

## ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА БЕЛОГО ЛЮПИНА СОРТА ДЕГА

**Титова Вера Ивановна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой «Агрохимия и агроэкология»

**Дабахова Елена Владимировна**, доктор сельскохозяйственных наук, проректор по научной и инновационной работе

**Титова Елена Олеговна**, аспирант кафедры «Агрохимия и агроэкология»  
ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»  
603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 97; тел 8 (831) 462-77-03,  
e-mail: titovavi@yandex.ru

**Ключевые слова:** белый люпин, урожайность, микроудобрения, сырой протеин, сахара, крахмал, биогенные элементы.

В статье рассматриваются вопросы действия разных способов внесения микроудобрений (бор-, кобальт- и молибденсодержащие) на урожайность и основные показатели качества зерна (содержание сырого протеина, крахмала, углеводов, основных питательных элементов) белого люпина при выращивании его в вегетационном опыте на светло-серой лесной легкосуглинистой почве Нижегородской области.

### Введение

Одна из главнейших задач введения белого люпина в культуру Нечерноземной зоны России – решение проблемы обеспечения региона растительным белком, что имеет чрезвычайно большое значение для местного животноводства [1-3]. В этой связи актуальным является проведение исследований по разработке технологических приемов возделывания данной культуры, обеспечивающих максимальную продуктивность и выход протеина с единицы площади. Среди направлений исследований перспективным является изучение возможности повышения содержания белка и выноса его с урожаем за счет применения микроудобрений. Известно [4, 5], что на синтез органических соединений оказывает влияние целый ряд микроэлементов. Так, например, молибден входит в состав ферментов, участвующих в образовании и превращении ряда азотсодержащих веществ в растении; кобальт имеет важнейшее значение в активизации жизнедеятельности клубеньковых бактерий; бор участвует в ростовых процессах, стимулирует прорастание пыльцы и повышает таким образом семенную продуктивность культур. В целом, микроэлементы, поступающие в растение вместе с макроэ-

лементами, оптимизируют ход физиологических процессов как с количественной, так и с качественной стороны.

Целью исследований является изучение влияния микроудобрений на урожайность и качество зерна белого люпина при выращивании его по фону минеральных макроудобрений на светло-серой лесной легкосуглинистой почве.

### Объекты и методы исследований

Исследования проведены на кафедре агрохимии и агроэкологии Нижегородской ГСХА в 2013-2015 гг. Опыт вегетационный, почвенная культура, сосуды Митчерлиха на 7 кг почвы, повторность – 4-кратная. Удобрения внесены в виде диаммофоски из расчета 0,10 г азота и по 0,26 г фосфора и калия на 1 кг почвы. Микроудобрения внесены в виде химических соединений (молибденово-кислый аммоний, борная кислота, сульфат кобальта) в рекомендуемых дозах [6]. В соответствии со схемой опыта семена люпина замачивали в растворе микроэлементов или в воде в течение 18 часов. Внесение удобрений в почву, посев люпина, уход за опытами и уборку культуры осуществляли в соответствии с методикой проведения вегетационных исследований [7].

Почва на момент закладки имела сле-

Таблица 1

## Схема опыта

№	Вариант	Условное обозначение
1	НПК в дозе 0,10-0,26-0,26 г/кг почвы соответственно для азота, фосфора и калия – фон	НПК – Контроль
2	Фон + Мо обработка семян	НПК + Мо-С
3	Фон + Со обработка семян	НПК + Со-С
4	Фон + В обработка семян	НПК + В-С
5	Фон + Мо+Со обработка семян	НПК + Мо+Со-С
6	Фон + Мо обработка семян + В подкормка	НПК + Мо-С + В-П
7	Фон + Со обработка семян + В подкормка	НПК + Со-С + В-П
8	Фон + В обработка семян + В подкормка	НПК + В-С + В-П
9	Фон + Мо+Со обработка семян + В подкормка	НПК + Мо+Со-С + В-П

Таблица 2

## Урожайность белого люпина, воздушно-сухая надземная масса, среднее за 2013-2015 гг.

Вариант	Воздушно-сухая надземная масса				Доля бобов	Доля зерна в бобе	
	среднее, г/сосуд	± к контролю		± от подкормки			
		г/сосуд	%	г/сосуд	%		
1. НПК – Контроль	116,3	-	-	-	-	38	60
2. НПК + Мо-С	145,6	29,3	25,2	-	-	41	62
3. НПК + Со-С	158,1	41,8	35,9	-	-	41	61
4. НПК + В-С	120,1	3,8	3,3	-	-	39	58
5. НПК + Мо+Со-С	180,5	64,2	55,2	-	-	41	63
6. НПК + Мо-С + В-П	146,6	30,3	26,0	1,0	0	40	67
7. НПК + Со-С + В-П	168,5	52,2	44,9	10,4	6,6	40	64
8. НПК + В-С + В-П	147,2	30,9	26,6	27,1	22,6	41	63
9. НПК + Мо+Со-С + В-П	192,3	76,0	65,3	11,8	6,5	42	66
НСП <sub>05</sub>		26,1					

