

## Биологическая фиксация азота

УДК 633.11:631.847.2:[581.132+631.524.84

### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН ЛЕКТИНОМ И ЛЕКТИН-БАКТЕРИАЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ**

**Е.В. КИРИЧЕНКО**

Изучали влияние лектина пшеницы и его композиции с азотфиксирующими микроорганизмами *Azotobacter chroococcum* T79 на содержание хлорофилла и сахаров в листьях, формирование вегетативной массы и зерновую продуктивность растений, а также на численность и азотфиксирующую активность ризосферного комплекса микроорганизмов у яровой пшеницы. Установлено, что реакция растений на обработку семян лектином проявлялась в увеличении содержания хлорофилла и углеводов в листьях, активном формировании вегетативной массы, усилении азотфиксирующей активности ризосферного комплекса микроорганизмов и повышении зерновой продуктивности. У пшеницы сорта Ранняя 93 увеличение азотфиксирующей активности микроорганизмов ризосферы в 1,9-3,6 раза сопровождалось повышением содержания хлорофилла в листьях на 3-46 %. При этом отмечалось возрастание числа азотфиксирующих микроорганизмов в 1,2-5,9 раза по сравнению с контролем. Нитрогеназная активность ризосферных diaзотрофов у пшеницы сорта Коллективная 3 в опытно-полевом варианте увеличивалась в 1,7 раза, содержание хлорофилла в листьях — на 14 %, численность азотфиксирующих микроорганизмов — в 1,6 раза. Анализ структуры урожая выявил увеличение показателей длины и массы колоса, числа и массы зерен в колосе, а также индекса урожая — отношения массы зерна к вегетативной массе растения.

**Ключевые слова:** пшеница яровая, лектин, лектин-бактериальная композиция, хлорофилл, углеводы, ризосферные микроорганизмы, азотфиксирующая активность, зерновая продуктивность.

**Keywords:** spring wheat, lectin, lectin-bacterial composition, chlorophyll, carbohydrates, rhizospheric microorganisms, nitrogenase activity, grain productivity.

Продуктивность как сложная интегрированная функция растений, в основе которой лежат генетически детерминированные процессы роста, морфогенеза, генеративного развития и старения, обусловлена комплексом факторов, важнейший из которых — фотосинтетическая активность, зависящая от содержания хлорофилла в листьях и азотного питания (1). Определяющая роль в регуляции роста и развития растений отводится гормональной системе (2). Известно о существенной активации синтеза хлорофилла, фотосинтетических процессов в листьях, увеличении продуктивности сельскохозяйственных культур при экзогенном действии биологически активных веществ, в том числе гормональной природы (3, 4). Бактеризация семян культурами азотфиксирующих микроорганизмов, служащих источником биологического азота для растений и активным продуцентом растактивирующих веществ (гормонов, витаминов, аминокислот и др.), также относится к эффективным способам повышения продуктивности (5).

Работы последних лет указывают на вовлечение растительных лектинов и фитогормонов в регуляцию роста и развития растений (6). Так, обработка проростков пшеницы агглютинином зародышей пшеницы (АЗП) приводила к стимуляции митотической активности в меристематических клетках корней (7). Описано взаимодействие АЗП и 24-эпибрассинолида при регуляции деления клеток корней у пшеницы (8). Ранее мы показали (9-11), что предпосевная обработка семян сои специфичным для растения лектином и его композицией с *Bradyrhizobium japonicum* 6346 активизирует рост и формирование вегетативной массы у растений, повышает их семенную продуктивность, а также стимулирует развитие и функциональную ак-

тивность клубеньковых бактерий и ризосферных diaзотрофных микроорганизмов.

Нашей целью было изучение влияния предпосевной обработки семян лектином пшеницы и его композицией с азотфиксирующими бактериями *Azotobacter chroococcum* T79 на содержание хлорофилла и углеводов в листьях, формирование вегетативной массы и урожай у пшеницы, а также на численность и азотфиксирующую активность ризосферного комплекса микроорганизмов.

**Методика.** Опыты проводили в течение 2003-2005 годов на растениях пшеницы яровой (*Triticum aestivum* L.) сортов Ранняя 93 и Коллективная 3, различающихся по продуктивности (высоко- и среднепродуктивный), которые выращивали в 7-кратной повторности по вариантам в 9-килограммовых сосудах Вагнера на субстрате (почва:песок — 3:1) с питательной средой Прянишникова ( $1/2$  нормы минерального азота) (12) при естественном освещении и температуре в условиях вегетационной площадки. Агрохимическая характеристика почвы:  $pH_{KCl} = 6,9$ ; содержание N, P и K — соответственно 1,32; 0,28 и 0,81 %; почва светло-серая легкосуглинистая.

