

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.378-386>  
УДК 631.8+631.81.095.337



## Комплексное использование средств химизации в посевах костреца и люцерны

© 2019. Л. Н. Прокина ✉

Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», г. Саранск, Российская Федерация

В статье обобщены результаты исследований (2016-2018 гг.), проведенных в полевом стационарном опыте на черноземе выщелоченном. Изучали влияние макро- и микроудобрений отдельно и совместно на фоне известкования почвы (по 0,5 и 1,0 г.к.) на урожайность костреца безостого и люцерны изменчивой в условиях Республики Мордовия. Микроудобрения представлены жидким минеральным удобрением Форсаж (микро). Анализ продуктивности многолетних трав свидетельствует, что по сбору сухого вещества в вариантах без применения средств химизации бобовая культура (5,52 т/га) имела преимущество перед кострецом (2,99 т/га, или 54,2%). Использование средств химизации в посевах люцерны увеличивало сбор с единицы площади на 0,86-2,24 т/га, в посевах злаковой травы – на 0,56-4,83 т/га. Отмечена положительная роль применения Форсажа (микро), которая выражалась прибавкой у люцерны 0,10 т/га (НСР<sub>05</sub> 0,5 т/га), а у костреца 0,07 т/га (НСР<sub>05</sub> 0,07 т/га) по сравнению с фоном без обработки микроэлементами (6,89 и 5,60 т/га соответственно). Экономический анализ показал наибольшую рентабельность при возделывании люцерны в вариантах с внесением полного минерального удобрения с дозой азота 50 кг д.в. /га, костреца – в вариантах с внесением полного минерального удобрения с дозой азота 80 кг д.в. /га (соответственно 113 и 107%; 88 и 85% без применения препарата Форсаж и с его использованием). Рекомендуемые дозы минеральных удобрений под многолетние травы целесообразно вносить с обработкой посевов жидким минеральным удобрением.

**Ключевые слова:** известкование, минеральные удобрения, жидкое минеральное удобрение Форсаж (микро), продуктивность, экономическая эффективность

**Благодарности:** работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0763-2018-0063).

**Конфликт интересов:** автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Прокина Л. Н. Комплексное использование средств химизации в посевах костреца и люцерны. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(4):378-386. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.378-386>

Поступила: 09.04.2019 Принята к публикации: 27.06.2019 Опубликовано онлайн: 30.08.2019

## Integrated use of chemicals in smooth brome and alfalfa sowings

© 2019. Lyudmila N. Prokina ✉

Mordovia Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Centre of the North-East named N.V. Rudnitsky, Saransk, Russian Federation

The article summarizes the results of research conducted in the long-term field trial on black leached soil in 2016-2018. The study dealt with the effect of macro - and microfertilizers applied separately and jointly on the background of soil liming (0.5 and 1.0 h.a.) on the yield of smooth brome and alfalfa changeable in the Republic of Mordovia. Microfertilizers were presented by liquid fertilizer Forsazh (micro). Analysis of perennial grasses productivity showed that in variants without the use of chemicals legume crops (5.52 t/ha) had an advantage over the smooth brome (2.99 t/ha or 54.2%) in dry matter yield. The use of chemicals in alfalfa sowings raised the yield per area unit by 0.86-2.24 t/ha, in cereal grasses – by 0.56-4.83 t/ha. There was observed a positive role of Forsazh (micro) use, which was demonstrated by 0.10 t/ha increase in alfalfa (LSD<sub>05</sub> 0.05 t/ha), and 0.07 t/ha increase in smooth brome (LSD<sub>05</sub> 0.07 t/ha) as compared with the background without use of microelements (6.89 and 5.60 t/ha, respectively). The economic analysis showed the highest profitability when cultivating alfalfa in variants with application of complete fertilizer with a dose of nitrogen 50 kg active ingredient/hectare (a.i./ha), smooth brome in variants with application of complete fertilizer with a dose of nitrogen 80 kg a.i./ha (113% and 107%; 88% and 85% without the use of Forsazh and using it, respectively). Recommended doses of mineral fertilizers for perennial grasses should be applied using treatment of crops with liquid mineral fertilizer.

**Key words:** liming, mineral fertilizers, liquid mineral fertilizer, Forsazh (micro), productivity, economic efficiency

**Acknowledgement:** the research was carried out within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky (theme № 0763-2018-0063).

