



УДК 631.81.095.338:633.367.3

## ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН, МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЛЮПИНА БЕЛОГО В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

**В.Н. Наумкин**  
**А.С. Шульпеков**  
**Т.И. Старикова**

Белгородская государственная  
сельскохозяйственная академия,  
Россия, 308503, Белгородский  
район Белгородская область,  
пос. Майский, ул. Вавилова, 1  
E-mail: nfo@bsaa.edu.ru

Данная работа посвящена молекулярно-генетическому изучению сортогенетической структуры и полиморфизма по ретротранспозонам и микросателлитным локусам сортообразцов сахарной, кормовой, столовой и полусахарной свёклы и внутривидовых гибридов с их участием. Показаны отличительные черты организации генома у образцов сахарной и кормовой свёклы по микросателлиту Bvv 48.

Ключевые слова: сахарная, столовая и кормовая свёкла, ПЦР-анализ, микросателлиты

### Введение

Одной из главных проблем современного аграрного производства юго-западной части Центрально-Черноземного региона является полное обеспечение возрождающего животноводства высокобелковыми кормами при поддержании и воспроизводстве плодородия черноземных почв. В условиях рыночной экономики большое значение отводится зерновым бобовым культурам, как основного источника обогащения кормов дешевым растительным белком. Одной из высокобелковых культур, дающих высокие урожаи на средних и низких по плодородию почвах без внесения минеральных удобрений, является кормовая люпин.

Сложившаяся ситуация в современном отечественном земледелии, характеризующаяся деградацией агроландшафтов, высокими ценами на энергоносители и средства химизации, финансовыми трудностями предприятий, отсутствием бюджетных ассигнований, вынуждает искать альтернативные приемы хозяйствования. Поэтому важным направлением в интенсификации адаптивных технологий возделывания зерновых бобовых культур, в том числе и люпина белого, является разработка эффективного применения бактериальных препаратов, микроудобрений и современных регуляторов роста растений – существенных факторов повышения их продуктивности [1, 2].

Внедрение люпина белого в новых сельхозпредприятиях региона в значительной степени может быть осуществлено посредством интродукции высокопродуктивных сортов люпина белого и разработки для них малозатратных агроприемов и, прежде всего на основе инокуляции семян, рационального питания растений, использование ризоторфина, микроудобрений, регуляторов роста и совместное их применение под люпин белый на черноземных почвах юго-западной части Центрально-Черноземного региона, в том числе и Белгородской области (содержание молибдена и кобальта в почве в 2 раза ниже нормы) не изучено и остается актуальной задачей современного адаптивного растениеводства.

### Цель и задание

Целью наших исследований было изучить влияние факторов внешней среды, эффективность действия инокуляции семян в сочетании с применением микроудобрений и регулятора роста растений Лариксин, способствующих максимальной реализации биологического потенциала люпина белого, формирование валового урожая и качества семян в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

### Материал и методы

Исследования по влиянию инокуляции семян люпина белого, бактериальным препаратом *Rhizobium lupini* штамм 367а, микроэлементов молибдена и кобальта, регулятора роста лариксина проводили в 2009–2010 годах в полевых и лабораторных опытах кафедры селекции, семеноводства и растениеводства Белгородской государственной сельскохозяйственной академии и лабораториях ВНИИ люпина.

Почва опытного участка чернозем обыкновенный среднемогучий, среднегумусовый, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое – 4.54%, рН солевой вытяжки 6.7 содержание легкогидролизуемого азота – 137.2 мг/кг, подвижного фосфора – 138.0, обменного калия – 126.0 мг/кг почвы.

Полевые опыты закладывали согласно существующим методическим рекомендациям. Площадь учетной делянки 20 м<sup>2</sup>, размещение систематическое. Посев проводили в оптимальные сроки (при температуре почвы 6–7°C). Норма высева – 1.3 млн.шт. всхожих семян. Люпин белый сорт Деснянский высевали зерновой сеялкой СН-16 с междурядьями 15 см.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений люпина проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [3].

Высоту растений и накопление сухого вещества определяли на 20 типичных растениях с каждой делянки по фазам развития. Уборку урожая проводили по делянкам, однофазным способом комбайном Сампо-1250.

