

## ВЛИЯНИЕ АЗОТА И МИКРОБИОПРЕПАРАТА ЭКСТРАСОЛ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

**В.И. Титова, д. с.-х. н., Т.Е. Судакова,  
ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»,  
603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 97, НГСХА  
E-mail: titovavi@yandex.ru**

Изучено влияние доз азота ( $N_{aa}$ ) на фоне фосфора и калия (по 0,2 г/кг;  $P_{cd}$  и  $K_x$ ) на урожайность, качество зерна узколистного люпина Белозерный 110 и окупаемость удобрений под него в условиях вегетационного опыта Нижегородской ГСХА. Исследовано действие биопрепарата Экстрасол, применяя его в варианте с минимальной дозой азота для инокуляции семян и листовой подкормки люпина в фазе бутонизации. Сосуды Митчерлиха на 5 кг, повторность 3-кратная, годы закладки опыта 2019, 2020 и 2021. Почва светло-серая лесная легкосуглинистая, содержание гумуса 1,2-1,4%, подвижных форм фосфора и калия 94-112 и 118-130 мг/кг соответственно,  $pH_{KCl}$  5,6-5,8. Установлено, что внесение азота в минимальной дозе привело к повышению урожайности зерна на 22% к фону, а двойное и тройное увеличение дозы азота прироста урожайности не дало. Азот способствует образованию бобов на растении, не влияя на семенную продуктивность и оставляя число семян в бобе без изменений; слабо влияет на синтез белка в зерне, но обеспечивает повышение сбора белка с урожаем на 26-28% к фону. Прибавка урожайности надземной фитомассы от Экстрасола достигает 7,4 г/сосуд (11%), зерна – на 2,6 г/сосуд (13%), а накопление белка в урожае зерна увеличивается на 12% к варианту без Экстрасола. Прибавка урожайности зерна при увеличении доз азота снижается с 5,02 до 2,80 и 0,84 г/г N. Введение в систему удобрения люпина препарата Экстрасол при минимальной дозе азота на 67% повышает отдачу от единицы N – до 8,40 г зерна. Окупаемость единицы NPK зерном люпина снижается при повышении дозы азота с 1,74 до 0,70 г/г.

**Ключевые слова:** люпин узколистный, дозы азота, микробиопрепарат Экстрасол, урожайность, белок, окупаемость.

Для цитирования: В.И. Титова, д. с.-х. н., Т.Е. Судакова. Влияние азота и микробиопрепарата Экстрасол на продуктивность люпина узколистного // Плодородие. – 2021. – № 5. – С. 76-80. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.19.

Проблема дефицита растительного белка во многих странах мира вызывает повышенный интерес к люпину. Высокое содержание белка в продукции и его способность к адаптации в различных почвенно-климатических условиях делают люпин незаменимой кормовой культурой в разных регионах [1]. Люпин часто называют «северной соей» из-за высокого содержания белка (до 30% и выше), сбалансированного по аминокислотному составу, жира (5,3-20%), витаминов, микро- и макроэлементов. Согласно [2], зерновой люпин приобретает важнейшее значение для отрасли АПК прежде всего потому, что производство сои в России составляет менее 0,5% мирового объема (потребности в соевом зерне удовлетворяются лишь на 10-15%), в связи с чем 85-90% его приходится импортировать.

Возделывание узколистного люпина более выгодно, чем сои [3,4], благодаря развитию люпином мощной корневой системы, способствующей повышению засухоустойчивости, с активными корневыми выделениями, переводящими закрепленные в почве соединения элементов в доступную для растения форму [5]. Однако, учитывая разнообразие климатических условий России, а также успехи селекции культурных растений, обеспечивающей сельское хозяйство новыми сортами люпина, существует реальная необходимость изучения возможности его выращивания на отдельных территориях страны. С этой целью новые сорта узколистного люпина, в том числе включенные в Государственный реестр селекционных достижений, изучают как в условиях производства, так и в учебно-научных учреждениях.

