

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ

М.А. ТОРМОЗИН, доктор сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0001-9108-4518, E-mail: tormozinma@mail.ru

А.В. БЕЛЯЕВ, ORCID ID: 0000-0002-7683-2183

Е.М. ТИХОЛАЗ, ORCID ID: 0000-0002-6233-8846

ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, Г. ЕКАТЕРИНБУРГ

Аннотация. Статья содержит результаты исследования, направленного на определение влияния некорневой подкормки люцерны изменчивой водорастворимыми минеральными удобрениями с микроэлементами на ее семенную урожайность. Подкормки проводили в фазу бутонизации растений удобрениями Акварин Марка 5, Калий метаборат и их баковой смесью. Некорневая подкормка привела к росту генеративных стеблей на 8-14 шт./м² (7,3-12,8%) и увеличению числа кистей на стебель на 1,1-1,9 шт. (27,5-47,0%), количества цветков – на 1,9-2,8 шт. (20,2-29,8%), количество бобов в кистях увеличилось на 1,2-2,1 шт. (16,0-28,0%), количество семян в одном бобе возросло на 1,0-1,3 шт. (83,3-108,3%), масса семян с одного квадратного метра выросла на 3,4-4,5 г. (33,0-43,7%) по сравнению с контрольным вариантом. Некорневая подкормка повышала урожайность семян люцерны на 0,52-0,58 ц/га (39,7-44,3%). При некорневой подкормке минеральными удобрениями энергия прорастания по вариантам была выше 47,8% (от 47,8 до 48,0%), лабораторная всхожести семян увеличивалась на 0,6-1,0% (от 69,8 до 70,2%) по сравнению с контролем (69,2%). Количество твёрдых семян снижалось на 0,2-0,4%, масса 1000 семян возрастала на 0,2-0,4 г. Наилучшие результаты получены в варианте некорневой подкормки растений баковой смесью удобрений Акварин Марка 5 и Калий метаборат в фазу бутонизации, урожайность семян повышалась на 0,58 ц/га (44,3%).

Ключевые слова: люцерна изменчивая, некорневая подкормка, сроки подкормки, минеральные удобрения с содержанием микроэлементов, структура урожайности семян, урожайность семян, посевные качества семян.

Для цитирования: Тормозин М.А., Беляев А.В., Тихолаз Е.М. Влияние некорневой подкормки на семенную продуктивность люцерны изменчивой. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58):161-167. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-161-167

THE EFFECT OF FOLIAR TOP DRESSING ON THE SEED PRODUCTIVITY OF ALFALFA

M.A. Tormozin, A.V. Belyaev, E.M. Tikholaz

URAL FEDERAL AGRARIAN RESEARCH CENTER OF THE URAL BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The article contains the results of a study aimed at determining the effect of foliar top dressing of alfalfa with water-soluble mineral fertilizers with trace elements on its seed yield. Top dressing carried out the budding phase of plants with fertilizers Aquarin Mark 5, Potassium metaborate and their tank mixture. Foliar top dressing led to an increase in generative stems by 8-14 pcs./m² (7.3-12.8%) and an increase in the number of branches per stem by 1.1-1.9 pcs. (27.5-47.0%), the number of flowers – by 1.9-2.8 pcs. (20.2-29.8%), the number of beans in the branches increased by 1.2-2.1 pcs. (16.0-28.0%), the number of seeds per bean increased by 1.0-1.3 pcs. (83.3-108.3 %), the weight of seeds per square meter increased by 3.4-4.5 g (33.0-43.7%)

compared to the control variant. Foliar top dressing increased alfalfa seed yield by 0.52-0.58 c/ha (39.7-44.3%). With non-root fertilization with mineral fertilizers, the germination energy according to the variants was higher than 47.8% (from 47.8 to 48.0%), the laboratory germination of seeds increased by 0.6-1.0% (from 69.8 to 70.2%) compared with the control (69.2%). The number of hard seeds decreased by 0.2-0.4%, the mass of 1000 seeds increased by 0.2-0.4 g. The best results were obtained in the variant of foliar fertilization of plants with a tank mixture of Aquarin Mark 5 fertilizers and Potassium metaborate during the budding phase, seed yield increased by 0.58 c/ha (44.3%).

Keywords: alfalfa variable, non-root top dressing, top dressing timing, mineral fertilizers with trace elements, seed yield structure, seed yield, seed quality.

