агрофитоценоз / травосмесь	Компонент 1 (кг/га)	Компонент 2 (кг/га)	Компонент 3 (кг/га)
1	Естественный травостой (контроль)	—	—	—
2	Эспарцет песчаный + Житняк гребенчатый	50	10	—
3	Райграс многоукосный + Люцерна синяя	12	12	—
4	Кострец безостый	20	—	—
5	Житняк гребенчатый	12	—	—
6	Райграс многоукосный + Райграс однолетний	12	28	—
7	Эспарцет песчаный + Фестулолиум + Тимофеевка луговая	40–58	6	6
8	Грин Лайн Альфа Протеин: Люцерна синяя 75% + Овсяница тростниковая 25%	12	12–18	—
9	Грин Лайн Основа: Райграс пастбищный 30% + Овсяница 50% + Ежа сборная 20%	12	18	10

Фенологические наблюдения проводились согласно методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1987). Фаза фиксировалась достижении у не менее чем у 75% растений. Высота растений измерялась рулеткой по диагонали деланки. Показатель густота стояния определялась подсчёта растений с рамки 0,25 м² с последующим пересчетом на 1 м². Для определения продуктивности травостоя учитывалась урожайность зелёной массы, которая учитывалась укосным методом на трёх площадках 1 м². Высота среза 5–7 см в фазу начала колошения злаков и бутонизации бобовых, для определения содержания сухого вещества образцы доставлялись в лабораторию, где определялось высушивались при 65°C до постоянной массы.

Основные показатели питательной ценности: сырой и переваримый протеин, обменная энергия, кормовые единицы определялась на анализаторе FOSS в аккредитованной лаборатории. Метеорологические данные были проанализированны на основе данных Казгидромета. Для оценки достоверности различий использован дисперсионный анализ, а в таблице 4 приведено значение НСР₀₅ по основному хозяйственно ценному признаку – урожайности сухой массы.

Результаты

В годы исследований метеорологические условия были благоприятными. Сумма годовых осадков составила 483 мм в 2024 г. и 493 мм в 2025 г. соответственно, что существенно превышает среднемноголетний показатель в зоне исследований- 387 мм. Раннее отрастания - 10 апреля, что на 8–10 дней раньше нормы в 2025 году зафиксировано за счет более благоприятным тепловым режимом весны, что положительно сказалось на развитии травостоев.

Показатель высоты растений в 2024 года в варианте естественного травостоя (контроль) составила 36,1 см.

Таблица 2. Высота растений и густота стояния кормовых агрофитоценозов

Агрофитоценоз	Высота, см		Густота, шт/м ²	
	2024	2025	2024	2025
Контроль	36,1	64,5	312,5	320,5
Эспарцет песчаный + Житняк гребенчатый	40,2	89,8	104,7	63,6
Райграс + Люцерна синяя	59,5	93,7	238,3	156,0
Кострец	54,0	139,2	206,9	194,2
Житняк гребенчатый	23,1	113,1	163,1	172,9
Райграс мн. + Райграс однол.	35,3	77,4	246,2	173,4
Эспарцет песчаный + Фестулолиум + Тимофеевка луговая	65,8	110,8	344,1	369,7
Грин Лайн Альфа Протеин	64,9	91,8	319,2	337,4
Грин Лайн Основа	45,7	72,8	323,4	361,4

Наибольшие показатели высоты отмечены в смесях Эспарцет песчаный + Фестулолиум + Тимофеевка луговая - 65,8 см, Грин Лайн Альфа Протеин - 64,9 см и Райграс многоукосный + Люцерна синяя – 59,5 см, что может быть объяснено положительным вкладом бобовых компонентов в развитие травостоя.

Наименьшая высота среди смесей зафиксирована для Райграс многолетний + Райграс однолетний – 35,3 см, что можно рассматривать как следствие отсутствия бобовых и видовой конкуренции обоих злаковых компонентов.

