

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ПОД БЕЛЫЙ ЛЮПИН, ВЫРАЩИВАЕМЫЙ НА НЕУДОБРЕННОЙ ПОЧВЕ

*В.И. Титова, д.с.-х.н., Е.В. Дабахова, д.с.-х.н., Е.О. Титова, Нижегородская ГСХА,*

*Д.Ю. Макаров, к.с.-х.н., МСХ РФ, А.С. Цыгуткин, к.с.-х.н., РГАУ-МСХА*

*Дана оценка эффективности использования в посевах белого люпина микробиологического препарата, проведенная путем учета показателей, характеризующих общее развитие растений (плотность посева, высота стеблестоя, наступление фаз развития). Показана продуктивность агроценоза (урожайность и сбор сырого протеина с единицы площади) люпина при выращивании его без внесения минеральных удобрений.*

*Ключевые слова: белый люпин, микробиологический препарат, урожайность, содержание и вынос сырого протеина.*

В Нечерноземной зоне России белый люпин является перспективной культурой, позволяющей решать белковую проблему в кормопроизводстве [1, 3, 10]. Эта культура вызывает интерес сельхозтоваропроизводителей, так как обеспечивает высокий урожай надземной зеленой биомассы и зерна [7, 8]. С этой точки зрения важно продвижение белого люпина на территории, где он не произрастал из-за несоответствия биологических требований (к тепло- и влагообеспеченности) существующих сортов люпина возможностям территории. В настоящее время такие сорта созданы, но их внедрение в сельскохозяйственную практику новых регионов возделывания должно сопровождаться научными исследованиями в контролируемых условиях и производственными испытаниями.

Цель исследований - сравнительное изучение сортов белого люпина и их отзывчивости на инокуляцию семян препаратом, содержащим бактерии рода *Rhizobium*.

**Методика.** Исследования проведены в естественных условиях свето- и теплообеспеченности, при оптимальной влагообеспеченности. Изучали сорта белого люпина селекции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева последних лет включения в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [4]. Сорта различаются не только по продуктивности, но и по архитектонике посевов: Мановицкий относится к четвертому типу (имеет до 4 боковых побегов), Дега – к третьему типу (2-3 боковых побега), Гамма – ко второму (1- 2 боковых побега) и Детер 1 – к первому типу (не имеет боковых побегов) [3]. В качестве стандарта для сравнения сортов между собой использовали

сорт Мановицкий. Микрополевым опытом в 4-кратной повторности проведен на вегетационной площадке кафедры агрохимии и агроэкологии НГСХА в течение 2013-2014 гг. Учетная площадь делянки 1,57 м<sup>2</sup> (125 x 125 см). На делянку высевали по 95 семян. Почва - светло-серая лесная легкосуглинистая. Содержание гумуса 1,3%, подвижных соединений фосфора и калия 79 и 126 мг/кг соответственно, рН<sub>KCl</sub> 5,1, сумма поглощенных оснований 11,4 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 84%.

Эксперимент предполагал изучение возможности выращивания люпина на почве без внесения удобрений с предпосевной обработкой семян микробиологическим препаратом разновидности Ризоторфин – Ризобиум (фон МБП – вар. 5-6) или без обработки семян МБП (контроль – вар. 1-4). Все работы по уходу за растениями проведены в соответствии с биологическими требованиями люпина и методики опытного дела [2, 9]. Уборку выполняли вручную: растения срезали на уровне почвы с учетной площади делянки и сразу взвешивали (сырая надземная масса растений), затем их разделяли на бобы и прочую зеленую массу (стебли, листья) и также взвешивали. После сушки из бобов извлекали зерно, массу которого учитывали отдельно. Створки от бобов соединяли вместе с сухой массой стеблей и листьев и в дальнейшем учитывали как побочную продукцию в сухой массе.