Биоэнергетическую эффективность рассчитывали, по методике Волгоградского СХИ [4], а статистическую обработку урожайных данных, методом дисперсионного анализа [5].

### Результаты и обсуждение

Климатические условия во время проведения исследований по изучению эффективности действия инокуляции семян, микроэлементов и регулятора роста растений лариксина на формирование урожайности и качества зерна люпина белого отличались дефицитом выпавших осадков на фоне высоких среднесуточных температур.

В 2009 г. осадков за период апрель–август выпало 120.3 мм, что на 157 мм или 2.3 раза меньше средних многолетних данных.

Условия 2010 года характеризовались еще более жаркой и сухой погодой. За период апрель–август осадков выпало 171.3 мм, что на 105.5 мм меньше средних многолетних данных. Дефицит влаги при избытке тепла, отмеченный на протяжении всей вегетации растений люпина привел к значительному недобору урожая.

Наблюдения за линейным ростом растений люпина белого в 2009–2010 гг. показали, что несмотря на высокие температуры, атмосферную и почвенную засуху рост растений в высоту изменялся в зависимости от инокуляции семян, использования микроэлементов и регулятора роста, а эффект от их применения проявлялся с фазы ветвления растений (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние инокуляции, обработки микроэлементами и регулятором роста на линейный рост растений люпина белого (среднее за 2009–2010 гг.)**

Вариант	Высота растений в фазу, см				
	нарастания листьев	ветвления	бутонизации	цветения	образования бобов
Естественный фон (контроль)	9.1	17.5	22.9	32.9	44.4
Фон + Штамм	9.4	18.6	24.8	35.2	46.1
Фон + Штамм + Мо	9.8	19.8	26.0	36.4	47.9
Фон + Штамм + Со	9.6	19.4	25.8	36.1	47.4
Фон + Штамм + Мо+Со	9.9	19.8	26.5	36.5	48.3
Фон + Штамм + РРВ	9.3	19.3	25.3	35.1	45.9



Округление табл. 1

Фон + Штамм +Мо+Лариксин	10.4	20.8	28.0	38.6	51.7
Фон + Штамм +Со+Лариксин	10.3	20.6	28.2	38.8	51.5
Фон + Штамм +Мо+Со+Лариксин	10.7	21.2	29.2	40.1	52.9
Среднее по фазам вегетации	9.8	19.7	26.3	36.6	48.4

В вариантах с комплексным использованием инокуляции бактериальным препаратом *Rhizobium lupini* штамм 367а в сочетании с микроэлементами молибденом и кобальтом, регулятором роста Лариксин во все фазы вегетации высота растений была выше, чем на контрольном варианте и на всех других вариантах с инокуляцией семян штаммом 367а.

В фазу цветения высота растений по вариантам Фон+штамм 367а+Мо; Фон+штамм 367а+Со и Фон+штамм 367а+Мо+Со составила 36.1–36.5 см, тогда как на контроле и варианте Фон+инокуляция семян штаммом 367а – 32.9 и 35.2 см соответственно.

Наибольшую высоту у растений люпина белого отмечали в варианте с комплексным использованием инокуляции семян, микроэлементов и регулятора роста – 38.6–40.1см, что на 14.8–18.0% выше контроля. Такая же тенденция сохранилась в последующую фазу образования бобов.

В формировании урожайности люпина значительная роль принадлежит накоплению воздушно-сухого вещества растений люпина белого (табл. 2).

Данные динамики накопления воздушно сухого вещества растений свидетельствуют об эффективном воздействии комплексного использования инокуляции семян, микроэлементов и регулятора роста во все фазы вегетации люпина белого.