Введение

В контексте глобального стремления к биологизации аграрного сектора и становлению органического земледелия, необходимо разработать системы защиты, способные обезопасить как растительные культуры, так и почвенные ресурсы от негативных последствий возрастающего антропогенного воздействия [1, 2].

Одной из ключевых стратегических задач для агропромышленных комплексов Свердловской области и всей Российской Федерации является оптимизация и гарантированное снабжение сельскохозяйственных животных необходимым объемом кормового белка [3].

По содержанию белка с единицы площади люцерны значительно превосходит злаковые травы, зерновые и зернобобовые культуры. Ее протеиновая ценность выше, чем у всех злаков, а также у распространенных многолетних бобовых трав, таких как клевер и эспарцет. Помимо этого, люцерна является ценным предшественником для многих сельскохозяйственных культур. Однако расширение посевных площадей и обновление люцерновых травостоев сдерживается из-за непредсказуемой урожайности и, как следствие, недостатка семян этой культуры [4].

Недостаток питательных веществ и несбалансированное питание люцерны приводят к снижению интенсивности фотосинтеза. Это проявляется в замедлении роста и уменьшении густоты стеблестоя, дефолиации (засыхании и отмирании листьев) и изменении соотношения вегетативных органов, что негативно сказывается на урожайности надземной массы [6].

Для обеспечения полноценного развития растений люцерны необходимо гарантировать поступление питательных веществ и микроэлементов. Эти элементы являются незаменимыми компонентами для формирования важнейших ферментов, витаминов, гормонов и других физиологически активных соединений. В частности, для люцерны высокоэффективны соединения молибдена, бора, марганца, серы и цинка [4, 5, 6].

Основная задача исследования заключается в определении степени воздействия разнообразных биологических препаратов на урожайность семян люцерны изменчивой.

Материалы и методы

Исследования велись на опытном поле Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Почвенный состав участка преимущественно состоит из тяжелосуглинистых серых и темно-серых лесных оподзоленных почв. Эти почвы обладают следующими характеристиками: кислая или слабокислая реакция (рН в диапазоне 4,85-5,27), содержание гумуса на уровне 3,91%, гидролитическая кислотность 5,85 мг-экв/100 г и сумма поглощенных оснований 27,4 мг-экв/100 г. Анализ показал низкий уровень доступного для растений азота (96 мг/кг), высокую концентрацию подвижного фосфора (150 мг/кг) и варьирующееся от низкого до среднего содержание калия (97-158 мг/кг).

Погодные условия 2023-2025 гг. различались по тепло- и влагообеспеченности.

Начало вегетационного периода трав в 2023 году зафиксировано 21 апреля, при среднесуточной температуре воздуха выше 5°C. Первая половина вегетации характеризовалась высокими температурами (превышение нормы на 2,2-4,4°C) и дефицитом осадков (отклонение от нормы на 3,9-45,2 мм). Во второй половине лета установилась теплая

погода с достаточным количеством осадков. Гидротермический коэффициент за май-июль составил 0,76, что указывает на засушливый режим.

В 2024 году вегетация сельскохозяйственных культур стартовала в условиях прохладной и засушливой погоды. Во второй половине периода наблюдалось потепление и избыточные осадки, что привело к значительному пополнению почвенной влаги после уборки урожая. Начало вегетации 16 апреля. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май-август составил 3,43, что свидетельствует об избыточном увлажнении в течение вегетационного периода.

В 2025 году наблюдалось раннее наступление весны: переход температуры через 0°C зафиксирован 16 марта, что на 23 дня раньше среднего. В марте погода была переменчивой, с ночными заморозками и дневным теплом. К 19 апреля температура воздуха достигла 5°C. Среднесуточная температура апреля оказалась выше нормы на 2,7°C, главным образом благодаря теплой третьей декаде. Апрель также характеризовался избытком осадков: выпало 64,1 мм, что на 278% превысило многолетний показатель (табл. 1).

Таблица 1

Метеорологические условия за годы исследований 2023- 2025 гг.

