

УДК 581.1

РОСТРЕГУЛЯТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТА ВОДОРΟΣЛЕЙ

Е. В. Кириченко
С. А. Гринюк

Институт физиологии растений и генетики НАН Украины,
Киев

E-mail: leki07@mail.ru

Получено 19.04.2013

В вегетационных и полевых условиях изучали рострегуляторную активность экстракта водорослей *Spirogira* sp. при предпосевной обработке семян сои. Установлено, что результатом реализации рострегуляторной активности фитоэкстракта была стимуляция полевой всхожести семян на 12%, роста растений — на 11–37%, повышение продуктивности сои — на 6–27%. При этом отмечено его стимулирующее действие на развитие и функциональную активность ризосферных азотфиксирующих микроорганизмов, численность которых увеличилась в 1,5–6,3 раза, нитрогеназная активность — в 1,5–1,7 раза. Обсуждаются возможные аспекты рострегулирующего действия фитоэкстракта как на растения, так и на ризосферные микроорганизмы. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения биологически активных веществ водорослей при выращивании сои с целью повышения урожайности этой культуры и улучшения микробиологических показателей почвы.

Ключевые слова: соя *Glycine max* (L.) Merr., фитоэкстракт водорослей, продуктивность растений, ризосферные азотфиксирующие микроорганизмы.

Природные регуляторы роста растений (РРР) являются неотъемлемым элементом современных агробιοтехнологий [1, 2], применение которых направлено на стабилизацию и повышение продуктивности растениеводства при экономически выгодных дополнительных вложениях и экологической безопасности. Действующими компонентами природных РРР являются фитогормоны, витамины, аминокислоты, гуминовые кислоты, флавоноиды, сапонины и другие физиологически активные вещества [3–8]. Источники получения природных веществ рострегулирующего действия также разнообразны — грибы, бактерии, водоросли, растения, отходы пищевой промышленности и т. д. [1, 2].

В составе большинства РРР из природного сырья присутствуют фитогормоны, которым принадлежит ведущая роль в регуляции и интеграции процессов роста и развития растений. Установлено, что регуляцию (координацию) онтогенеза растений можно осуществлять путем экзогенного действия данных веществ (предпосевная обработка семян, опрыскивание вегетирующих растений, внесение в субстрат роста) [1, 2]. Особым классом фитогормонов являются стероидные гормоны — брассиностероиды [2, 9]. Они участвуют в регуляции деления и

роста клеток, дифференциации ксилемы, повышают урожай и стойкость растений к неблагоприятным факторам среды [10–11]. Высокая ростстимулирующая активность данных веществ явилась основой их практического применения в агробιοтехнологиях.

В состав фитоэкстракта, полученного из пресноводных водорослей *Spirogira* sp., входят разные классы фитогормонов (как основные биологически активные вещества ростстимулирующего действия), в том числе и стероидной природы, проявляющие активность в очень низких концентрациях (10^{-9} М), а также ненасыщенные жирные кислоты, кетоны, альдегиды, гликаны (как основные метаболиты, участвующие в адаптивных и защитных механизмах растений) [13–15]. Это равновесно полифункциональный препарат с ростстимулирующей и антиоксидантной активностью. В 1 л препарата содержится 13 г сухого остатка биомассы водорослей, 1 г полифенолов, в том числе фенилпропаноиды. Антиоксидантная активность препарата достигает IC₅₀ 150 мг/л, или 240 мкмоль ГАЕ/г (по эквиваленту галловой кислоты). Содержание арахидоновой кислоты — от 0,1 до 0,5 г/л. Метод культивирования и экстрагирования биомассы водорослей, а также компонентный состав экстракта являются ноу-хау, поскольку

зафиксированы неоднократные попытки копирования комбинации компонентов препарата.

Экстракт предназначен для предпосевной обработки семян или растений по вегетации с целью улучшения их развития, индуцирования стойкости к болезням и абиотическим факторам (высокой температуре, засухе и др.) [13–16]. Наряду с этим показана перспективность его использования для активации симбиотических свойств специфических соеклубеньковых бактерий [17].

Целью данной работы было изучение рострегуляторной активности фитоэкстракта водорослей *Spirogira* sp. при предпосевной обработке семян сои.