Семена за 1 ч перед высевом замачивали в растворе коммерческого препарата лектина пшеницы (агглютинин зародышей пшеницы) с высокой степенью очистки (согласно характеристике производителя) («Лектинотест», г. Львов, Украина) в концентрации 10 мкг/мл, в композиции, содержащей лектин пшеницы и суспензию азотфиксирующих бактерий *A. chroococcum* T79 (1:1, конечная концентрация лектина в композиции 5 мкг/мл, титр бактерий  $10^8$  кл/мл) (опытные варианты) и в воде (контрольный вариант). Штамм *A. chroococcum* T79 выделен из черноземных почв в Полтавской области (Украина) методом аналитической селекции (13). Культуру бактерий выращивали на агаризованной среде Эшби и смывали стерильной водой (5).

Отборы растений и ризосферной почвы проводили в фазы кущения и выхода в трубку—начала колошения. Сырую массу растений определяли взвешиванием, содержание хлорофилла (мг/г сырой ткани листьев) — по Арнону после экстракции диметилсульфоксидом (14), количество углеводов (в процентах в пересчете на глюкозу) — по Х.Н. Починку (15). Общую численность микроорганизмов в ризосферной почве устанавливали методом последовательных разведений (16), принадлежность к группе азотфиксирующих микроорганизмов — высевом на селективную безазотистую питательную среду Эшби (5) с последующим подсчетом выросших колоний. Азотфиксирующую активность ризосферного комплекса микроорганизмов измеряли ацетиленовым методом по R.W.F. Hardy с соавт. (17) на приборе Chromatograf 504 (Польша). Структуру урожая и продуктивность оценивали в фазу полной спелости зерна.

Для статистической обработки данных использовали компьютерную программу Statgraphics Plus v. 3.0 (в таблицах представлены средние арифметические значения и стандартные ошибки, рассчитанные не менее чем по 3 биологическим повторностям).

**Результаты.** Лектин и лектин-бактериальная композиция при предпосевной обработке семян положительно влияли на накопление хлорофилла у растений яровой пшеницы. Так, в варианте с замачиванием семян в растворе лектина на протяжении первой половины вегетации растений (фазы кущения и выхода в трубку—начала колошения) у сорта Ранняя 93 содержание хлорофилла в листьях превышало контрольные значения соответственно на 6 и 18 %, у сорта Коллективная 3 — на 4 и 20 % (табл. 1). Предпосевная обработка семян лектин-бактериальной композицией также

приводила к увеличению содержания хлорофилла в листьях растений у пшеницы сорта Ранняя 93 соответственно на 8 и 28 %, Коллективная 3 — на 9 и 18 % (см. табл. 1).

**1. Изменение содержания хлорофилла в листьях и формирование вегетативной массы у растений двух сортов яровой пшеницы при предпосевной обработке семян лектином и лектин-бактериальной композицией ( $X \pm x$ ; вегетационная площадка, Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, г. Киев, 2004-2005 годы)**

| Вариант                               | Содержание хлорофилла (а + b) |     |                      |     | Масса надземной части растения |     |                |     |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----|----------------------|-----|--------------------------------|-----|----------------|-----|
|                                       | мг/г сырого вещества          | %   | мг/г сырого вещества | %   | г                              | %   | г              | %   |
|                                       | Ранняя 93                     |     | Коллективная 3       |     | Ранняя 93                      |     | Коллективная 3 |     |
| Фаза кущения                          |                               |     |                      |     |                                |     |                |     |
| Контроль                              | 1,14±0,01                     | 100 | 1,68±0,02            | 100 | 2,57±0,13                      | 100 | 1,47±0,07      | 100 |
| Лектин                                | 1,21±0,03*                    | 106 | 2,01±0,05*           | 120 | 2,93±0,09*                     | 114 | 1,62±0,06*     | 110 |
| Композиция                            | 1,23±0,01*                    | 108 | 1,83±0,03*           | 109 | 3,12±0,16*                     | 121 | 1,68±0,05*     | 114 |
| Фаза выхода в трубку—начала колосения |                               |     |                      |     |                                |     |                |     |
| Контроль                              | 1,63±0,08                     | 100 | 1,46±0,03            | 100 | 4,94±0,25                      | 100 | 2,53±0,02      | 100 |
| Лектин                                | 1,93±0,02*                    | 118 | 1,67±0,05*           | 114 | 5,56±0,43                      | 113 | 2,78±0,14*     | 110 |
| Композиция                            | 2,09±0,07*                    | 128 | 1,72±0,06*           | 118 | 5,54±0,35                      | 112 | 2,96±0,08*     | 117 |