Люпин – культура, которая может расти в симбиозе с клубеньковыми бактериями, фиксирующими атмосферный азот. В этой связи на начальном этапе про-

движения новых сортов люпина или освоения новых площадей под эту культуру необходимо предусмотреть стартовое обеспечение его соответствующими штаммами микроорганизмов, что обычно достигается инокуляцией семян бобовых культур микробиологическими препаратами. Представителями препаратов нового поколения являются препараты группы Экстрасол, на основе бактерий *Bacillus subtilis*, которые обладают биофунгицидными, биоинсектицидными свойствами, а также выступают как микробиологические удобрения [6,7]. Известно, что микроорганизмы, вносимые с бактериальными удобрениями, являясь антагонистами некоторых фитопатогенных микробов, выполняют и защитную функцию [8-10].

Внесение минеральных азотных удобрений при этом также необходимо [11,12]. Учитывая высокую потребность люпина в азоте и признавая дилемму сочетания внесения азотных удобрений с деятельностью азотфиксирующих бактерий, следует признать и важность проведения исследований, в которых эти два направления интенсификации растениеводства совмещаются.

Цель работы – дать сравнительную оценку влиянию микробиологического препарата Экстрасол и разных доз азота по фону фосфорно-калийного удобрения на урожайность, структуру урожая и качество зерна узколистного люпина Белозерный 110, а также окупаемости внесенных под люпин удобрений его урожаем.

**Методика.** Исследования выполнены в Нижегородской ГСХА с использованием вегетационного метода в 2019-2021 г. Повторность в опыте 3-кратная, сосуды Митчерлиха на 5 кг. После всходов люпина проведено прореживание и к уборке (конец августа – начало сентября каждого года) оставлено по 6 растений в сосуде.

Все работы по уходу за опытом осуществлены в соответствии с методикой опытного дела [13].

Почва – светло-серая лесная легкосуглинистая, со следующими показателями: содержание гумуса 1,2-1,4%, pH<sub>кол.</sub> 5,6-5,8, содержание подвижных соединений фосфора и калия 94-112 и 118-130 мг/кг соответственно, сумма поглощенных оснований 10,3-10,8 ммоль/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 88-89%.

Схема опыта предусматривает вариант с внесением фонового фосфорно-калийного удобрения (вар. 2 – РК, суперфосфат двойной гранулированный и хлористый калий в дозе по 0,2 г д.в. на 1 кг почвы) и разных доз азотного удобрения (аммиачная селитра при набивке сосудов во всю массу почвы). Дозы по азоту 0,15 г/кг (вар. 3 – РК + N-1), 0,30 г/кг (вар. 4 – РК + N-2) и 0,45 г/кг (вар. 6 – РК + N-3). Биопрепарат в варианте 5 (РК + N-1 + БП) вносили дважды: за 1 ч до посева семена замачивали в растворе (10 мл концентрата Экстрасола на 100 мл воды), а в фазе бутонизации провели листовую обработку из расчета 10 мл Экстрасола на 1 л воды.

Люпин узколистый (*Lupinus angustifolius* L.), сорт Белозерный 110. Растение средней высоты, масса 1000 зерен средняя, слабо поражается антракнозом и корневыми гнилями, имеет быстрый начальный рост, устойчив к растрескиванию бобов. Вегетационный период колеблется от 94 до 112 дней.

Экстрасол – микробиологический препарат, применяемый в сельском хозяйстве, обладает ростстимулирующим и защитным действиями. Основу препарата составляет штамм ризосферных бактерий *Bacillus*

*subtilis* Ч-13, выделенный из ризосферы здоровых растений, с концентрацией не менее 100 млн КОЕ/мл.