Материалы и методы

Объектами исследований были растения сои (*Glycine max* (L.) Merr.) сорта Марьяна и экстракт биологически активных веществ водорослей. Основателями сорта Марьяна являются Институт физиологии растений и генетики НАН Украины (Киев), Селекционно-генетический институт НААН (Одесса) и Институт земледелия НААН (Киев). Фитоэкстракт из водорослей получен и охарактеризован в Институте генетики и физиологии растений Молдовы (Кишинев) [12–15] и любезно предоставлен нам для исследований. Для предпосевной обработки семян фитоэкстракт водорослей использовали в разведении (1:700), предложенном производителем. Семена контрольного варианта обрабатывали водой. Инкубацию семян с препаратом перед посевом осуществляли в течение 1 ч.

Методы исследований. Вегетационный опыт проводили на площадке ИФРГ НАНУ при природном освещении и температуре в сосудах Вагнера емкостью 10 кг в 5-кратной повторяемости на почвенном субстрате с внесением питательной смеси Гельригеля (0,25 нормы минерального азота) [18]. Высевали по 12 нестерильных семян в сосуд. Отбор растений проводили в фазах развития 1 и 4 настоящих листьев и полной спелости семян, отбор ризосферной почвы — в фазе 4 настоящих листьев и бутонизации. Рострегуляторную активность фитоэкстракта оценивали по изменению морфометрических показателей растений (высота, масса) в период вегетации, по урожаю семян, а также — численности и нитрогеназной активности олигоазотрофов в ризосферной зоне растений. Количество олигоазотрофных микроорганизмов определяли методом последовательного разведения и посева водной почвенной вытяжки на питательную

селективную (без азота) среду Эшби [19] с последующим подсчетом количества колониобразующих единиц (КОЕ) микроорганизмов. Нитрогеназную активность (НГА) ризосферной почвы тестировали ацетиленовым методом Hardy с соавт. [20] на газовом хроматографе «Семихром» (Россия) и выражали в нмолях этилена на 5 г почвы за 1 ч.

Полевые мелкоделяночные опыты (площадь делянки 1 м²) проводили на базе НПО ИФРГ НАНУ (Киевская обл., пгт Глеваха) на протяжении 2002 и 2003 гг. в 4-кратной повторяемости по вариантам. Почва опытных полей — светло-серая лесная оподзоленная супесчаная (содержание гумуса — 1,6–1,7%, подвижного фосфора — 3–6 мг, калия — 8–12 мг, легкогидролизованного азота — 10–12 мг на 100 г почвы, рН 5,5–6,5). Оценивали полевую всхожесть семян и урожай растений сои (ручная уборка).

Результаты статистически обработаны (Statgraphics Plus, V. 3.0) и представлены в таблицах в виде средних арифметических значений и стандартных ошибок ($M \pm m$).

Результаты и обсуждение

Результаты вегетационных и полевых исследований показали (рис. 1, табл. 1, 2) стимулирующее влияние фитоэкстракта при предпосевном замачивании семян сои на всхожесть, рост растений, формирование вегетативной массы и урожая. Так, в вегетационном эксперименте (рис. 1) растения опытного варианта по морфометрическим показателям отличались от контроля на протяжении всего вегетационного периода. В разных фазах онтогенеза растения характеризовались активным ростом и накоплением фитомассы. Средние показатели высоты и массы одного растения превышали контроль соответственно на 11–13% и 5–37%.

Предпосевная обработка семян сои фито-препаратом способствовала активному формированию элементов структуры урожая растений (табл. 1). Отмечено достоверное увеличение количества бобов на растении (на 50%) и массы семян с растения (на 27%) по сравнению с контролем, в то время как по показателю «количество семян с растения» разница между опытом и контролем составляла лишь 4%.

Поскольку растения опытного и контрольного вариантов в онтогенезе развивались на исходном питательном субстрате Гельригеля, содержащем 25% нормы минерального азота, разница по морфометрическим показателям развития и урожаю сои

получена за счет прямого действия фитогормонального препарата на растения, компоненты которого, в том числе и гормоны стероидной природы, способны осуществлять регуляцию деления и роста клеток [21].

