

**ISSN 2221-9927**

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ  
НАУК БЕЛАРУСИ ПО БИОРЕСУРСАМ»  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ИНСТИТУТ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ ИМЕНИ В.Ф.КУПРЕВИЧА НАН  
БЕЛАРУСИ»  
ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БЕЛОРУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ  
ОБЩЕСТВО»  
БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ФИЗИОЛОГОВ  
РАСТЕНИЙ

# **БОТАНИКА**

## **(ИССЛЕДОВАНИЯ)**

Выпуск 44

Минск  
2015

**Ботаника (исследования):** Сборник научных трудов. Выпуск 44 / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси – Минск: Институт радиологии, 2015. – 372 с.  
ISSN 2221 – 9927

В сборнике представлены оригинальные научные статьи белорусских ученых из ведущих научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук и ВУЗов Беларуси, содержащие результаты экспериментальных исследований, теоретических и практических разработок в широком спектре направлений ботанической науки, физиологии и экологии растений.

Публикуемые в сборнике научные статьи рецензируются ведущими специалистами в области ботаники, экологии, физиологии и биохимии растений.

**Редакционная коллегия:**

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан  
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов  
д.б.н., проф. Н. Г. Аверина  
к.б.н. Д. Г. Груммо  
д.б.н., проф. В. В. Карпук  
к.б.н. Н. А. Копылова  
д.б.н. Г. Ф. Рыковский  
д.б.н. В. Н. Прохоров  
к.б.н. А. В. Пугачевский  
д.б.н. В. В. Сарнацкий  
член-корр. НАН Беларуси, проф. Е. А. Сидорович  
д.б.н., проф. А. Т. Федорук

**Научные редакторы:**

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан  
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов

**Ответственный секретарь**

к.б.н. Т. А. Будкевич

**ISSN 2221 - 9927**

© ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича», 2015

О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ<sup>1</sup>, Е. Р. ГРИЩЕНКО<sup>1</sup>, К. Ю. РИПИНСКАЯ<sup>1</sup>,  
З. М. АЛЕЩЕНКОВА<sup>2</sup>, Л. Е. КАРТЫЖОВА<sup>2</sup>, В. Н. КУПЦОВ<sup>2</sup>,  
Н. С. КУПЦОВ<sup>3</sup>

## **РОЛЬ ЛЕКТИНОВ В РЕГУЛЯЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОБОВО-РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА У ЛЮПИНА**

<sup>1</sup> ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси»

<sup>2</sup> Институт микробиологии НАН Беларуси

<sup>3</sup> Центральный ботанический сад НАН Беларуси

**Введение.** Люпин, как и другие зернобобовые культуры, благодаря своим уникальным свойствам, таким как способность к биологической фиксации азота и повышению плодородия почв, высокому содержанию сбалансированного по аминокислотному составу белка в семенах и экологической пластичности, играет важнейшую роль в мировом земледелии [1].

Однако потенциал продуктивности бобовых, в том числе люпина, реализуется не в полной мере вследствие ряда взаимосвязанных причин, из которых весьма существенной представляется недостаточная эффективность бобово-ризобиального симбиоза. В современных технологиях возделывания указанных сельскохозяйственных культур недооценивается значение различных аспектов регуляции растительно-микробных взаимоотношений и, прежде всего, особенности взаимодействия микро- и макросимбионта.

Вместе с тем, приемы, базирующиеся на сохранении и приумножении симбиотического потенциала бобовых, создании комплементарных растительно-микробных систем, позволили бы обеспечить сбалансированные консорциумы микроорганизмов в ризосфере растений, что является важнейшим условием экологически безопасного повышения их устойчивости к действию неблагоприятных факторов среды биотической и абиотической природы, стабилизации продуктивности и качества сельскохозяйственной продукции.

Одним из возможных подходов для решения подобного рода проблем является создание симбиотических систем путем модификации процессов узнавания и симбиотических взаимоотношений между макро- и микросимбионтами. В качестве инструмента для реализации этого могут быть использованы различные биомолекулы, в частности, гликопротеины семейства лектинов, которые, являясь полифункциональными биорегуляторами, способны выполнять сигнальные функции и обеспечивать высокий уровень интеграции физиологических процессов растения-хозяина и клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* [2–5].