Примечание. Композиция — лектин пшеницы + *Azotobacter chroococcum* T79.  
\* Превышение над контролем достоверно при  $p < 0,05$ .

При сравнении действия лектина пшеницы и его композиции с азотфиксирующими бактериями на содержание хлорофилла в листьях в разные фазы вегетации существенных различий не установили. Хотя в лектин-бактериальной композиции концентрация лектина была вдвое ниже, чем в чистом препарате этого биологически активного вещества (соответственно 5 и 10 мкг/мл), ее эффект не отличался или несколько превышал таковой у АЗП, вероятно, за счет включения бактериального компонента. Как известно, при совместной инкубации лектина с азотфиксирующими бактериями в чистой культуре в бактериальных клетках активизируются метаболические процессы, что проявляется в усилении синтеза белков, ферментов и продуктов азотного метаболизма (18), гормона роста индолил-3-уксусной кислоты (19), внеклеточных полисахаридов (20); в условиях симбиоза с бобовыми растениями повышается клубенькообразующая способность бактерий, азотфиксирующая активность корневых клубеньков и эффективность симбиотических систем (11, 21, 22).

**2. Содержание углеводов (в пересчете на глюкозу) в листьях у растений двух сортов яровой пшеницы в фазу кущения при предпосевной обработке семян лектином и лектин-бактериальной композицией ( $X \pm x$ ; вегетационная площадка, Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, г. Киев, 2004-2005 годы)**

| Вариант    | Ранняя 93            |     | Коллективная 3       |     |
|------------|----------------------|-----|----------------------|-----|
|            | к сырому веществу, % | %   | к сырому веществу, % | %   |
| Контроль   | 0,35±0,04            | 100 | 0,17±0,03            | 100 |
| Лектин     | 0,42±0,05            | 122 | 0,59±0,08*           | 342 |
| Композиция | 0,49±0,01*           | 143 | 0,64±0,16*           | 369 |

Примечание. То же, что в таблице 1.

\* Превышение над контролем достоверно при  $p < 0,05$ .

С увеличением количества хлорофилла повышается интенсивность фотосинтеза, образования пластических веществ, вегетативной массы растения (1). Мы показали (табл. 2), что и лектин, и его композиция с микроорганизмами способствовали накоплению в листьях углеводов. В фазу кущения у сорта Ранняя 93 их содержание возросло соответственно в 1,2 и 1,4 раза, у сорта Коллективная 3 — в 3,4 и 3,7 раза, что указывает на различную реакцию сортов пшеницы на обработку семян лектином. В опытных

вариантах растения также превосходили контрольные по формированию надземной массы (см. табл. 1). Разница по этому показателю между вариантами с обработкой семян лектином и композицией может быть обусловлена дополнительным влиянием бактериального компонента композиции на растения, поскольку описано положительное действие бактериализации семян штаммом *A. chroococcum* T79 на развитие и продуктивность пшеницы. Ранее показано, что у яровой пшеницы сорта Ранняя 93 предпосевная инокуляция семян указанным штаммом в условиях полевого опыта увеличивала зерновую продуктивность на 10 % (23). При сравнительной оценке эффективности композиции и бактериального штамма *A. chroococcum* T79 установили преимущество первой, что проявилось в пролонгированном эффекте на протяжении всего вегетационного периода (усиление ризогенеза, формирования надземной массы и зерна, а также увеличение численности азотфиксирующих микроорганизмов в ризосферной зоне растений) (24).