Месяц	Декада	Осадки, мм				Температура, °C			
		Средне-много-летнее	2023	2024	2025	Средне-много-летнее	2023	2024	2025
Апрель	1	5	0,0	5,7	12,4	0,0	4,9	4,6	4,8
	2	9	7,9	13,4	19,6	4,1	1,3	9,0	4,6
	3	9	11,2	9,8	32,1	5,6	10,0	8,8	8,1
	За месяц	23	19,1	28,9	64,1	3,2	5,4	7,4	5,9
Май	1	11	0,6	48,1	21,3	8,8	12,1	4,3	9,6
	2	15	0,1	0,1	12,1	10,4	11,7	8,0	12,2
	3	20	0,1	8,9	6,6	12,1	20,0	9,6	15,1
	За месяц	46	0,8	57,1	29,8	10,4	14,8	7,4	12,4
Июнь	1	25	18,7	45,8	1,8	12,7	18,2	16,6	18,9
	2	17	4,9	52,9	35,7	15,8	12,7	22,0	18,9
	3	26	14,7	71,5	11,3	16,9	14,3	16,0	15,9
	За месяц	68	38,3	169,5	49,1	15,1	15,1	18,2	17,9
Июль	1	28	1,7	0,0	18,7	18,4	22,7	21,0	18,0
	2	28	65,5	50,2	3,7	17,5	18,9	18,0	16,1
	3	28	15,4	87,8	60,4	16,9	19,4	14,2	16,5
	За месяц	84	82,6	138,0	82,8	17,6	20,1	17,6	16,9
Август	1	30	46,7	18,7	0,6	15,8	19,6	15,9	17,7
	2	22	0,3	11,5	27,7	14,5	17,9	14,1	15,4
	3	22	51,6	14,2	15,9	13,2	11,1	13,7	14,9
	За месяц	74	98,6	44,4	44,2	14,5	16,0	14,5	16,0
Сентябрь	1	17	10,5	7,4	44,8	11,3	11,6	11,8	13,2
	2	18	2,0	0,0	2,1	9,2	12,0	12,0	9,6
	3	13	2,6	5,7	24,8	6,5	11,7	9,4	7,4
	За месяц	48	15,1	13,1	71,7	9,0	11,8	11,1	10,1

Погодные условия вегетационного периода 2025 года были неоднородными: начало сезона характеризовалось умеренно жаркой и засушливой погодой, а вторая его половина – теплой погодой с периодическими обильными осадками.

С целью повышения семенной продуктивности люцерны изменчивой, в 2023 году на базе Уральского НИИСХ был заложен полевой опыт. Исследование направлено на изучение влияния внекорневой подкормки водорастворимыми минеральными удобрениями, содержащими хелатные микроэлементы.

1. Контроль без обработки
2. Акварин Марка 5, 3 кг/га
3. Калий метаборат, 0,5 кг/га
4. Акварин Марка 5, 3 кг/га + Калий метаборат, 0,5 кг/га

В рамках исследования проводилась обработка растений на стадии бутонизации. Эксперимент включал 4 варианта, распределенных по 12 делянкам. Каждая делянка имела общую площадь 42 м² (4,2 м в ширину и 10 м в длину), при этом учетная площадь составляла 28 м² (2,8 м в ширину и 10 м в длину). Делянки были расположены блочно с трехкратным рандомизированным повторением. Посев осуществлялся широкорядным двухстрочным способом с междурядьями 65 см и расстоянием между строчками в ряду 5 см.

Анализ полученных данных проводился с использованием дисперсионного анализа (по методике Б.А. Доспехова, 2012) и программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты и обсуждение

Побегообразование напрямую влияет на урожайность и семенную продуктивность травостоя и зависит от климатических и почвенных условий выращивания и минерального питания (табл. 2).

Таблица 2

Влияние внекорневой подкормки водорастворимыми минеральными удобрениями с содержанием микроэлементов на структуру урожайности семян люцерны изменчивой (среднее за 2023-2025 гг.)

Вариант опыта	Кол-во генеративных стеблей на 1 м ² , шт.	Кол-во кистей на 1 стебле, шт.	Кол-во цветков на 1 кисти, шт.	Кол-во бобов на 1 кисти, шт.	Кол-во семян в 1 бобе, шт.	Масса семян с 1 м ² , г.
Без обработки (контроль)	109	4,0	9,4	7,5	1,2	10,3
Акварин Марка 5	117	5,1	11,3	8,7	2,2	13,7
Калий метаборат	122	5,5	11,7	9,1	2,3	14,2
Акварин Марка 5 + Калий метаборат	123	5,9	12,2	9,6	2,5	14,8

Анализ данных за трехлетний период выявил, что максимальная плотность генеративных побегов колебалась в пределах 117-123 шт./м². Наибольшее количество (123 шт./м²) наблюдалось при применении баковой смеси, включающей метаборат калия и Акварин Марка 5. Этот показатель превышал контрольный вариант (без подкормок) на 8-14 шт./м², что составляет превышение в 7,3-12,8%.