дующую характеристику: гумус – 1,14-1,21%,  $pH_{KCl}$  – 5,10-5,25 единиц, содержание подвижных соединений фосфора и калия – 119-126 и 107-149 мг/кг соответственно при степени насыщенности ППК основаниями 81%. Схема опыта показана в табл. 1.

Анализы почвенных образцов выполнены в Нижегородской ГСХА:  $pH_{KCl}$  – 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 ГОСТ 26213-91. Анализ растительных образцов выполнен в аккредитованном испытательном центре ФГБУ «Центр агрохимической службы «Ни-

жегородский»: содержание азота по ГОСТ 13496.4-93 с дальнейшим пересчетом в сырой протеин (коэффициент 6,25); фосфора – по ГОСТ 26657-97, калия – по ГОСТ 30504-97, серы – МУ по определению серы в растениях и кормах; кобальта – по ОСТ 10.155-88; содержание сахаров и крахмала – по ГОСТ 26176-91, алкалоидов – ГОСТ 12043-88. Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием метода дисперсионного анализа [8] при помощи программного пакета Microsoft Office Excel 2003 г.

## Результаты исследований

В табл. 2 приведены данные учета урожайности люпина.

Установлено, что сбор сухой надземной биомассы от применения микроудо-

Таблица 3

**Влияние микроудобрений на содержание в зерне люпина азотистых соединений, среднее за 2013-2014 гг.**

Вариант	Содержание сырого протеина, %		Сбор сырого протеина, г/сосуд			Содержание переваримого протеина	
	среднее	+,- к контролю	среднее	+, - к (от)		среднее, г/кг	+,- от подкормки, г/кг
				контролю	подкормки		
1. NPK – Контроль	33,50	-	8,0	-	-	208	-
2. NPK + Mo-C	33,13	0,37	11,1	3,1	-	205	-
3. NPK + Co-C	34,56	1,06	14,1	6,1	-	214	-
4. NPK + B-C	33,31	0,19	10,0	2,0	-	207	-
5. NPK + Mo+Co-C	34,44	0,94	12,7	4,7	-	214	-
6. NPK + Mo-C + B-П	35,13	1,63	12,0	4,0	0,9	218	13
7. NPK + Co-C + B-П	36,25	2,75	20,1	12,1	6,0	226	11
8. NPK + B-C + B-П	36,05	2,55	14,9	6,9	4,9	225	19
9. NPK +Mo+Co-C +B-П	37,01	3,51	20,9	12,9	8,2	229	15

бреней увеличился почти на всех вариантах (кроме варианта, засеянного семенами, обработанными до посева бором), а прибавка достигла 65% в сравнении с вариантом без внесения микроудобрений. Раздельная обработка семян люпина молибденом или кобальтом была эффективной, совместное же внесение молибдена и кобальта (вар. 5) привело к получению дополнительной прибавки урожая по сравнению с раздельной обработкой семян только для молибдена (вар. 2). Участие внекорневой подкормки растений бором в формировании общей урожайности надземной биомассы было достоверным только в варианте 8 (внесение бора в подкормку по фону допосевной обработки семян люпина бором).

Доля бобов в общей надземной фитомассе колебалась в пределах 38-42%. Внесение молибден- и кобальтсодержащих микроудобрений вместе с семенами способствовало увеличению массы бобов (доля бобов в надземной фитомассе возросла на 3 абсолютных процента). Внекорневая подкормка растений борным удобрением дала дополнительный прирост массы бобов на 1-3 абсолютных процента. Выход зерна (доля зерна в бобе) варьировал от 58 до 67%. Участие подкормки бором в формировании зерна максимальным было на вар. 6 (внекорневая подкормка бором по фону

предпосевной обработки семян молибденом) и на вар. 8 (внесение бора в подкормку по фону обработки семян бором).

Оценка люпина по содержанию белковых соединений в зерне может быть выполнена с учетом показателей, сведенных в табл. 3.