В 80-х годах XX века было установлено, что на ранних этапах становления симбиоза кооперирование партнеров происходит с участием лектинов растений и полисахаридов микроорганизмов, локализованных на поверхности их клеточных стенок [6]. Позднее было показано, что лектины макросим-

бионта участвуют в процессе адсорбции клубеньковых бактерий на корнях растений [7]. На основании этих и последующих многолетних исследований сформировалась точка зрения, согласно которой лектины принимают участие в реализации программ инвазии и клубенькообразования, способствуют усилению конкурентной способности интродуцируемых в почву штаммов и их симбиотических свойств, оказывают влияние не только на избирательность взаимодействия макро – и микросимбионта в бобово-ризобиальном симбиозе, но и на уровень вирулентности, специфичности и симбиотической активности клубеньковых бактерий, их аккумулярование и фиксацию на поверхности корневых волосков [4, 5].

Несомненно, существенным является сама возможность обеспечения подобного взаимодействия, обусловленная спецификой строения лектинов, которые обладают свойством специфично и обратимо связывать углеводные лиганды биополимеров без изменения их ковалентной структуры [8]. Анализ большого массива данных литературы позволяет заключить, что лектины вовлечены в интегральные процессы жизнеобеспечения всех без исключения живых существ. При этом реализация их регуляторных функций может осуществляться на различных уровнях: от процессов, связанных с межклеточными взаимоотношениями внутри организма, либо между организмами, принадлежащими к различным систематическим группам; участия в организации внутри- и межклеточных передачах сигнала до регуляции деления, растяжения, дифференцировки клеток и др.

Сопровождение симбиотических взаимоотношений является, по-видимому, одной из важнейших функций лектинов зернобобовых, от которой во многом зависит полноценное становление эффективного бобово-ризобиального симбиоза, поскольку наиболее «критическим» этапом при формировании симбиоза в системе «бобовое растение-ризобии» считается взаимное «узнавание». При этом в ризосфере растения-хозяина еще до инвазии клубеньковых бактерий происходит интенсивный обмен сигналами между макро- и микросимбионтами. Предполагается, что специфичность взаимодействия и, в конечном итоге, степень развития и функциональная активность азотфиксирующей системы клубеньков зависит более всего от генотипа растения-хозяина и его сигнальных биомолекул, участвующих в инициации симбиоза. К таковым относят и лектины бобовых, которые, благодаря своим углеводсвязывающим сайтам, способны выполнять функции одного из факторов специфичности и, как полагают, вовлечены в механизмы обеспечения избирательности взаимодействия растений с ризобиями [9–12].

В последние годы в контексте современной парадигмы сельскохозяйственного производства, вектором которой является постепенный переход от интенсивных химических технологий к экологически безопасным, основанным на реализации биологического потенциала растений с помощью биорегуляторов природного происхождения, активно исследуется возможность практического использования лектинов бобовых, в частности, сои, для оптимизации ее

продуктивности [13]. Однако подобный подход нуждается в значительном научном обосновании.

Целью данной работы являлось исследование роли лектинов в процессах формирования эффективного симбиоза между растениями люпина и симбиотическими бактериями рода *Rhizobium*.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись семена люпина узколистного – *Lupinus angustifolius* L. сорта Миртан. Растения выращивали в условиях мелкоделяночных полевых опытов на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Размеры делянок составляли 1 м<sup>2</sup>, почва опытного участка была дерново-подзолистой, повторность опытов 3-кратная.

Для предпосевной обработки семян люпина использовали жидкий инокулят симбиотических бактерий *Rhizobium lupini* с титром клеток не менее 1·10<sup>9</sup> КОЕ/мл, предварительно активированных препаратом лектина люпина узколистного сорта Миртан (*Lupinus angustifolius* agglutinin – LAA) по разработанной нами методике (не приводится, поскольку находится в стадии патентования).

Предпосевную обработку семян проводили из расчета 20 мл на 1 кг семян и последующего энергичного перемешивания до восстановления сыпучести семян по следующей схеме:

- вариант «контроль, вода»
- вариант «LAA»
- вариант «инокулят»
- вариант «инокулят+LAA».

Эффективность обработки оценивали по показателям нодулирующей и азотфиксирующей активности ризобий, урожайности семян. Учитывали также такие элементы продуктивности как количество бобов с 1 растения, количество семян в 1 бобе, массу 1000 семян.