**Conflict of interest:** the author stated that there was no conflict of interest.

**For citation:** Prokina L. N. Integrated use of chemicals in smooth brome and alfalfa sowings. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(4): 378-386. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.4.378-386>

Received: 09.04.2019 Accepted for publication: 27.06.2019 Published online: 30.08.2019

Включение многолетних трав в севообороты является не только эффективным средством повышения продуктивности пашни и сохранения ее плодородия, но и основой для кормовой базы животноводческой отрасли, где им принадлежит значительная роль как в одновидовых посевах, так и в травосмесях. Они дают дешевые и разнообразные корма. Наиболее распространенными среди многолетних бобовых трав являются люцерна, клевер; злаковых – кострец безостый [1, 2, 3]. Так, на серой лесной почве внесение минеральных удобрений в дозе N48P48K48 на посевах люцерны способствовало увеличению урожайности зеленой массы в среднем за два года на 8,4 т/га по сравнению с контролем (21,4 т/га) [4], а на дерново-подзолистой почве юго-запада Центрального региона РФ одновидовой посев люцерны на фоне фосфорно-калийного удобрения (Р60К120) по уровню урожайности превосходил одновидовые посевы костреца и тимофеевки луговой соответственно на 44,7 и 45,8% [5].

В условиях интенсивной химизации сельскохозяйственного производства рост урожая сопровождается увеличением выноса всех элементов питания, в том числе и микроэлементов, что повышает потребность в их применении. Микроэлементы входят в состав ферментов, регулирующих процессы азотного обмена растений, а также повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды. Особенно высока роль микроэлементов в активизации деятельности симбиоза бобовых трав и клубеньковых бактерий. Они являются приоритетными элементами-биофилами, необходимость которых для живых организмов доказана многочисленными исследованиями [6].

Тема микроудобрений довольно актуальна, на смену одних форм микроудобрений приходят другие более высокотехнологичные. Универсальность последних заключается в том, что их можно вносить в почву, на поверхность почвы, обрабатывать семена и растения. Они способствуют мобилизации ростовых процессов и повышению продуктивности [7]. Так, при недостатке молибдена в почве ухудшается рост трав, особенно люцерны и клевера. Наименьшее его количество наблюдается на кислых почвах. Известкование кислых почв снижает

количество доступного для трав бора. При медном голодании у злаковых трав подсыхают верхушки молодых побегов [8]. Комплексное использование минеральных, органических и микроудобрений способствует повышению урожайности, улучшению качества и экологической безопасности бобовых трав<sup>1</sup>. На черноземах выщелоченных применение микроудобрений (Mo, B) на фоне внесения фосфорно-калийных удобрений с обязательной инокуляцией семян козлятника активными штаммами клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* обеспечивают среднегодовую продуктивность культуры на уровне 7,79-7,91 т/га сухого вещества и 1756-1787 кг/га сырого протеина [9].

При возделывании лядвенца рогатого на черноземе выщелоченном среднемощном использование борно-молибденовых удобрений на фоне Р90К60 способствовало формированию и получению 0,39 т/га семян (прибавка к контролю составила 0,11 т/га) [10]. В исследованиях, проведенных на черноземе выщелоченном, применение хелатных соединений микроэлементов (ЖУСС-2) и минеральных удобрений совместно и отдельно на фоне известкования почвы по 0,5 и 1,0 г.к. на многолетних травах в полевом севообороте способствовало повышению продуктивности трав от 0,9 до 2,24 т/га [11].

В условиях Мордовии изучение эффективности жидких минеральных удобрений отдельно и в сочетании с минеральными удобрениями на продуктивность многолетних трав не проводилось. В этой связи есть необходимость изучения данного вопроса более детально на черноземах выщелоченных в условиях неустойчивого увлажнения юга лесостепи Нечерноземья.

**Цель исследований** – изучить влияние комплексного использования средств химизации в посевах костреца безостого (*Bromus inermis* LEYSS.) и люцерны изменчивой (*Medicago L.*) на черноземе выщелоченном.

**Материал и методы.** Исследования проводили на опытном поле Мордовского НИИ сельского хозяйства в 2016-2018 гг. на базе длительного стационарного полевого опыта, заложенного в 1972-1973 гг. последовательно в двух полях по методике Б.А. Доспехова<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Волошин Е. И., Аветисян А. Т. Руководство по удобрению многолетних бобовых трав (люцерна, клевер, донник, эспарцет): методические рекомендации [Электронный ресурс]. Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2017. 31 с. Режим доступа: <https://docplayer.ru/67231668-Rukovodstvo-po-udobreniyu-mnogoletnih-bobovyh-trav-lyucerna-klever-donnik-esparcet.html> (дата обращения: 25.06.2019)

<sup>2</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.

Объектом исследований были многолетние травы, представленные кострцом и люцерной 2-4 гг. жизни.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя (данные на 2013 г.): содержание гумуса (по Тюрину) 7,88-8,52%, общего азота (по Кьельдалю) – 0,48-0,56%, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 94-240 мг/кг почвы и 153-204 мг/кг соответственно, подвижных соединений молибдена – 0,23 мг/кг, меди – 5,2 мг/кг. Гидролитическая кислотность (по Каппену) – 7,2-11,1 мг-экв/100 г почвы,  $pH_{ксл}$  (потенциометрически) – 4,51-5,3.