Данные свидетельствуют, что зерно с содержанием сырого протеина не ниже порогового значения (35%) в опыте удалось получить лишь только в вариантах с внесением борного удобрения по вегетирующим растениям (вар. 6-9), семена которых до посева предварительно были обработаны молибден-, бор- или кобальтсодержащими микроудобрениями. Однако обработка семян люпина этими микроэлементами положительно сказалась на сборе протеина – он вырос в сравнении с контрольным вариантом на 25-76%. Наивысший сбор сырого протеина отмечен на вариантах с внекорневой обработкой растений бором по фону предпосевной обработки семян белого люпина кобальтом и смесью молибдена и кобальта (вар. 7 и 9).

Подкормка вегетирующих растений бором на всех вариантах привела к повышению содержания протеина в зерне относительно соответствующих вариантов с обработкой микроэлементами посевного материала. Обработка вегетирующих расте-

Таблица 4

**Влияние микроудобрений на содержание в зерне люпина безазотистых органических соединений, среднее за 2013-2014 гг.**

Вариант	Сахара			Крахмал		
	среднее, %	разница с контролем		среднее, %	разница с контролем	
		%	%%		%	%%
1. NPK – Контроль	4,0	-	-	6,29	-	-
2. NPK + Mo-C	6,1	2,1	52,5	5,34	-0,95	-15,0
3. NPK + Co-C	6,2	2,2	55,0	5,54	-0,75	-11,9
4. NPK + B-C	5,5	1,5	37,5	6,24	-0,05	-0,8
5. NPK + Mo+Co-C	4,9	0,9	22,5	6,97	+0,68	+10,8
6. NPK + Mo-C + B-П	5,5	1,5	37,5	6,18	-0,11	-1,7
7. NPK + Co-C + B-П	6,7	2,7	67,5	5,62	-0,67	-10,7
8. NPK + B-C + B-П	6,4	2,4	60,0	5,62	-0,67	-10,7
9. NPK + Mo+Co-C + B-П	4,7	0,7	17,5	6,93	+0,64	+10,2

ний бором положительно сказалась на сборе протеина с урожаем: прибавка составила 4,9-8,2 г/сосуд (достигла 65% в сравнении с соответствующими вариантами, но без внесения бора в подкормку). По содержанию перевариваемого протеина лучшими были варианты с внекорневой подкормкой растений борным удобрением, где его содержание увеличилось на 11-19 г/кг, или 5-9% к контрольному варианту.

При оценке кормовых достоинств зерна белого люпина большое значение имеет содержание алкалоидов (концентрация алкалоидов в зерне люпина на всех вариантах опыта менее 0,08%, что значительно ниже пороговой величины в 0,3%), а также содержание безазотистых органических веществ, являющихся источником энергии (табл. 4).

Установлено, что применение изучаемых микроудобрений (B, Mo, Co) независимо от приема их использования (обработка семян или внекорневая подкормка) исключительно положительно влияет на содержание в зерне люпина легкодоступных углеводов – сахаров: повышение их содержания на всех вариантах по отношению к контрольному варианту (макроудобрения в умеренных дозах, без микроудобрений) находится в пределах 0,7-2,7 абсолютных процента, что составляет 17-67 относительных процентов. Обработка семян молибденом и кобальтом (вариант 2 и 3) привела к получению продукции с наибольшим содержа-

нием сахаров в данной серии опыта – 6,1 и 6,2% в сравнении с содержанием сахаров в зерне контрольного варианта – 4%. Дополнительная обработка растений белого люпина во время вегетации бором была эффективной лишь на двух вариантах: вариант 8 в сравнении с вариантом 4 и на варианте 7 в сравнении с вариантом 3. Здесь, однако, нельзя не отметить, что в варианте 7 получено зерно с максимальным содержанием сахаров (6,7%), что, безусловно, очень важно при характеристике кормовой ценности зерна люпина.

Содержание запасных углеводов (крахмала) в зерне люпина находится в обратной зависимости от содержания сахаров: на вариантах с высоким содержанием сахаров отмечено самое низкое содержание крахмала. Тем не менее, наибольшим запасом прочносвязанных безазотистых соединений обладает зерно, полученное в варианте 5 (внесение бора по вегетирующим растениям, семена которых были ранее обработаны смесью молибдена и кобальта). Прибавки содержания крахмала в зерне от использования в посевах люпина микроудобрений получены только на двух вариантах – 5 и 9, хотя в целом они ниже, чем прибавки по содержанию сахаров, и не превышают 10% по отношению к контролю.

Питательная ценность продукции определяется не только ее вещественным составом, но и содержанием отдельных эле-

Таблица 5

Влияние микроудобрений на содержание питательных элементов в зерне люпина, на сухое вещество, 2014 г.