В полевых условиях (табл. 2) действие фитопрепарата при предпосевной обработке семян сои проявлялось в увеличении полевой всхожести семян на 8 и 15% (2002 и 2003 гг. соответственно), что в среднем составило 12% по сравнению с контролем. Урожай семян достоверно повышался на

13% (2003 г.) или был на уровне контроля (2002 г.). Вегетационный период (2002 г.) характеризовался обильными осадками в мае–июле, вплоть до фазы закладки репродуктивных органов (бобов) у сои, что, вероятно, и явилось одной из причин как более низкого урожая по сравнению с 2003 г., так и отсутствия достоверной разницы между опытным и контрольным вариантами. В среднем за 2002–2003 гг. в варианте с предпосевной обработкой семян сои биологически активным экстрактом водорослей

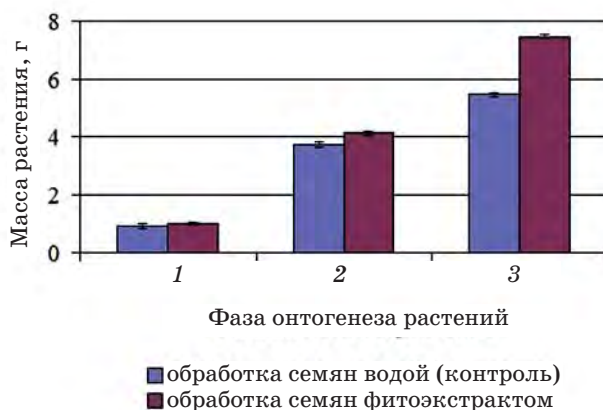
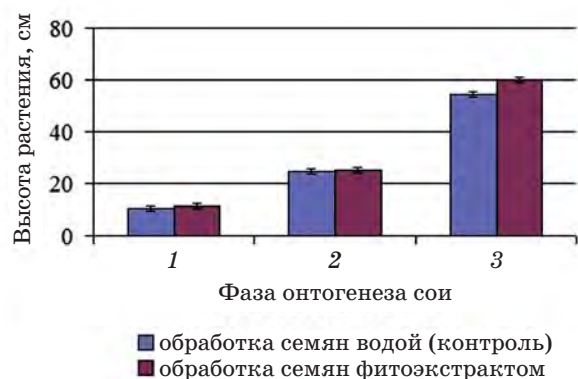


Рис. 1. Развитие растений сои сорта Марьяна под влиянием экстракта из водорослей: фаза онтогенеза сои: 1 — 1 настоящий листок; 2 — 4 настоящих листка; 3 — полная спелость семян

Таблица 1. Формирование элементов структуры урожая сои (на растение) сорта Марьяна под влиянием фитопрепарата из водорослей

Вариант	Количество бобов		Количество семян		Масса семян		Прибавка массы семян	
	штук	%	штук	%	г	%	г	%
Вода (контроль)	6,2±0,8	100	12,9±0,6	100	2,02±0,07	100	0	0
Фитоекстракт	9,3±0,1*	150	13,4±3,3	104	2,57±0,27*	127	+0,55	+27

Примечание. Здесь и в табл. 2: * — $P < 0,05$ по сравнению с контролем (обработка семян водой).

Таблица 2. Влияние предпосевной обработки семян экстрактом водорослей на продуктивность сои сорта Марьяна (полевые опыты)

Вариант	2002 г.		2003 г.		Среднее		Прибавка к контролю	
	Полевая всхожесть							
	%	% к контролю	%	% к контролю	%	% к контролю	%	% к контролю
Вода (контроль)	69,4±4,8	100	66,0±4,0	100	67,7±1,1	100	0	0
Фитоекстракт	75,0±1,8	108	76,0±1,8*	115	75,5±0,5*	112	+7,8	+12
	Урожай семян							
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
	Вода (контроль)	27,1±0,5	100	35,9±0,2	100	31,5±0,4	100	0
Фитоекстракт	26,3±0,8	96	40,7±1,0*	113	33,5±0,4*	106	+2,0	+6

получена достоверная по сравнению с контролем прибавка урожая, составившая 6%, или 2,0 ц/га.

Таким образом, предпосевная обработка семян сои (замачивание) экстрактом из водорослей, в состав которого входят разные классы фитогормонов, в том числе и стероидной природы, активизирует всхожесть семян, рост растений и повышает продуктивность культуры.

