

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *Azotobacter chroococcum* ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Е. В. Кириченко
С. Я. Коць

Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, Киев

E-mail: leki07@mail.ru

В условиях вегетационных и полевых экспериментов оценивали эффективность комплексных биологических композиций бактериальной (азотобактер + агробактерии) и лектинбактериальной (азотобактер + лектин пшеницы) природы, созданных на основе штамма *Azotobacter chroococcum* T79, при инокуляции семян яровой пшеницы. Показано, что предпосевная бактериализация семян этими композициями оказывает положительное воздействие на компоненты системы «растение–почва–микроорганизмы», результатом чего является повышение зерновой продуктивности пшеницы до 18% и улучшение микробиологической характеристики почвы вследствие активного развития агрономически полезной азотфиксирующей микрофлоры. Установлены преимущества эффективности действия бинарных композиций по сравнению с монокультурами, что свидетельствует об их большей стабильности в природных агрофитоценозах.

Ключевые слова: пшеница яровая, *Azotobacter chroococcum* T79, моноинокуляция, бактериальная композиция, лектинбактериальная композиция, ризосферные микроорганизмы, азотфиксирующая активность, зерновая продуктивность.

Неотъемлемым элементом современной агробиотехнологии являются микробиологические препараты, практическое применение которых позволяет существенно повысить плодородие почвы и степень реализации генетического потенциала культурных растений [1–6]. Одним из приемов, повышающих реализацию азотфиксирующего потенциала фитобактериальных симбиозов в агрофитоценозах, является комплексная бактериализация семян [3, 4, 7–9]. Препараты поливалентного действия на основе композиций нескольких микроорганизмов и биологически активных веществ при условии эколого-физиологической совместимости бактерий и индивидуального комплементарного подбора компонентов отличаются большей стабильностью и эффективностью в разных агроклиматических условиях [4, 7, 8, 10].

Почвенные микроорганизмы рода *Azotobacter* характеризуются рядом положительных эффектов действия на растения [5], среди которых определяющими являются способность к фиксации молекулярного азота атмосферы [11], синтез веществ гормональной природы, в частности ауксиновой, гиббереллиновой, цитокининовой аминокис-

лот [12, 13], а также витаминов и веществ антибиотической природы. Известно об эффективности действия этих микроорганизмов в ассоциации с другими почвенными бактериями родов *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Agrobacterium*, а также клубеньковыми бактериями [3, 9, 14]. В связи с этим совершенно очевидна перспективность проведения работ, раскрывающих возможность использования новых штаммов микроорганизмов рода *Azotobacter* в практике растениеводства и биологического земледелия для создания бактериальных препаратов.

Целью работы было изучение эффективности действия биологических композиций бактериальной и лектинбактериальной природы, созданных на основе штамма *Azotobacter chroococcum* T79, при инокуляции семян пшеницы яровой.

Материалы и методы

Объекты исследований. Объектами исследований были почвенные азотфиксирующие микроорганизмы *Azotobacter chroococcum* T79, *Agrobacterium radiobacter* 204, агглютинин зародышей пшеницы (АЗП

«Лектинотест», Львов, Україна) и комплексные композиции, созданные на их основе, а также пшеница яровая (*Triticum aestivum* L.) сорта Ранняя 93 (полевые эксперименты) и Коллективная 3 (вегетационные эксперименты). Штамм *A. chroococcum* T79 выделен методом аналитической селекции из черноземной почвы Полтавской области (Украина) в отделе симбиотической азотфиксации Института физиологии растений и генетики НАН Украины [14]. Для создания комплексной бактериальной композиции (БК) использовали *A. chroococcum* T79 и препарат ризоагрин на основе *A. radiobacter* 204, созданный и любезно предоставленный нам Институтом агроэкологии и биотехнологии УААН [8]. Культуры *A. chroococcum* T79 и *A. radiobacter* 204 выращивали соответственно на жидких питательных средах — безазотистой Эшби и маннитно-дрожжевой среде [3] на протяжении 3 сут в колбах-качалках при 160 об/мин и температуре 28 °С. Для приготовления бактериальной композиции применяли жидкие культуры азотобактера и агробактерий в соотношении 1:1. При изучении совместимости элементов бактериальной композиции азотобактер + агробактерии методами агаровых блоков и отсроченного антагонизма [15] было показано отсутствие антагонистических отношений между микроорганизмами и полная их совместимость.