Анализ почвенных образцов выполнен в лабораториях Нижегородской ГСХА: рН<sub>KCl</sub> – по ГОСТ 26483-85; гидролитическая кислотность – ГОСТ 26212-91; сумма поглощенных оснований – ГОСТ 27821-88; ёмкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями – расчетным методом; подвижные соединения фосфора и калия – ГОСТ Р 54650-2011; содержание гумуса – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, извлечение из ГОСТ 26213-91. Анализ растительных образцов выполнен в ЦАС «Нижегородский» с использованием следующих методов: содержание азота по ГОСТ 13496.4-93 с дальнейшим пересчетом в сырой протеин (коэффициент 6,25); содержание алкалоидов – по ГОСТ 12043-88.

Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием метода дисперсионного

анализа [5] при помощи программного пакета Microsoft Office Excel 2003 г.

**Результаты и их обсуждение.** Общая продолжительность периода вегетации разных сортов люпина 112 дней, а длительность прохождения отдельных фаз развития в целом соответствовала физиологическим нормам: фаза бутонизации длилась почти 3 нед, фазы цветения и образования бобов – такое же время, рост плодов – 2 нед. Пик накопления вегетативной массы, отмечаемый в фазе выполненных бобов, пришелся на конец июля.

При оценке продуктивности растений очень важный показатель – плотность посева, в производственных условиях определяемая нормой высева семян. В опыте посев был проведен нормой высева из расчета 50 растений/м<sup>2</sup> на дату посева, с тем, чтобы к уборке число растений на единице площади (1 м<sup>2</sup>) было не ниже 40. Результаты учета плотности

посева по датам определения в 2014 г. приведены в таблице 1.

Сорт Детер 1 показал низкую всхожесть – в 2 раза меньшую, чем все остальные изучаемые сорта (Мановицкий, Гамма, Дега). К концу вегетации число растений на делянке несколько выросло, но плотность посева не достигла планируемой. Наибольшая плотность посева к концу фазы бутонизации у сортов Гамма и Дега, которая сохранилась и к уборке. Обработка семян люпина МБП перед посевом положительно влияла на густоту стояния растений. При этом на сорте Гамма это влияние отмечено в фазе бутонизации, а на сорте Детер 1 – в период всходов. К уборке белый люпин сорта Гамма сформировал требуемую густоту стояния растений (50 раст/м<sup>2</sup>), сорта Мановицкий и Дега – в пределах оптимальной (39 раст/м<sup>2</sup>), а сорт Детер 1 – несколько ниже оптимальной (32 раст/м<sup>2</sup>).

**1. Плотность растений по фазам развития белого люпина, раст/м<sup>2</sup>**

Сорт	Контроль					МБП				
	29.05	06.06	17.06	27.06	12.09	29.05	06.06	17.06	27.06	12.09
Мановицкий	50	52	57	54	50	62	72	73	71	61
Гамма	58	76	71	73	73	58	78	78	79	79
Дега	53	69	70	68	63	65	65	68	68	61
Детер1	24	25	27	28	36	43	49	48	47	50

Немаловажным показателем физиолого-биологического развития растений является высота стеблестоя. Данные учета прироста растений в высоту за вегетационный период 2014 г. приведены в таблице 2.

**2. Динамика высоты растений белого люпина, см**

Сорт	Контроль				МБП			
	30.06	12.07	26.07	12.09	30.06	12.07	26.07	12.09
Мановицкий	31	75	93	93	32	80	94	97
Гамма	34	74	85	89	34	74	90	91
Дега	29	65	79	78	32	81	108	111
Детер 1	29	56	86	96	33	82	101	107

Установлено, что белый люпин обладает высокой скоростью роста: за 2 нед (с 30.06 по 12.07.) в фазе конца бутонизации – начала цветения все сорта люпина (за исключением сорта Детер 1 без МБП) дали прирост в высоту