На делянках первого порядка изучали последствие известкования (фактор А): 1 – без известкования с 1972 г. (контроль). 2 –  $CaCO_3$  по 0,5 гидролитической кислотности (г.к.). 3 –  $CaCO_3$  по 1,0 г.к.

На делянках второго порядка рассматривали влияние микроудобрения (фактор В): 1 – без микроудобрения. 2 – микроудобрение в форме жидкого минерального удобрения Форсаж (микро).

В блоке третьего порядка изучали действие различных уровней минерального питания (фактор С): 1 – без удобрений с 1972 г. (контроль). 2 – фосфорно-калийные удобрения (P40K40 – фон). 3 – РК +  $N_1$  – низкий уровень азотного питания. 4 – РК +  $N_2$  – умеренный уровень азотного питания. 5 – РК +  $N_3$  – повышенный уровень азотного питания. Дозы азотного удобрения (кг д.в.) под люцерну составляли  $N_1$  – 40,  $N_2$  – 50,  $N_3$  – 60, под костреч  $N_1$  – 40,  $N_2$  – 60,  $N_3$  – 80.

Расположение вариантов в опыте рендомизированное, наложение факторов методом расщепленных делянок, повторность трехкратная. Общая площадь делянок первого порядка 4 252,5 м<sup>2</sup> (21×202,5 м), второго – 2126,25 м<sup>2</sup> (10,5×202,5 м), третьего – 157,5 м<sup>2</sup> (21×7,5 м). Учетная площадь делянки – 22,5 м<sup>2</sup> (3×7,5 м).

Известкование проводили перед закладкой опыта осенью 1989-1990 гг. и осенью 1999-2000 гг. В качестве известкового удобрения использовали известняковую муку ГУП Атемарского завода стройматериалов. Анализ известкового материала проведены ГЦАС «Мордов-

ский» в соответствии с ГОСТ Р 50691-92. Дозы известковых удобрений рассчитывали по гидролитической кислотности: 0,5 г.к. – 5 т/га, 1,0 г.к. – 10 т/га извести.

Фосфорно-калийные удобрения в форме двойного суперфосфата и хлористого калия под травы вносили вручную под основную обработку почвы в запас на 3 года пользования. Азотные удобрения в форме аммиачной селитры по вариантам опыта вносили ежегодно весной перед боронованием. Жидкое минеральное удобрение Форсаж (микро)<sup>3</sup> (1 л/га) применяли (с 2016 г.) путем опрыскивания посевов в фазу кущения кострца и ветвления люцерны. Расход рабочего раствора 250-300 л/га (посевы в вариантах без применения микроудобрения обрабатывали водой). Данный препарат, кроме азота (7%), фосфора (0,55%) и калия (3,6%), содержит большой спектр микроэлементов (сера – 15,0%, магний – 2,4%, цинк – 3,4%, медь – 3,8%, железо – 0,55%, марганец 0,4%, молибден – 0,68%, бор – 0,58%) и аминокислоты L-формы (15,0%). Изготовитель – ООО «Союз Хим КО», ТУ 2189-009-84551337-2015.

Учет урожая проводили путем скашивания вручную на учетных площадках с последующим взвешиванием зеленой массы. Агротехника в опыте – рекомендованная для условий Мордовии [12], кроме изучаемых факторов. В опытах высевались семена районированных сортов: кострца безостого Пензенский 1, люцерны изменчивой Находка. Беспорядочный посев многолетних трав был проведен в июле сеялкой СЗТ-3.6 с последующим прикатыванием. Нормы посева люцерны – 15 кг/га, кострца – 25 кг/га. Посевы от сорной растительности обрабатывали препаратом Базагран (2,0 л/га) с помощью агрегата МТЗ-80 + ОП-2000, расход рабочей жидкости 300 л/га. Первый укос проводили в межфазный период бутонизация - начало цветения люцерны и в период выметывание - начало цветения кострца; второй укос – по мере формирования укосной массы. Лабораторные исследования, наблюдения и анализы проводили в соответствии с принятыми методиками<sup>4, 5</sup>. Статистическая обработка данных выполнена методом дисперсионного анализа<sup>6</sup>.

<sup>3</sup>Каталог продукции агрохимической компании Союзхим. URL: [https://soyuzhim.ru/production/zhomu/katalog\\_4.html](https://soyuzhim.ru/production/zhomu/katalog_4.html)

<sup>4</sup>Панников В. Д. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 2. Программа и методы исследования почв. М.: ВИУА, 1983. 172 с.

<sup>5</sup>Минеев В. Г. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 3. Анализ растений. М.: ВИУА, 1985. 131 с.

<sup>6</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.