Анализ почвенных образцов до закладки опыта проведен в лаборатории кафедры по соответствующим ГОСТам: pH – по ГОСТу 26483-85, подвижные соединения фосфора и калия – ГОСТ Р 54650-2011, содержание гумуса – ГОСТ 26213-91, гидролитическая кислотность и сумма поглощенных оснований – ГОСТ 26212-91 и ГОСТ 27821-88 соответственно. Анализ растительных образцов выполнен в аккредитованной Орловской испытательной лаборатории ФГБУ «Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория» с использованием следующих методов: содержание азота по ГОСТу 13496.4-93 с дальнейшим пересчетом на сухой протеин (коэффициент 6,25), фосфора – по ГОСТу 26657-97, калия – по ГОСТу 30504-97; содержание клетчатки – по ГОСТу Р 52839-2007, алкалоидов – по ГОСТу 12043-88; жира – по методу Сокслета на полуавтоматическом анализаторе SOX 406 (ГОСТ 13496.15-97). Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием метода дисперсионного анализа [14].

**Результаты и их обсуждение.** Обобщенные данные по влиянию фоновых фосфорно-калийных удобрений, разных доз азотного удобрения и микробиологического препарата Экстрасол на урожайность зерна, стеблевой массы и общей надземной биомассы узколистого люпина сорта Белозерный 110 приведены в таблице 1.

**1. Урожайность и структура урожая люпина узколистного (воздушно-сухая масса)**

Вариант опыта	Надземная фитомасса, г/сосуд				Зерно, г/сосуд		Стебли : зерно	Число бобов на 1 раст.	Число семян в 1 бобе
					2019-2021 г.	+,- к вар. 1/2			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее					
1.Контроль (б/у)	49,4	60,0	51,3	53,6	16,0	-	2,35	5,95	2,89
2.РК	61,0	66,3	51,2	59,5	17,1	1,1 / -	2,48	5,72	4,36
3.РК + N-1	64,2	67,7	66,8	66,2	20,8	4,8 / 3,7	2,18	6,38	3,76
4.РК + N-1 + БП	65,7	76,5	78,6	73,6	23,4	7,4 / 6,3	2,15	7,38	3,47
5.РК + N-2	68,5	73,4	71,7	71,2	21,3	5,3 / 4,2	2,34	7,00	3,60
6.РК + N-3	60,4	68,7	67,6	65,6	19,0	3,0 / 1,9	2,45	6,37	3,63
НСР <sub>05</sub>	8,1	8,3	5,9	7,4	2,5			0,64	0,61

По учетным годам урожайность люпина на одноименных вариантах значительно различалась, что является, вероятнее всего, следствием изменяющихся погодных, а именно температурных условий, что отмечают, и другие авторы [15]. Так, вегетационный сезон 2019 г. был прохладным, особенно июль и начало августа, когда недобор многолетних температур достигал 3-5 °С. Лето 2020 г. было умеренно-теплым, соответствующим многолетним климатическим параметрам, а лето 2021 г. – очень жарким с превышением средне-многолетнего температурного фона более чем на 5-8 °С. Учитывая, что растения выращивали в условиях вегетационного опыта, при контролируемом оптимальном водообеспечении за счет обычно ежедневного полива, именно резкие колебания температуры воздуха в отдельные годы могли стать причиной наблюдаемых различий в реакции растений на одни и те же удобрения.

Урожайность стеблелистовой массы и особенно зерна в варианте с фоновым фосфорно-калийным удобрением находится на уровне варианта без внесения удобрений. Одной из причин слабого действия фосфорно-калийного удобрения в отсутствие азотного удобрения является, безусловно, характеристика почвы – светло-

серая легкосуглинистая, слабо обеспеченная доступными формами почвенных запасов азота.

Внесение азота по фону фосфорно-калийного удобрения, в дозе меньшей, чем фосфора и калия (доза азота – 0,15 г/кг почвы, а фосфора и калия – по 0,2 г/кг почвы) приводит к заметно выраженной тенденции к повышению урожайности стеблелистовой и общей надземной массы, а урожайность зерна повышает достоверно. При этом увеличение дозы азота с 0,15 до 0,30 и 0,45 г/кг почвы к повышению урожайности узколистного люпина не привело. Применение биопрепарата Экстрасол на фоне фосфорно-калийного удобрения в дозе по 0,2 г/кг и внесения азота в дозе 0,15 г/кг было эффективным и способствовало формированию наибольшего урожая в опыте.