Таким образом, под влиянием лектина пшеницы и его композиции с бактериями у растений интенсифицируется формирование вегетативной массы вследствие увеличения содержания фотосинтетических зеленых пигментов в листьях и образования углеводов. Накопление углеводов с самых ранних этапов развития растений также может быть связано с повышением активности ферментов фотосинтетической ассимиляции углерода. Известно (25), что в условиях *in vitro* под действием очищенного препарата ПЛКІ (пигмент-лектиновый комплекс ФСІ) из тритикале существенно (на 40-50 %) активировалась рибулозобисфосфаткарбоксилаза (РБФК — ключевой фермент темновой фазы фотосинтеза), выделенная из стромальной фракции хлоропластов листьев у тритикале и тополя. При этом изменения отмечали как на свету, так и в темноте. При замене очищенного ПЛКІ на фракцию тилакоидов стромы, обогащенную ПЛКІ, наблюдали снижение активации фермента по сравнению с очищенным ПЛКІ, и в этом варианте эффект был светозависимым. Лектиновая природа стимуляции ферментативной активности РБФК доказана с использованием гаптена лектина тилакоидов из стромы тритикале — галактуроновой кислоты: при предварительной инкубации очищенного ПЛКІ с гаптенем действие ПЛКІ в отношении РБФК не проявлялось (25).

**3. Показатели активности ризосферных диазотрофов и содержание хлорофилла в листьях у растений двух сортов яровой пшеницы в фазу колошения при предпосевной обработке семян лектином и лектин-бактериальной композицией ( $X \pm x$ ; вегетационная площадка, Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, г. Киев, 2004-2005 годы)**

| Вариант                   | Численность азотфиксирующих микроорганизмов |     | Азотфиксирующая активность            |     | Содержание хлорофилла (a + b) |     |
|---------------------------|---|-----|---------------------------------------|-----|-------------------------------|-----|
|                           | кл/г абсолютно сухой почвы, $\times n$      | %   | нмоль $C_2H_4$ /(рас-тение $\cdot$ ч) | %   | мг/г сырого вещества          | %   |
| Р а н н я я 93            |   |     |                                       |     |                               |     |
| Контроль                  | 21,1 $\pm$ 3,7                              | 100 | 0,71 $\pm$ 0,07                       | 100 | 1,91 $\pm$ 0,05               | 100 |
| Лектин                    | 26,0 $\pm$ 2,0*                             | 123 | 1,02 $\pm$ 0,14*                      | 142 | 2,21 $\pm$ 0,01*              | 116 |
| Композиция                | 51,2 $\pm$ 4,0*                             | 243 | 0,87 $\pm$ 0,01*                      | 121 | 2,21 $\pm$ 0,02*              | 116 |
| К о л л е к т и в н а я 3 |   |     |                                       |     |                               |     |
| Контроль                  | 12,4 $\pm$ 1,0                              | 100 | 1,07 $\pm$ 0,18                       | 100 | 1,47 $\pm$ 0,02               | 100 |
| Лектин                    | 19,7 $\pm$ 1,4*                             | 159 | 1,85 $\pm$ 0,19                       | 172 | 1,67 $\pm$ 0,05*              | 114 |
| Композиция                | 19,3 $\pm$ 1,2*                             | 156 | 2,16 $\pm$ 0,10                       | 200 | 1,72 $\pm$ 0,06*              | 118 |

Примечание. То же, что в таблице 1. Для сорта Ранняя 93  $n = 10^8$ , для сорта Коллективная 3  $n = 10^{12}$ .

\* Превышение над контролем достоверно при  $p < 0,05$ .

Показано, что на фотосинтетическую активность растений существенно влияют ризосферные микроорганизмы, фиксирующие молекулярный азот и улучшающие азотное питание растений, а также экзогенные биоло-

гически активные вещества (3-5). Активность ассоциативной азотфиксации при этом увеличивается в 2-5 раз, одним из объяснений чего авторы считают усиление накопления хлорофилла (5).

При сопоставлении количества хлорофилла в листьях растений с численностью и азотфиксирующей активностью ризосферных diaзотрофов оказалось (табл. 3), что в варианте с обработкой семян лектином нитрогеназная активность микроорганизмов увеличивалась в 1,7 и 1,4 раза, содержание хлорофилла — на 14 и 16 % соответственно для сортов Коллективная 3 и Ранняя 93. При этом численность азотфиксирующих микроорганизмов в ризосфере возросла соответственно в 1,6 и 1,2 раза (см. табл. 3). Под влиянием лектин-бактериальной композиции в ризосфере растений обоих сортов активно развивались diaзотрофы, число которых превышало контрольные показатели для сортов Ранняя 93 и Коллективная 3 соответственно в 2,4 и 1,6 раза. Азотфиксирующая активность при этом увеличилась в 1,2 и 2,0 раза, содержание хлорофилла — на 16 и 18 % (см. табл. 3).