*Результаты и их обсуждение.* Погодные условия в годы проведения исследований различались как по температурному режиму, так и по увлажнению. Начало отрастания трав (последние декады апреля и первые две мая) проходило с недобором влаги. Осадков выпало 58% от среднееголетнего значения (46 мм), но среднесуточная температура воздуха за этот же промежуток времени превышала норму на 1,6°C. Во время формирования второго укоса в середине июля и первой декаде августа выпало по 1 мм осадков (при среднееголетнем значении 19 мм), но температура воздуха была выше нормы на 3,7 градуса. ГТК составлял за период вегетации – 0,73, до первого укоса – 0,88, до второго укоса – 0,61. Количество выпавших осадков составило 68% (среднееголетнее 242 мм). Сумма эффективных температур (выше 10°C) равнялась 2 417°C (среднееголетнее 2 014°C).

Сельскохозяйственный 2017 год характеризовался ранней, прохладной затяжной весной, умеренно теплым и дождливым периодом июнь-июль. До первого укоса осадков выпало 63 мм (климатическая норма 75 мм). Во второй декаде мая наблюдали подмерзание верхушек люцерны. Среднесуточная температура воздуха была на 3,7°C ниже климатической нормы, ГТК составил 0,87. Формирование второго укоса проходило при сильном увлажнении 153 мм и температуре воздуха 18,2°C, что соответствовало климатической норме. В целом за период вегетации средняя температура воздуха составила 15,5°C, что на 0,9°C ниже климатической нормы. Гидротермический коэффициент, равный 1,13, свидетельствовал о достаточном увлажнении для нормального развития и роста изучаемых многолетних трав. Сумма эффективных температур составила 1978°C, что на 96°C ниже нормы.

Вегетационный период 2018 года характеризовался относительно засушливыми погодными условиями, но типичными для данной зоны. До первого укоса выпало 68 мм осадков, или 76% от нормы. Температурный режим в первой и второй декадах мая превышал среднееголетнюю норму в среднем на 30%, а в целом за период до первого укоса был на 1,0°C ниже климатической нормы (14,6°C). В третьей декаде (второй период вегетации многолетних трав) температура превысила норму на 4,3°C. По осадкам только первые 10 дней приближались к многолетней норме, в остальные дни осадков было на 40 мм ниже средних показателей. Июль по температуре существенно

превышал среднееголетнюю норму, осадков в этом месяце выпало на 36 мм меньше, что обусловило засушливые условия. Для августа, также как и для июля, были характерны жаркая погода и дефицит влаги (ГТК = 0,03). Гидротермический коэффициент за весь период вегетации составил 0,45 (среднееголетнее значение – 1,09), что не могло способствовать нормальному развитию многолетних трав.

Исследованиями установлено, что не все изучаемые факторы оказали достоверное влияние на величину продуктивности многолетних трав. За годы исследований в вариантах естественного плодородия люцерны обеспечивала продуктивность 5,52 т/га сухого вещества (табл. 1).

В среднем по опыту существенные прибавки сбора сухого вещества люцерны получены как при использовании фосфорно-калийных удобрений – 0,86, так и полного минерального удобрения 2,03 т/га (контроль 5,55 т/га). Увеличение дозы азота до N60 в составе полного минерального удобрения не способствовало достоверному росту продуктивности культуры по сравнению с вариантом N50P40K40. При обработке посевов препаратом Форсаж (микро) дополнительно получено 0,10 т сена с 1 га. Известкование почвы по 0,5 и 1,0 г.к. по сравнению с фоном без известкования (6,88 т/га) обеспечивало достоверный рост продуктивности люцерны (прирост 0,08 и 0,09 т/га соответственно). Наибольшая продуктивность люцерны (7,94 и 7,89 т/га) зафиксирована на произвесткованной почве по 0,5 и 1,0 г.к. с применением полного минерального удобрения с дозой азота 50 кг д.в./га и обработкой посевов жидким минеральным удобрением Форсаж (микро). Кострец безостый в вариантах с длительным использованием чернозема выщелоченного без применения агрохимических средств обеспечивал продуктивность – 2,99 т/га сухого вещества (табл. 2).

В вариантах с внесением разных доз минеральных удобрений продуктивность культуры повышалась на 0,57-4,84 т/га. Применение жидкого минерального удобрения Форсаж увеличивало продуктивность костреца на 0,07 т/га. Более эффективным его действие было на фоне известкования по 0,5 г.к. (прибавка 0,10 т/га по сравнению с вариантами без обработки препаратом Форсаж 5,66 т/га). Максимальный сбор сухого вещества у костреца (8,01 и 8,02 т/га) наблюдали в вариантах с полным минеральным удобрением с дозой азота 80 кг д.в./га на фоне известкования почвы с обработкой посевов и без нее.