Для создания лектинбактериальной композиции использовали *A. chroococcum* T79 (10^8 кл/мл) и агглютинин зародышей пшеницы (АЗП) в конечной концентрации 10 мкг/мл [16] в соотношении 1:1.

Эффективность действия инокуляции семян *A. chroococcum* T79 и бинарных композиций оценивали в условиях вегетационного и полевых опытов (2003–2005 гг.) по изменению микробиологической характеристики почвы — содержанию и азотфиксирующей активности ризосферных микроорганизмов, а также зерновой продуктивности пшеницы яровой.

Методы исследований. Вегетационный опыт проводили на площадке Института физиологии растений и генетики НАН Украины при природных освещении и температуре в 7-кратной повторности по вариантам в 9-килограммовых сосудах Вагнера на почвенном субстрате (почва:песок, 3:1) с содержанием основных макроэлементов — фосфора, азота, калия — соответственно 0,25; 0,28; 0,21%, рН 6,6.

Полевые опыты осуществляли на базе научно-производственного отдела Институ-

та физиологии растений и генетики НАН Украины (пгт Глеваха Киевской обл., 2003 г.) и на полях Бородянской сортоопытной станции Киевского филиала Украинского института экспертизы сортов растений (пгт Бородянка Киевской обл., 2005 г.). Характеристика почвы опытных полей:

– светло-серая оподзоленная супесчаная, содержание гумуса — 1,6–1,7%, подвижного фосфора — 5 мг, калия — 10 мг, легкогидролизованного азота — 11 мг на 100 г почвы; рН 6,0. Площадь опытных участков — 10 м², повторность в вариантах 4-кратная (пгт Глеваха);

– дерново-подзолистая супесчаная, содержание гумуса — 1,1%, подвижного фосфора — 8,4 мг, калия — 6,4 мг, легкогидролизованного азота — 8,1 мг на 100 г почвы; рН 4,0. Площадь опытных участков составляла 50 м², повторность в вариантах 3-кратная (пгт Бородянка).

Семена пшеницы яровой опытных вариантов за 1 ч до посева инокулировали штаммом *A. chroococcum* T79 (10^8 кл/мл), бактериальной композицией (БК), лектинбактериальной композицией (ЛБК), семена контрольного варианта обрабатывали водой. Бактеризацию семян в полевых условиях проводили в день посева в дозе 100 мл препарата на гектарную норму семян при титре микроорганизмов в суспензии не меньше 10^8 кл/мл.

Отборы растений осуществляли на протяжении вегетации пшеницы, ризосферной почвы — перед посевом семян и в период сбора урожая зерна. Урожай пшеницы оценивали в фазе полной спелости зерна прямым комбайнированием.

Азотфиксирующую активность (АФА) ризосферного комплекса микроорганизмов определяли ацетиленовым методом Харди с соавт. [17] на приборе Chromatograf 504 (Польша, Центр вычислительных систем автоматизации и измерений «Mera Elwro»). Количество олигоазотрофных микроорганизмов в ризосферной почве оценивали методом последовательных разведений [18] с дальнейшим высевом суспензии на селективную твердую питательную безазотистую среду Эшби и подсчетом количества выросших колоний.

Для статистической обработки результатов использовали компьютерную программу Statgraphyc software statistical package (V 5.0). В таблицах представлены средние арифметические значения и стандартные ошибки ($M \pm m$), а также наименьшая существенная разница с уровнем значимости 5% ($НСР_{05}$) [19, 20].

Результаты и обсуждение

Установлено, что бактеризация семян пшеницы яровой комплексными композициями на основе штамма *A. chroococcum* Т79 положительно влияла на развитие популяции агрономически полезной азотфиксирующей микрофлоры в ризосфере растений (табл. 1), что свидетельствует об улучшении микробиологической характеристики почвы. Показано, что численность ризосферных олигоазотрофов изменяется в зависимости от действия экзогенных инокулюмов и вегетации растений. Так, в вегетационных условиях в 1 г исходной почвы (перед высевом семян) содержалось 10^8 бактериальных клеток. В фазе полной спелости зерна пшеницы их численность увеличилась до 10^9 кл/г почвы. В полевых условиях количество олигоазотрофов в почве перед посевом составило 10^6 кл/г, в конце вегетации растений — 10^{10} кл/г почвы.