Значительный прирост высоты в 2025 года отмечен во всех вариантах опыта. Максимальное значение отмечено у костреца безостого – 139,2 см, что отражает высокий потенциал отрастания на втором году жизни. Житняк гребенчатый достиг 113,1 см при высоте всего 23,1 см в 2024 г., что соответствует его биологическим особенностям медленного начального развития со значительным ростом продуктивности на второй год. Высота естественного травостоя, выступавшего в качестве контроля- возросла до 64,5 см. таблица 2 Все различия между вариантами в рамках каждого года были статистически значимы (критерий Тьюки, $p < 0,05$).

Густота стояния. В 2024 г. наибольшая густота стояния зафиксирована в смеси Эспарцет песчаный + Фестулолиум + Тимофеевка луговая и составила 344,1 шт/м², затем следуют травосмесь Грин Лайн Основа 323,4 шт/м² и Грин Лайн Альфа Протеин - 319,2 шт/м², что можно связать с комплементарными межвидовыми взаимодействиями, стимулирующими кущение. Наименьшая густота – в варианте Эспарцет песчаный + Житняк гребенчатый – 104,7 шт/м², что вероятнее всего обусловленная медленным первоначальным развитием Житняк гребенчатый. В 2025 г. Эспарцет песчаный + Фестулолиум + Тимофеевка луговая аналогично прошлого года показал максимальную густоту 369,7 шт/м², а наиболее выраженное изреживание произошло в Райграс многолетний + Райграс однолетний (173,4 шт/м²) – что может быть обусловлено выпадением однолетнего компонента (райграс однолетний) после первого вегетационного сезона.

Урожайность зелёной и сухой массы. Продуктивность естественного травостоя, как контроль составила 30,4 ц/га зелёной массы и 16,8 ц/га сухого вещества в 2024 г. Бобово-злаковые агрофитоценозы превосходили злаковые варианты. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Урожайность зелёной и сухой массы кормовых агрофитоценозов, 2024–2025 гг., ц/га

Агрофитоценоз	Зеленая масса		Сухая масса	
	2024	2025	2024	2025
Контроль	30,4	35,6	16,8	19,6
Эспарцет песчаный + Житняк гребенчатый	108,5	149,7	28,2	39,2
Райграс + Люцерна синяя	193,5	196,6	51,2	52,4
Кострец	77,9	83,7	20,5	22,1
Житняк гребенчатый	21,2	62,8	5,4	20,1
Райграс мн. + Райграс однол.	122,1	85,6	31,4	22,2
Эспарцет песчаный + Фестулолиум + Тимофеевка луговая	169,7	179,8	44,8	48,9
Грин Лайн Альфа Протеин	182,9	191,2	46,8	49,3
Грин Лайн Основа	83,7	165,7	22,0	42,9

В 2024 году смесь Райграс + Люцерна синяя достигла наибольшего урожая зелёной массы –193,5 ц/га и сухого вещества – 51,2 ц/га, превысив контроль на 161,6 и 33,6 ц/га соответственно., а 2025 году -196,6 ц/га зелёной и -52,4 ц/га сухой массы соответственно. Смесь Грин Лайн Альфа Протеин показала сопоставимо высокие результаты – 191,2 и 49,3 ц/га в 2025 г. Наиболее выраженный относительный прирост урожая между годами продемонстрировал Житняк гребенчатый с 21,2 до 62,8 ц/га, что полностью соответствует его биологическим особенностям.

Урожайность травосмесей для огораживаемых пастбищ. Результаты по травосмесям второго года вегетации приведены в таблице 4. Травосмесь Грин Лайн Альфа Протеин (Люцерна синяя 75% + овсяница тростниковая 25%) показала наибольшую продуктивность: 191,2 ц/га зелёной и 49,3 ц/га сухой массы, превысив контроль в 4,4 раза по зелёной массе.