**Таблица 1 – Влияние известкования, микро- и макроудобрений на продуктивность люцерны изменчивой (в среднем за 2016-2018 гг.), т/га сухого вещества /**

**Table 1 – Influence of liming, micro-and macrofertilizers on productivity of alfalfa (on average 2016-2018), t/ha of dry matter**

Вариант/ Option		Без известкования (фактор А) / Without liming (factor A)	Известкование (фактор А) / Liming (factor A)		Среднее по фактору / Average factor	
микроудобрение (фактор В) / microfertilizer (factor B)	макроудобрение (фактор С) / macrofertilizer (factor C)		по 0,5 г.к. / 0.5 h.a.	по 1,0 г.к. / 1.0 h.a.	С	В
Без микроудобрений / Without micronutrients	1. Без удобрений / Without fertilizers	5,52	5,51	5,51	5,55	6,91
	2. P40K40	6,29	6,37	6,42	6,41	
	3. N40P40K40	7,14	7,20	7,37	7,26	
	4. N50P40K40	7,58	7,78	7,79	7,79	
	5. N60P40K40	7,52	7,66	7,68	7,69	
Форсаж (микро) / Forsash (micro)	1. Без удобрений / Without fertilizers	5,62	5,58	5,56	-	7,01
	2. P40K40	6,44	6,47	6,45	-	
	3. N40P40K40	7,26	7,30	7,28	-	
	4. N50P40K40	7,74	7,94	7,89	-	
	5. N60P40K40	7,68	7,83	7,76	-	
Среднее по фактору А / Average factor А		6,94	6,98	6,97	-	

HCP<sub>05</sub> ч.р. / LSD<sub>05</sub> ch.r. 0,13; HCP<sub>05</sub>(A) / LSD<sub>05</sub>(A) 0,04; HCP<sub>05</sub>(B) / LSD<sub>05</sub>(B) 0,05;  
HCP<sub>05</sub>(C) / LSD<sub>05</sub>(C) 0,15

**Таблица 2 – Влияние известкования, микро- и макроудобрений на продуктивность кострца безостого (в среднем за 2016-2018 гг.), т/га сухого вещества /**

**Table 2 – Influence of liming, micro-and macrofertilizers on the productivity of smooth brome (on average 2016-2018), t/ha of dry matter**

Вариант / Option		Без известкования (фактор А) / Without liming (factor A)	Известкование (фактор А) / Liming (factor A)		Среднее по фактору / Average factor	
микроудобрение (фактор В) / microfertilizer (factor B)	макроудобрение (фактор С) / macrofertilizer (factor C)		по 0,5 г.к. / 0.5 h.a.	по 1,0 г.к. / 1.0 h.a.	С	В
Без микроудобрений / Without micronutrients	1. Без удобрений / Without fertilizers	2,99	3,00	2,96	3,00	5,60
	2. P40K40	3,50	3,59	3,54	3,57	
	3. N40P40K40	5,90	6,40	6,67	6,41	
	4. N60P40K40	7,00	7,42	7,46	7,34	
	5. N80P40K40	7,55	7,90	8,02	7,84	
Форсаж (микро) / Forsash (micro)	1. Без удобрений / Without fertilizers	3,01	3,02	3,00		5,67
	2. P40K40	3,60	3,61	3,59		
	3. N40P40K40	6,06	6,63	6,81		
	4. N60P40K40	7,04	7,55	7,59		
	5. N80P40K40	7,57	8,01	8,02		
Среднее по фактору А / Average factor А		5,42	5,71	5,77		

HCP<sub>ч.р.</sub> / LSD<sub>ch.r.</sub> 0,22; HCP<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub> (Форсаж/Forsash) 0,06; HCP<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub> (удобрения / fertilizers) 0,18

Окупаемость полного минерального удобрения была выше в посевах кострца (29,8 кг сена на 1 кг д.в. удобрений против 15,6 кг сена у люцерны). В среднем по опыту в посевах кострца с увеличением дозы минерального азота с 40 до 80 кг в составе пол-

ного минерального удобрения окупаемость 1 кг д.в. азота изменялась с 71,0 до 53,4 кг сена. В посевах люцерны более высокая окупаемость 1 кг д.в. удобрений (17,2 кг сена) получена в варианте N50P40K40.

Исследованиями установлено, что в среднем по опыту при возделывании люцерны величина условно чистого дохода составила 16398 руб./га с рентабельностью 109% (табл. 3), наибольший условно чистый доход в посевах люцерны получен в вариантах с внесением полного минерального удобрения (17768 руб./га) и

рентабельностью 105%. При возделывании люцерны известкование почвы по 0,5 и 1,0 г.к. незначительно повышало (на 66-86 руб.) условно чистый доход по сравнению с фоном без известкования (16308 руб./га). Применение Форсажа не способствовало увеличению получаемой прибыли.

*Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания люцерны изменчивой в зависимости от известкования, макро-и микроудобрений (в среднем за 2016-2018 гг.) /*

*Table 3 – Economic efficiency of alfalfa cultivation depending on liming, macro-and microfertilizers (on average 2016-2018)*

<i>Макроудобрение/ Macrofertilizer</i>	<i>Микро- удобрение / Micro- fertilizer</i>	<i>Продуктив- ность, корм. ед. т/га / Productivity, fodder unit t/ha</i>	<i>Стоимость продукции, руб./га / Cost of produc- tion, rub/ha</i>	<i>Затраты, руб./га / Costs, rub/ha</i>	<i>Условно чистый доход, руб./га / Conditionally net income, rub/ha</i>	<i>Рента- бель- ность, % / Profitabil- ity, %</i>
<b>Без известкования/ Without liming</b>						
Без удобрений / Without fertilizers	Без удоб- рений / Without micro- nutrients	3,59	25130	10587	14543	137
P40K40		4,09	28630	13854	14776	107
N40P40K40		4,64	32480	15822	16658	105
N50P40K40		4,93	34510	16359	18151	111
N60P40K40		4,89	34230	16801	17429	104
Без удобрений/ Without fertilizers	Форсаж/ Forsash (micro)	3,65	25550	11202	14348	128
P40K40		4,19	29330	14478	14852	103
N40P40K40		4,72	33040	16442	16598	101
N50P40K40		5,03	35210	16983	18227	107
N60P40K40		4,99	34930	17425	17505	100
<b>Известкование по 0,5 г.к. / Liming 0.5 h.a.</b>						
Без удобрений/ Without fertilizers	Без удоб- рений / Without micro- nutrients	3,58	25060	10660	14400	135
P40K40		4,14	28980	13941	15039	108
N40P40K40		4,68	32760	15907	16853	106
N50P40K40		5,06	35420	16466	18954	115
N60P40K40		4,98	34860	16897	17963	106
Без удобрений/ Without fertilizers	Форсаж / Forsash (micro)	3,63	25410	11722	13688	117
P40K40		4,20	29400	15005	14395	96
N40P40K40		4,74	33180	16972	16208	95
N50P40K40		5,16	36120	17540	18580	106
N60P40K40		5,09	35630	17974	17656	98
<b>Известкование по 1,0 г.к./ Liming 1.0 h.a.</b>						
Без удобрений/ Without fertilizers	Без удоб- рений / Without micro- nutrients	3,58	25060	10885	14175	130
P40K40		4,17	29190	14173	15017	106
N40P40K40		4,79	33530	16159	17371	108
N50P40K40		5,06	35420	16691	18729	112
N60P40K40		4,99	34930	17125	17805	104
Без удобрений/ Without fertilizers	Форсаж / Forsash (micro)	3,61	25270	11492	13778	120
P40K40		4,19	29330	14778	14552	98
N40P40K40		4,73	33110	16744	16366	98
N50P40K40		5,13	35910	17308	18602	107
N60P40K40		5,04	35280	17737	17543	99

За три года пользования травостоем костреца величина условно чистого дохода составила 7236 руб./га при рентабельности 47% (табл. 4). Внесение под кострец полного минерального удобрения повышало величину условно чистого дохода в среднем по опыту

более чем в 13 раз (контроль 815 руб./га) и уровень рентабельности с 9 до 86%. Наибольший условно чистый доход получен в варианте с полным минеральным удобрением с дозой азота 80 кг д.в./га (14800 руб./га, рентабельность 89%) на фоне известкования по 1,0 г.к.

**Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания костреца безостого в зависимости от известкования, макро- и микроудобрений (в среднем за 2016-2018 гг.) / Table 4 – Economic efficiency of alfalfa cultivation depending on liming, macro-and microfertilizers (on average 2016-2018)**