Вариант	N	P	K	S	Co
	%				мг/кг
1. NPK – Контроль	5,36	0,69	1,60	2,00	0,46
2. NPK + Mo-C	4,66	0,70	1,48	1,80	0,34
3. NPK + Co-C	5,05	0,66	1,45	1,90	0,50
4. NPK + B-C	4,53	0,70	1,56	1,70	0,32
5. NPK + Mo+Co-C	5,19	0,59	1,41	2,00	0,48
6. NPK + Mo-C + B-П	5,30	0,64	1,40	2,00	0,44
7. NPK + Co-C + B-П	5,64	0,67	1,45	2,10	0,58
8. NPK + B-C + B-П	5,36	0,69	1,43	2,00	0,46
9. NPK + Mo+Co-C + B-П	5,49	0,71	1,47	2,30	0,55

ментов. В таблице 5 приведены данные по содержанию биогенных макроэлементов (N, P, K, S), а также одного из микроэлементов (Co), которые были определены в зерне белого люпина.

Данные свидетельствуют, что содержание основных элементов питания укладывается в интервал колебаний содержания каждого из определяемых показателей, отмечаемых в литературе. Установлено, что на большинстве вариантов зерно белого люпина имело концентрацию питательных элементов ниже, чем в зерне люпина, выращиваемого на контроле, что может быть следствием биологического разбавления, обусловленного формированием на этих вариантах более высокого урожая зерна.

Обработка семян перед посевом микроудобрениями не привела к повышению обеспеченности зерна биогенными элементами. Внесение же бора по вегетирующим растениям вызвало повышение содержания элементов, определяющих синтез азотистых соединений в растении. Такое зерно (с повышенным содержанием азота, серы и фосфора) получено в вариантах, где проведена подкормка бором по фону предпосевной обработки семян кобальтом и молибденом.

На содержание в зерне люпина кобальта внесение микроудобрений оказало более заметное влияние. Установлено, что содержание кобальта в зерне опытной культуры повысилось от обработки семян перед посевом Co-удобрением (0,50 в сравнении

с 0,46 мг/кг на контроле). Дополнительное повышение его содержания отмечено в вариантах, где проведена подкормка бором по фону внесения кобальта и молибдена при посеве (вар. 7 в сравнении с вар. 3 – на 0,08 и в варианте 9 в сравнении с вариантом 5 – на 0,07 мг/кг).

#### Выводы

Вегетационный опыт в контролируемых условиях обеспечения растений элементами питания и водой показал, что в реальных условиях освещенности и складывающегося за вегетацию 2013-2015 гг. температурного режима при использовании для обработки семян белого люпина молибдена и кобальта можно получить прибавку урожая надземной фитомассы в 29-64% в сравнении с вариантом без внесения микроудобрений (контроль – NPK). При этом доля бобов в общей надземной массе возрастает с 38% (на контроле) до 41% (на вариантах с внесением Mo, Co и Mo+Co). Внекорневая подкормка растений бором при условии посева семенами, предварительно обработанными молибденом, кобальтом или их смесью не привела к повышению урожайности общей надземной фитомассы, но способствовала повышению доли зерна в массе боба.

Наилучшее сочетание показателей качества зерна получено в вариантах, где семена люпина до посева были обработаны кобальт- и молибденсодержащими микроудобрениями, а по вегетирующим расте-

ниям была проведена подкормка бором. В этих вариантах в зерне люпина содержание сырого протеина достигло величины 36-37%, сбор сырого протеина с продукцией был максимальным, содержание перевариваемого протеина колебалось в пределах 226-229 мг/кг; содержание легкоусвояемых углеводов (сахаров) достигало 6,7%, а запасных углеводов (крахмала) – 6,93% в расчете на воздушно сухое вещество. В зерне этих же вариантов отмечено повышенное содержание основных биогенных элементов (N, P, S), а также одного из контролируемых микроэлементов – кобальта.

#### **Библиографический список**

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. За белым люпином

будущее / Г.Г. Гатаулина // Белый люпин. – №1. – 2014. – С. 2-6.

3. 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.

4. 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.

5. Микроудобрения и регуляторы роста в посевах риса / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек, А.П. Науменко, А.К. Шхапацев. – Майкоп:ОАО «Полиграф-Юг», 2010. – 292 с.

6. Справочник агронома-эколога: учебное пособие. – Нижний Новгород, 2012. – 76 с.

7. Пискунов, А.С. Методы агрохимических исследований / А.С. Пискунов. – М., КолосС, 2004. – 312 с.

8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 357 с.