Азотфиксирующую активность клубеньков определяли в фазе бутонизации – цветения растений по ацетиленовому методу на газовом хроматографе Хром-4 с аппаратно-программным комплексом UniChrom 4.x-5. Результаты выражали в мкг N/ 1 растение за 30 мин [14].

Выделение препарата лектина из семян люпина узколистного проводили по методу Sattangi, предусматривающему экстракцию лектина из растительного сырья ацетоном, высаливание сульфатом аммония, диализ против 60% этанола и хроматографические методы. Полученный препарат LAA лиофилизировали [15]. Количество препарата LAA, использованного для обработки ризобий, подбиралось из расчета 10 мг/т семян.

Гемагглютинирующую активность препарата LAA определяли с использованием нетрипсинизированных эритроцитов кролика посредством микротитрования на иммунологических планшетах с U-образными лунками с последующим добавлением в них 2,5% суспензии эритроцитов кролика. Реакцию проводили при комнатной температуре и результат (гемагглютинацию) регистрировали через 2 часа после начала титрования. Активность препарата

ЛАА выражали в величинах, обратных минимальной концентрации белка, при которой отмечали реакцию гемагглютинации (Ед/мг белка)<sup>-1</sup> [16].

Концентрацию белка определяли по методу Bradford [17]. Содержание белка в зрелых семенах оценивали по методу Несслера [18].

Анализ аминокислотного состава тотального белка семян определяли на автоматическом анализаторе Agasus (Германия) по стандартной методике.

Статистическая обработка данных производилась с использованием программы Excel, а также по Доспехову [19].

**Результаты и их обсуждение.** Показано, что предпосевная обработка семян люпина по описанной выше схеме оказывала в целом стимулирующее действие на процесс роста растений в фазах бутонизации и цветения (табл. 1).

**Таблица 1.** Влияние предпосевной обработки семян люпина узколистного ризобиями, активированными препаратом ЛАА, на рост растений в процессе вегетации

Вариант опыта	Период вегетации			
	Бутонизация		Цветение	
	Высота 1 растения, см	Масса надземной части 1 растения, г	Высота 1 растения, см	Масса надземной части 1 растения, г
Контроль, вода	38,1 ± 1,7	10,1 ± 1,0	57,9 ± 1,3	29,9 ± 1,6
ЛАА	42,8 ± 1,0*	12,5 ± 0,9*	60,0 ± 1,2*	31,6 ± 1,7*
Инокулят	41,2 ± 1,4*	12,4 ± 1,0*	61,0 ± 1,0*	32,6 ± 1,4*
Инокулят+ЛАА	45,0 ± 1,0*	14,0 ± 0,7*	63,2 ± 0,8*	37,0 ± 1,9*
НСР <sub>0,05</sub>	1,8	1,3	1,5	1,9

Примечание: \* разность между контролем и опытными вариантами существенна при 5% уровне значимости ( $d > \text{НСР}_{0,05}$ ).

Согласно данным таблицы 1, предпосевная обработка семян люпина экзогенным препаратом ЛАА оказывала в целом положительное действие на рост растений и процесс нодуляции, что, предположительно, связано с возможной лектин-индуцированной стимуляцией симбиотической активности спонтанной микрофлоры, в том числе местных штаммов ризобий. Более выраженный ростстимулирующий эффект наблюдался при использовании интродуцированных ризобий, особенно в варианте с использованием ризобий, обработанных препаратом ЛАА, что сопровождалось увеличением высоты растений и массы стебля (табл. 1).

Оценивая полученные данные, следует отметить, что, поскольку лектины обладают митогенными свойствами, предпосевная обработка препаратом ЛАА, по-видимому, стимулировала процессы деления в активно растущих тканях, что согласуется с данными, полученными ранее о вовлеченности лектинов в процессы деления, растяжения и дифференциации клеток, в связи с чем они способны принимать участие в регуляции морфофизиологических процессов растений [20–23]. Кроме того, препарат лектина в варианте «Инокулят+ ЛАА», возможно, оказывает регуляторное действие на метаболизм ризобий, модифицируя симбиотические свойства и вирулентность микро-

симбонта [13]. Так, показано, что предлагаемый агроприем стимулировал процесс нодуляции (табл. 2).

