УДК 633.58.046 DOI: 10.25680/S19948603.2026.151.05

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ БОРОМ И МОЛИБДЕНОМ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА ДЕТЕРМИНАНТНЫХ СОРТОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

П.М. Конорев, к.с.-х.н., ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН»
127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, д. 4
konoreff.p@yandex.ru
Работа выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН № 126012715971-6

Приведены результаты сравнительной оценки эффективности влияния некорневых обработок бором и молибденом посевов детерминантных сортов люпина узколистного Деко 2 и Куршавель. Исследования проведены в 2020-2022 г. на полях селекционного севооборота Полевой станции РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. Схема опыта включала Деко 2–контроль (без обработки), Деко 2 + B, *Деко 2* + Mo, *Деко 2* + B + Mo, *Куршавель* + B, *Куршавель* + Mo, *Куршавель* + B + Mo. *Основное внимание уделялось таким показателям как продуктивность растений и посевные качества выращенных семян (всхожесть). Показано, что некорневые обработки детерминантных сортов люпина узколистного в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации положительно влияют прежде всего на продуктивность растений, особенно на фоне негативного воздействия высоких температур воздуха и недостатка влаги в уязвимые фазы вегетации.*

Ключевые слова: некорневая подкормка, люпин узколистный, детерминантные сорта, продуктивность растений, всхожесть, бор, молибден.

Для цитирования: *Конорев П.М.* Влияние некорневой обработки бором и молибденом на продуктивность и посевные качества детерминантных сортов люпина узколистного// Плодородие. – 2026. – №4. – С. 27-30. DOI: 10.25680/S19948603.2026.151.05.

Зерновые бобовые культуры чаще всего используют в сельскохозяйственном производстве в качестве источника растительного белка. Люпин выделяется среди других зернобобовых культур благодаря уникальному сочетанию биологических характеристик и химическому составу. Его основное преимущество – низкая требовательность к почвам, включая песчаные, при сохранении высокой урожайности и способности к повышению плодородия за счет азотфиксирующей способности растений [1, 2]. Но при возделывании, как в полевых, так и в селекционно-семеноводческих севооборотах важное значение имеют факторы, влияющие на семенную продуктивность. Поэтому внедрение элементов технологий, способствующих обеспечению семенами люпина узколистного, является важнейшей задачей, как для традиционного растениеводства, так и для первичного семеноводства [3, 5].

В питомниках, занимающихся размножением новых селекционных достижений, принято использовать специализированную агротехнику, адаптированную под конкретный сорт. В рамках совершенствования производственного процесса семеноводы оптимизируют ключевые технологические элементы. К числу таких элементов относится применение стимулирующих листовых подкормок, положительно влияющих на повышение семенной продуктивности сортов люпина узколистного [8]. Это касается обработок посевов в определенную фазу развития растений микроэлементами. У люпина это опрыскивание в фазе начала бутонизации бором и молибденом. Такие обработки положительно влияют на цветение и плодообразование, а также препятствуют процессу абортивности у растений под влиянием абиотических факторов, в частности, высокой температуры воздуха в период цветения. Это важно, потому что у люпина встречаются сорта детерминантного типа. Основными отличиями которых от классического морфотипа растений являются ограничение бокового ветвления и, как следствие, образование генеративных органов только на главном стебле. Именно на сортах детерминантного типа происходит наиболее значимое снижение семенной продуктивности растений под воздействием негативных факторов среды. Поэтому в первичном семеноводстве детерминантных сортов люпина узколистного используют элементы технологии возделывания, нивелирующие это явление [3].

Цель исследований – выявить влияние некорневых обработок посевов бором и молибденом на продуктивность и посевные качества семян у детерминантных сортов люпина узколистного Деко 2 и Куршавель в агробиологических условиях производства семян высоких репродукций в Нечерноземной зоне РФ.