Таблица 4. Урожайность и энерго-протеиновая ценность травосмесей для огораживаемых пастбищ, 2025 г. (2-й год вегетации)

Вариант	Зел. масса, ц/га	Сухая масса, ц/га	Корм. ед., ц/га	Перев. протеин, ц/га	ОЭ, ГДж/га
Естественные пастбища (контроль)	35,6	19,6	8,82	0,97	13,23
Житняк гребенчатый + Эспарцет песчаный	106,9	27,7	13,10	1,75	18,48
Эспарцет песчаный + Фестулолиум + Тимофеевка луговая	179,8	48,9	22,54	2,78	31,42
Грин Лайн Альфа Протеин	191,2	49,3	23,17	2,81	32,19
Грин Лайн Основа	165,7	42,9	19,73	2,27	32,16
НСР ₀₅	—	5,0	—	—	—

Фенологическое развитие и схема использования. Продолжительность вегетационного периода на втором году жизни составила 54–80 дней у вариантов огораживаемых пастбищ, на первом году – 71–93 дня. Наиболее ранняя готовность к стравливанию во втором году отмечена для Грин Лайн Основа 54 дня. Полученные данные позволяют разрабатывать схему поочередного использования пастбищных загонов, обеспечивающих два цикла стравливания за сезон, отдых при этом составит не менее 30–35 дней.

Питательная ценность. Химический анализ проводился на анализаторе FOSS, результаты представлены в таблице 5. Химический анализ показал, что существенно превосходили контроль по содержанию сырого протеина поскольку естественный травостой представлен преимущественно злаковыми- ковылью и типчаком. Наибольшее содержание отмечено в варианте Житняк гребенчатый + Эспарцет песчаный: 109,35 г/кг и 63,28 г/кг соответственно во 2-м году жизни. Наибольшую обменную энергию в расчёте на единицу площади обеспечила смесь Грин Лайн Основа 6,97–7,03 МДж/кг соответственно. Лидером по сбору переваримого протеина с гектара получено в варианте Райграс + Люцерна синяя: 3,04–3,28 ц/га, что обусловлено сочетанием высокой урожайности и повышенного содержания протеина в бобовом компоненте.

Таблица 5. Питательность травосмесей для огораживаемых пастбищ
(2-й год вегетации, 2025 г.)

Вариант	Сырой протеин, г/кг	Перев. протеин, г/кг	ОЭ, МДж/кг	ЭКЕ	Корм. ед.
Контроль	91,0	49,49	6,75	0,68	0,45
Житняк гребенчатый + Эспарцет песчаный	105,28	61,13	6,52	0,65	0,47
Эспарцет песчаный + Фестулолиум + Тимофеевка луговая	99,21	57,21	6,41	0,64	0,47
Грин Лайн Альфа Протеин	97,42	54,48	6,32	0,63	0,47
Грин Лайн Основа	90,71	51,60	6,97	0,70	0,46

Обсуждение

Результаты настоящего исследования подтверждают и дополняют мировой опыт, свидетельствующий о преимуществах бобово-злаковых агрофитоценозов перед злаковыми монокультурами и природными пастбищами (Helgadottir et al., 2018; Luo et al., 2024; Wang et al., 2024). Стабильное превосходство вариантов Райграс многоукосный + Люцерна синяя, Грин Лайн Альфа Протеин и Эспарцет песчаный + Фестулолиум + Тимофеевка луговая за годы исследований обусловлено прежде всего биологической фиксацией азота бобовыми компонентами, а также взаимодополняющим использованием ресурсов видами с различными корневыми системами и фенологическими ритмами (Jensen, 1996; Yan et al., 2021).

Увеличение высоты растений во всех вариантах в 2025 г. по сравнению с 2024 г. отражает ожидаемый характер развития многолетних кормовых видов, для которых второй год типично характеризуется интенсивным кущением и накоплением надземной биомассы (Faji et al., 2021; Shamanin et al., 2021). Благоприятные для роста и развития условия -тёплая и влажная погода весной 2025 года способствовало более раннему старту вегетации, по всей видимости, ускорили этот переход. Наиболее выраженный межгодовой прирост отмечен у Житняк гребенчатый + гребенчатого, что согласуется с его биологическими характеристиками медленного развития (Smoliak et al., 1967).