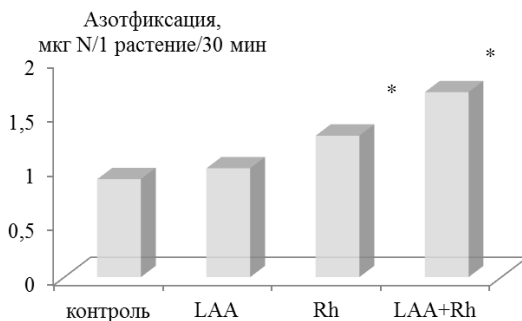
**Таблица 2.** Влияние предпосевной обработки семян люпина ризобиями, активированными препаратом LAA, на процесс нодуляции и элементы продуктивности (фаза цветения)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт.	Масса клубеньков, мг	Масса 1000 семян, г	Содержание белка в семенах, %
Контроль	44,1 ± 2,1	744 ± 34,2	121,0 ± 0,6	29,6 ± 0,5
LAA	50,8 ± 2,7*	905 ± 65,4*	130,6 ± 0,9*	30,1 ± 0,2
Инокулят	29,0 ± 1,4*	500 ± 22,4	124,1 ± 0,8*	27,3 ± 0,2
Инокулят+LAA	54,6 ± 2,9*	847 ± 37,2*	127,5 ± 0,7*	27,1 ± 0,1
НСР <sub>0,05</sub>	4,1	62,4	1,2	0,6

Примечание: \* разность между контролем и опытными вариантами существенна при 5% уровне значимости ( $d > \text{НСР}_{0,05}$ ).

Согласно данным таблицы 2, под влиянием ризобий, активированных препаратом LAA, эффект стимуляции процесса нодуляции был выражен особенно ярко, что, возможно, связано с LAA-индуцированной вирулентностью и стимуляцией симбиотической активности микросимбионта.

Однако, наблюдаемая под действием препарата LAA стимуляция процесса нодуляции не сопровождалась заметной активацией азотфиксации в клубеньках (рис. 1).



**Рис. 1.** Влияние предпосевной обработки семян люпина узколистного сорта Миртан ризобиями совместно с препаратом LAA на азотфиксирующую активность клубеньков на стадии бутонизации-цветения. Знаком \* обозначено, что разность между контролем и опытными вариантами существенна при 5% уровне значимости ( $d > \text{НСР}_{0,05}$ , равной 0,3).

Согласно данным рисунка 1, под влиянием предпосевной обработки семян у растений люпина наблюдалось увеличение азотфиксирующей активно-

сти в клубеньках в вариантах с интродуцированными ризобиями, а также с ризобиями, активированными препаратом LAA.

Возможно, LAA-индуцированная стимуляция клубенькообразования не обязательно связана с формированием азотфиксирующих, или настоящих, клубеньков. Не исключено, что в ризосферной зоне предобработанных LAA растений отсутствовали истинно вирулентные культуры клубеньковых бактерий, формирующие настоящие клубеньки, но в основном те, которые обладают так называемой туморогенной активностью, когда формируются псевдоклубеньки, не способные фиксировать азот. В то же время, в наших экспериментах в присутствии вирулентных штаммов интродуцированных ризобий, а также активированных препаратом LAA, у люпина формировались функционально активные азотфиксирующие клубеньки.

**Таблица 3.** Аминокислотный состав суммарного белка зрелых семян люпина под влиянием предпосевной обработки семян люпина сорта Миртан ризобиями, активированными препаратом LAA (в % от общего белка)

Аминокислоты	Контроль	LAA	Инокулят	Инокулят + LAA
Незаменимые				
Тре	3,45	3,37	3,41	3,33
Вал	3,46	3,59	3,41	3,63
Мет	0,44	0,48	0,38	0,50
Иле	3,6	3,77	3,69	3,85
Лей	6,80	6,81	6,77	6,90
Фен	4,19	3,98	4,21	4,45
Лиз	4,6	4,83	4,67	4,36
Сумма	26,56	26,83	26,54	27,02
Заменимые				
Асп	11,2	10,91	11,03	10,75
Глу	21,55	21,13	21,55	21,29
Сер	5,22	5,20	5,27	5,14
Про	4,25	4,30	4,21	4,49
Цис	0,79	0,72	0,74	0,75
Гли	4,13	4,02	4,06	3,99
Ала	3,48	3,47	3,44	3,45
Тир	3,82	3,65	3,81	3,92
Гис	3,16	3,27	3,27	3,16
Арг	10,81	11,36	11,01	10,87
Сумма	68,33	68,06	68,27	67,81
Арг+Гис	13,97	15,06	14,28	14,03
Мет+Цис	1,23	1,2	1,12	1,25
Фен+Тир	8,01	7,63	8,02	8,37
Общая сумма	94,89	94,89	94,81	94,83