Бактеризация семян штаммом *A. chroococcum* Т79 (моноинокуляция) способствовала увеличению численности олигоазотрофов в 1,8 раза по сравнению с контролем в фазе полной спелости зерна пшеницы (табл. 1). Использование бинарных композиций (БК и ЛБК) активировало развитие олигоазотрофной популяции в 5,0 и 3,8 раза соответственно. Положительное влияние бактериальной и лектинбактериальной композиций превосходило действие моноинокулянта в 2,8 и 2,1 раза (табл. 1).

Таким образом, оценка показателей развития олигоазотрофов в ризосферной зоне растений пшеницы свидетельствует о преимуществе действия бинарных композиций по сравнению с моноинокулянтом.

Результаты, полученные в полевых условиях (табл. 1), также подтверждают вывод о существенном активирующем влиянии комплексного инокулянта ЛБК на развитие популяции ризосферных олигоазотрофов. Количество бактериальных клеток в почве данного варианта в конце вегетации пшеницы в 1,5 раза превышало контроль. Увеличение количества олигоазотрофных микроорганизмов в вариантах с инокуляцией семян может объясняться дополнительным внесением бактериальных клеток в составе моносуспензии и композиций в почву при высевах семян и интродукцией микроорганизмов в ризосферу растений [21], а также стимулирующим влиянием лектина пшеницы как биологически активного вещества, входящего в состав ЛБК, на почвенную микрофлору [22]. Ранее нами установлено, что под влиянием АЗП в условиях *in vitro* увеличивается содержание клеток азотобактера в бактериальной суспензии [23]. Стимулирующее действие по отношению к азотобактеру отмечено также и для лектина картофеля [24, 25], который в концентрации 1 мкг/мл стимулировал рост и синтез ауксино- и цитокининоподобных веществ консорциумом штаммов *A. chroococcum* и *A. vinelandii*.

Таблица 1. Влияние бактеризации семян пшеницы яровой бинарными композициями на численность азотфиксирующих микроорганизмов в ризосферной почве растений
(количество колониеобразующих единиц микроорганизмов / г абсолютно сухой почвы)

Вариант	Почва перед посевом семян	Почва в конце вегетации растений (фаза полной спелости зерна пшеницы)	
	вегетационные условия		
	10^8 кл/г	10^9 кл/г	%
Контроль (вода)	71±14	49±7	100
Штамм Т79		88±10*	180
БК		243±23*	496
ЛБК		186±12*	380
	полевые условия		
	10^6 кл/г	10^{10} кл/г	%
Контроль (вода)	20±0	28±1	100
ЛБК		41±1*	146

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3: БК — бактериальная композиция (азотобактер+ризоагрин); ЛБК — лектинбактериальная композиция (азотобактер+лектин пшеницы);

* — $P < 0,05$ по сравнению с абсолютным контролем (обработка семян водой).

В конце вегетации пшеницы яровой в почве опытных вариантов количество диазотрофов и олигонитрофилов существенно превышало показатель контроля (в 1,8; 5,0; 3,8 раза — вегетационные условия и в 1,5 раза — полевые условия, табл. 1). Эффект бинарных композиций БК и ЛБК превосходил действие моноинокулянта в 2,8 и 2,1 раза соответственно, что указывает на перспективность применения комплексных инокулянтов с целью улучшения микробиологических показателей почвы, в частности агрономически полезной группы олигоазотрофных микроорганизмов.

На содержание ризосферных олигоазотрофов в почве существенное влияние оказывает фотосинтетическая активность листьев и выделительная способность корневой системы растений, поскольку известно о прямой зависимости процессов фотосинтеза и азотфиксации в фитобактериальных ассоциациях [3, 4, 20], а также количественный и качественный состав растительных экзометаболитов, поступающих в ризосферную зону и определяющих развитие почвенной микробиоты. Установленные нами различия в численности ризосферных диазотрофов и олигонитрофилов в полевых и вегетационных экспериментах могут быть связаны, в первую очередь, с сортовыми особенностями пшеницы яровой, поскольку существенным является влияние корневых выделений растения-хозяина (сорт Коллективная 3 и Ранняя 93) на развитие ризосферных микроорганизмов. Кроме того, в вегетационном опыте рост растений и размножение ризосферной микрофлоры осуществлялись в контролируемых по показателю влажности почвы (60 %) условиях, тогда как в природных условиях (2005 г.) наблюдалась засуха, что существенно повлияло на развитие почвенной олигоазотрофной популяции.