Актуальность настоящего исследования определяется недостаточной изученностью вопроса, связанной с незначительным распространением в России сортов узколистного люпина, обладающих ограниченным ветвлением, и важностью задачи повышения урожайности люпина для быстрого увеличения его посевных площадей в данном регионе. Проводимые ранее исследования на индетерминантных сортах люпина узколистного по применению бора и молибдена были ориентированы в основном на обработку семян до посева. Кроме того, растянутый во времени период цветения на главной кисти и боковых ветвях нескольких порядков у ветвистых сортов не позволяет активно воздействовать обработкой микроэлементами на данный процесс.

Методика. Опыт проводился в 2020-2022 г., согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур Российской Федерации, на полях Полевой опытной станции РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева [10].

Опытная станция расположена в пределах Клинско-Дмитровской гряды. Ее рельеф – холмистая моренная

равнина, находящаяся на водоразделе рек Москвы и Яузы и возвышающаяся на 60 м над уровнем Москвы-реки. Для данного региона типичны дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы. В пахотном слое содержится около 2,5% гумуса и 81–107 мг K_2O/кг почвы (по Тюрину), 163–173 мг подвижного P_2O_5 (по Кирсанову), pH водной вытяжки 5,8–6,2 (определен посредством pH-метра МЕГЕОН 35280). Почвенные условия по уровню содержания гумуса, фосфора и калия соответствовали требованиям, предъявляемым данной культурой. Уровень бора и молибдена в почве на начало опыта был низкий. Учитывая, что на кислых почвах усвоение бора и молибдена растениями снижается, было принято, что содержание данных элементов в почве не сможет корректировать результаты некорневых обработок.

Опытная станция РГАУ – МСХА находится в центральном регионе России в условиях Нечерноземной зоны. Для данного региона характерен умеренно-континентальный климат с преобладанием юго-западных и западных ветров, с неоднородным равнинным рельефом.

Климат региона умеренно-теплый летом (июль, +17 °С) и холодный зимой (январь, -11 °С). Продолжительность безморозного периода от 120 до 140 дней, а интервал с положительными температурами 200–220 дней. Сумма активных температур достигает 1900–2000 °С.

Территория относится к зоне достаточного увлажнения с годовым количеством осадков 500–700 мм и коэффициентом увлажнения 1,1. Бóльшая часть осадков выпадает в жидком виде. Устойчивый снежный покров устанавливается в конце ноября, а его мощность к концу зимы достигает 40 см.

В опытах участвовали два детерминантных сорта люпина узколистного Деко 2 и Куршавель.

Сорт Деко 2 – разновидность albosiryngus. Растение средней высоты (55-60 см), прямостоячее, детерминантное. Масса 1000 зерен средняя – 120-130 г. Сорт скороспелый, характеризуется равномерным созреванием, предназначен для использования на зерно и зернофураж. Средняя урожайность зерна до 35 ц/га, зеленой массы 450-500 ц/га. Содержание белка в зерне 32% и более, алкалоидов менее 0,02%.

Сорт Куршавель – разновидность leocantus. Растение средней высоты (60-70 см), прямостоячее, детерминантное. Масса 1000 зерен средняя – 115-120 г. Сорт скороспелый, предназначен для использования на корм. Средняя урожайность зерна – до 30 ц/га, зеленой массы – 500-550 ц/га. Содержание белка в зерне 34% и более, алкалоидов – менее 0,05%.

Образцы размещались на делянках 5 м^2 в трехкратной повторности, норма высева 1,6 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили с шириной междурядья 15 см селекционной сеялкой СН-10Ц в оптимальные для данной зоны сроки. Категория используемых семян–оригинальные (питомник размножения 2-го года). Листовые обработки проводили в фазе начала бутонизации с использованием ручного опрыскивателя. Опрыскивание осуществляли как отдельно бором или молибденом, так и их смесью. Дозы препарата: B – 300 г/га, Mo – 200 г/га. При подготовке рабочего раствора использовали борную кислоту и гептамолибдат аммония. Для внесения смеси препаратов концентрация каждого элемента была на уровне монообработок. В качестве контроля использовали посевы сорта Деко 2 без обработки. В процессе вегетации отмечали сроки наступления фаз роста и развития растений. Уборку проводили при полном созревание растений. С пробных площадок (1 м^2) отбирали по 10 растений вручную для структурного анализа. Полученные опытные данные статистически обработаны [4]. Лабораторная всхожесть определялась по ГОСТу 12038-84 на влажном песке. Пробы семян отбирали из объединенной пробы по каждому варианту (по 50 шт. в трехкратной повторности).