Показатели количества бобов на 1 растении и количества семян в бобе практически не изменялись (данные не приводятся). Вместе с тем, следует отметить положительное действие предпосевной обработки растений ризо-



биями, активированными препаратом LAA, на показатель массы 1000 семян без существенного изменения содержания белка в них (табл. 2).

Поскольку увеличение количества семян у бобовых нередко сопровождается снижением показателя содержания белка в них [25], наблюдаемый эффект позволяет предполагать, что под влиянием предпосевной обработки семян люпина ризобиями, активированными препаратом LAA, имеет место стабилизация семенной продуктивности. Не исключено также, что препарат LAA оказывал позитивное действие также и на процесс аттракции питательных веществ, стимулируя поток ассимилятов из листьев к семенам, что способствовало увеличению массы 1000 семян без значимого ухудшения их качества по аминокислотному составу тотальных белков.

Анализ аминокислотного состава белков семян не выявил существенных изменений соотношения заменимых и незаменимых аминокислот (табл. 3).

В соответствии с данными таблицы 3, можно отметить, что показатели содержания незаменимых аминокислот почти не изменялись. Параметры содержания незаменимых аминокислот, а также интегральных показателей суммы аминокислот аргинина и гистидина, серосодержащих аминокислот метионина и цистеина, фенилаланина и тирозина, имеющих значение для обеспечения оптимального объема протеина, особенно актуальны при оценке качества кормов для молодняка сельскохозяйственных животных и высокомолочных жвачных [25].

**Заключение.** Полученные результаты позволяют предполагать, что лектин люпина принимает участие в формировании симбиотических взаимоотношений между растением хозяином и ризобияльной микрофлорой, оказывая регуляторное действие на вирулентность и конкурентоспособность интродуцированных штаммов ризобий и функциональную активность азотфиксирующего аппарата клубеньков. Предпосевная обработка растений люпина инокулятом на основе симбиотических бактерий *Rhizobium lupini*, активированных LAA, оказывала позитивное действие на продукционный процесс, рост растений и отдельные элементы структуры урожая. Увеличение массы 1000 семян не сопровождалось снижением содержания белка в них и его качества. Не исключено, что лектин люпина обладает способностью модифицировать как свойства микросимбионта, так и морфофизиологический статус самого растения, что открывает определенные перспективы для разработки новых экологически безопасных подходов к направленной регуляции азотфиксирующей активности симбиотической системы бобовых и продукционного процесса в целом.

#### Литература

1. Зотиков В. И., Наумкина Т. С. // Вестник ОрелГАУ. №3. 2007. С. 11–14.
2. Коць С. Я., Береговенко С. К., Кириченко Е. В. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов. Киев: Наук.думка, 2007. 316 С.
3. Шакирова Ф. М., Безрукова М. В. // Журнал общей биологии. 2007. Т.68. № 2. С.100–125.