При инокуляции семян пшеницы яровой монокультурой *A. chroococcum* T79 отмечено стимулирующее действие микроорганизмов на рост и развитие растений, что проявлялось в активном формировании надземной массы и корневой системы на протяжении исследуемых фаз вегетации [26, 27]. На ранних стадиях развития пшеницы зафиксировано более интенсивное формирование корневой системы по сравнению с надземной частью, что, по-видимому, напрямую связано со способностью бактерий рода *Azotobacter* синтезировать вещества гормональной и, прежде всего, ауксиновой природы, а также целый комплекс дру-

гих веществ, активизирующих рост растений (витаминов, аминокислот) [12, 13].

Результаты полевых исследований эффективности предпосевной бактериализации семян пшеницы яровой комплексными инокулянтами на основе штамма *A. chroococcum* T79 показали перспективность их практического применения (табл. 2, 3).

Так, растения, семена которых инокулировали азотобактером (моноинокулянт) характеризовались более интенсивным ростом и накоплением биомассы по сравнению с контролем: разница в массе надземной части растений этого варианта и контроля составила 48 и 23% (табл. 2). При этом азотфиксирующая активность ризосферного микробного комплекса несущественно превышала контроль (на 16 и 11%), что указывает на более выраженное влияние штамма как продуцента ростактивирующих веществ, нежели азотфиксатора. Максимальный эффект бактериализации азотобактером отмечен в период трубкования пшеницы по сравнению с фазой колошения растений.

При инокуляции семян *A. radiobacter* 204 (одного из компонентов БК) в фазе колошения пшеницы зафиксировано активное формирование надземной массы растений (на 47% больше контроля, табл. 2) и функционирование ризосферной азотфиксирующей микрофлоры (на 33% больше контроля, табл. 2). В предыдущей фазе развития пшеницы этого варианта азотфиксирующая активность микроорганизмов оставалась без изменений и растения характеризовались минимальным приростом биомассы (лишь на 11% больше контроля). В варианте с бинарной инокуляцией бактериальной композицией растения отличались по показателю формирования надземной массы как от контроля (на 66 и 52%), так и от вариантов с инокуляцией семян монокультурами (на 55 и 5% по сравнению с *A. radiobacter* 204 и на 18 и 29% — с *A. chroococcum* T79, табл. 2).

Аналогичная закономерность действия бинарной бактериальной композиции по сравнению с моноинокулянтами отмечена и при оценке азотфиксирующей активности ризосферного микробного комплекса, показатель которой в фазах трубкования и колошения пшеницы на 35 и 41% превышал контроль, на 33 и 8%, 19 и 30% — действие ризоагрина и азотобактерина соответственно.

Применение лектинбактериальной композиции для обработки семян пшеницы яровой способствовало активному развитию

Таблица 2. Активность процесса азотфиксации в ризосфере пшеницы яровой и формирования надземной массы растениями при инокуляции семян препаратами ризосферных diaзотрофов и бинарными композициями (полевые опыты)

Вариант	Азотфиксирующая активность		Масса надземной части растения	
	нмоль C ₂ H ₄ / (растение·ч)	%	г	%
пгт Глеваха, учетная делянка 10 м ² , бактериальная композиция (БК)				
Фаза трубкования				
Без инокуляции	0,68±0,11	100	2,08±0,20	100
<i>A. radiobacter</i> 204	0,69±0,06	102	2,31±0,20	111
<i>A. chroococcum</i> T79	0,79±0,03	116	3,08±0,25*	148
БК	0,92±0,08*	135	3,46±0,36*	166
Фаза колошения				
Без инокуляции	0,79±0,04	100	3,35±0,46	100
<i>A. radiobacter</i> 204	1,05±0,13*	133	4,91±0,47*	147
<i>A. chroococcum</i> T79	0,88±0,06	111	4,12±0,39*	123
БК	1,11±0,14*	141	5,10±0,16*	152
пгт Бородеянка, учетная делянка 50 м ² , лектинбактериальная композиция (ЛБК)				
Фаза кущения				
Без инокуляции	–		1,08±0,12	100
ЛБК	–		1,30±0,02*	120
Фаза трубкования				
Без инокуляции	0,66±0,13	100	5,37±0,48	100
ЛБК	1,33±0,01*	200	6,01±0,25	112
Фаза колошения				
Без инокуляции	0,31±0,08	100	6,88±0,28	100
ЛБК	0,61±0,07*	197	7,44±0,42	108

Примечание: «–» — определение не проводили.