Результаты и их обсуждение. Многочисленными исследованиями показана важность обеспеченности люпина питательными элементами для роста и развития растений в пиковые фазы вегетации. Из микроэлементов эта культура чаще всего реагирует на недостаток молибдена и бора. Молибден стимулирует образование клубеньков и формирование плодов и семян. Бор, наряду с калием, увеличивает интенсивность фотосинтеза, то есть прямо влияет на продуктивность растений. Участвующие в опыте сорта Деко 2 и Куршавель, имеют генетически обусловленное ограничение бокового ветвления. Эта особенность габитуса влияет на процесс формирования семенной продуктивности растений. У ветвистых форм она обеспечивается в большей степени урожаем с главной кисти, а также семенами, получаемыми на боковых ветвях первого и последующих порядков. Семенная продуктивность детерминантных растений суммируется из показателей главной кисти и генеративных органов, располагающихся непосредственно на основном стебле. Как правило, на эти конечные цифры, как в первом, так и во втором случаях, влияют погодные условия во время цветения: высокая температура воздуха и обеспеченность влагой [6, 7]. На рисунке 1 приведены данные среднесуточных температур по декадам в период вегетации растений в сравнении со средними многолетними показателями.

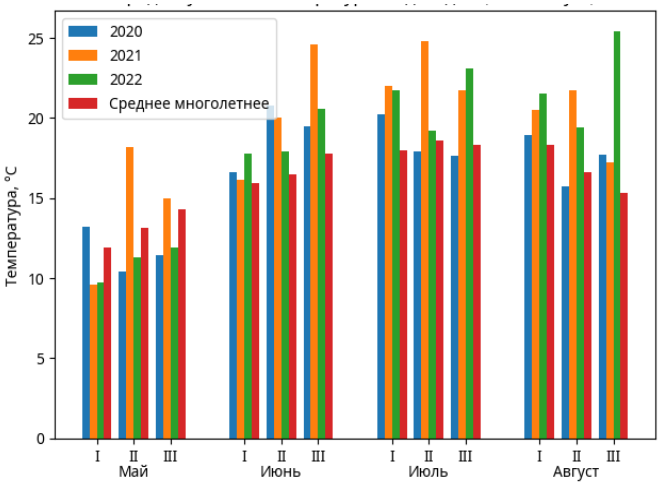


Рис. 1. Среднесуточные температуры по декадам в вегетационные периоды

Анализ температурных данных за годы исследований показывает в основном превышение среднемноголетнего уровня. Особенно отчетливо это проявилось в третьей декаде 2021 г. В это время растения проходили фазу цветения на фоне, близком к экстремальному температурному режиму. В 2020 и 2022 г. в пиковые фазы развития люпина суточные температуры воздуха были близки к оптимальным.

Обеспеченность влагой – важный фактор роста и развития растений люпина. На рисунке 2 показано количество осадков по декадам за вегетационный период 2020-

2022 г. В отличие от температуры во время проведения опытов проявилась высокая вариативность по количеству выпавших осадков, особенно в третью декаду июня. Уровень, близкий к нулю отмечен в 2022 г.

В целом погодные условия за время проведения исследований характеризовались значительными колебаниями по годам и пиковым фазам развития растений люпина. Это послужило хорошим фоном для изучения влияния некорневых подкормок бором и молибденом на продуктивность и посевные качества.

