

DOI

УДК 631.452.631.582

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА МИЗОРИН НА ПОСЕВАХ ЛЮЦЕРНЫ СОРТА АЙСЛУ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**С. Р. Сулейманов, С. В. Сочнева, Н. Н. Хамидуллин, А. З. Каримов, Ф. Н. Сафиоллин**

Реферат. Полевые опыты на посевах люцерны сорта Айслу были проведены в 2020-2022 годы на базе Агробиотехнопарка Казанского ГАУ (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан). Почвы опытного участка серые лесные со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса по Тюрину 3,0%, подвижного фосфора очень высокое (> 250 мг/кг) и обменного калия - повышенное (145 мг/кг по Кирсанову). Реакция почвенной среды была близка к нейтральной (рН 6,6). Целью исследований стала разработка приемов повышения урожайности и качества зеленой массы люцерны посевной на основе применения различных видов минеральных удобрений и биопрепарата Мизорин. Схема опыта включала следующие варианты: контроль (без удобрений и биопрепаратов); корневая подкормка весной и после первого укоса аммиачной селитрой по 100 кг/га; корневая подкормка весной и после первого укоса азофоской по 100 кг/га; корневая подкормка весной и после первого укоса аммиачной селитрой по 100 кг/га в сочетании с листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин 2 л/га; корневая подкормка весной и после первого укоса азофоской по 100 кг/га в сочетании с листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин 2 л/га. Ранневесенняя подкормка люцерны и после первого укоса аммиачной селитрой из расчета 100 кг/га обеспечивало дополнительное получение 4,7 т/га зеленой массы. В варианте подкормки азофоской прибавка урожайности возрастает до 29,8 т/га зеленой массы объекта исследований. Максимальная урожайность изучаемой культуры была получена в вариантах сочетания корневой подкормки с листовой, прибавка зеленой массы возрастала до 64,4 и 92% соответственно.

Ключевые слова: люцерна посевная, зеленая масса, урожайность, сырой протеин, рентабельность, себестоимость, условно чистый доход.

Для цитирования: Сулейманов С.Р., Сочнева С.В., Хамидуллин Н.Н., Каримов А.З., Сафиоллин Ф.Н. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и биопрепарата Мизорин на посевах люцерны сорта Айслу в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. № 2 (10). С. 42-47

Введение. В хозяйствах Республики Татарстан с продуктивностью дойных коров более 10 тыс. л/год 50-60% кормов заготавливаются из многолетних трав, особенно из семейств бобовых с содержанием переваримого протеина 130-145 г в одной кормовой единице [1, 2, 3].

Получение таких высоких результатов возможно только в том случае, когда создаются оптимальные условия для формирования высокопродуктивного агроценоза основной кормовой культуры Татарстана – люцерны посевной, обеспечивающие получение полноценных двух укосов в богарном земледелии.

Среди множества факторов платформой формирования высокопродуктивных посевов люцерны является создание оптимального пищевого режима на основе применения минеральных удобрений и современных биопрепаратов [4, 5, 6].

Например, предпосевная обработка семян люцерны биопрепаратом на основе штамма *Sinorhizobium meliloti* Якутский №1 ГНУ ВНИИСХМ 1775, в количестве 1 млрд. клеток на 1 семя люцерны повышает урожайность этой культуры на 23% [7, 8, 9].

В связи с этим, целью наших исследований стала разработка приемов повышения урожайности и качества зеленой массы люцерны посевной на основе применения различных видов минеральных удобрений и

биопрепарата Мизорин.

Условия, материалы и методы. Основным методом исследований был полевой опыт, сопровождающийся многочисленными лабораторными анализами, проведенными в 2020-2022 годы на базе Агробиотехнопарка (с. Нармонка Лаишевского муниципального района Республики Татарстан), а лабораторные анализы – в Центре агроэкологических исследований Казанского ГАУ.