более чем в 2 раза. Обработка семян биопрепаратом стала дополнительным стимулом прироста растений в высоту, а сорт Детер 1 показал наибольшую интенсивность роста: в варианте 8 разница в высоте растений между двумя датами (30 июня и 12 июля) составила 149%, а в варианте 4 (Детер 1 без обработки МБП) – 93%. В течение следующих двух недель растения продолжали расти менее интенсивно. Максимальный прирост при этом также отмечен у сорта Детер 1 – разница в высоте растений в варианте 4 между датами учета 12 и 26 июля составила 54%. Величина прироста растений в высоту для других сортов за этот период колебалась от 15 до 33% в сравнении с предыдущей датой учета. К моменту уборки растения двух сортов белого люпина – Дега и Детер 1 превысили высоту 100 см: сорт Детер 1 – на 7 см, а Дега – на 11 см.

Во все даты учета отмечено, что обработка семян белого люпина перед посевом микробиологическим препаратом способствовала росту растений в высоту. Максимальное влияние препарат оказал на растения сортов Дега (на дату уборки разница в высоте между растениями в вариантах 3 и 7 составила 33 см и Детер 1 (разница между вариантами 4 и 8-11 см).

Результаты учета надземной массы на дату уборки люпина приведены в таблице 3. Данные свидетельствуют, что максимальную урожайность стеблелистовой массы при

выращивании на удобренной почве показал сорт Детер 1. Урожайность бобов была выше, чем у сорта-стандарта Мановицкий, у сортов Дега и Детер 1 (разница с вариантом сравнения 85 и 72% соответственно).

Инокуляция семян микробиологическим препаратом способствовала нарастанию зеленой массы по всем сортам, но наибольший ее сбор получен по сорту Дега (1124 г/м<sup>2</sup>, или 60% к соответствующему варианту без внесения МБП). Прибавка урожайности зеленых бобов от инокуляции семян биопрепаратом также получена на всех изучаемых сортах, а максимума она достигла на сорте Дега – 606 г/м<sup>2</sup> (34% прибавки по отношению к соответствующему варианту без предпосевной обработки семян бактериальным препаратом). Суммарный сбор надземной фитомассы при выращивании белого люпина на удобренной светло-серой лесной легкосуглинистой почве в целом был невысок. Максимальную продуктивность показали сорта Детер 1 и Дега, причем общий сбор биомассы выше у Детера 1, а доля бобов в фитомассе - у сорта Дега.

### 3. Влияние биопрепарата на структуру урожайности зеленой массы белого люпина (среднее за 2013-2014 гг.)

Сорт	Стеблелистовая масса					Зеленые бобы				
	сред- нее, г/м <sup>2</sup>	+ к вар. 1; 5		+ от МБП		сред- нее, г/м <sup>2</sup>	+ к вар. 1; 5		+ от МБП	
		г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%		г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Контроль										
1. Мановицкий	1975	-	-	-	-	1025	-	-	-	-
2. Гамма	1792	183	9	-	-	1028	3	0	-	-
3. Дера	1889	-86	-4	-	-	1761	736	72	-	-
4. Детер1	2527	552	28	-	-	1894	869	85	-	-
МБП										
5. Мановицкий	2619	-	-	644	33	1410	-	-	385	38
6. Гамма	2325	-294	-11	533	30	1492	82	6	464	45
7. Дера	3013	394	15	1124	60	2367	957	68	606	34
8. Детер1	3296	677	26	769	30	2343	933	66	449	24
НСР <sub>05</sub>	310					252				

Влияние биопрепарата положительно сказалось на общем сборе зеленой надземной массы – прибавка в вариантах с обработкой семян МБП выше, чем в соответствующих вариантах без инокуляции семян люпина биопрепаратом. Максимальный эффект от инокуляции семян получен в варианте 7 (сорт Дега, МБП): прибавка в сборе надземной

фитомассы 47% по отношению к варианту 3 (сорт Дега без обработки семян МБП).

Колебания урожайности воздушно-сухой массы люпина аналогичны изменениям урожайности зеленой массы (табл. 4).