Повышение азотфиксирующей способности у ризосферных diaзотрофов может объясняться стимулирующим влиянием растительного лектина на их физиологическую активность, подтверждением чего служат работы, продемонстрировавшие усиление роста бактерий в условиях чистой культуры и в ризосфере (10, 20, 26), а также повышение активности бактериальной нитрогеназы (10, 18, 27). В лектин-бактериальной композиции осуществляется непосредственное действие лектина на бактерии *A. chroococcum* T79, в результате чего увеличивается число бактериальных клеток (26). Влияние композиции на ризосферные микроорганизмы может проявляться в интродукции активированных лектином бактериальных клеток штамма T79 в ризосферу растений и прямом влиянии лектина, не связанного в композиции с бактериями (28), на ризосферные микроорганизмы.

В результате наблюдаемого нами у ризосферных diaзотрофов усиления N<sub>2</sub>-фиксации улучшается азотное питание растений (за счет поступления биологического азота). Это, как уже отмечалось, интенсифицирует их фотосинтетическую активность, а усиление фотосинтеза обеспечивает увеличение количества фотоассимилятов (углеводов, органических кислот и др.), из которых одна часть с корневыми метаболитами поступает в ризосферную почву и, в свою очередь, определяет развитие и физиологическую активность ризосферной микрофлоры.

#### 4. Показатели зерновой продуктивности у растений двух сортов яровой пшеницы при предпосевной обработке семян лектином и лектин-бактериальной композицией ( $X \pm x$ ; вегетационная площадка, Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, г. Киев)

| Вариант                                      | Длина колоса |     | Масса колоса |     | Число зерен в колосе |     | Масса зерен в колосе |     | Индекс урожая |     |
|--|--------------|-----|--------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|---------------|-----|
|  | см           | %   | г            | %   | шт.                  | %   | г                    | %   | И             | %   |
| Р а н н я я 93 (среднее за 2003 и 2005 годы) |              |     |              |     |                      |     |                      |     |               |     |
| Контроль                                     | 5,5±0,1      | 100 | 1,18±0,03    | 100 | 21,0±0,7             | 100 | 0,84±0,03            | 100 | 0,32±0,01     | 100 |
| Лектин                                       | 6,3±0,1*     | 115 | 1,51±0,06*   | 128 | 26,2±1,1*            | 125 | 1,08±0,02*           | 129 | 0,38±0,01*    | 119 |
| Композиция                                   | 6,2±0,1*     | 113 | 1,44±0,06*   | 122 | 25,1±0,8*            | 120 | 1,04±0,02*           | 124 | 0,37±0,01*    | 116 |
| К о л л е к т и в н а я 3 (2004 год)         |              |     |              |     |                      |     |                      |     |               |     |
| Контроль                                     | 6,1±0,1      | 100 | 0,52±0,01    | 100 | 11,4±0,2             | 100 | 0,40±0,01            | 100 | 0,29±0,01     | 100 |
| Лектин                                       | 6,8±0,1*     | 112 | 0,71±0,04*   | 137 | 15,7±0,5*            | 134 | 0,52±0,04*           | 130 | 0,33±0,03*    | 114 |
| Композиция                                   | 6,6±0,3      | 108 | 0,72±0,06*   | 139 | 16,0±1,0*            | 140 | 0,58±0,01*           | 145 | 0,36±0,02*    | 124 |

П р и м е ч а н и е. То же, что в таблице 1.

\* Превышение над контролем достоверно при  $p < 0,05$ .

Другая (основная) часть фотоассимилятов участвует в формировании вегетативной биомассы и продуктивного потенциала растений. Так, под влиянием предпосевной обработки семян лектином и лектин-бактериальной композицией у изученных сортов повышалась зерновая продуктивность

(табл. 4). Анализ структуры урожая свидетельствует об увеличении длины и массы колоса, числа и массы зерен в колосе, а также индекса урожая (отношение массы зерна к вегетативной массе растения). Неодинаковый результат действия лектина и композиции на продуктивность у разных сортов пшеницы может объясняться генетическими особенностями последних, определяющими отзывчивость сорта на тот или иной препарат, выделительную способность семян при прорастании, качественный и количественный состав семенных и корневых экзометаболитов, степень связывания лектина и бактерий с поверхностью семян и их влияние на развитие микрофлоры семени и ризосферы. Однозначно, что как для лектина, так и для лектин-бактериальной композиции характерен пролонгированный эффект повышения зерновой продуктивности.

