

УДК 579.852.1:631.811.98

## ЭКЗОМЕТАБОЛИТЫ ШТАММА *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* ИМВ В-7100, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕГО ФИТОСТИМУЛИРУЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ

И.В. ДРАГОВОЗ, Н.О. ЛЕОНОВА, С.В. ЛАПА, Л.В. АВДЕЕВА

*Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного Национальной академии наук Украины  
03680 Киев, ул. Академика Заболотного, 154  
e-mail: igordragovoz@ukr.net*

Исследовали внеклеточные метаболиты штамма *Bacillus amyloliquefaciens* ИМВ В-7100, которые определяют его фитостимулирующую активность. Установлено, что проявление данной активности обусловлено наличием в составе экзометаболитов растительных гормонов-стимуляторов: ауксинов, цитокининов и, особенно, гибберелинов. Показана способность штамма синтезировать этилен, относящийся к гормонам ингибиторной природы. Сделан вывод, что синтез внеклеточных гормональных соединений может играть важную роль в проявлении биологической активности штамма при взаимодействии с растением.

*Ключевые слова:* *Bacillus amyloliquefaciens*, экзометаболиты, фитогормоны, фитостимулирующая активность.

К бактериям, стимулирующим рост растений (plant growth promoting rhizobacteria — PGPR-бактерии), относятся представители многих видов, принадлежащих к различным родам почвенных микроорганизмов [8]. Использование PGPR в сельскохозяйственной практике представляется весьма перспективной альтернативой химическим агрохимикатам, позволяющей уменьшить загрязнение окружающей среды, поскольку их выделяют, в основном, из природной среды обитания растений [21]. В этой связи особого внимания заслуживают аэробные спорообразующие бактерии рода *Bacillus*, которые являются типичными представителями почвенной микрофлоры и отличаются мощным биосинтетическим потенциалом в сочетании с высокой экологической пластичностью (сапробионты, эпифиты, эндофиты) [8, 11].

Известно, что для PGPR-бактерий характерным является позитивное (прямое и опосредованное) влияние на растения: способность к синтезу фитогормонов, антибиотических, антифунгальных соединений и витаминов; способность к фиксации молекулярного азота атмосферы, мобилизации нерастворимых фосфатов почвы и др. [13, 18].

Эти свойства могут проявляться у различных видов PGPR или сочетаться у одного и того же вида микроорганизмов. Бактерии рода *Bacillus*, ассоциированные с растениями, также способны синтезировать вещества фитогормональной природы, необходимые им как для собственного развития, так и для установления связей с растениями и другими почвенными микроорганизмами [13, 30]. Считается, что способность

к синтезу гормонов — одно из основных свойств ризосферных, эпифитных, эндофитных и симбиотических бактерий, стимулирующих рост растений [3, 13, 18].

В связи с этим исследование фитостимулирующей и гормонсинтезирующей активности бактерий для создания биопрепаратов широкого спектра действия для растениеводства является весьма целесообразным.

Штамм *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 был выделен из тканей хлопчатника барбадосского (*Gossypium barbadense*) в 1989 г. и отнесен авторами к эндофитному [7]. В дальнейшем были изучены его культурально-морфологические, биохимические, антагонистические и биотехнологические характеристики [6, 9]. Основываясь на достаточно высоком уровне антагонизма этого штамма в отношении ряда фитопатогенных бактерий и грибов, в отделе антибиотиков Института микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины на его основе создан биопрепарат фитодоктор (спорофит), который разрешен к применению в растениеводстве для борьбы с болезнями зерновых, технических и овощных культур [19].

Целью нашей работы было изучение спектра экзосометаболитов штамма *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100, определяющих его фитостимулирующую активность.