Снижение продуктивности смеси райграс многолетний + райграс однолетний в 2025 году было ожидаемым: однолетний компонент (райграс однолетний) естественно выпадает после первого вегетационного сезона, что ведёт к снижению густоты стояния и урожайности. Однако, как покровная культура в первый год жизни эта смесь отлично зарекомендовала себя. Это свидетельствует о том, что кормовые смеси для многолетнего использования не должны включать однолетние компоненты без надёжного механизма их замещения (Tahir et al., 2022).

В системе огораживаемых пастбищ высокими показателями кормовой ценности характеризовались все изученные бобово-злаковые травосмеси. Максимальное содержание сырого и переваримого протеина отмечено в варианте «Житняк гребенчатый + эспарцет песчаный», тогда как наибольшая обменная энергия была получена в травосмеси «Грин Лайн Основа». Вместе с тем вариант «Грин Лайн Альфа Протеин» обеспечил наибольший выход кормовых единиц и переваримого протеина с единицы площади благодаря высокой урожайности зелёной и сухой массы. Это свидетельствует о высокой эффективности включения люцерны синей в состав кормовых агрофитоценозов для пастбищного использования. Включение бобовых в состав травосмесей также экологически целесообразно: фиксация азота снижает потребность в удобрениях и улучшает долгосрочное почвенное плодородие (Jensen & Eriksen, 2022; Luo et al., 2024).

Заклучение

Кормовые агрофитоценозы бобово-злаковых смесей существенно превышают природный травостой по продуктивности и питательной ценности в лесостепной зоне Северного Казахстана, за счет включения хозяйственно ценных кормовых культур. Продуктивными агрофитоценозами в годы исследований стали: райграс многоукосный + Люцерна синяя синяя –196,6 ц/га зелёной и 52,4 ц/га сухой массы во втором году; Люцерна синяя синяя + овсяница тростниковая –191,2 и 49,3 ц/га соответственно; Эспарцет песчаный + фестулолиум + Тимофеевка луговая –179,8 и 48,9 ц/га.

Для огораживаемых пастбищ травосмесь Грин Лайн Альфа Протеин (Люцерна синяя 75% + овсяница тростниковая 25%) обеспечила наибольший урожай – 191,2 ц/га зелёной и 49,3 ц/га сухой массы на втором году вегетации. При этом выход кормовых единиц –23,17 ц/га и 2,81 ц/га переваримого протеина с гектара.

Полученные лучшие результаты – травосмеси райграс многоукосный + Люцерна синяя синяя, Люцерна синяя синяя + овсяница тростниковая и Эспарцет песчаный + фестулолиум + Тимофеевка луговая внедрены на полях базового хозяйства и подтвердили высокую экономическую и агротехническую эффективность. Данные травосмеси рекомендуются для внедрения в сельскохозяйственных предприятиях Северо-Казахстанской области для достижения высоких и стабильных урожаев кормов и создания прочной кормовой базы.

Этические аспекты

Данное исследование не предполагало участия людей или лабораторных животных в качестве объектов изучения. Полевые эксперименты проводились на сельскохозяйственных полях в соответствии со стандартной методикой исследований Республики Казахстан. Разрешений на работу с редкими или охраняемыми видами растений не требовалось.

Литература:

1. Cherlet, M., Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S., & Von Maltitz, G. (2018). World Atlas of Desertification. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC113381>
2. Dmitriev, V.I. (2013). Ispolzovanie agrofytotsenozov mnogoletnih i odnoletnih kormovykh kultur v polevom kormoproizvodstve Zapadnoy Sibiri [Use of agrophytocenoses of perennial and annual forage crops in Western Siberia]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 5, 43-44. (In Russ.)