Известно об эффективности применения класса стероидных гормонов для экзогенной обработки растений зерновой и бобовой групп с целью повышения их продуктивности и стойкости к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды [10–12, 22]. Так, использование эпибрасинолида для замачивания семян или опрыскивания 15-дневных растений фасоли сорта Рубин способствовало повышению уровня эндогенных цитокининов, хлорофилла в листьях, интенсивности фотосинтеза и продуктивности фасоли, причем более эффективным оказалось опрыскивание растений по сравнению с замачиванием семян [22]. Применение экзогенной обработки растений яровой пшеницы препаратами эпибрасинолидной природы повышало урожай культуры как в условиях нормального увлажнения, так и при засухе [10]. Помимо природных брасиностероидов в практике растениеводства в качестве РРР используют их аналоги — циклопропил- и циклобутилзаместители брасинолида, проявляющие свою активность в низких концентрациях (0,1–10 мкг/растение) относительно достаточно широкого спектра растений [23].

Экспериментальные работы свидетельствуют и об эффективности экзогенного действия других классов гормонов-активаторов (ауксинов, цитокининов, гиббереллинов) [3, 5, 24]. Так, в условиях вегетационных и полевых опытов показано [24], что под влиянием ИУК ($6 \cdot 10^{-6}$ моль/л) увеличивались надземная масса и высота растений гороха, количество и масса клубеньков, повышалась их нитрогеназная активность, а также уровень хлорофилла в листьях растений и урожай семян гороха (на 10 и 15 %).

Фитогормоны участвуют в системном контроле роста и развития растений. Регуляторное действие этих веществ обусловлено образованием комплексов «гормон–рецептор», активирующих внутриклеточные мессенджеры с последующей регуляцией процессов транскрипции, трансляции и посттрансляционной модификации продуктов экспрессии генов. Исследование про-

явления физиологических феноменов (активация роста растений, устойчивость к стрессам и др.) действия фитогормонов на молекулярном уровне показало, что рецепторами брасиностероидов и цитокининов являются соответственно трансмембранная протеинкиназа BRI1 [25] и гистидинкиназы [26], встроенные в клеточные мембраны и участвующие в перцепции и трансдукции гормональных сигналов внутрь клетки. Предполагают, что путем модификации уровня гормонов, в том числе и стероидной природы, и их рецепторов можно контролировать процессы роста и развития растений [25, 27]. Так, трансгенные растения риса, экспрессирующие гены, кодирующие стерин-С22-гидроксилазы (маркер уровня содержания гормонов стероидной природы), образуют большее количество побегов и семян, в результате чего урожай зерна риса увеличился на 15–44% по сравнению с диким типом [27]. Этот эффект, по мнению авторов, обусловлен стимуляцией потока ассимилятов в растениях от доноров к реципиентам, увеличением уровня глюкозы во флаговых листьях и ее ассимиляцией в крахмал.

Анализ численности и функциональной (нитрогеназной) активности ризосферного микробного комплекса у сои показал положительное влияние биологически активного фитопрепарата при предпосевной обработке семян (рис. 2). В фазе 4 настоящих листьев у сои количество олигоазотрофов в ризосферной почве опытного варианта существенно (в 6,3 раза) превышало контроль. В фазе бутонизации эта разница составила 1,5 раза. Абсолютные значения численности олигоазотрофных микроорганизмов при этом превышали таковые в предыдущей фазе развития растений (в 4,9 и 1,2 раза соответственно для контрольного и опытного вариантов). Нитрогеназная активность почвенных микроорганизмов в варианте с обработкой семян фитоэкстрактом превышала контрольные значения в 1,6 и 1,7 раза соответственно во время фазы 4 настоящих листьев и бутонизации растений.

В фазе бутонизации отмечено увеличение как количества олигоазотрофов в 1,5 раза, так и нитрогеназной активности в 1,7 раза, что свидетельствует об активации способности к фиксации азота у одной микробной единицы. В предыдущей фазе развития растений при существенном (в 6,3 раза) увеличении количества олигоазотрофов азотфиксирующая активность микробного комплекса возросла лишь в 1,6 раза, что может указывать на преимущественное развитие в ризосфере