### 4. Урожайность воздушно-сухой массы белого люпина (среднее за 2013-2014 гг.)

Сорт	Контроль			МБП			Влияние МБП	
	надземная масса г/м <sup>2</sup>	+ к вар. 1, г/м <sup>2</sup>	доля зерна, %	надземная масса г/м <sup>2</sup>	+ к вар. 5, г/м <sup>2</sup>	доля зерна, %	г/м <sup>2</sup>	%
Мановицкий	373	-	36	491	-	39	118	32
Гамма	376	3	38	504	13	39	128	34
Дега	445	72	38	645	154	39	200	45
Детер 1	532	159	37	688	197	41	156	29

По общему сбору сухой надземной биомассы лучшим стал сорт Детер 1 – 40-43% увеличения в сравнении со стандартным сортом Мановицкий. Положительное влияние биопрепарата заметно сказалось на урожайности зерна – по всем сортам получено повышение доли зерна в общем сборе сухой надземной массы, а максимальное содержание зерна в надземной биомассе отмечено по сорту Детер 1 – 41%.

Результаты определения содержания сырого протеина в зерне и выноса его с урожаем приведены в таблице 5.

### 5. Влияние биопрепарата на содержание сырого протеина в зерне белого люпина

Сорт	Содержание, %		Сбор протеина урожаем зерна				
	сред- нее	+ от МБП	сред- нее, г/м <sup>2</sup>	+ к вар. 1, 5		+ от МБП	
				г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Контроль							
1. Мановицкий	38,94	-	52,18	-	-	-	-
2. Гамма	37,88	-	54,17	1,99	4	-	-
3. Дега	39,44	-	66,65	14,47	28	-	-
4. Детер 1	40,44	-	79,67	27,49	53	-	-

## МБП

5. Мановицкий	38,45	-0,49	73,82	-	-	21,64	42
6. Гамма	38,02	0,14	74,90	1,08	1	20,73	38
7. Дега	39,66	0,22	99,94	26,12	35	33,29	50
8. Детер 1	40,70	0,26	114,77	40,95	55	35,10	44

Установлено, что концентрация сырого протеина в зерне белого люпина высокая, приближается и даже превышает верхний предел приводимого в литературе показателя (35-38%). Исключением является лишь сорт Гамма в варианте 2 (без обработки семян биопрепаратом). Обработка семян перед посевом биопрепаратом несколько повысила содержание сырого протеина (на 0,14% на сорте Гамма, на 0,22 на сорте Дега и на 0,26% на сорте Детер 1). Максимальный сбор протеина при выращивании люпина на неудобренной светло-серой лесной почве без внесения МБП обеспечивают сорта Дега и Детер 1. Предпосевная обработка семян люпина сорта Детер 1 биопрепаратом позволила повысить сбор сырого протеина на 35 г/м<sup>2</sup> по сорту Детер 1 (44% к соответствующему варианту без использования биопрепарата) и на 33 г/м<sup>2</sup> (50% к соответствующему варианту без использования МБП) на сорте Дега.

**Выводы.** 1. При выращивании белого люпина на неудобренной светло-серой лесной легкосуглинистой почве изучаемые сорта Гамма, Дега и Детер 1, а также сорт-стандарт Мановицкий в течение вегетационного сезона 2014 г. (период вегетации культуры 112 дней) от даты посева (10 мая) до даты уборки (12 сентября) прошли все фазы развития. При равной для всех сортов норме высева (из расчета 50 раст/м<sup>2</sup>) планируемая плотность посева на дату уборки урожая была только у сорта Гамма, сорт Детер 1 обеспечил густоту стояния 32 раст/м<sup>2</sup>, а сорт Дега занял промежуточное положение – 39 раст/м<sup>2</sup>. Вышеназванные показатели были достигнуты только при условии предпосевной обработки семян микробиологическим препаратом. Высокой скоростью роста обладают сорта Дега и Детер 1, они же показали и наивысшую отзывчивость на использование биопрепарата, сформировав стеблестой высотой 107-111 см.