С целью соблюдения принципа единственного различия предпосевная подготовка почвы после озимой пшеницы и уход за посевами в первый год жизни люцерны на всех вариантах опыта была одинаковой и состояла из предпосевного внесения расчетных норм минеральных удобрений (азофоска), двукратного дискования дискатором БД-4, выравнивания при помощи БЗТУ-1 в два следа, посева изучаемой культуры в 2019 году зерновой сеелкой СЗ-3,6, до- и послепосевного прикатывания тяжелыми кольчато-зубчатыми катками КЗК-9, подкашивания сорных растений косилкой КС-2,1 на высоте среза 8-10 см. В 2020-2023 годы рано весной подкормка люцерновых агроценозов проводилась согласно схеме опыта с последующим боронованием участка БЗТУ-1 в один след.

Схема опыта включала следующие варианты:

- контроль (без биопрепаратов и

удобрений);

- корневая подкормка весной и после первого укоса аммиачной селитрой по 100 кг/га в физической массе;

- корневая подкормка весной и после первого укоса азофоской по 100 кг/га в физической массе;

- корневая подкормка весной и после первого укоса аммиачной селитрой по 100 кг/га в физической массе в сочетании с листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин из расчета 2 л/га + 300 л/га H₂O;

- корневая подкормка весной и после первого укоса азофоской по 100 кг/га в физической массе в сочетании с листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин из расчета 2 л/га + 300 л/га H₂O.

Опыт проводился в 3-х кратной повторности по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [10, 11, 12] на типичных серых лесных почвах с исходным содержанием гумуса по Тюрину 3,65%, подвижного фосфора 163 и обменного калия 167 мг/кг почвы по Кирсанову, рН солевой вытяжки была близка к нейтральной – 5,9.

Погодно-климатические условия коренным образом отличались от среднеголетних

показателей. 2021 год характеризовался крайне низкой влагообеспеченностью в сочетании с высокими термическими ресурсами (126% от нормы), что стало причиной снижения ГТК до 0,6-0,7 против 0,9-1,0 в среднем за последние 25 лет. 2022 год наоборот ГТК за вегетационный период достиг наибольших показателей: 1,1-1,2. 2020 год среди них занимал промежуточное положение с гидротермическим коэффициентом близким к среднеголетним показателям.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показывают весьма высокое эффективное взаимодействие азофоски и биопрепарата Мизорин (табл. 1).

В почвенно-климатических условиях Республики Татарстан без подкормки (контроль) урожайность зеленой массы в сумме за 2 укоса составила 20,2 т/га, что относится и к подкормке посевов аммиачной селитрой 100 кг/га в физической массе (24,9 т/га).

Получение существенной прибавки урожайности зеленой массы изучаемой культуры (9,6 т/га) было достигнуто в варианте подкормки растений весной и после первого укоса азофоской по 100 кг/га с содержанием всех основных элементов питания N₁₆P₁₆K₁₆.

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений и некорневой подкормки биопрепаратом Мизорин на урожайность зеленой массы люцерны посевной (2020-2022 годы)

Вариант опыта	Урожайность зеленой массы в сумме за 2 укоса, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль (без удобрений)	20,2	-	-
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра	24,9	4,7	23,3
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска	29,8	9,6	47,5
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра в физической массе + биопрепарат Мизорин 2 л/га	33,2	13,0	64,4
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска + биопрепарат Мизорин 2 л/га	38,8	18,6	92,1
НСР ₀₅	0,31		

Примечание: влажность зеленой массы люцерны составила 75%.

Сочетание совместного применения азофоски 100 кг/га и некорневой подкормки Мизорином 2 л/га + 300 л/га H₂O обеспечило получение дополнительной зеленой массы на 18,6 т/га больше по сравнению с контролем, что на 92,1% опережает контрольный вариант опыта. В данном случае четко проявляется второй закон земледелия: «Положительное взаимодействие факторов внешней среды», то есть один фактор усиливает действие другого фактора. В нашем случае биопрепарат Мизорин повышает окупаемость азофоски на 30,2%, прибавка зеленой массы за 2 укоса составила 9,0 т/га (38,8-29,8 = 9,0 т/га).

Столь высокая эффективность взаимодействия минеральных удобрений с сертифицированным биопрепаратом объясняется тем, что в составе Мизорина имеется азотфиксирующие бактерии, стимулирующие рост и развитие корневой системы сельскохозяйственных

культур [13, 14, 15]. Самое главное, Мизорин способствует повышению устойчивости люцерны посевной к неблагоприятным факторам внешней среды.