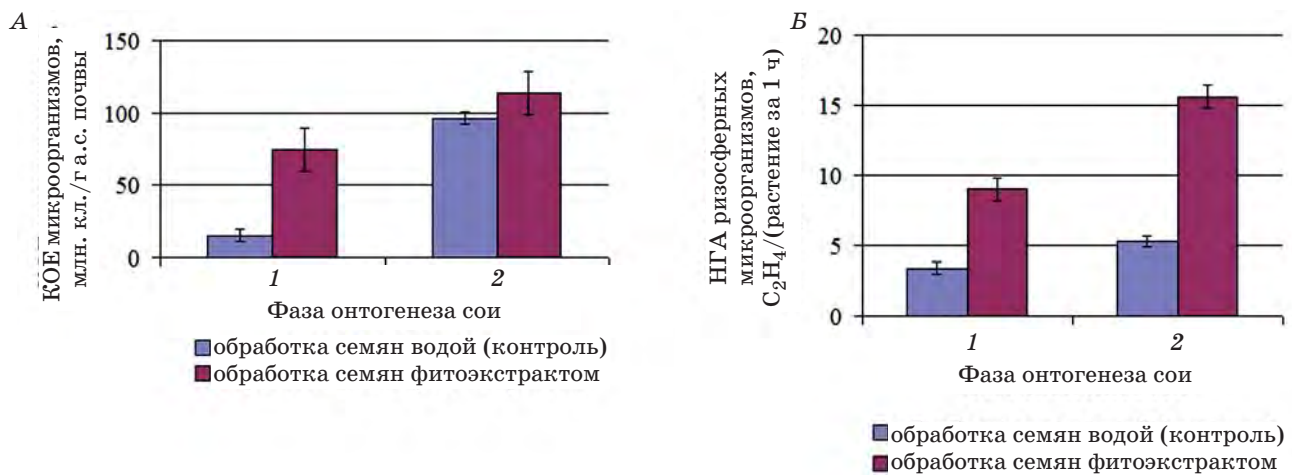


Рис. 2. Численность (А) и нитрогеназная активность (Б) ризосферных олигоазотрофов у сои под влиянием фитοэкстракта водорослей: фазы онтогенеза сои: 1 — 4 настоящих листа; 2 — бутонизации

сои в данный период олигонитрофилов, характеризующихся очень слабой способностью к фиксации азота [28] по сравнению с диазотрофами. Увеличение количества и функциональной активности ризосферных олигоазотрофов под влиянием фитοпрепарата на семена может свидетельствовать об улучшении микробиологических показателей почвы за счет развития агрономически полезной группы азотфиксирующих микроорганизмов.

Таким образом, под влиянием фитοэкстракта из водорослей на семена сои активируется развитие ризосферной азотфиксирующей микрофлоры, в том числе и «местных» (аборигенных) рас клубеньковых бактерий сои, находящихся как на семенах (в опыте использовали нестерильные семена), так и в почве. Нами показано, что на корнях растений контрольного варианта в фазе развития 4 настоящих листьев образуются единичные мелкие клубеньки (средняя масса одного клубенька 2,6 мг). Под влиянием экстракта водорослей масса клубеньков (средняя масса одного клубенька 7,9 мг) увеличилась в 3,0 раза, что указывает на активацию рострегулирующим растительным препаратом нодуляционной способности специфичных растению-хозяину аборигенных ризобий. Согласно данным Волкогона и соавт. [1], применение ростовых стимуляторов может существенно активизировать развитие аборигенных азотфиксирующих микроорганизмов, а в некоторых случаях даже заменить бактериализацию семян. Подтверждением этому могут быть также и результаты, полученные нами ранее [17] при изучении симбиотических свойств клубеньковых бактерий сои под

влиянием препарата, полученного из водорослей. Установлено существенное активирующее действие препарата по отношению к ризобиям, которое проявлялось в увеличении нодуляционной способности клубеньковых бактерий, нитрогеназной активности корневых клубеньков и эффективности соево-ризобиального симбиоза. Более того, известно, что гормоны брассиностероидной природы наряду с гиббереллинами и цитокининами являются положительными регуляторами процесса клубенькообразования, в отличие от абсцизовой (АБК), салициловой и жасмоновой кислот, этилена [26].

Таким образом, результатом реализации рострегуляторной активности экстракта водорослей *Spirogira* sp. при предпосевной обработке семян сои была стимуляция полевой всхожести семян, роста растений и повышение их продуктивности, а также активизация развития и функциональной способности ризосферных олигоазотрофных микроорганизмов. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения биологически активных веществ, полученных из водорослей при выращивании сои с целью повышения урожайности этой культуры и улучшения микробиологических показателей почвы.