Макроудобрение/ Macrofertilizer	Микро- удобрение / Micro- fertilizer	Продуктив- ность, корм. ед. т/га / Productivity, fodder unit t/ha	Стоимость продукции, руб./га / Cost of produc- tion, rub/ha	Затраты, руб./га / Costs, rub/ha	Условно чис- тый доход, руб./га / Condi- tionally net in- come, rub/ha	Рента- бельность, %/ Profita- bility, %
Без известкования/ Without liming						
Без удобрений/ Without fertilizers	Без удоб- рений / Without micro- nutrients	1,90	10080	8939	1141	13
P40K40		2,52	11760	10059	1701	17
N40P40K40		3,83	21490	13821	7669	55
N60P40K40		4,40	26460	15720	10740	68
N80P40K40		5,21	29610	15761	13849	88
Без удобрений/ Without fertilizers	Форсаж/ Forsash (micro)	1,95	9718	8783	919	10
P40K40		2,55	12110	10649	1461	14
N40P40K40		4,00	22050	14083	7967	57
N60P40K40		4,54	26600	15846	10754	68
N80P40K40		5,30	29680	16027	13653	85
Известкование по 0,5 г.к. / Liming 0.5 h.a.						
Без удобрений/ Without fertilizers	Без удоб- рений / Without micro- nutrients	1,88	10080	9145	935	10
P40K40		2,50	12062	10481	1581	15
N40P40K40		3,85	23296	15047	8249	55
N60P40K40		4,51	28048	16426	11622	71
N80P40K40		5,21	29680	15920	13760	86
Без удобрений/ Without fertilizers	Форсаж/ Forsash (micro)	1,90	10150	9573	577	6
P40K40		2,53	12130	10833	1297	12
N40P40K40		3,99	24150	15591	8559	55
N60P40K40		4,62	27510	16248	11262	69
N80P40K40		5,38	31430	16861	14569	86
Известкование по 1,0 г.к./ Liming 1.0 h.a.						
Без удобрений/ Without fertilizers	Без удоб- рений / Without micro- nutrients	1,88	10080	9271	809	9
P40K40		2,56	11900	10226	1674	16
N40P40K40		3,99	24290	15290	9000	59
N60P40K40		4,57	28210	16437	11773	72
N80P40K40		5,33	31430	16630	14800	89
Без удобрений/ Without fertilizers	Форсаж / Forsash (micro)	1,91	10241	9732	509	5
P40K40		2,58	12040	10669	1371	13
N40P40K40		4,06	24780	15867	8913	56
N60P40K40		4,64	28700	17015	11685	69
N80P40K40		5,33	31430	17135	14295	83

Опрыскивание посевов препаратом Форсаж увеличивало данный показатель на 24 руб./га лишь на фоне известкования по 0,5 г.к.

Таким образом, комплексное использование средств химизации в посевах многолетних трав предусматривает возделывание люцерны на черноземе выщелоченном с внесением минеральных удобрений в дозе N50P40K40 и применением жидкого минерального удобрения Форсаж (1 л/га) в фазу ветвления, что обеспечивает повышение урожайности на 0,54 т/га (НСР<sub>05</sub> 0,15 т/га) и окупаемости

1 кг д.в. полного минерального удобрения семеном – на 2,98 кг по сравнению с вариантами N40P40K40.

При возделывании костреца внесение полного минерального удобрения в дозе N80P40K40 и применение жидкого минерального удобрения Форсаж (1 л/га) в фазу кущения обеспечивает повышение продуктивности на 4,27 т/га (НСР<sub>05</sub> 0,18 т/га) и в 4,3 раза окупаемости 1 кг д.в. минеральных удобрений по сравнению с вариантом P40K40 (7,34 т/га и 7,1 кг сена на 1 кг д.в. минеральных удобрений).

#### Список литературы

1. Каипов Я. З. Почвоулучшающее и продукционное значение кормовых севооборотов в степной зоне Южного Урала. Кормопроизводство. 2014;(12):19–23. Режим доступа: <http://kormoproizvodstvo.ru/12-2014/>
2. Кадоркина В. Ф., Васильева О. М., Кызынгашева Т. П. Современное состояние и перспективы полевого кормопроизводства в Хакасии. Кормопроизводство. 2014;(10):10-13. Режим доступа: <http://kormoproizvodstvo.ru/10-2014/>
3. Лазарев Н. Н., Стародубцева А. М., Пятинский Д. В. Продуктивность различных сортов люцерны российской и голландской селекции в Московской области. Кормопроизводство. 2014;(2):19-22. Режим доступа: <http://kormoproizvodstvo.ru/2-2014/>
4. Тагиров М. Ш., Шарипова Г. Ф. Влияние минеральных удобрений на продуктивность люцерны. Кормопроизводство. 2014;(5):12-15. Режим доступа: <http://kormoproizvodstvo.ru/5-2014/>
5. Белоус Н. М., Шаповалов В. Ф., Малякко Г. П., Смольский Е. В., Меркелов О. А. Влияние фосфорно-калийных удобрений на урожайность и качество сена многолетних трав в условиях радиоактивного загрязнения. Достижения науки и техники АПК. 2015;29(3):33-35. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23200167>
6. Чекмарев П. А., Каргин И. Ф., Игонов И. И. Агроэкологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения: ретроспектива и современность: монография. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. 360 с.
7. Mikkelsen R. L. Humic Materials for Agriculture. Better Crop. 2005;89:6-10.
8. Фигурин В. А. Выращивание многолетних трав на корм. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2013. 188 с.
9. Моисеев А. А., Ахметов Ш. И. Симбиотический азот и продуктивность земледелия в условиях южной лесостепи. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2008. 212 с.
10. Зарипова Г. К. Технологические приемы возделывания на семена лядвенца рогатого в условиях Башкортостана. Кормопроизводство. 2014;(10): 31-34. Режим доступа: <http://kormoproizvodstvo.ru/10-2014/>
11. Прокина Л. Н., Медведева Е. В. Продуктивность и качество урожая многолетних трав в зависимости от минеральных удобрений и препарата ЖУСС-2 на фоне известкования. Аграрная Россия. 2013;(5):12-14. Режим доступа: <http://agros.folium.ru/index.php/agros/article/view/150>
12. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовии: методическое руководство. Под ред. А. М. Гурьянова. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2003. 425 с.