Закономерности влияния изучаемых удобрений и микробиологического препарата Экстрасол на формирование общей биомассы идентичны действию их на формирование зерна и стеблелистовой массы люпина. Однако при этом следует отметить выраженную тенденцию к снижению урожайности зерна в варианте 6 (доза азота 0,45 г/кг почвы) в сравнении с вариантом 5 (доза азота 0,30 г/кг почвы).

Установлено, что фоновое фосфорно-калийное удобрение в дозе по 0,2 г/кг не влияет на количество образующихся бобов, но существенно повышает число семян в бобе. Азотные удобрения, внесенные по фону фосфорно-калийных, способствуют образованию бобов на растениях (т.е. в некоторой мере стимулируют прирост вегетативной массы), но не влияют на семенную продуктивность люпина, оставляя число семян в бобе без изменений. Использование микробиологического препарата Экстрасол по фону невысокой дозы азота (0,15 г/кг почвы) существенно повышает способность растений к образованию бобов, но число семян в бобе при этом практически не изменяется.

Результаты определения в зерне люпина (цельное зерно, включая оболочку) основных показателей качества приведены в таблице 2.

По содержанию сырого протеина продукция соответствует среднестатистическим данным и укладывается в интервал колебаний, отмечаемых в публикациях, лишь в двух вариантах опыта: с внесением аммиачной селитры в дозе 0,15 г азота/кг почвы в чистом виде или совместно с микробиологическим удобрением Экстрасол.

Высокий сбор белка получен в вариантах с внесением азота в одинарной (0,15 г/кг почвы) и двойной (0,30 г/кг почвы) дозах – это 35-38% прибавки к контрольному варианту и 26-28% к фоновому фосфорно-калийному удобрению. Максимальный сбор белка дало применение Экстрасола, повысив его сбор на 52% к контролю и обеспечив 12% прибавки в сравнении с вариантом с той же дозой азота, но без микробиологического препарата.

**2. Влияние удобрений на качество зерна люпина (в среднем за 2020-2021 г.)**

Вариант опыта	Содержание, %			Сбор белка, г/сосуд			Содержание элементов питания, %		
	сырой протеин	жир	клетчатка	по варианту	+- к варианту*		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
					1	2			
1. Контроль (б/у)	30,88	9,0	11,21	4,94	-	-	4,94	0,63	1,71
2. РК	31,13	7,6	12,09	5,32	0,38/8	-	4,98	0,83	1,95
3. РК + N-1	32,19	8,5	11,99	6,69	1,75/35	1,37/26	5,16	0,77	2,09
4. РК + N-1 + БП	32,06	9,3	11,37	7,50	2,50/52	2,18/41	5,12	0,84	2,05
5. РК + N-2	31,96	8,7	12,91	6,80	1,86/38	1,48/28	5,11	0,81	1,88
6. РК + N-3	31,63	8,4	10,72	6,00	1,06/21	0,68/13	5,08	0,83	1,95
Среднестатистическое	32-34	~10	10-12				5,60-6,40	0,40-1,13	0,40-1,13

\*До черты в г/сосуд, после черты – в %.

По содержанию клетчатки зерно узколистного люпина можно охарактеризовать как типичное, соответствующее среднестатистическим показателям. Содержание жира в зерне от внесения удобрений несколько снижается, но применение микробиологического пре-

парата способствует повышению синтеза жира в зерне узколистного люпина.

Результаты окупаемости минеральных удобрений, внесенных под узколистный люпин, представлены в таблице 3.

**3. Окупаемость удобрений, внесенных под урожай узколистного люпина (в среднем за 2019-2021 г.)**

Вариант опыта	По зерну				По зеленой надземной массе			
	прибавка, г/сосуд	окупаемость, г/г			прибавка, г/сосуд	окупаемость, г/г		
		РК	N	NPK		РК	N	NPK
1. Контроль (б/у)	-	-	-	-	-	-	-	-
2. РК	1,1	0,55	-	-	23,6	11,80	-	-
3. РК + N-1	4,8	-	5,02	1,74	50,4	-	67,2	18,32
4. РК + N-1 + БП	7,4	-	8,40	2,69	80,0	-	106,66	29,09
5. РК + N-2	5,3	-	2,80	1,51	70,4	-	46,93	20,11
6. РК + N-3	3,0	-	0,84	0,70	48,0	-	21,33	11,29