3. Faji, M., Kebede, G., Feyissa, F., Mohammed, K., Minta, M., Mengistu, S., & Tsegahun, A. (2021). Evaluation of ten perennial forage grasses for biomass and nutritional quality. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 9, 292-299. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(9\)292-299](https://doi.org/10.17138/TGFT(9)292-299)
4. Fuglie, K., Peters, M., & Burkart, S. (2021). The extent and economic significance of cultivated forage crops in developing countries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 712136. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.712136>
5. Godde, C.M., Boone, R.B., Ash, A.J., Waha, K., Sloat, L.L., Thornton, P.K., & Herrero, M. (2020). Global rangeland production systems and livelihoods at threat under climate change and variability. *Environmental Research Letters*, 15, 044021. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab7395>
6. Helgadottir, A., Suter, M., Gylfadottir, T.O., Kristjansdottir, T.A., & Luscher, A. (2018). Grass-legume mixtures sustain strong yield advantage over monocultures under cool maritime growing conditions. *Annals of Botany*, 122(3), 337-348. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv046>
7. Hulke, B.S., Watkins, E., Wyse, D.L., & Ehlke, N.J. (2008). Freezing tolerance of selected perennial ryegrass accessions and its association with field winterhardiness. *Euphytica*, 163, 131-141. <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9587-8>
8. Issanova, G., Saduakhas, A., Abuduwaili, J., Tynybayeva, K., & Tanirbergenov, S. (2020). Desertification and land degradation in Kazakhstan. *Science Journal of Pedagogy and Economics*, 5, 95-102. <https://journals.nauka-nanrk.kz/bulletin-science/article/view/829>
9. Jensen, E.S. (1996). Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant and Soil*, 182, 25-38. <https://doi.org/10.1007/BF00010992>
10. Jensen, J.L., & Eriksen, J. (2022). Soil carbon sequestration potential of grass-clover leys: Effect of grassland proportion and organic fertilizer. *Geoderma*, 424, 116022. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116022>
11. Kikstra, J.S., Nicholls, Z.R.J., Smith, C.J., Lewis, J., Lamboll, R.D., Byers, E. et al. (2022). The IPCC Sixth Assessment Report WGIII climate assessment of mitigation pathways. *Geoscientific Model Development*, 15, 9075-9109. <https://doi.org/10.5194/gmd-15-9075-2022>
12. Konopianov, K., Anikina, I., Omarova, K., Arystangulov, S., Omarov, M., Tuganova, B., & Kabykenov, T. (2024). Enhancing the effectiveness of feed production in arid areas, Northern Kazakhstan. *Online Journal of Biological Sciences*, 24, 515-523. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2024.515.523>
13. Luo, C.L., Duan, H.X., Wang, Y.L., Liu, H.J., & Xu, S.X. (2024). Complementarity and competitive trade-offs enhance forage productivity in legume-grass intercropping. *Field Crops Research*, 319, 109642. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109642>
14. Ministerstvo selskogo khozyaystva Respubliki Kazakhstan (MoA RK). (2021). Ob utverzhdenii Kontseptsii razvitiya APK Respubliki Kazakhstan na 2021-2030 gody [On approval of the Concept of agro-industrial complex development of RK for 2021-2030]. *Postanovlenie Pravitelstva RK No. 960 ot 30 dekabrya 2021 g.* Retrieved from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000960> (In Russ.)
15. Nasiyev, B.N. (2013). Formirovanie smeshannykh agrofytotsenozov kormovykh kultur v sukhosteynoy zone zapadnogo Kazakhstana [Formation of mixed forage agrophytocenoses in the dry steppe zone of western Kazakhstan]. *Vestnik KalmGU*, 1(17), 22-25. (In Russ.)
16. Nokusheva, Z.A., Kantarbayeva, Z.A., Zhaksalykov, R.A., Zhantleuov, D.A., & Isaeva, Z.B. (2025). Productivity of American alfalfa varieties under the conditions of Northern Kazakhstan. *Scientific and Practical Journal of ZKATU named after Zhangir Khan*, 3, 230-240. <https://doi.org/10.37421/2957-8892-2025-3-230>
17. Poudel, K., Sheaffer, C., Jungers, J.M., Weihs, B.J., Lamb, J.F.S. et al. (2024). Quantifying winter survival of alfalfa [Medicago sativa (L.)]. *Agronomy Journal*, 116, 170-179. <https://doi.org/10.1002/agj.2.21464>
18. Shamanin, A.A., Ivanov, S.V., Petrov, D.N., & Kuznetsova, E.V. (2021). Features of establishment of grass-legume mixed swards in the first year of growth. *Journal of Forage Science and Grassland Management*, 5, 45-54. <https://doi.org/10.17221/10/2021-JFSGM>
19. Shayakhmetova, A., Bakirov, A., Savenkova, I., Nasiyev, B., Akhmetov, M., Useinov, A. et al. (2024). Optimization of productivity of fodder crops with green conveyor system in the context of climate instability in the North Kazakhstan region. *Sustainability*, 16, 9024. <https://doi.org/10.3390/su16209024>
20. Shayakhmetova, A.S., Savenkova, I.V., Akhmetov, M.B., Temirbulatova, A.K., Useinov, A.A., Bakirov, A.E., & Nasiyev, B.N. (2026). Development of high-yield forage agrocenoses for sustainable livestock production in Northern Kazakhstan. *Agronomy*, 16, 620. <https://doi.org/10.3390/agronomy16060620>