#### References

1. Kaipov Ya. Z. *Pochvouluchshayushchee i produktsionnoe znachenie kormovykh sevooborotov v stepnoy zone Yuzhnogo Urala*. [Soil-improving and production value of fodder crop rotations in the steppe zone of the southern Urals]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2014;(12):19-23. (In Russ.). URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/12-2014>
2. Kadorkina V. F., Vasil'eva O. M., Kyzyngasheva T. P. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy polevogo kormoproizvodstva v Khakasii*. [Current status and prospects of field fodder production in the Republic of Khakassia]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2014;(10):10-13. (In Russ.). URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/10-2014/>
3. Lazarev N. N., Starodubtseva A. M., Pyatinskiy D. V. *Produktivnost' razlichnykh sortov lyutserny rossiyской i gollandской seleksii v Moskovskoy oblasti*. [Productivity of different varieties of alfalfa of Russian and Dutch breeding in the Moscow region]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2014;(2):19-22. (In Russ.). URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/2-2014/>
4. Tagirov M. Sh., Sharipova G. F. *Vliyaniye mineral'nykh udobreniy na produktivnost' lyutserny*. [Influence of mineral fertilizers on alfalfa productivity]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2014;(5):12-15. (In Russ.). URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/5-2014/>

5. Belous N. M., Shapovalov V. F., Malyavko G. P., Smol'skiy E. V., Merkelov O. A. *Vliyaniye fosforno-kaliynykh udobreniy na urozhaynost' i kachestvo sena mnogoletnikh trav v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya*. [Effect of phosphorus-potassium fertilizers on yield and quality of hay of perennial grasses in conditions of radioactive contamination]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2015;29(3):33-35. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23200167>

6. Chekmarev P. A., Kargin I. F., Igonov I. I. *Agroekologicheskiy monitoring zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: retrospektiva i sovremennost': monografiya*. [Agroecological monitoring of agricultural lands: past and present: monograph]. Saransk: *Izd-vo Mordov. un-ta*, 2015. 360 p.

7. Mikkelsen R. L. Humic Materials for Agriculture. *Better Crop*. 2005;89:6-10.

8. Figurin V. A. *Vyrashchivaniye mnogoletnikh trav na korm*. [Cultivation of perennial grasses for feed]. Kirov: *NIISKh Severo-Vostoka*, 2013. 188 p.

9. Moiseev A. A., Akhmetov Sh. I. *Simbioticheskiy azot i produktivnost' zemledeliya v usloviyakh yuzhnoy lesostepi*. [Symbiotic nitrogen and productivity of agriculture in the conditions of the southern forest-steppe]. Saransk: *Izd-vo Mordov. un-ta*, 2008. 212 p.

10. Zaripova G. K. *Tekhnologicheskie priemy vozdeleyvaniya na semena lyadventsya rogatogo v usloviyakh Bashkortostana*. [Technological methods of birds-foot trefoil cultivation for seeds in the conditions of Bashkortostan]. *Kormoproizvodstvo = Forage Production*. 2014;(10): 31-34. (In Russ.). URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/10-2014/>

11. Prokina L. N., Medvedeva E. V. *Produktivnost' i kachestvo urozhaya mnogoletnikh trav v zavisimosti ot mineral'nykh udobreniy i preparata ZhUSS-2 na fone izvestkovaniya*. [Productivity and quality of perennial grasses yield, depending on mineral fertilizers and ZhUSS-2 preparation on the background of liming]. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*. 2013;(5):12-14. (In Russ.). URL: <http://agros.folium.ru/index.php/agros/article/view/150>

12. *Adaptivnye tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh Respubliki Mordovii: metodicheskoe rukovodstvo*. [Adaptive technologies of cultivation of agricultural crops in the Republic of Mordovia: methodical manual]. *Pod red. A. M. Gur'yanova*. Saransk: *Izd-vo mordovskogo un-ta*, 2003. 425 p.

**Сведения об авторе:**

✉ **Прокина Людмила Николаевна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией агрохимии, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», д. 5, ул. Мичурина, р.п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru),

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0376-7031>

**Information about the authors:**

✉ **Lyudmila N. Prokina**, PhD in Agriculture, leading researcher, head of the Laboratory of Agricultural Chemistry, Mordovia Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, 5, Michurin str., Yalga settlement, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0376-7031>

✉ - Для контактов / Corresponding author