Данные таблицы свидетельствуют о высокой эффективности использования азотных удобрений под люпин, выращиваемый для получения зерна. Однако, при повышении дозы азота оплата единицы питательного элемента ожидаемо снижается: увеличение дозы азота вдвое приводит к снижению окупаемости почти в 2 раза, а повышение дозы азота в 3 раза – к снижению окупаемости в 6 раз. Единица совокупного полного минерального удобрения (1 г NPK) окупается зерном значительно слабее, чем единица азота. Более того, при увеличении дозы азота в составе совокупной единицы NPK с 0,15 до 0,30 г/кг окупаемость удобрений снижается, хотя не так резко: с 1,74 до 1,51 г прибавки урожая зерна в расчете на 1 г NPK. Дальнейшее увеличение доли азота в составе полного минерального удобрения вызывает более заметное снижение окупаемости – до 0,70 г зерна/г элементов питания.

Окупаемость фоновое фосфорно-калийного удобрения и допосевное внесение разных доз аммиачной селитры урожаем надземной зеленой массы узколистного люпина изменяется аналогично закономерностям,

описанным применительно к формированию урожайности зерна люпина. Некоторые отличия в отдаче от единицы NPK отмечены лишь при увеличении доли азота в составе полного минерального удобрения вдвое. В этом случае (вар. 5) окупаемость 1 г NPK не только не снижается (как при расчете окупаемости удобрений зерном), но даже имеет тенденцию к повышению.

**Выводы.** 1. Внесение суперфосфата и хлористого калия в дозе по 0,2 г д.в./кг почвы в качестве фона не сказывается на урожайности и качестве зерна узколистного люпина, хотя способствует повышению числа семян в бобе, и окупается минимальной прибавкой урожая – 0,55 г зерна/г РК. Внесение азота из расчета 0,15 г д.в./кг почвы по фосфорно-калийному фону привело к достоверному повышению урожайности зерна (22%), побочной продукции (7%) и общей надземной фитомассы (11%) узколистного люпина. Двойное и тройное увеличение дозы азота до 0,30 и 0,45 г/кг на приросте урожайности не сказалось.

2. Азотные удобрения, внесенные по фону фосфорно-калийных, способствуют образованию бобов на рас-

тении, не влияя на семенную продуктивность люпина и оставляя число семян в бобе без изменений; оказывают слабое положительное влияние на синтез белка в зерне, но обеспечивают существенное повышение сбора белка с урожаем – 26-28% прибавки по отношению к фону. По содержанию клетчатки зерно люпина можно охарактеризовать как типичное, содержание жира в зерне от использования удобрений несколько снижается, но применение микробиологического препарата способствует повышению его синтеза.

3. Инокуляция семян и некорневая обработка вегетирующих растений люпина микробиологическим препаратом Экстрасол по фону полного минерального удобрения (0,15 г N, 0,20 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 0,20 г K<sub>2</sub>O/кг почвы) существенно повышают способность растений к образованию бобов, не изменяя число семян в бобе. Повышение урожайности надземной фитомассы узколистного люпина достигает 7,4 г/сосуд (11%), зерна – на 2,6 г/сосуд (13%), а накопление белка в урожае зерна увеличивается на 0,81 г/сосуд, или на 12% к варианту без Экстрасола.

4. При повышении дозы азота под узколистный люпин (с 0,15 до 0,30 и 0,45 г/кг почвы) оплата единицы питательного элемента прибавкой урожайности зерна ожидаемо снижается: с 5,02 до 2,80 и 0,84 г/г внесенного азота. Введение в систему удобрения узколистного люпина микробиологического препарата Экстрасол при минимальной дозе азота существенно (на 67%) повышает отдачу от единицы азота – до 8,40 г зерна в расчете на 1 г азота. Единица совокупного полного минерального удобрения (NPK) окупается зерном люпина значительно слабее и снижается при повышении дозы азота с 1,74 до 0,70 г/г.