Таблица 2

**Влияние инокуляции, обработки микроэлементами и стимулятором роста на накопление воздушно-сухого вещества растениями люпина белого (среднее за 2009–2010 гг.)**

Вариант	Масса одного растения в фазу, г				
	нарастания листьев	ветвления	бутонизации	цветения	образования бобов
Естественный фон (контроль)	0.6	1.9	4.2	21.5	42.4
Фон + Штамм	0.6	2.0	4.4	22.0	43.4
Фон + Штамм +Мо	0.7	2.2	4.6	22.3	44.4
Фон + Штамм +Со	0.7	2.1	4.5	22.1	44.2
Фон + Штамм +Мо+Со	0.7	2.3	4.7	22.7	44.9
Фон + Штамм +Лариксин	0.6	2.0	4.4	22.4	43.8
Фон + Штамм +Мо+ Лариксин	0.8	2.4	4.8	22.6	45.8
Фон + Штамм +Со+ Лариксин	0.8	2.3	4.7	23.0	45.7
Фон + Штамм +Мо+Со+ Лариксин	0.9	2.5	4.9	24.3	48.8
Среднее по фазам вегетации	0.7	2.2	4.6	22.5	44.8

Предпосевная обработка семян в варианте Фон+штамм+Мо+Со+Лариксин, в среднем за два года исследований, обеспечила наибольшую величину воздушно-сухого вещества растений люпина белого во все фазы вегетации: нарастание листьев – 0.9 г, ветвление – 2.5 г, бутонизация – 4.9 г, цветение – 24.3 г и образование бобов – 48.8 г. Раздельное применение препаратов и микроэлементов было менее эффективно и снижало прирост воздушно-сухого вещества растений люпина белого. Урожайность является интегрирующим показателем влияния комплекса агротехнических приемов на произрастание растений.

Результаты исследований показали, что сложившиеся погодные условия 2009–2010 гг. и изучаемые варианты предпосевной обработки семян неоднозначно

влияти на урожайность люпина белого сорта Деснянский. Урожайность зерна во всех вариантах опыта была не высокой от 1.39 до 2.03 т/га (табл. 3).

При изучении влияния предпосевной подготовки семян отмечали четкую закономерность повышения урожайности люпина на вариантах опыта с инокуляцией семян и микроудобрениями 1.78–1.80 т/га. Прибавка составила 0.40–0.42 т/га или 28.5–29.9%. Инокуляция семян обработка микроэлементами и регулятором роста Лариксином способствовали повышению урожайности семян люпина белого до 1.95–2.07 т/га или на 40.43–49.46%. Максимальную урожайность зерна люпина в среднем за два года 2.07 т/га получили в варианте Фон+штамм 367а+Мо+Со+Лариксин.

Качество семян люпина белого в засушливых условиях так же зависело от инокуляции семян, вносимых микроэлементов и регулятора роста Лариксин. Содержание сырого белка увеличивалось от 36.4% до 38.6%, тогда как на контрольном варианте его содержание составило лишь 35.4%.

Содержание сырого жира в семенах люпина белого составило 7.6–7.9 % и практически не различалось по вариантам опыта.

Содержание алкалоидов в семенах люпина белого в этих условиях было низким и варьировало по вариантам опыта от 0.086 до 0.150%. Наименьшее содержание алкалоидов отмечено на контрольном варианте.

Следовательно, использование инокуляции семян, микроэлементов и регулятора роста даже при крайне неблагоприятных условиях развития растений дают возможность получать довольно хорошие урожаи зерна люпина в условиях Центрально-Черноземного региона.

Таблица 3

**Влияние инокуляции, обработки микроэлементами и стимулятором роста на урожайность и качество семян люпина белого (среднее за 2009–2010 гг.)**

Вариант	Урожайность, т/га	± к контролю		Сырой белок, %	Сырой жир, %	Алкалоиды, %
		т/га	%			
Естественный фон (контроль)	1.39	-	-	35.4	7.7	0.086
Фон + штамм 367а	1.51	0.12	8.6	36.4	7.7	0.107
Фон + штамм 367а+Мо	1.80	0.42	29.9	37.1	7.6	0.110
Фон + штамм 367а+Со	1.78	0.40	28.5	36.7	7.7	0.131
Фон + штамм 367а+Мо+Со	1.80	0.42	29.9	37.7	7.9	0.095
Фон + штамм 367а+Лариксин	1.63	0.25	17.6	37.1	7.7	0.134
Фон + штамм 367а+Мо+ Лариксин	1.95	0.56	40.4	38.1	7.7	0.104
Фон + штамм 367а+Со+ Лариксин	2.03	0.64	46.2	38.4	7.9	0.115
Фон + штамм 367а+Мо+Со+ Лариксин	2.07	0.69	49.4	38.6	7.9	0.150
НСР <sub>05</sub>	0.12					

Интенсификация производства люпина белого сопровождается ростом энергоемкости продукции. Для ее снижения применяется биоэнергетическая оценка агротехнических приемов производства люпина, которая предусматривает определенное соотношение затрат совокупной энергии и энергии накопленной урожаем.