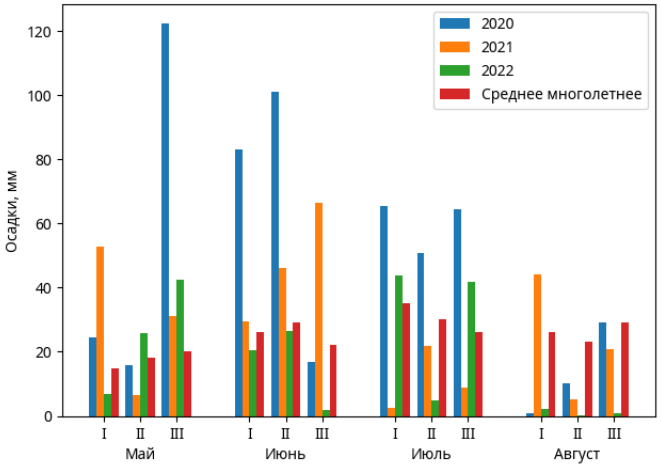


Рис. 2. Количество осадков по декадам в вегетационные периоды

Общая урожайность сельскохозяйственных культур есть слагаемое продуктивности отдельных растений и их количества на единице площади. Этот показатель обладает высокой вариативностью и зависит от абиотических и биотических факторов. В свою очередь продуктивность тоже признак, имеющий несколько составляющих. У люпина узколистного это число бобов, число семян и масса семян с 1 растения.

В таблице 1 приведены результаты структурного анализа растений разных вариантов обработки бором и молибденом в процессе вегетации. Сравнение различных листовых обработок проводили с образцом Деко 2 (контроль), который не подвергался обработке. Анализируя признаки, определяющие семенную продуктивность у люпина узколистного, можно отметить, что в основном, они превышают контроль. Максимальное число бобов с 1 растения, в среднем за три года, отмечено у сорта Куршавель в варианте молибден. Вариант этого сорта бор + молибден показал наибольшее число семян с 1 растения. Масса семян с 1 растения в среднем за три года исследований была наибольшей у сорта Куршавель в вариантах молибден и бор + молибден. Если давать сравнительную оценку элементам структуры урожая у сортов люпина узколистного, можно отметить, что сорт Куршавель был более отзывчив на некорневые подкормки бором и молибденом. Одним из факторов, объясняющих это, является менее жесткая степень ограничения бокового ветвления у этого сорта. У сорта Куршавель семена в некоторые годы могут образовываться на укороченных ветвях 1-го порядка.

1. Биометрический анализ сортов люпина узколистного

Вариант	Число бобов с 1 растения				Число семян с 1 растения				Масса семян с 1 растения, г			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	сред-нее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	сред нее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	сред-нее
1. Деко 2 –контроль	4,6	5,8	5,6	5,3	22,3	29,1	21,1	24,2	2,5	3,1	2,2	2,6
2. Деко 2 + бор	5,3	6,0	6,1	5,8	23,1	22,5	23,6	23,1	2,1	2,5	2,5	2,4
3. Деко 2 + молибден	5,3	7,6	7,4	6,8	27,4	33,8	33,9	31,7	3,1	3,6	3,8	3,5
4. Деко 2 + бор/молибден	6,8	8,1	8,0	7,6	33,6	39,1	39,8	37,5	3,9	5,2	4,9	4,7
5. Куршавель + бор	9,0	8,8	9,3	9,0	30,5	28,4	27,4	28,8	3,2	3,6	2,9	3,2
6. Куршавель + молибден	11,4	10,4	14,0	11,9	41,4	33,8	50,5	41,9	6,8	6,2	7,5	6,8
7. Куршавель + бор/молибден	8,7	12,6	11,3	10,9	37,9	49,2	40,5	42,5	6,2	7,6	6,1	6,6
НСР$_{05}$				1,7				8,4				0,9