#### Литература

1. Агеева, П.А. Люпин узколистный в обеспечении производства растительного белка / П.А. Агеева, Н.А. Клименко, А.А. Клименко // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С. 20-21.

2. Кононенко, С.И. Пути повышения протеиновой питательности комбикормов / С.И. Кононенко // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 81 (07). – С. 1-26.
3. Титова, В.И. Изучение микробиологических и ростстимулирующих препаратов на кормовых культурах / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, Д.Б. Сметов // Агрохимический вестник. – 2011. – № 2. – С. 31-33.
4. Титова, В.И. Изучение возможности выращивания белого люпина на светло-серых лесных почвах Нижегородской области / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, Е.О. Титова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 9. – С. 32-35.
5. Чекмарев, П.А. Роль люпина в формировании плодородия почвы / П.А. Чекмарев, Н.П. Юмашев, Л.Л. Яговенко // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 17-20.
6. Тихонович, И.А. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений / Тихонович И.А., Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Кожемяков А.П. // Плодородие. – 2011. – №3(60). – С. 9-13.
7. Тихонович, И.А. Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в РФ / Тихонович И.А., Завалин А.А. // Плодородие. – 2016. – №5. – С. 28-31.
8. Bennett, A.M. Application of biologicals to enhance vegetable seed production and quality / A.M. Bennett // Seeds: trade, production and technology, 1997. – P. 67-73.
9. Schmitt, A. Control of seed-borne pathogens on vegetables by microbial and other alternative seed treatments / A. Schmitt, A. Tahsein, Tinivella F. et al. // Proceedings of the First World Conference on Organic Seed, 2003. – P.120-123.
10. Voets, J. Cadmium bioavailability and accumulation in the presence of acid to Zebra mussel. Dreissena polymorpha / Voets J., Bervoets L., Blust R. // Environ. Sci. Technol. – 2004. – №8. – P. 1003-1008.
11. Петров, В.Б. Микробиологические препараты – базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства / В.Б. Петров, В.К. Чеботарь // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №8. – С. 11-15.
12. Серажетдинов, И.В. Энергетическая и экономическая эффективность возделывания узколистного люпина с применением минеральных удобрений, нитрогенизантов и регуляторов роста / И.В. Серажетдинов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3 (31). – С. 48-52.
13. Пискунов, А.С. Методы агрохимических исследований / А.С. Пискунов. – М: КолосС, 2004. – 312 с.
14. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
15. Назарюк, В.М. Роль азота микробной массы в азотном питании растений на почвах лесостепной зоны Западной Сибири / В.М. Назарюк, Ф.Р. Калимуллина // Агрохимия. – 2017. – №1. – С. 3-11.

#### THE INFLUENCE OF NITROGEN AND MICROBIOPREPARATION EXTRASOL ON THE PRODUCTIVITY OF BLUE LUPIN

**V.I. Titova, Chief of the Department of Agrochemistry and Agroecology, Ph.D. (agriculture), professor,  
T.E. Sudakova, MA student, Department of Agrochemistry and Agroecology  
FSBEI HE "Nizhny Novgorod State Agricultural Academy", 97, Gagarin avenue, Nizhny Novgorod, 603107,  
E-mail: titovavi@yandex.ru**