Анализ результатов показал, что применение некорневых подкормок привело к увеличению ключевых показателей структуры урожайности люцерны изменчивой. В частности, среднее количество кистей на стебель возросло на 1,1-1,9 шт. (27,5-47,0%), количество цветков – на 1,9-2,8 шт. (20,2-29,8%), а количество бобов в кистях – на 1,2-2,1 шт. (16,0-28,0%) относительно контрольного варианта. Также было зафиксировано увеличение числа семян в одном бобе на 1,0-1,3 единиц (83,3-108,3%) и массы семян с единицы площади (м²) на 3,4-4,5 грамма (33,0-43,7%). Эти данные подтверждают, что некорневое внесение

водорастворимых минеральных удобрений, обогащенных микроэлементами, является эффективным агротехническим приемом для оптимизации продуктивности семян люцерны.

Исследование влияния разнообразных факторов на урожайность семян люцерны изменчивой выявило, что некорневые подкормки водорастворимыми минеральными удобрениями, обогащенными микроэлементами, способствуют повышению продуктивности культуры. Полученные результаты свидетельствуют о потенциале управления процессами, определяющими урожайность.

Результаты урожайных данных семян люцерны изменчивой по вариантам проведенного исследования представлены в таблице 3.

Применение исследуемых удобрений увеличило урожайность семян на 39,7-44,3% по сравнению с контролем. Урожайность семян люцерны в опытных вариантах варьировала от 1,31 до 1,89 ц/га. Минеральные удобрения с микроэлементами обеспечили прибавку семян на 0,52-0,58 ц/га (при НСР₀₅ 0,32 ц/га). Некорневая подкормка с этими удобрениями также значительно повысила урожайность семян по сравнению с вариантом без подкормки.

Таблица 3

Влияние внекорневой подкормки водорастворимыми минеральными удобрениями с содержанием микроэлементов на урожайность семян люцерны изменчивой

Вариант опыта	Урожайность семян, ц/га				Прибавка урожайности, ц/га			
	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее
Без обработки (контроль)	1,56	1,27	1,11	1,31	-	-	-	-
Акварин Марка 5	2,10	1,73	1,65	1,83	0,54	0,46	0,54	0,52
Калий метаборат	2,17	1,78	1,67	1,87	0,61	0,51	0,56	0,56
Акварин Марка 5 + Калий метаборат	2,20	1,79	1,68	1,89	0,64	0,52	0,57	0,58
НСР ₀₅					0,29	0,32	0,35	0,32

В ходе исследований установлено, что наиболее эффективным решением для некорневой подкормки семенных посевов люцерны в фазу бутонизации является применение баковой смеси, состоящей из Акварина Марка 5 (3 кг/га) и Калия метабората (0,5 кг/га). Данная обработка обеспечила урожайность семян на уровне 1,89 ц/га, что на 0,58 ц/га (44,3%) выше контроля без подкормки.

Посевные качества семян являются ключевым показателем способности к эффективному и одновременному прорастанию. Установлено, что оптимизация условий формирования генеративных органов посредством некорневой подкормки растений минеральными удобрениями, обогащенными микроэлементами, не только способствует увеличению урожайности семян, но и положительно сказывается на их посевных качествах, люцерны (табл. 4).

Масса 1000 семян является одним из ключевых показателей посевных качеств, поскольку она напрямую коррелирует с полевой всхожестью. В ходе нашего исследования было установлено, что люцерна, получавшая некорневую подкормку минеральными удобрениями, обогащенными микроэлементами, продемонстрировала увеличение массы 1000 семян до 2,3-2,5 г, в то время как контрольная группа показала лишь 2,1 г.

Посевные качества семян люцерны изменчивой в зависимости от применения некорневых подкормок минеральными удобрениями с содержанием микроэлементов, среднее за 2023-2025 гг.