### Методика

В работе использовали штамм *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 из депозитария Института микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины. Культивирование штамма проводили периодическим способом в колбах емкостью 750 мл на качалке (200 об/мин) при +37 °С в течение 18–24 ч в жидкой питательной синтетической среде следующего состава, %: глюкоза — 2, натрия цитрат — 1,29; аммония гидрофосфат — 4,75; калия дигидрофосфат — 9,6; натрия гидроксид — 0,18 (для доведения рН до 6,5–7,0). Как посевной материал использовали культуру бактерий в экспоненциальной фазе роста (18 ч). Количество посевного материала составляло 5 % (по объему). Жидкую культуру штамма *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 в экспоненциальной фазе роста центрифугировали в течение 30 мин при 15 000 g и температуре +4 °С. Надосадочную жидкость использовали для дальнейших исследований.

Для метода индукции ризогенеза (черенкования) использовали проростки фасоли сорта Лопата. Основными показателями физиологической активности исследуемых препаратов служат: количество корней, характер корнеобразования, длина участка черенка, на котором закладываются корни. Черенкование проводили по методу Турецкой [16].

Внеклеточные фитогормоны ауксины, цитокинины, гиббереллины и абсцизовую кислоту (АБК) выделяли из надосадочной жидкости методом перераспределения фитогормонов в двух несмешивающихся фазах растворителей [12]. Полученные экстракты упаривали под вакуумом при +40–45 °С. Сухой остаток растворяли в 5 мл этанола, переносили в микропробирки. Эти экстракты использовали для биотестирования и физико-химического анализа фитогормонов.

Для определения ауксиновой активности использовали отрезки колеоптилей озимой пшеницы сорта Альбатрос одесский [1], для определения цитокининовой активности — изолированные семядоли огурца

[12] сорта Феникс, гиббереллиновой активности — гипокотили проростков огурца сорта Феникс по методике Браена и Лемминга в модификации Агнестиковой [14]. Изменения длины гипокотили выражали в процентах прироста к соответствующей массе в контрольном варианте. Положительным контролем служил раствор гибберелловой кислоты (ГК<sub>3</sub>) концентрацией  $10^{-5}$  М.

Этанольные экстракты надосадочной жидкости *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 использовали для накопительной тонкослойной хроматографии [12, 15]. Количественное определение ауксинов, цитокининов и АБК осуществляли с помощью сканирующего спектроденситометра «Сорбфил» (Россия), гиббереллинов — путем ВЭЖХ-анализа на обращенно-фазовом сорбенте согласно методике [20]. В качестве стандартов использовали синтетические фитогормональные соединения производства Sigma и Acros Organics (Германия). Количество синтезированных внеклеточных фитогормонов рассчитывали в микрограммах на 1 г абсолютно сухой биомассы (АСБ) продуцента.

Синтез этилена определяли методом газовой хроматографии [24]. Газовую смесь анализировали на газовом хроматографе «Хром-5» (Чехия) с пламенно-ионизационным детектором (колонка с  $\beta, \beta'$ -оксидипропионитрилом). Пересчет производился по калибровочному графику, построенному согласно разбавлениям этилена. Повторность экспериментов — шестикратная.

Для оценки достоверности экспериментальных данных, представленных в работе, использовали параметрические критерии нормального распределения, рассчитывая среднее арифметическое ( $X_{cp}$ ) и среднее квадратическое отклонение ( $S_{X_{cp}}$ ) при уровне значимости  $< 0,05$ . Анализ проводили с применением пакета компьютерных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel.

## Результаты и обсуждение

Первым этапом оценки фитостимулирующей активности экзометаболитов *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 было исследование общей ростовой активности различных разбавлений культуральной жидкости. Известно, что процесс ризогенеза связан с активной пролиферацией, обуславливающей образование каллюса в нижней части черенка, а в дальнейшем — формирование корней [17]. Этот процесс стимулируется фитогормонами, определенными фенольными соединениями, витаминами и некоторыми другими негормональными регуляторами роста растений [4]. Таким образом, природа корнеобразования связана с запуском биохимических реакций, вызывающих изменение фитогормонального статуса в тканях ризогенной зоны при воздействии факторов различной химической природы.