**Abstract.** The influence of nitrogen (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) at the background of phosphorus and potassium (by 2 g/kg DSP and KCl) on crop yield, grain quality of blue lupin white-seeded 110 and the cost recovery of its fertilizers is investigated in the greenhouse trial made in the Department of Agrochemistry and Agroecology of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. The effect of extrasol, a biopreparation, using it in combination with minimal dose of nitrogen for seed inoculation and foliar dressing of lupin in the bud-formation period was also studied. Mitscherlich vessels weight of 5kg were used. Triple analysis took place. The trial was established in 2019, 2020, and 2021. The experiment was made in cinereous forest light loamy soils with humus level 1,2-1,4%. The content of phosphorus and potassium active forms is 94-112 mg/kg and 118-130 mg/kg respectively, pH<sub>KCl</sub> is 5,6-5,8 mg/kg. It was established that the application of nitrogen at minimum dose provokes the increase in the yield of grain by 22% relative to the variant with background fertilizer use, but the duplication or triplication of nitrogen doses doesn't any increase in the yield. Nitrogen facilitates the appearance of beans in the plant and doesn't make any influence upon seed productivity. The number of seeds in a bean doesn't change. It inconsiderably influences the protein synthesis in a grain but it guarantees the increase in protein harvest by 26-28% relative to variant with background fertilizer use. Extrasol application provokes the increase in yield of elevated phytomass by 7,4 g/vessel (11%), of grain by 2,6 g/vessel (13%). The value of protein accumulation in the grain increases by 12% relative to the variant where extrasol was not put at all. The increase in nitrogen dose provokes the decrease in raise of grain yield from 5,02 g to 2,80 and 0,84g by 1g of N. The addition of extrasol in the system of lupin fertilization in combination with minimal dose of nitrogen increases the profit per N unity by 67% i.e. to do 8,40 g of grain. If the dose of nitrogen increases from 1,74 g/g to 0,70g/g the cost recovery of NPK unity by lupin grain decreases.

**Key words:** blue lupin, doses of nitrogen, microbiopreparation extrasol, yield, protein, cost recovery.

#### Reference

1. Agieeva P.A. Blue lupin in the production of plant protein. / P.A. Agieeva A., N.A. Klimenko, A.A. Klimenko // Fodder Production. – 2012./ – № 5. – P. 20-21. In Russian

2. Kononenko S.I. The ways of the increase in protein nutrient density of compound animal feedstuffs / S.I. Kononenko // Scientific journal of Kaban State Agrarian University. – 2012. – № 81 (07). – P. 1-26. In Russian
3. Titova V.I. The study of microbiological and growthstimulating preparation on feed crops / V.I. Titova, E.V. Dabahova, D.B. Smetov // Agrochemical Herald. – 2011. – № 2. – P. 31-33. In Russian
4. Titova V.I. The study of possibility to cultivate blue lupin in cinereous forest soils of the region of Nizhny Novgorod / V.I. Titova, E.V. Dabahova, E.O. Titova // Achievements of Science and Technology of AIC. – 2015. – № 9. – P. 32-35. In Russian
5. Chekmariov P.A. The role of lupin in the formation of soil / P.A. Chekmariov, N.P. Yumashev, L.L. Yagovenko // Achievements of Science and Technology of AIC. – 2011. – № 10. – P. 17-20. In Russian
6. Tihonovich I.A. The use of biopreparation is an additional source of plant food elements / I.A. Tihonovich, A.A. Zavalin, G.G. Blagovechshenskaya, A.P. Kozhemiakov // Plodorodie. – 2011. – №3(60). – P. 9-13. In Russian
7. Tihonovich I.A. The prospects of use of nitrogen-fixing and fitostimulating microorganisms for the enhancement of efficiency of agriculture and the improvement of agroecological situation in the / I.A. Tihonovich, A.A. Zavalin // Plodorodie. – 2016. – №5. – P. 28-31. In Russian
8. Bennett, A.M. Application of biologicals to enhance vegetable seed production and quality / A.M. Bennett // Seeds: trade, production and technology, 1997. – P. 67-73.
9. Schmitt, A. Control of seed-borne pathogens on vegetables by microbical and other alternative seed treatments / A. Schmitt, A. Tahsein, Tinivella F. et al. // Proceedings of the First World Conference on Organic Seed, 2003. – P.120-123.
10. Voets, J. Cadmium bioavailability and accumulation in the presence of acid to Zebra mussel. Dreissena polymorpha / Voets J., Bervoets L., Blust R. // Environ. Sci. Technol. – 2004. – №8. – P. 1003-1008.
11. Petrov V.B. Microbiological preparation is the base element of contemporary intensive agritechology of plant cultivation / V.B. Petrov, V.K. Chebotar // Achievements of Science and Technology of AIC. – 2011. – №8. – P. 11-15. In Russian
12. Serazhetdinov I.V. Energetic and economic effectiveness of blue lupin cultivation with use of mineral fertilizers, nitrogenisants, and growth regulators / I.V. Serazhetdinov // Bulletin of P.A. Stolypin Ulyanovsk State Agrarian University. – 2015. – № 3 (31). – P. 48-52. In Russian
13. Piskunov A.S. The methods of agrochemical researches/ A.S. Piskunov. – M.: Koloss, 2004. – 312 p. In Russian
14. Dospehov B.A. The methods of field trial (with grounds of finding statistical treatment) M.: Publishing House Alians, 2011. – 352 p. In Russian
15. Nazariuk V.M., The role of nitrogen microbic masse in nitrogen nutrition of plants in the soils of forest-steppe zone of the West Siberia / V.M. Nazariuk, F.R. Kalimullina // Agrochimia. – 2017. – №1. – P. 3-11. In Russian/