Итак, предпосевная обработка семян лектином пшеницы и его композицией с азотфиксирующими микроорганизмами *Azotobacter chroococcum* T79 привела к увеличению содержания хлорофилла и углеводов в листьях, способствовала формированию вегетативной массы и зерновой продуктивности у пшеницы, стимулировала развитие агрономически полезной группы микроорганизмов и их азотфиксирующую активность в ризосферной зоне растений. Внесение бактериального компонента в композицию позволяет уменьшить действующую концентрацию лектина пшеницы без ущерба для эффективности, что снижает себестоимость используемого для предпосевной обработки семян препарата (композиции) по сравнению с чистым лектином.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гуляев Б.И. Фотосинтез и продуктивность растений: проблемы, достижения, перспективы исследований. Физиология и биохимия культурных растений, 1996, 28(1-2): 15-35.
2. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход. М., 1985.
3. Чернядьев И.И. Фотосинтез и цитокинины. Прикладная биохимия и микробиология, 1993, 29(5): 644-673.
4. Карташов И.М., Холоденко Н.Я., Музафаров Е.Н. Влияние кинетина и АБК на активность аденилаткиназы хлоропластов гороха. Прикладная биохимия и микробиология, 1999, 35(4): 463-467.
5. Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та інш. Біологічний азот. Київ, 2003.
6. Rudiger H., Gabius H.-J. Plant lectins: occurrence, biochemistry, functions and applications. Glycoconj. J., 2001, 18: 589-613.
7. Безрукова М.В., Кильдибекова А.Р., Авальбаев А.М., Шакирова Ф.М. Участие агглютинина зародыша пшеницы в регуляции деления клеток апикальной меристемы корней проростков. Цитология, 2004, 46(1): 35-38.
8. Безрукова М.В., Авальбаев А.М., Кильдибекова А.Р., Фатхутдинова Р.А., Шакирова Ф.М. Взаимодействие лектина пшеницы и 24-эпибрасинолида в регуляции деления клеток корней пшеницы. Докл. РАН, 2002, 387: 276-378.
9. Кириченко Е.В., Титова Л.В., Коць С.Я., Жемойда А.В., Омельчук С.В., Марьюшкин В.Ф. Влияние лектина из семян сои на продуктивность сои. Агрехимия, 2004, 11: 58-62.
10. Кириченко Е.В., Титова Л.В. Влияние экзогенного лектина сои на развитие и азотфиксирующую активность корневых клубеньков и diaзотрофных микроорганизмов в ризосферной зоне растений. Физиология и биохимия культурных растений, 2005, 37(2): 139-146.
11. Кириченко Е.В., Титова Л.В. Лектин сои как компонент комплексного биопрепарата на основе *Bradyrhizobium japonicum* 6346. Прикладная биохимия и микробиология, 2006, 42(2): 219-223.
12. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. Киев, 1971.
13. Коць С.Я., Титова Л.В., Кириченко О.В., Омельчук С.В., Жемойда А.В. Штам бактерій *Azotobacter chroococcum* T79 для одержання бактеріального добрива під сою. Патент України на винахід № 62820A C05F11/08, C12N1/20. Опубл. 15.12.2003. Бюл. № 12.
14. Niscox J.D., Israelstam R.J. The method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot., 1979, 57(12): 1332-1334.
15. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. Киев, 1976.
16. Практикум по микробиологии: Уч. пос. /Под ред. А.И. Нетрусова. М., 2005.
17. Hardy R.W.F., Holsten R.D., Jackson E.K., Burns R.C. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub>-fixation: laboratory and field evaluation. Plant Physiol., 1968, 43(8): 1185-1207.