Полученные результаты свидетельствуют о стимулирующем влиянии исследуемого штамма на индукцию ризогенеза. Так, препарат-эталон (ИУК,  $10^{-5}$  М) существенно усиливал ризогенез и позитивно влиял как на количество корней, так и на их общую массу (соответственно 72 и 25 %; рис. 1). Аналогичные данные получены и под влиянием разбавленной надосадочной жидкости в 50, 75 и 100 раз. Следует отметить, что показатель количества корней в опытных вариантах был приблизительно одинаковым с показателем, полученным при обработке ИУК (72 и 55–65 %), в то время как общая масса образованных корней значительно

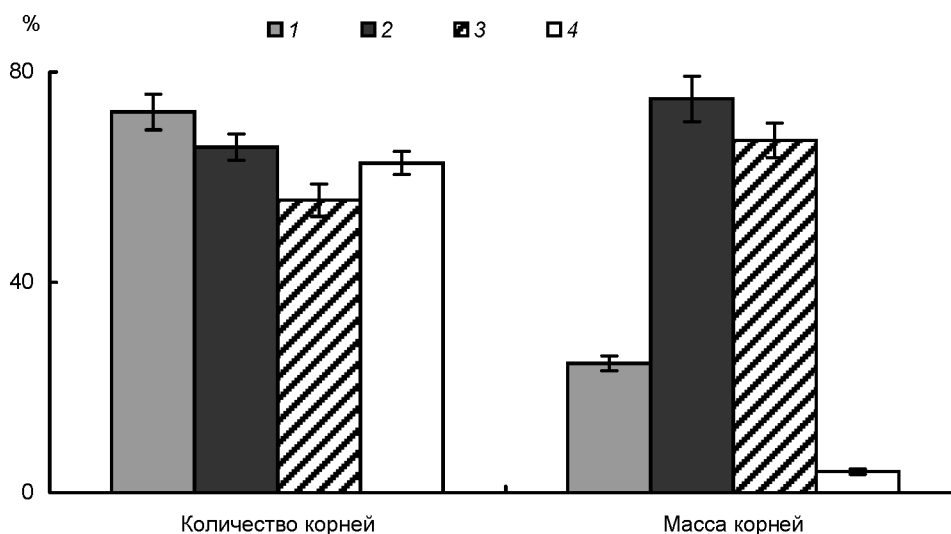


Рис. 1. Влияние индолил-3-уксусной кислоты ( $10^{-5}$  М) и надосадочной жидкости *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 в разных разбавлениях на ризогенез черенков фасоли сорта Лопата:

1 – ИУК; 2–4 – разбавления соответственно 1 : 50, 1 : 75, 1 : 100

превышала аналогичный показатель при использовании ИУК, особенно при разбавлении в 50 и 75 раз.

Полученные результаты могут свидетельствовать о том, что в составе экзосометаболитов *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 кроме гормонов стимулирующего действия, вероятно, могут содержаться и другие негормональные регуляторы роста растений. Логично предположить, что это, возможно, витамины групп В и К. Так, в литературе есть информация о способности ризосферных бактерий синтезировать эти витамины [27, 29]. Кроме того, известно, что витамины могут стимулировать у растений ростовые и формообразующие процессы при наличии фитогормонов, выполняя при этом функции дополнительных факторов, усиливающих действия гормональных соединений. Их относят к классу регуляторов роста с синергическим типом действия [4].

Для качественного и количественного определения гормонов возможно применение как биологических, так и физико-химических методов анализа. Биологические методы (биотесты) позволяют оценить количество синтезированных соединений по их физиологическому действию. Биологический метод достаточно чувствителен, но недостаточно специфичен; полученные результаты также зависят от практической неконтролируемых колебаний чувствительности и реакционной способности тест-объекта. В связи с этим в настоящее время предпочтение отдается физико-химическим методам анализа. Однако на начальных этапах исследования физиологической активности различных биологических объектов используют и специфическое биотестирование.