растений в период вегетации (надземная масса растений опытного варианта превышала контрольные значения на 8–20%) и функционированию ризосферных diaзотрофов, азотфиксирующая активность которых повышалась вдвое по сравнению с контролем (табл. 2). Ранее нами отмечено преимущество действия лектинбактериальной композиции при предпосевной обработке семян пшеницы яровой по сравнению с инокуляцией азотобактером и обработкой лектином пшеницы (компонентами лектинбактериальной композиции) в условиях вегетационных экспериментов [16, 26].

Таким образом, бактериализация семян пшеницы яровой штаммом *A. chroococcum* T79 и комплексными композициями, созданными на его основе, — бактериальной (азотобактер + агробактерии) и лектинбактериальной (азотобактер + лектин пшеницы), положительно влияла на развитие и функциональ-

ную активность олигоазотрофных микроорганизмов в ризосфере растений (табл. 1, 2). При этом активизация развития растений пшеницы могла происходить за счет как улучшения их азотного питания, так и увеличения численности микроорганизмов — продуцентов биологически активных веществ, осуществляющих прямую гормональную регуляцию роста и развития растений.

Результатом положительного действия бактериализации семян пшеницы яровой комплексными инокулянтами стало повышение зерновой продуктивности культуры (табл. 3). Стимулирующее влияние инокуляции семян азотобактером проявлялось в увеличении урожая зерна на 9,2%, или 3,0 ц/га по сравнению с контролем. Урожай в варианте с обработкой семян *A. radiobacter* 204 находился на уровне контроля, одной из причин чего может быть слабое развитие растений и низкие показатели азотфиксирующей актив-

Таблиця 3. Влияние бинарных композиций на основе *A. chroococcum* T79 на урожайность пшеницы яровой сорта Ранняя 93 (полевые опыты, прямое комбайнирование)

Вариант	Урожай		Прибавка урожая	
	ц/га		ц/га	%
пгт Глеваха, учетная делянка 10 м ² , бактериальная композиция (БК, азотобактер+агробактерии)				
Без инокуляции	32,5		0	0
<i>A. radiobacter</i> 204	31,1		-1,4	-4,4
<i>A. chroococcum</i> T79	35,5		+3,0	+9,2
БК	38,3*		+5,8	+17,8
НСР ₀₅			3,7	
пгт Бородянка, учетная делянка 50 м ² , лектинбактериальная композиция (ЛБК, азотобактер+лектин пшеницы)				
Без инокуляции	19,5		0	0
ЛБК	22,9*		+3,4	+17,4
НСР ₀₅			1,5	

ности микроорганизмов в фазе трубкования пшеницы — периода закладки генеративных органов (колосьев). Растения варианта с инокуляцией семян бактериальной композицией давали максимальный урожай зерна, который на 17,8 %, или 5,8 ц/га превышал контроль и на 7,9%, или 2,8 ц/га — вариант с азотобактером (табл. 3). Лектинбактериальная композиция обеспечила прирост урожая зерна пшеницы на 17,4%, что составило 3,4 ц/га (табл. 3).