На производство продукции расходуется не только энергия солнечной радиации, потребляемая растениями в процессе фотосинтеза, но и энергия, используемая для инокуляции семян и применения микроэлементов и регулятора роста.

Наиболее высокую ценность урожая зерна по обменной энергии в среднем за 2009–2010 гг. получено на вариантах, включающих инокуляцию семян, применение микроэлементов и регулятора роста Лариксин – 28.2–30.1 ГДж/га. Накопленная в урожае зерна энергия снижалась при инокуляции семян до 21.0 ГДж/га и при



обработке Лариксином до 20.7 ГДж/га и при совместном использовании инокуляции семян и микроудобрений до 24.9 ГДж/га.

Затраты энергии на производство люпина свидетельствует о том, что наименее энергоёмким был контрольный вариант без инокуляции семян и составил 20.1 ГДж/га, а наиболее энергоёмким с инокуляцией семян, обработкой их микроэлементами и регулятором роста – 30.1 ГДж/га, однако чистый энергетический доход (прирост общей энергии) также был наибольшим 13.65 ГДж/га на этом же варианте.

Оценивая эффективность вариантов возделывания люпина по биоэнергетическому коэффициенту следует отметить, что наиболее высоким он был при инокуляции семян с совместным применением микроудобрений и регулятора роста. Он составил 1.75–1.86, что выше, чем контрольном варианте без обработки семян – 1.33.

### Выводы

Приемы возделывания люпина белого оказали заметное влияние на рост, развитие и продуктивность этой культуры. Использование инокуляция семян с применением микроудобрений молибдена и кобальта с регулятором роста Лариксин способствовали более быстрому линейному росту, накоплению воздушно-сухого вещества и продуктивности растений.

Наибольшая урожайность зерна люпина белого была получена на варианте с инокуляцией семян, обработкой их микроудобрениями молибденом и кобальтом, регулятором роста Лариксином – 1.92 т/га, что на 38.1% больше, чем на контроле.

Инокуляция семян штаммом в сочетании с микроудобрениями молибденом и кобальтом, регулятором роста Лариксином способствовали повышению содержания сырого белка, накоплению обменной энергии агроценозом люпина в процессе вегетации. Энергетический коэффициент возделывания люпина при этом составил 1.75–1.86, что выше на контрольном варианте 1.33 и варианте с одной инокуляцией семян 1.42.

### Список литературы

1. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В. Белый люпин – перспективная кормовая культура // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 10. – С. 49–51.
2. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Сергеева В.А. Перспективы культуры люпина в Центрально-Черноземном регионе // Достижения науки и техники АПК. – 2009.– № 1. – С. 27–29.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 248 с.
4. Коринец В.В., Козленко В.Н., Козловцев А.Ф. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур. – Волгоград, 1985. – 30 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

## EFFECT OF INOCULATION OF SEEDS, MICRONUTRIENTS AND GROWTH REGULATORS ON YIELD AND QUALITY OF THE GRAIN OF WHITE LUPIN IN THE SOUTHWESTERN PART CENTRAL BLACK EARTH REGION

**V.N. Naumkin**  
**A.S. Shulpekov**  
**T.I. Starikova**

*Belgorod State Agricultural Academy,  
Vavilova St., 1, Settl. Majsky, Belgorod  
Dist., Belgorod Reg, 396030, Russia  
E-mail: drroshik@gmail.com*

The influence of bacterial drug *Rhizobium Lupini* strain 367a, trace elements molybdenum and cobalt, growth regulator Larixin on linear growth, the accumulation of air dry matter, yield and seed quality and power efficiency of white lupine in the Central Black Earth region was revealed.

Key words: white lupine, inoculation of seeds, micronutrients, growth regulators, plant height, dry matter, yield, energy efficiency.