Например, из-за высоких среднесуточных температур воздуха во второй половине вегетационного периода, истощения почвенной влаги формирование второго полноценного укоса изучаемой культуры в контрольном варианте опыта существенно уменьшается.

Без применения агрохимикатов (контроль) и долю второго укоса приходится только 25% суммарной зеленой массы - 5,05 т/га. Поля с такой низкой урожайностью пригодны только для нормированной пастбы скота, поскольку расходы на ГСМ и оплату труда механизаторов на заготовку люцерновых кормов с экономической точки зрения не оправдывается.

Совершенно другая картина складывается

АГРОНОМИЯ

в вариантах опыта совместного применения аммиачной селитры, особенно азофоски с био-препаратом Мизорин: соотношение первого и второго укосов составляет 60:40 и 55:45 соответственно. На данном варианте происходит

увеличение периода конвейерной системы заготовки кормов без ущерба их качеству.

Погодно-климатические условия оказали существенное влияние на показатели урожайности зеленой массы люцерны (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы люцерны посевной по годам исследований, т/га

Вариант опыта	Урожайность зеленой массы в по годам исследований, т/га					
	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	1 укос	2 укос	1 укос	2 укос	1 укос	2 укос
Контроль (без удобрений)	10,1	10,3	10,2	6,8	10,9	12,3
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра	12,8	13,3	11,7	8,5	13,6	14,8
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска	15,0	16,0	14,0	9,8	16,6	18,0
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра в физической массе + био-препарат Мизорин 2 л/га	16,7	18,2	15,5	10,4	18,2	20,6
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска + био-препарат Мизорин 2 л/га	19,1	20,8	18,3	12,7	21,0	24,8
НСР ₀₅	0,17	0,22	0,15	0,12	0,20	0,24

Как видно из таблицы 2, максимальная урожайность изучаемой культуры по всем вариантам опыта была зафиксирована в 2022 году, а минимальная, в острозасушливом 2021 году. В 2020 и 2022 годы урожайность люцерны была больше с 2-го укоса, что объясняется достаточным увлажнением в течении вегетационного периода и дополнительным внесением после 1-го укоса минеральных удобрений и био-препаратов. А в 2021 году со 2-го укоса было получено лишь

40% от общей урожайности, что объясняется засухой в течении вегетационного периода и низкой эффективностью минеральных удобрений и био-препаратов в условиях засухи.

Основным показателем качества кормовых культур было и остается содержание сырого протеина [16, 17, 18]. В этом плане люцерновая зеленая масса коренным образом отличается от других многолетних трав, особенно из семейства мятликовых (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние применения минеральных удобрений и био-препарата Мизорин на содержание и валовой сбор сырого протеина (2020-2022 годы)

Вариант опыта	Массовая доля сырого протеина, г/кг	Валовой сбор сырого протеина, кг/га	Прибавка	
			кг/га	%
Контроль (без удобрений)	151,5	3060	-	-
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра	164,3	4091	1031	33,7
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска	177,3	5283	2223	72,6
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га аммиачная селитра в физической массе + био-препарат Мизорин 2 л/га	206,9	6869	3809	124,5
Подкормка весной и после 1-го укоса по 100 кг/га азофоска + био-препарат Мизорин 2 л/га	215,1	8346	5286	172,7

Содержание сырого протеина в зеленой массе люцерны под влиянием подкормки весной и после 1-го укоса по 100 кг/га в физической массе азофоски повышается до 177,3 г/кг, что превышает контроль (без удобрений) на 42%. Дополнительная некорневая подкормка Мизорином из расчета по 2 л/га весной и после 1-го укоса обеспечивает валовой сбор сырого протеина 8346 кг/га против 3060 кг/га в контроле. Прибавка к контролю составила

172,7%. Столь резкий скачок валового сбора сырого протеина объясняется ростом массовой доли сырого протеина, положительным взаимодействием азотно-фосфорно-калийных удобрений, имеющих в составе азофоски и био-препарата Мизорин с содержанием дополнительных легкоусвояемых макро- и микро-удобрений, а стимуляторов роста.