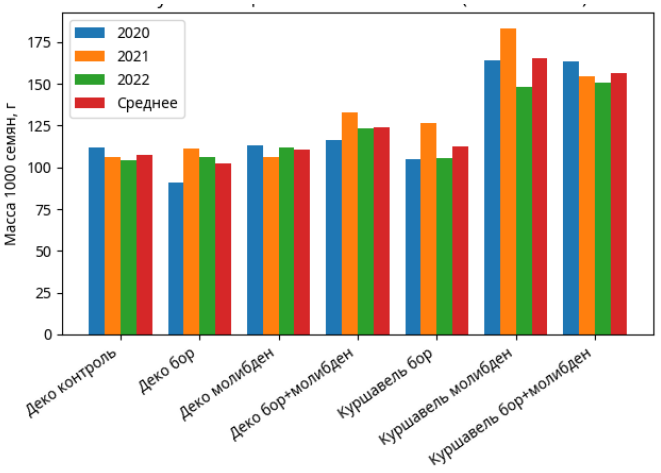


Рис. 3. Масса 1000 семян сортов люпина узколистного

Массу 1000 семян у люпина узколистного определяют при структурном анализе растений как расчетный признак. Она может использоваться как селекционно-семеноводческий признак для отбора элитных растений, а так же при расчете весовой нормы высева [9]. На рисунке 3 приведены результаты оценки образцов по массе 1000 семян в 2020-2022 г. Анализ графиков показывает относительную стабильность проявления признака у сорта Деко 2 (контроль и все варианты обработок), а также у сорта Куршавель + бор. У сорта Куршавель при обработке молибденом и бором совместно с молибденом наблюдалось превышение массы 1000 семян над стандартом Деко 2 (контроль).

Наряду с урожайностью при оценке выращенных семян высоких репродукций большое значение имеют их посевные качества. Основным показателем кондиционности является лабораторная всхожесть. Существует ГОСТ 12038-84 по определению всхожести у семян сельскохозяйственных культур, что подчеркивает значение признака. Для оригинальных семян люпина узколистного он составляет не менее 87%. Можно предположить, что листовые подкормки растений люпина бором и молибденом в вегетацию могут влиять на всхожесть выращенных семян, выступая стимуляторами как семяобразования вообще, так и физиологических процессов

непосредственно в семенах. Некоторые исследователи установили, что больший «стартовый запас» питательных веществ в семенах с высокой массой 1000 семян может положительно влиять на их полевую всхожесть. Но признак «масса 1000 семян» из-за стабильности проявления при выращивании используют в селекции и семеноводстве люпина при отборе элиты.

Результаты анализа семян сортов люпина узколистного на всхожесть от разных комбинаций некорневых обработок представлены в таблице 2. Все варианты продемонстрировали высокие средние значения этого показателя за 2020-2022 г. При этом все образцы сохранили высокое качество семенного материала для категории оригинальных семян – ГОСТ Р 52325-2005 (всхожесть не менее 87%).

2. Всхожесть семян сортов люпина узколистного

Вариант	Всхожесть, %			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	В среднем
1. Деко 2 (контроль)	98,0	94,0	98,0	96,7
2.Деко 2 + бор	91,0	90,7	93,0	91,6
3.Деко 2 + молибден	95,1	94,0	92,0	93,7
4.Деко 2 + бор+молибден	90,0	95,0	92,0	92,3
5.Куршавель + бор	92,3	94,7	91,0	92,7
6.Куршавель + молибден	90,3	94,7	91,3	92,1
7.Куршавель + бор + молибден	94,6	95,8	97,6	96,0
$НСР_{05}$	3,6			

Некорневые подкормки, исходя из результатов вариантов опыта по определению всхожести полученных семян, не оказали влияния на данный показатель, так как наивысший средний показатель за 2020-2022 г. был у варианта без обработок – Деко 2 (контроль). Можно предположить, что значительное влияние, практически за все годы проведения опытов, оказали метеорологические факторы, как в период проведения обработок, так и при созревании семян.