18. Антонюк Л.П., Игнатов В.В. О роли агглютинаина зародышей пшеницы в растительно-бактериальном взаимодействии: гипотеза и экспериментальные данные в ее поддержку. Физиология растений, 2001, 48(3): 427-433.
19. Иосипенко А.Д., Сергеева Е.И., Антонюк Л.П., Игнатов В.В. Влияние лектина пшеницы на синтез индолил-3-уксусной кислоты у *Azospirillum brasilense* sp. 245. Докл. РАН, 1994, 336(4): 554-561.
20. Косенко Л.В., Мандровская Н.М. Влияние лектина гороха на рост микросимбионтов гороха и биосинтез ими экзогликанов. Микробиология, 1998, 67(5): 626-631.
21. Кириченко Е.В. Биологическая активность лектинов бобовых растений относительно клубеньковых бактерий. Мат. конф. «Фундаментальные и прикладные аспекты исследования симбиотических систем». Саратов, 2007: 88.
22. Lodeiro A.R., Lopez-Garcia S.L., Vazquez T.E.E., Favelukes G. Stimulation of adhesiveness, infectivity and competitiveness for nodulation of *Bradyrhizobium japonicum* by its pretreatment with soybean seed lectin. FEMS Microbiol. Lett., 2000, 188(2): 177-184.
23. Коць С.Я., Титова Л.В., Кириченко О.В., Омельчук С.В., Жемойда А.В. Эффективність препаратів ризосферних діазотрофів при вирощуванні ярої пшениці. В сб.: Живлення рослин: теорія і практика. Київ, 2005: 306-314.
24. Кириченко Е.В., Жемойда А.В., Коць С.Я. Влияние растительно-бактериальной композиции на продуктивность яровой пшеницы. Агрохимия, 2005, 10: 41-47.
25. Алексидзе Г.Я., Литвинов А.И., Вискребенцева Э.И. Модель организации на мембране тилакоидов комплекса ферментов цикла Кальвина с участием лектина фотосистемы I. Физиология растений, 2002, 49(1): 155-159.
26. Karpati E., Kiss P., Panyi T., Fendrik I., De Zamaroczy M., Orsz L. Interaction of *Azospirillum lipoferum* with wheat germ agglutinin stimulates nitrogen fixation. J. Bacteriol., 1999, 181: 3949-3955.
27. Кириченко Е.В., Титова Л.В. Влияние растительных лектинов на рост культур почвенных микроорганизмов. Агроэкологический журнал, 2005, 4: 52-56.
28. Кириченко О.В. Зміна активності лектину пшениці та ступеню його взаємодії з різними компонентами при створенні композицій лектинової природи. Український біохімічний журнал, 2006, 78(6): 105-112.

Институт физиологии растений и генетики  
НАН Украины,  
03022 г. Киев, ул. Васильковская, 31/17,  
e-mail: leki07@mail.ru

Поступила в редакцию  
29 сентября 2009 года

## EFFECT OF PRETREATMENT OF SPRING WHEAT SEEDS BY LECTIN AND LECTIN-BACTERIAL COMPOSITION ON THE PHYSIOLOGICAL INDEXES OF PLANT DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY

*E.V. Kirichenko*

### S u m m a r y

The effect of exogenous lectin and its composition with nitrogen-fixing bacteria *Azotobacter chroococcum* T79 on the contents of chlorophyll and carbohydrates in the leaves of plants, formation of vegetative mass, grain productivity of wheat and nitrogenase activity of the rhizospheric microorganisms have been investigated. It was shown, that pretreatment of seeds by lectin and lectin-bacterial composition promoted the increase of chlorophyll and carbohydrates in the leaves, nitrogenase activity of the rhizospheric complex of microorganisms as well as accumulation of plants biomass and grain productivity of spring wheat.

### Новые книги

Мозолевская Е.Г., Селиховкин А.В., Ижевский С.С. и др. **Лесная энтомология** /Под ред. Е.Г. Мозолевской. М.: изд-во «Академия», 2010, 416 с.

В учебнике рассмотрены основы общей энтомологии, в том числе морфология, анатомия, физиология, размножение и развитие, экология и систематика насекомых; биология и экология вредителей плодов и семян, корневых систем растений, растений в питомниках, в культурах и молодняках, сосущих вредителей растений, минеров и галлообразователей, хвое- и листогрызущих, стволовых насекомых, технических вредителей дре-

весины. Описаны методы защиты растений и системы мероприятий по защите растений от вредителей в лесном хозяйстве и озеленении.

Муха В.Д., Муха Д.В., Ачкасов А.Л. **Практикум по агропочвоведению**. М.: изд-во «КолосС», 2010, 367 с.

Описаны традиционные, классические методы исследования почв, а также методы, утвержденные в качестве стандартов Российской Федерации (ГОСТы РФ) и международных стандартов (ISO). Уделено внимание методикам выявления интенсивности антропогенного воздействия на почвы.