Выводы. Таким образом, сочетание минеральных удобрений с содержанием

азотно-фосфорно-калийных элементов питания с 2-х кратной листовой подкормкой биопрепаратом Мизорин с нормой расхода 2 л/га + 300 л/га H₂O обеспечивает прибавку урожайности зеленой массы люцерны посевной

18,6 т/га с содержанием доли сырого протеина 215,1 г/кг. Предлагаемый способ повышения урожайности и качества зеленой массы люцерны не имеет аналогов, и легко внедряем в сельскохозяйственное производство.

Литература

1. Эффективность применения расчетных доз минеральных удобрений на люцерно-райграсовых лугах Среднего Поволжья / М. М. Хисматуллин, С. В. Сочнева, Н. В. Трофимов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13, № 1(48). С. 78-82. https://doi.org/10.12737/article_5afc0ad3032b51.23223038.
2. Гис-технологии – основа формирования высокопродуктивных агроценозов многолетних трав в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, Н. В. Трофимов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12, № 2(44). С. 38-41. https://doi.org/10.12737/article_59a7d2271b9950.30488058.
3. Хисматуллин М. М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы - составная часть органического земледелия Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № 2(53). С. 64-67. https://doi.org/10.12737/article_5d3e169f50a868.00369270.
4. Кудряшова Н. И., Булахтина Г. К. Влияние различных сроков посева на урожайность богарной люцерны в условиях светло-каштановых почв Астраханской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 3(71). С. 112-120. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2023-03-11>.
5. Крамаренко М. В. Продуктивность многолетних бобово-мятликовых травосмесей длительного использования в условиях северной лесостепи Зауралья // Биология в сельском хозяйстве. 2018. № 1(18). С. 18-19.
6. Бирюкович А. Л., Саскевич Л. А., Цубленок А. В. Возделывание люцерны посевной и клевера лугового на минеральной мелиорированной почве Белорусского Поозерья // Мелиорация. 2021. № 4(98). С. 26-34.
7. Техника и технология поверхностного улучшения пойменных лугов Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, А. Р. Валиев, М. М. Хисматуллин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 4(68). С. 50-55. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-50-55>.
8. Низамов Р. М., Сулейманов С. Р. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1(12). С. 38-45. doi 10.17022/3qx6-h410.
9. Иванов А. И., Иванова Ж.А. Оценка влияния ландшафтно-экологических условий на урожайность многолетних трав и эффективность точных систем удобрения на мелиорированном агроландшафте // Плодородие. 2023. № 6(135). С. 19-23. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.135.05>.
10. Еряшев А. П., Табункова А.А. Изменение продуктивности костреца безостого от применения различных агрохимикатов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2(58). С. 32-37. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-32-37>.
11. Агро-энергетическая эффективность усовершенствованных технологий и современных систем производства высококачественных объемистых кормов на луговых сенокосах в Нечернозёмной зоне / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, В. М. Косолапов и др. // Кормопроизводство. 2021. № 7. С. 3-10.
12. Кутузова А. А., Проворная Е. Е., Цыбенко Н. С. Эффективность усовершенствованных технологий создания пастбищных травостоев с использованием новых сортов бобовых видов и агротехнических приемов // Кормопроизводство. 2019. № 1. С. 7-11.
13. Шарипова Г. Ф., Колесар В. А., Сафин Р. И. Эффективность применения удобрений с микроэлементами на различных сортах сои // Плодородие. 2020. № 3(114). С. 9-12. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.02>.
14. Роль макро- и микроудобрений в повышении урожайности и качества зеленой массы кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан / М. Ю. Михайлова, М. Ю. Гилязов, Р. М. Низамов и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2(46). С. 34-41.
15. Сабирова Р. М., Шакиров Р. С., Бикмухаметов З. М. Биоплант Флора - удобрение нового поколения // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № 2(53). С. 37-42. https://doi.org/10.12737/article_5d3e15f17c3223.64554857.
16. Прогнозирование влияния физических факторов на жизнеспособность микроорганизмов биопрепаратов для защиты растений / Р. Ф. Сабиров, А. Р. Валиев, Р. И. Сафин и др. // Техника и оборудование для села. 2020. № 4(274). С. 29-33. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-4-29-32>.
17. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г. Н. Агиева, Л. С. Нижегородцева, Р. Ж. К. Диабанкана и др. // Вестник Казанского ГАУ. 2020. Т. 15. №4(60). С. 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>.
18. Фоны минерального питания люцерновых агроценозов и урожайность последующей культуры полевого севооборота - яровой пшеницы ЭКАДА 70 на серых лесных почвах Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, Г. С. Миннуллин, М. М. Хисматуллин, С. В. Сочнева // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2(50). С. 29-33.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Сулейманов Салават Рязяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: dusai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>