21. Smoliak, S., Johnston, A., & Lutwick, L.E. (1967). Productivity and durability of crested wheatgrass in southeastern Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*, 47, 539-548. <https://doi.org/10.4141/cjps67-097>
22. Stybayev, G., Zargar, M., Nasiyev, B., Batielenova, A., & Nogayev, A. (2025). Rotational pasture management for ameliorating productivity and feed value of vegetation, soil quality, and sustainability in dry steppe zone. *Online Journal of Biological Sciences*, 25, 209-218. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2025.209.218>
23. Stybayev, G., Serekpayev, N., Yancheva, H., Baitelenova, A., Nogayev, A., Khurmetbek, O., & Mukhanov, N. (2021). Succession dynamics, quality, and production in improved and natural pastures in Northern Kazakhstan. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 27, 95-102. Retrieved from <https://www.agrojournal.org/27/01s-12.pdf>
24. Tahir, M., Li, C., Zeng, T., Xin, Y., Chen, C., Javed, H.H. et al. (2022). Mixture composition influenced the biomass yield and nutritional quality of legume-grass pastures. *Agronomy*, 12, 1449. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061449>
25. Wang, T., Wang, B., Xiao, A., & Lan, J. (2024). Optimizing seeding ratio for legume forage to maximize system productivity and resource use efficiency in mixed cropping systems. *Agriculture*, 14, 1249. <https://doi.org/10.3390/agriculture14081249>
26. Wang, Y., Cadotte, M.W., Chen, Y., Fraser, L.H., Zhang, Y., Huang, F. et al. (2019). Global evidence of positive biodiversity effects on spatial ecosystem stability in natural grasslands. *Nature Communications*, 10, 3207. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11191-z>
27. Yan, Y., Connolly, J., Liang, M., Jiang, L., & Wang, S. (2021). Mechanistic links between biodiversity effects on ecosystem functioning and stability in a multi-site grassland experiment. *Journal of Ecology*, 109, 3370-3378. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13680>
28. Zucca, C., Middleton, N., Kang, U., & Liniger, H. (2021). Shrinking water bodies as hotspots of sand and dust storms. *Catena*, 207, 105669. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105669>

Information about the authors

A.A. Useinov – corresponding author, Master of Agricultural Sciences, Junior Researcher, Department of Agronomy and Forestry, Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan, e-mail: ozon_89@mail.ru;

A.K. Temirbulatova – Master of Agricultural Sciences, Junior Researcher, Department of Agronomy and Forestry, Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan, e-mail: akerke_007@mail.ru;

R.M. Karmanov – Master of Agricultural Sciences, Lecturer, Department of Agronomy and Forestry, Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan, e-mail: rizabekkarmanov@mail.ru.