Выводы. В условиях Нечерноземной зоны установлено, что некорневые обработки детерминантных сортов люпина узколистного B и Mo воздействуют, прежде всего, на потенциал продуктивности растений. Полученные результаты подтверждают важность этого технологического мероприятия, особенно при погодных стресс-факторах. Наибольший эффект наблюдается при обработке смесью B и Mo в фазе начала бутонизации растений. Для рекомендации по включению этих обработок в общую агротехнику с целью получения семян высоких репродукций, необходимо проведение производственных опытов в условиях первичного семеноводства. При проведении таких исследований будет возможно оценить экономическую эффективность применения некорневых обработок растений люпина узколистного бором и молибденом в условиях реального технологического процесса.

Литература

1. *Агеева П.А., Матюхина М.В., Почутина Н.А.* Селекция узколистного люпина в центральном регионе Нечернозёмной зоны России // Фундаментальные основы управления продукционным процессом для повышения экономической и энергетической эффективности АПК: материалы конф. (Орел, 5–6 декабря 2018 года). – Орел: ФГБНУ ФНЦ ЗБК, 2019. – С. 5–8.
2. *Анохина В.С., Дебелый Г.А., Коноров П.М.* Люпин: селекция, генетика, эволюция. – Минск: БГУ, 2012. - 271 с.
3. *Воронова З. П., Дебелый Г.А.* Особенности формирования вегетативной и генеративной сфер у различных форм кормового узколистного люпина в связи с селекцией на скороспелость // Сельскохозяйственная биология. – 1995. – № 6. – С. 112–118.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – Изд. 4-е, перераб. и дополн. – М. : Колос, 1985. – 351 с.
5. *Емелев С. А., Лыбенко Е. С., Курбанов Р. Ф.* Использование сортов люпина узколистного для регенерации (восстановления) почвы в условиях Кировской области // Проблемы плодородия почв в современном земледелии. – 2024. – С. 191–194.
6. *Персикова Т.Ф., Цыганов А.Р., Какшинцев А.В.* Продуктивность люпина узколистного в условиях Беларуси. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – 176 с.
7. *Практикум* по селекции и семеноводству полевых культур: учебное пособие./Пыльнев В. В., Коновалов Ю. Б., Хупацария Т. И. и др. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 448 с.
8. *Сидорова Л.А.* Влияние бора на урожайность и качество масличных культур // Агрохимия. – 2021. – № 4. – С. 35-42.
9. *Такунов И. П., Слесарева Т. Н.* Смешанные посевы белого люпина с зерновыми культурами // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сборник научных трудов ФГБНУ ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – 2017. – Вып. 15. – С. 100–106.
10. *Федин М. А.* Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комиссии по сортоиспытанию с.-х. культур при Министерстве сельского хоз-ва СССР. – М. – Вып. 1. – 1985. – 267 с.

UDC633.58.046

FOLIAR BORON AND MOLYBDENUM AFFECTING PRODUCTIVITY AND SEED QUALITY OF DETERMINATE NARROW-LEAFED LUPIN *(LUPINUSANGUSTIFOLIUS L.)*

P. M. Konorev, PhD in Agricultural Sciences
Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences
4 Botanicheskaya St., Moscow, 127276, Russia
konoreff.p@yandex.ru

This study compares the efficacy of foliar boron (B) and molybdenum (Mo) applications on two determinate narrow-leafed lupin (Lupinusangustifolius L.) varieties, Deco 2 and Courchevel. Field experiments were conducted in 2020-2022 within the breeding crop rotation at the Field Station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (RSAU-MTAA). The treatments included Deco 2 (untreated control), Deco 2+B, Deco 2+Mo, Deco 2+B+Mo, Courchevel+B, Courchevel+Mo, and Courchevel+B+Mo. Plant productivity and subsequent seed quality, specifically germination rate, were primarily evaluated. The results demonstrate that micronutrient treatments enhance plant productivity in the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation. This positive effect was particularly pronounced in mitigating the adverse impacts of high ambient temperatures and moisture deficits during vulnerable growth stages.

Keywords: foliar application, narrow-leafed lupin, determinate varieties, plant productivity, germination, boron, molybdenum.