Статья посвящена светлой памяти Даскалюк Татьяны Мефодьевны, кандидата биологических наук, старшего научного сотрудника отдела генетической инженерии Института физиологии растений и генетики НАН Украины, которая была инициатором этих исследований.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві: теорія і практика. — К.: Аграрна наука, 2006. — 312 с.
2. Яворська В. К., Драгозов І. В., Крючкова Л. О. та ін. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві. — К.: Логос, 2006. — 176 с.
3. Роньжина Е. С. Действие цитокининов на продуктивность бобов *Vicia faba* L. // Изв. КГТУ. — 2003. — № 3. — С. 132–141.
4. Тимощенко А. С., Семихов В. Ф., Ракитин Л. Ю. Интенсификация начального этапа аминокислотного обмена в прорастающих семенах злаков экзогенными глутамином и пролином // Прикл. биохим. микробиол. — 2000. — Т. 36, № 3. — С. 339–343.
5. Orika O. E., Sarita L., Duarte F. J. et al. Effects of storage and exogenous GA₃ on lychee seed germination // Braz. Arch. Biol. Technol. — 2000. — V. 43, N 4. — P. 441–445.
6. Tonkikh A. K., Abdirova A. Ch., Likianova S. V. et al. Vitamin B₁₂ produced by prokaryotes is a perspective regulator of plant // Inter. Sump. «Modern problems of microbial biochemistry and biotechnology», Puschino, 25–30 June, 2000: Programme and Abstracts. — Пущино, 2000. — P. 129.
7. Sergiev I., Alexieva V., Ivanov S. et al. Plant growth regulating activity of some flavonoids // Докл. Бълг. АН. — 2004. — V. 57, N 4. — P. 63–68.
8. Giobanu G., Babeanu C., Marinescu G. et al. Effects of saponins from *Aralia mandshurica* and *Nigella cucumer* seedlings // Bul. Univ. sti. agr. si med. vet., Chij-Napoca. Ser. Agr. — 2005. — V. 61. — P. 206–210.
9. Bishop G. J., Yokoto T. Plants steroid hormones, brassinosteroids: Current highlights of molecular aspects on their synthesis, metabolism, transport, perception and response // Plant Cell Physiol. — 2001. — V. 42, N 2. — P. 114–120.
10. Ниловская Н. Т., Остапенко Н. В., Середина И. И. Действие эпибрассинолида на продуктивность и устойчивость к засухе яровой пшеницы // Агрехимия. — 2001. — № 2. — С. 46–50.
11. Прусакова Л. Д., Млеванная Н. Н., Белопухов С. Л. и др. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Там же. — 2005. — № 11. — С. 76–86.
12. Прусакова Л. Д., Чиждова С. И. Применение брассиностероидов в экстремальных для растений условиях // Там же. — 2005. — № 7. — С. 87–94.
13. Dascalu A. The Certification AA No.0448 for utilization of the preparative Reglalg in Moldova // The state Center for Certification of Chemical and Biological Means of Plant Protection and Growth Regulators, Chisianu, Moldova, February 17, 2003.
14. Dascalu A., Salaru V., Dascalu T., Atimosoae M. Procedure of obtaining biological active substances // Certificate of Authorship 69.N634 MD, 1997.
15. Dascalu A., Voineac V., Dascalu T., Chitic Gh. The proceeding of grape vine plant treatment // Certificate of CA-MD 2090 G2, Chisinau, 2003.02.28, P. 1–4 (in Romanian).
16. Кириченко Е. В., Сергиенко В. Г. Роль растительных биологически активных веществ в регуляции развития болезней овощных культур // Вестник защиты растений. — 2011. — № 1. — С. 340–346.
17. Кириченко О. В., Тимова Л. В., Жемойда А. В. та ін. Симбіотичні властивості *Bradyrhizobium japonicum* 6346 за дії фіторегулятора Reglalg // Мікробіол. журн. — 2008. — Т. 70, № 1. — С. 17–24.
18. Гродзинский А. М., Гродзинский Д. М. Краткий справочник по физиологии растений. — К: Наук. думка, 1973. — 388 с.
19. Антупчук А. Ф., Киреева І. Ю. Водна мікробіологія: Навч. посібник. — К.: Кондор, 2005. — 256 с.
20. 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.
21. Gaspar Th., Kevers C., Faiver-Kampant O. et al. Changing concepts in plant hormone action in vitro // Cell. Biol. Devel. Biol. Plant. — 2003. — V. 39, N 2. — P. 85–106.
22. Лухачева Т. С., Тарасенко А. А. Влияние обработки эпибрассинолидом на содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза растений фасоли сорта Рубин // Вопросы с.х.: Межд. сб. науч. трудов. Калининградский гос. тех. ун-т. — Калининград, 2003. — С. 96–100.
23. Pat. 6063731 USA, MPK⁷ A01N 43/36, A01N 43/02. Brassinosteroid analogs useful as plant growth regulator: Agritope, Inc. — N 09/281716/ Back T. G., Pharis R. R., Nakajima S. K. — Publ. 16.05.00.
24. Волобуева О. Г. Влияние природного регулятора роста индоллил-3-уксусной кислоты на бобово-ризобиальный симбиоз: Докл. науч. конф. по актуальным проблемам земледелия, защиты раст., генетики, селекции и семеноводства полевых, овощных и плодовых культур. Москва, 2003 г. // Докл. ТСХА. — 2004. — № 276. — С. 292–295.
25. Perception mechanism of a plant hormone, brassinosteroid, is verified: RIKEN / the Salk Institute for Biological Studies, USA // S. T. Today. — 2001. — V. 13, N 5. — P. 8.