Вариант опыта	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	кол-во твёрдых семян, %	Всхожесть семян с учётом твёрдых, %
Без обработки (контроль)	2,1	45,3	69,2	20,2	89,4
Акварин Марка 5	2,3	47,8	69,8	20,0	89,7
Калий метаборат	2,4	48,2	70,0	19,9	89,9
Акварин Марка 5 + Калий метаборат	2,5	48,0	70,2	19,8	90,0

Применение некорневой подкормки минеральными удобрениями с микроэлементами повысило энергию прорастания семян люцерны до 47,8-48,0% (против 45,3% на контроле). Это привело к увеличению лабораторной всхожести на 0,6-1,0% (с 69,2% до 69,8-70,2%) и снижению количества твёрдых семян на 0,2-0,4% относительно контроля. Использование водорастворимых минеральных удобрений с микроэлементами для внекорневой подкормки способствовало росту посевных качеств семян люцерны изменчивой.

Заключение

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что из всех исследованных удобрений, наиболее эффективным для некорневой подкормки семенных посевов люцерны в фазу бутонизации является баковая смесь, состоящая из Акварина Марка 5 (3 кг/га) и Калия метабората (0,5 кг/га).

Экспериментально подтверждено, что применение баковой смеси водорастворимых минеральных удобрений Акварин Марка 5 (3 кг/га) и Калий метаборат (0,5 кг/га) на посевах люцерны изменчивой в фазу бутонизации приводит к повышению урожайности семян на 44,3% по сравнению с контролем.

Финансирование: исследование выполнено в рамках реализации Государственного задания по теме: «Разработка технологий производства высококачественного семенного материала экономически значимых сельскохозяйственных культур в условиях Уральского региона» (0532-2026-0010).

Литература

1. Мерзлая Г.Е., Борисова В.Б. Влияние удобрений и биопрепарата на урожайность и качество люцерны серповидной. // Плодородие. – 2023. – № 5 (134). – С. 50-54.
2. Яковлева М.Т. Биологические препараты на основе ассоциативных бактерий при возделывании люцерны в Центральной Якутии. // Кормопроизводство. – 2023. – № 1. – С. 12-15.
3. Косолапов В.М., Костенко С.И., Думачева Е.В., Чернявских В.И. Многолетние травы для пастбищ, газонов и рекультивации: селекция и практика. // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 14-17.
4. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В. Развитие инновационных технологий в растениеводстве на основе селекционных достижений. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2 (46). – С. 5-9.
5. Косолапов В.М., Чернявских В.И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в их решени. // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 4. – С. 5-14.

6. Косолапова В.Г., Косолапов В.М., Степанова Г.В. Аминокислотный состав люцерны разных сортов. // Кормопроизводство. – 2023. – № 8. – С. 18-21.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур – М.: – 1989. Вып. 2. – 197 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по требованию, 2012. – 352 с.

References

1. Merzlaya G.E., Borisova V.B. Vliyaniye udobreniy i biopreparata na urozhaynost' i kachestvo lyutserny serpovidnoy [Effect of fertilizers and biopreparation on the yield and quality of sickleshaped alfalfa]. *Plodorodiye [Fertility]*, 2023, no. 5(134), pp. 50-54.
2. Yakovleva M.T. Biologicheskiye preparaty na osnove assotsiativnykh bakteriy pri vozdeleyvanii lyutserny v Tsentral'noy Yakutii [Biological preparations based on associative bacteria in the cultivation of alfalfa in Central Yakutia]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2023, no. 1, pp. 12-15.
3. Kosolapov V.M., Kostenko S.I., Dumacheva E.V., Chernyavskikh V.I. Mnogoletniye travy dlya pastbishch, gazonov i rekul'tivatsii: selektsiya i praktika [Perennial grasses for pastures, lawns and reclamation: selection and practice]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2022, no. 10, pp. 14-17.
4. Zotikov V. I., Polukhin A. A., Gryadunova N. V. Development of innovative technologies in crop production based on breeding achievements. *Legumes and Groat Crops*. 2023, no. 2 (46), pp. 5-9. DOI: 10.24412/2309-348X-2023 2-5-9. (In Russ.)
5. Kosolapov V. M., Chernyavskikh V. I. Fodder production: state, problems and role of the Federal Williams Research Centre of Fodder Production and Agroecology in their solving. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2022, no.36 (4), pp. 5–14. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-4-5. (In Russ.)
6. Kosolapova V. G., Kosolapov V. M., Stepanova G. V. Amino acid composition of various alfalfa varieties. *Feed Production*. 2023, no.8, pp. 18-21. DOI: 10.25685/krm.2023.8.2023.004. (In Russ.)
7. The methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow: Kalinin Regional Printing House, 1989. Vol. 2. 197 p. (In Russ.)
8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (S osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experiment (With the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Kniga po trebovaniyu Publ., 2012, 352 p.