2. Максимальную продуктивность белого люпина при выращивании его без внесения минеральных удобрений обеспечили два сорта – Дега и Детер 1: для условий микрополевого опыта она составила 36,5 и 44,2 кг/м<sup>2</sup>, соответственно, что условно равно 36,5 и 44,2 т надземной зеленой массы с 1 га. При этом на сорте Дега получены наивысшая доля сформировавшихся бобов в зеленой фитомассе (48%) и доля зерна в сухой фитомассе (38%). Обработка семян сортов Дега и Детер 1 микробиологическим препаратом привела к повышению урожайности основной продукции (зерна)– до 2,52 и 2,82 кг/м<sup>2</sup> соответственно. Доля зерна от инокуляции семян биопрепаратом, содержащим бактерии рода *Rhizobium*, у всех изучаемых сортов при этом повысилась на 1-4 абсолютных процента.

3. Содержание сырого протеина в зерне белого люпина сортов Гамма, Дега и Детер 1 при выращивании их на светло-серой лесной легкосуглинистой почве без внесения удобрений и без предпосевной обработки семян микробиологическим препаратом колеблется от 37,8 до 40,4%, возрастая на 0,14-0,26% при инокуляции семян биопрепаратом. Наибольшее накопление сырого протеина урожаем отмечено у сортов Дега и Детер 1, которое от обработки семян перед посевом биопрепаратом возрастает, достигая 100 и 115 г/м<sup>2</sup> (условно – 1,0 и 1,15 т/га) соответственно.

## Литература

1. Гатаулина Г.Г. Проблема производства растительного белка и роль зернобобовых культур в ее решении /Г.Г. Гатаулина // Энергосберегающие экологически чистые системы кормопроизводства. – М., 1991. – С. 78–81.
2. Гатаулина Г.Г., Цыгуткин А.С., Навальнев В.В. Технология возделывания белого люпина. – Белгород: Белгородский НИИСХ, 2009. – 28 с.
3. Гатаулина Г.Г. За белым люпином будущее / Г.Г. Гатаулина // Белый люпин. – №1. – 2014. – С. 2-6.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (по состоянию на 28.02.2014 г).
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1985. – 357 с.
6. Егоров И.А. Белый люпин и другие зернобобовые культуры в кормлении птицы/ И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, А.С. Цыгуткин, П.Л. Штеле // Достижения науки и техники АПК. – №9. – 2010. – С. 36-38.
7. Лаборатория белого люпина РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева [Электронный ресурс] <http://lupin.pro/>
8. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. – М.: КолосС, 2004. – 312 с.
9. Чекмарев П.А. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России/ П.А. Чекмарев, А. И. Артюхов // Достижения науки и техники АПК. – № 6. – 2011. – С. 5-6.
10. Штеле А.Л. Кормовая ценность белого люпина для высокопродуктивной птицы/ А.Л. Штеле // Белый люпин. – №1. – 2014. – С. 15-21.

# EFFICIENCY OF MICROBIAL PREPARATION FOR WHITE LUPINE GROWN ON UNFERTILIZED LIGHT GRAY FOREST SOIL

**V.I. Titova<sup>1</sup>, E.V. Dabakhova<sup>1</sup>, E.O. Titova<sup>1</sup>, D.Yu. Makarov<sup>2</sup>, A.S. Tsygutkin<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup>Nizhny-Novgorod State Agricultural Academy, ul. Gagarina 97, Nizhny Novgorod, 603107 Russia**

**<sup>2</sup>Ministry of Agriculture of the Russian Federation, per. Orlikov 1/11, Moscow, 107139 Moscow**

**<sup>3</sup>Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy, Russian Academy of Sciences, ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia**

*The efficiency of microbiological preparation was assessed in plantations of white lupine from the parameters characterizing the general development of plants (seeding density, stalk height, development stages) was assessed. The productivity of lupine agrocenosis (crop yield and harvest of crude protein per unit area) without fertilizer application was determined.*

*Keywords: white lupine, microbiological preparation, yield, content and removal of crude protein.*