26. Oldroyd G. E. D., Downie J. A. Coordination nodule morphogenesis with rhizobial infection in legumes // *Ann. Rev. Plant Biology*. — 2008. — V. 59. — P. 519–546 (Palo Alto, Calif.).
27. Wu Ch.-Y., Trien A., Radhakrishnan P. et al. Brassinosteroids regulate grain filling in rice // *Plant Cell*. — 2008. — V. 20, N 8. — P. 2130–2145.
28. Мальцева Н. М., Юрченко В. М. Досвід використання ізотопного методу для вивчення азотфіксуючої здатності олігонітрофільних бактерій // *Мікробиол. журн.* — 1971. — Т. 33, Вып. 5. — С. 650–653.

РІСТРЕГУЛЯТОРНА АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТУ ВОДРОСТЕЙ

О. В. Кириченко
С. О. Гринюк

Інститут фізіології рослин і генетики
НАН України, Київ

E-mail: leki07@mail.ru

У вегетаційних і польових умовах досліджували рістрегуляторну активність екстракту водоростей *Spirogira* sp. під час передпосівного оброблення насіння сої. Встановлено, що результатом реалізації рістрегуляторної активності фітоекстракту була стимуляція польової схожості насіння на 12%, росту рослин — на 11–37%, підвищення продуктивності сої — на 6–27%. При цьому відзначено його стимулювальну дію на розвиток і функціональну активність ризосферних азотфіксуювальних мікроорганізмів, чисельність яких підвищилася в 1,5–6,3 рази, нітрогеназна активність — в 1,5–1,7 рази. Обговорюються можливі аспекти рістрегуляторної дії фітоекстракту як на рослини, так і на ризосферні мікроорганізми. Отримані результати свідчать про перспективність застосування біологічно активних речовин водоростей під час вирощування сої з метою підвищення урожайності цієї культури і поліпшення мікробіологічних показників ґрунту.

Ключові слова: соя *Glycine max* (L.) Merr., фітоекстракт водоростей, продуктивність рослин, ризосферні азотфіксуювальні мікроорганізми.

GROWTH-REGULATORY ACTIVITY OF THE ALGAE EXTRACT

O. V. Kyrychenko,
S. O. Gryniuk

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

E-mail: leki07@mail.ru

The growth-regulatory activity of the complex algae extract from *Spirogira* sp. at pre-sowing treatment of soybean seeds was studied in green-house and field experiments. It was shown that phytoextract has stimulated seeds germination on 12%, plants growth on 11–37%, soybean productivity increased on 6–27% as well as activated the development and functional ability of rhizospheric nitrogen-fixing microorganisms. The quantity of oligoazotrophes increased in 1,5–6,3 times, nitrogenase activity in 1,5–1,7 times. The possibility aspects of growth-regulatory activity of the algae extract in both plants and rhizospheric microorganisms is under discussion. Our results have confirmed the perspectives of practical use of the biological activity substances from the algae at soybean growing in order to increase plants productivity and improve microbiological indexes of soil.

Key words: soybean *Glycine max* (L.) Merr., algae phytoextract, productivity of plants, rhizospheric nitrogen-fixing microorganisms.