Сочнева Светлана Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: sochneva.sv1@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3831-6500>

Хамидуллин Наиль Нуруллович – проректор по инфраструктурному развитию и производственной

деятельности, e-mail: nayl.hamidullin@mail.ru

Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: faik1948@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>

Казанский государственный аграрный университет, г.Казань, Россия

Каримов Алмаз Закиевич – кандидат сельскохозяйственных наук, директор, e-mail: agroekonom-2006@mail.ru

ООО «Эконом» Актанышского муниципального района Республики Татарстан, Россия

AGRONOMIC AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE COMPLEX APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AND MIZORIN BIOLOGICS ON ALFALFA CROPS OF THE AISLU VARIETY IN THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN
S. R. Suleymanov, S. V. Sochneva, N. N. Khamidullin, A. Z. Karimov, F. N. Safiollin

Abstract. Field experiments on alfalfa crops of the Aislyu variety were conducted in 2020-2022 on the basis of the Agrobiotechnopark of the Kazan State Agrarian University (Narmonka village of the Laishevsky municipal district of the Republic of Tatarstan). The soils of the experimental site are gray forest with the following agrochemical indicators: the content of humus according to Tyurin is 3.0%, mobile phosphorus is very high (> 250 mg/kg) and exchangeable potassium is increased (145 mg/kg according to Kirsanov). The reaction of the soil medium was close to neutral (pH 6.6). The aim of the research was to develop methods to increase the yield and quality of the green mass of alfalfa on the basis of the use of various types of mineral fertilizers and the biological preparation Mizorin. The scheme of the experiment included the following options: control (without fertilizers and biologics); root dressing in spring and after the first mowing with ammonium nitrate of 100 kg/ha; root dressing in spring and after the first mowing with nitrogen strip of 100 kg/ha; root dressing in spring and after the first mowing with ammonium nitrate of 100 kg/ha in combination with leaf dressing with the biopreparation Mizorin 2 l/ha; root dressing in spring and after the first mowing with a 100 kg/ha nitrogen strip in combination with a leaf dressing with the biopreparation Mizorin 2 l/ha. Early spring feeding of alfalfa and after the first mowing with ammonium nitrate at the rate of 100 kg / ha provided additional 4.7 t/ha of green mass. In the variant of azofoska top dressing, the yield increase increases to 29.8 t/ha of the green mass of the research object. The maximum yield of the studied crop was obtained in variants of combining root and leaf fertilization, the increase in green mass increased to 64.4 and 92%, respectively.

Key words: alfalfa, green mass, yield, crude protein, profitability, cost, conditionally net income.

For citation: Suleymanov S.R., Sochneva S.V., Khamidullin N.N., Karimov A.Z., Safiollin F.N. Agronomic and economic efficiency of the integrated use of mineral fertilizers and the biological preparation Mizorin on alfalfa crops of the Aislyu variety in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan. *Agrobiotechnologies and digital agriculture*. 2024; 2(10): 42-47