Таким образом, бактериализация семян яровой пшеницы природными штаммами почвенных азотфиксирующих микроорганизмов, полученными методом аналитической селекции, способствовала активному развитию и функционированию олигоазотрофов в ризосфере растений и повышению зерновой

продуктивности пшеницы. Перспективным является использование *A. chroococcum* T79 как одного из элементов при создании поликомпонентных биологических композиций, которые включают несколько штаммов бактерий или биологически активных веществ, активирующих бактериальный компонент, и характеризуются большей эффективностью действия по сравнению с моноинокулянтами в природных агрофитоценозах. Результаты работы свидетельствуют о необходимости использования препаратов бактериальной природы (моно- и бинарная инокуляция) для повышения реализации биологического потенциала растений зерновой группы и ризосферных микроорганизмов в фитобактериальных ассоциациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дятлова К. Д. Микробные препараты в растениеводстве // Сорос. образоват. журн. Серия Биология. — 2001. — Т. 7, № 5. — С. 4–18.
2. Курдиш И. К. Гранулированные микробные препараты для растениеводства: наука и практика. — К.: КВЦ, 2001. — 412 с.
3. Патица В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін. Біологічний азот. — К.: Світ, 2003. — 424 с.
4. Волкогон В. В., Наджернична О. В., Ковалевська Т. М. та ін. Микробні препарати у землеробстві: теорія і практика. — К.: Аграрна наука, 2006. — 312 с.
5. Моргун В. В., Коць С. Я., Кириченко О. В. Рост-стимулирующие ризобактерии и их практическое применение // Физиол. биохим. культ. растений. — 2009. — Т. 41, № 3. — С. 187–207.
6. Salantur A., Ozturk A., Akten S. Growth and yield response of spring wheat to inoculation with rhizobacteria // Plant Soil Environment. — 2006. — V. 52, N 3. — P. 111–118.
7. Козар С. Ф., Наджерничный С. П., Шерстобоев М. К., Патица В. П. Виробництво біопре-

- паратів комплексної дії: проблеми становлення // Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіол. — 1998. — № 2. — С. 30–33.
8. Патица В. П. Стан і перспективи досліджень мікробної азотфіксації // Матеріали міжнар. конф. «Онтогенез рослин, біологічна фіксація молекулярного азоту та азотний метаболізм», 2–5 жовтня 2001 р., Тернопіль. — С. 111–115.
 9. Мельникова Н. Н., Булавенко Л. В., Курдиш И. К. и др. Формирование и функционирование бобово-ризобияльного симбиоза у растений сои при интродукции штаммов родов *Azotobacter* и *Vacillus* // Прикл. биохим. микробиол. — 2002. — Т. 38, № 4. — С. 427–432.
 10. Кириченко О. В., Жемойда А. В., Капралова Ю. О. Особливості розвитку рослин ярої пшениці та ризосферних мікроорганізмів-азотфіксаторів за умов передпосівної бактеризації насіння // Живлення рослин: теорія і практика. — К.: Логос, 2005. — С. 306–314.
 11. Burgmann H., Meier S., Bunge M. et al. Effects of model root exudates on structure and activity of a soil diazotroph community // Environ. Microbiol. — 2005. — V. 7, N 11. — P. 1711–1724.
 12. Цавкелова Е. А., Климова С. Ю., Чердынцева Т. А., Нетрусов А. И. Микроорганизмы — продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение // Прикл. биохим. микробиол. — 2006. — Т. 42, № 2. — С. 133–143.
 13. Цавкелова Е. А., Климова С. Ю., Чердынцева Т. А., Нетрусов А. И. Гормоны и гормоноподобные соединения микроорганизмов // Там же. — 2006. — Т. 42, № 3. — С. 261–268.
 14. Пат. України на винахід № 62820А С05F11/08, С12N1/20. Штам бактерій *Azotobacter chroococcum* T79 для одержання бактеріального добрива під сою / С. Я. Коць, Л. В. Титова, О. В. Кириченко, С. В. Омельчук, А. В. Жемойда. — Заявл. 19.06.2003; Опубл. 15.12.2003., Бюл. № 12.
 15. Прутенская Н. И., Биляновская Т. М. Фитотоксичность корневых выделений // Роль аллелопатии в растениеводстве. — К.: Наук. думка, 1982. — С. 98–103.
 16. Kyrychenko O. V. Practice of soybean and wheat lectins use for the plant growing // Probl. Biogeochem. Geochem. Ecol. — 2008. — V. 1, N 5. — P. 99–105.
 17. Hardy R. W. F., Holsten R. D., Jackson E. K. et al. The acetylene –ethylene assay for N₂ fixation: laboratory and field evaluation // Plant Physiol. — 1968. — V. 43, N 8. — P. 1185–1207.
 18. Практикум по микробиологии: Уч. пособие для студентов высших учебных заведений / Под ред. А. И. Нетрусова. — М.: ИЦ «Академия», 2005. — 608 с.
 19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1985 — 371 с.
 20. Коць С. Я., Маліченко С. М., Кругова О. Д. та ін. Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом. — К.: Логос, 2001. — 270 с.
 21. Шерстобоева О. В. Реакція мікробного угруповання кореневої зони озимої пшениці на інтродукцію діазотрофів // Агроеколог. журн. — 2003. — № 3. — С. 42–46.
 22. Кириченко О. В., Жемойда А. В. Екологічні аспекти застосування рослинних лектинів для передпосівної обробки насіння сої та пшениці // Там само. — 2006. — № 3. — С. 42–48.
 23. Кириченко Е. В., Титова Л. В. Влияние растительных лектинов на рост культур почвенных микроорганизмов // Там же. — 2005. — № 4. — С. 52–56.
 24. Жеребор Т. А., Козар С. Ф., Усманова Т. О. Вплив лектину картоплі на ростову активність діазотрофів // Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. науковий зб. — Чернівці: ЦНТЕІ. — 2007. — Вип. 6. — С. 123–131.
 25. Жеребор Т. А. Дія лектину картоплі на синтез мікроорганізмами фітогормонів // Вісн. агр. науки Причорномор'я. — 2008. — Т. 2, Вип. 3 (46). — С. 107–112.
 26. Кириченко Е. В., Жемойда А. В., Коць С. Я. Влияние растительно-бактериальной композиции на продуктивность яровой пшеницы // Агрехимия. — 2005. — № 10. — С. 41–47.
 27. Кириченко Е. В., Титова Л. В., Коць С. Я. Эффективность бактериализации семян пшеницы яровой новым штаммом *Azotobacter chroococcum* T79 // Агр. наука. — 2010. — № 1. — С. 21–24.