УДК 633.16:631.86

DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.20

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ АЗОТОВИТ И ФОСФАТОВИТ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ВЯТСКО-КАМСКОЙ ПРОВИНЦИИ

**Т.Ю. Бортник, д.с.-х.н., А.В. Игнатъев,**

**ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»**

**426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. e-mail: [agrohim@izhgsha.ru](mailto:agrohim@izhgsha.ru)**

*В 2018-2021 г. проводили исследования по изучению эффективности использования биологических удобрений Азотовит и Фосфатовит при возделывании ячменя на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве Вятско-Камской земледельческой провинции. Удобрения использовали для предпосевной обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений в фазы кущения и трубкования. Инокуляция семян способствовала увеличению урожайности зерна на 0,43-0,58 т/га, сочетание этого приёма с опрыскиванием растений повысило урожайность на 0,49-0,55 т/га. Результаты полевых опытов 2018-2020 г. и производственного испытания 2021 г. в условиях Удмуртской Республики показали высокую экономическую и энергетическую эффективность предпосевной обработки семян ячменя.*

*Ключевые слова: ячмень, биологические удобрения, Азотовит, Фосфатовит, урожайность, сырой протеин, экономическая эффективность, энергетическая эффективность.*

Для цитирования: Бортник Т.Ю., Игнатъев А.В. Эффективность биологических удобрений Азотовит и Фосфатовит при возделывании ячменя в условиях Вятско-Камской провинции// Плодородие. – 2021. – №5. – С. 80-83. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.20

Проблема повышения урожайности зерновых культур с высоким качеством зерна крайне важна в современных условиях. Ячмень – широко используемая традиционная зерновая культура, посевные площади которой в России в настоящее время составляют более 8 млн га. В современных условиях в сельскохозяйственном производстве возрастает значение использования биопрепаратов как элемента системы органического земледелия [8]. Установлено, что биопрепараты, содержащие эндофитные бактерии, могут способствовать улучшению азотного питания высших растений, стимулировать их рост и развитие за счёт выделения фитогормонов, а также повышать устойчивость растений к фитопатогенам [4]. Дана оценка взаимодействия подобных биопрепаратов (на примере Экстрасола) с минеральными азотными удобрениями, которые содей-

ствовали увеличению урожайности зерна яровой пшеницы в 1,6-2,1 раза [1]. Новое направление – биомодификация минеральных удобрений путём нанесения на гранулы микробных препаратов. Применение для этих целей БисолбиФита, содержащего ризосферные азотфиксирующие бактерии *Bacillus subtilis*, способствовало повышению интенсивности фотосинтеза, урожайности и качества зерна ячменя в условиях Нечернозёмной зоны России [2, 3, 5, 6].

Интересным направлением является использование биологических удобрений, содержащих ассоциативные микроорганизмы, которые обладают способностью переводить труднодоступные для растений формы фосфатов в подвижные и легкоусвояемые соединения. К таким удобрениям относится Фосфатовит, содержащий бактерии *Bacillus mucilaginosus*. Использование Фосфа-