4. Сытников Д. М., Коць С. Я. // Физиология и биохимия культ.растений. 2009. Т. 41. № 4. С.279–296.
5. Сытников Д. М. // Вісник ОНУ. 2012. Т. 17. Вып.4 (29). С.45–54.
6. Dazzo F. V., Truchet G. L., Sherwood J. T. et al. // Appl. Environ. Microbiol. 1984. V.48. N 6. P.1140–1150.
7. Libeiro A. R., Lopez-Garsia S. L., Vazquez T. E. E. et al. // FEMS Microbiol.Lett. 2000. V.188. N 2. P.177–184.
8. Луцки М. Д., Панасюк Е. Н., Луцки А. Д. Лектины. Львов: Вища школа, 1981. 155 С.
9. Бабоша А. В. // Журнал общей биологии. 2008. Т.69. № 5. С.379–396.
10. Коць С. Я., Сытников Д. М. // Физиология и биохимия культ. растений. 2007. Т. 39. № 6. С.463–475.
11. Кириченко Е. В., Титова Л. В., Жемойда А. В., Омельчук С. В. // Физиология и биохимия культурных растений. 2004. Т.36. № 5. С.390–397.
12. Баймиев А. Х., Чемерис А. В., Баймиев Ан. Х. и др. // Генетика. 2001. № 37. С. 215–222.
13. Сытников Д. М., Кругова Е. Д., Мандровская Н. М. // Биотехнология. 2011. Т. 4. № 6. С.42–50.
14. Умаров М. М. // Почвоведение. 1976. № 11. С. 119–123.
15. Sattangi P. P., Sattangu S. // Prep. Biochem. 1984/1985. V.14. N 5. P.471–483.
16. Бабоша А. В., Ладыгина М. Е. // Физиолого-биохимические и биофизические методы диагностики степени устойчивости растений к патогенам и другим факторам / Под ред. Ладыгиной М. Е. М.: МГУ, 1992. С.43–52.
17. Bradford M. M. // Anal.Biochem. 1976. Vol. 8. P. 248–254.
18. Чмелева З. В., Тютюрев С. Л. // Сельскохозяйственная биология. 1974. Т. 9. № 4. С.616–631.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта Москва: Колос, 1979. 416 с.
20. Марков Е. Ю., Хавкин Э. Е. // Физиология растений. 1983. Т. 30. № 5. С.852–867.
21. Шакирова Ф. М., Безрукова М. В. // Журн. общей биологии. 2007. Т. 68. № 2. С. 98–114.
22. Ямалева А. А. Лектины растений и их биологическая роль. Уфа: Башкирский университет, 2001. 204 с.
23. Шаяхметов И. Ф., Шакирова Ф. М., Хайрулин Р. М. // Физиология и биохимия культ. растений. 1994. Т. 26. № 1. С. 68–71.
24. Соболев А. М. Запасание белка в семенах растений. Москва: Наука, 1985. 112 С.
25. Пономаренко Ю. А. Питательные и антипитательные вещества в кормах. Минск: Экоперспектива, 2007. 960 с.

О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ, Е. Р. ГРИЩЕНКО, К. Ю. РИПИНСКАЯ, З. М. АЛЕЩЕНКОВА,  
Л. Е. КАРТЪЖОВА, В. Н. КУПЦОВ, Н. С. КУПЦОВ,  
**РОЛЬ ЛЕКТИНОВ В РЕГУЛЯЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОБОВО-  
РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА У ЛЮПИНА**

#### Резюме

Исследовали влияние предпосевной обработки растений люпина инокулятом на основе симбиотических бактерий *Rhizobium lupini*, активированных препаратом экзогенного лектина люпина узколистного, на процесс нодуляции, симбиотической азотфиксации в клубеньках, элементы продуктивности и качество белка семян. Показано ростстимулирующее действие указанного способа обработки на рост и развитие растений, продукци-

онный процесс и отдельные элементы структуры урожая. Увеличение массы 1000 семян не сопровождалось снижением содержания белка в них и его качества. Полученные результаты позволяют предполагать, что лектин люпина принимает участие в формировании симбиотических взаимоотношений между растением хозяином и ризобияльной микрофлорой, оказывая регуляторное действие на функциональную активность азотфиксирующего аппарата и морфофизиологический статус макросимбионта.

O. L. KANDELINSKAYA, E. R. GRISCHENKO, K. Ju. RIPINSKAYA,  
Z. M. ALESCHENKOVA, L. E. KARTIZHOVA, V. N. KUPTSOV, N. S. KUPTSOV,  
**ROLE OF LECTINS IN REGULATION OF LEGUME-RHIZOBIUM SYMBIOSIS  
EFFICIENCY IN LUPIN**

**Summary**

The effect of *Rhizobium lupini* activated by lupine lectin on the process of nodulation, symbiotic nitrogen fixation in the nodules, the elements of productivity and quality of seed protein has been studied. We showed the growth-stimulating effect of this pretreatment on the growth and development of plants, production process and some elements of the structure of the crop. The increase in weight of 1000 seeds is not accompanied by a reduction of total protein content and its aminoacid composition. The results suggest that the lectin of lupine takes part in the formation of the symbiotic relationship between host plants and *Rhizobium* microbiota exerting regulatory effects on the functional activity of nitrogen-fixing apparatus and morphophysiological status of macrosymbiont.

*Поступила в редакцию 21.08.2015 г.*