**ВИКОРИСТАННЯ
Azotobacter chroococcum
ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ
БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ**

*О. В. Кириченко
С. Я. Коць*

Інститут фізіології рослин і генетики
НАН України, Київ

E-mail: leki07@mail.ru

В умовах вегетаційних і польових експериментів оцінювали ефективність комплексних біологічних композицій бактеріальної (азотобактер + агробактерії) та лектинбактеріальної (азотобактер + лектин пшениці) природи, які створено на основі штаму *Azotobacter chroococcum* T79, під час інокуляції насіння ярої пшениці. Показано, що передпосівна бактеризація насіння цими композиціями справляє позитивну дію на компоненти системи «рослина — ґрунт — мікроорганізми», результатом чого є підвищення зернової продуктивності пшениці до 18 % та поліпшення мікробіологічної характеристики ґрунту внаслідок активного розвитку агрономічно корисної азотфіксуючої мікрофлори. Встановлено переваги в ефективності дії бінарних композицій порівняно з монокультурами, що свідчить про більшу стабільність їх у природних агрофітоценозах.

Ключові слова: яра пшениця, *Azotobacter chroococcum* T79, моноінокуляція, бактеріальна композиція, лектинбактеріальна композиція, ризосферні мікроорганізми, азотфіксуюча активність, зернова продуктивність.

**USE OF *Azotobacter chroococcum*
FOR DEVELOPMENT
OF COMPLEX BIOLOGICAL
PREPARATIONS**

*E. V. Kyrychenko
S. Ya. Kots*

Institute of Plant Physiology and Genetics of
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

E-mail: leki07@mail.ru

The effect of complex biological compositions of bacterial (*Azotobacter*+*Agrobacterium*) and lectin-bacterial (*Azotobacter*+wheat lectin) nature created on the basis of *Azotobacter chroococcum* T79 strain at spring wheat seeds treatment in greenhouse and field experiments was studied. It was shown that presowing seeds bacterization with given compositions has an overall positive effect on the components of «plant-soil-microorganism» system, resulting in wheat crop yield increasing up to 18% followed by the improvement of microbiological soil characteristics due to active growth of agriculturally useful nitrogen fixing microflora. The advantages of binary compositions use as compared to the monocultures were established demonstrating their higher stability in natural agrophytocenosis.

Key words: spring wheat, *Azotobacter chroococcum* T79, monoinoculation, bacterial composition, lectin-bacterial composition, rhizospheric microorganisms, nitrogen fixation activity, crop yield.