References

1. Khismatullin M. M., Sochneva S. V., Trofimov N. V. [The effectiveness of using calculated doses of mineral fertilizers on alfalfa-ryegrass meadows of the Middle Volga region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018; 13. 1(48): 78-82. https://doi.org/10.12737/article_5afc0ad3032b51.23223038.
2. Safiollin F. N., Khismatullin M. M., Trofimov N. V. [Gis-technologies are the basis for the formation of highly productive agrocenoses of perennial grasses in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017; 12. 2(44): 38-41. https://doi.org/10.12737/article_59a7d2271b9950.30488058.
3. Khismatullin M. M. [Legumes and legume-cereal perennial grasses - an integral part of organic farming of the Republic of Tatarstan] // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 14. 2(53): 64-67. doi 10.12737/article_5d3e169f50a868.00369270.
4. Kudryashova N. I., Bulakhtina G. K. [The influence of different sowing dates on the yield of rainfed alfalfa in the conditions of light chestnut soils of the Astrakhan region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye*. 2023; 3(71): 112-120. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2023-03-11>.
5. Kramarenko M. V. [Productivity of long-term use of perennial legume-bluegrass grass mixtures in the conditions of the northern forest-steppe of Trans-Urals]. *Biologiya v sel'skom khozyaystve*. 2018; 1(18): 18-19.
6. Biryukovich A. L., Saskevich L. A., Tsublenok A. V. [Cultivation of alfalfa and meadow clover on mineral reclaimed soil of the Belarusian Lake District]. *Melioratsiya*. 2021; 4(98): 26-34.
7. Safiollin F. N., Valiev A. R., Khismatullin M. M. [Technique and technology of surface improvement of floodplain meadows of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022; 17. 4(68): 50-55. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-50-55>.
8. Nizamov R. M., Suleymanov S. R. [Efficiency of using biological products when cultivating spring rapeseeds for oilseeds in the climatic conditions of the Cis-Kama region in the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2020; 1(12): 38-45. <https://doi.org/10.17022/3qx6-h410>.
9. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A. [Assessment of the influence of landscape-ecological conditions on the productivity of perennial grasses and the effectiveness of precision fertilization systems in a reclaimed agricultural landscape]. *Plodorodiye*. 2023; 6(135): 19-23. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.135.05>.
10. Eryashev A. P., Tabunkova A. A. [Change in the productivity of awnless brome from the use of various agrochemicals]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2022; 2(58): 32-37. doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-32-37.
11. Kutuzova A. A., Teberdiev D. M., Kosolapov V. M. [Agro-energy efficiency of improved technologies and modern systems for the production of high-quality bulk feed on meadow hayfields in the Non-Chernozem Zone]. *Kormoproizvodstvo*. 2021; 7: 3-10.
12. Kutuzova A. A., Provornaya E. E., Tsybenko N. S. [Efficiency of improved technologies for creating pasture grass stands using new varieties of legume species and agrotechnical techniques]. *Kormoproizvodstvo*. 2019; 1: 7-11.
13. Sharipova G. F., Kolesar V. A., Safin R. I. [Efficiency of using fertilizers with microelements on various soybean varieties]. *Plodorodiye*. 2020; 3(114): 9-12. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.114.02>.
14. Mikhailova M. Yu., Gilyazov M. Yu., Nizamov R. M. [The role of macro- and microfertilizers in increasing the yield and quality of green mass of corn on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kurganskoy GSKHA*. 2023; 2(46): 34-41.
15. Sabirova R. M., Shakirov R. S., Bikmukhametov Z. M. [Bioplant Flora - a new generation fertilizer]. *Vestnik*

Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; 14. 2(53): 37-42. [https://doi.org/ 10.12737/article_5d3e15f17c3223.64554857](https://doi.org/10.12737/article_5d3e15f17c3223.64554857).

16. Sabirov R. F., Valiev A. R., Safin R. I. [Forecasting the influence of physical factors on the viability of microorganisms of biological products for plant protection]. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela*. 2020; 4(274): 29-33. [https://doi.org/ 10.33267/2072-9642-2020-4-29-32](https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-4-29-32).

17. Agieva G. N., Nizhegorodtseva L. S., Diabancana R. Zh. K. [Techniques for increasing the efficiency of using biological preparations in crop production]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020; 15. 4 (60): 5-9. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-5-9>.

18. Safiollin F. N., Minnullin G. S., Khismatullin M. M. [The backgrounds of mineral nutrition of alfalfa agrocenoses and the yield of the subsequent crop of field crop rotation - spring wheat EKADA 70 on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2017; 2(50): 29-33.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest. There was no funding for the work.

Authors:

Suleymanov Salavat Razyapovich – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department, e-mail: dusai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9236-7525>

Sochneva Svetlana Viktorovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: sochneva.sv1@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3831-6500>

Nail Nurullovich Khamidullin – Vice-rector for Infrastructure Development and Production Activities, e-mail: nayl.hamidullin@mail.ru

Safiollin Faik Nabievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: faik1948@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3511-7378>

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Karimov Almaz Zakiyanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Director, e-mail: agroekonom-2006@mail.ru
LLC "Economy" of the Aktanyshsky municipal district of the Republic of Tatarstan, Russia.