Специфическое биотестирование проводили с экстрактами надосадочной жидкости *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 на наличие ауксиновой, цитокининовой и гиббереллиновой активностей. Биотест на ауксины с отрезками coleoptiles пшеницы не дал достоверного положительного результата, т.е. реально наблюдаемый суточный прирост по сравнению с контролем и ИУК не зафиксирован.

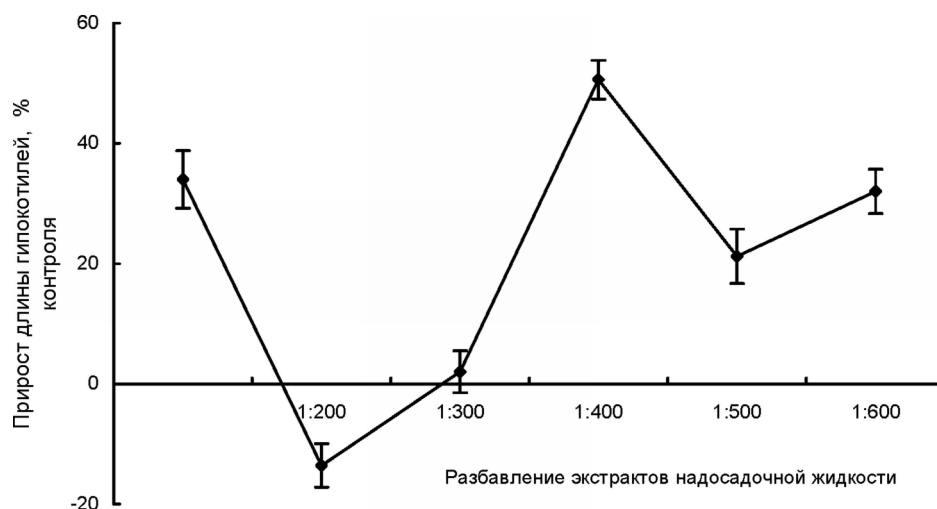


Рис. 2. Прирост длины гипокотилей огурцов сорта Феникс при обработке гибберелловой кислотой ( $GK_3$ ,  $10^{-5}$  М) и экстрактами надосадочной жидкости *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 (специфический биотест на гиббереллиновую активность)

При тестировании цитокининовой активности на семядольных листьях огурца сорта Феникс отмечено проявление биологической активности экстрактов надосадочной жидкости исследуемого штамма с нечетко выраженной концентрационной зависимостью.

Биотест на гиббереллиновую активность (прирост длины гипокотилей огурца) показал высокую физиологическую активность определенных разбавлений (в 400–600 раз) экстракта надосадочной жидкости штамма *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 (рис. 2). При разбавлении экстракта в 200 раз наблюдали четкое подавление прироста длины гипокотилей. Следующие разбавления приводили сначала к появлению небольшой (1 : 300), а далее — достаточно высокой (1 : 400, ~ 50 %) стимуляции удлинения гипокотилей, что превышало аналогичный показатель при обработке гибберелловой кислотой ( $GK_3$ ,  $10^{-5}$  М). Такая высокая физиологическая активность экстракта в области больших разбавлений свидетельствует о высоком содержании гибберелловых кислот в исследуемом экстракте.

Физико-химический анализ внеклеточных фитогормональных соединений *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 показал, что гормонсинтезирующие особенности штамма связаны, по-видимому, с его биологией. Подтверждением этому может быть достаточно низкий уровень (27,16 мкг/г) внеклеточных ауксинов при полном отсутствии синтеза ИУК (рис. 3). В частности, имеются данные [22, 28], что при эндофитном способе существования бактерий ауксины являются обычными интермедиатами метаболизма триптофана и в небольших количествах могут содержаться в культуральной жидкости. Известно, что высокий уровень синтеза ауксинов является отличительной особенностью большинства фитопатогенных бактерий и рассматривается как один из факторов их патогенности [10, 30]. Однако это не характерно для эндофитных микроорганизмов, которые могут существовать в тканях здоровых растений, не вызывая симптомов заболевания [26]. Вероятно, низкий уровень синтеза внеклеточных ауксинов исследуемым штаммом свидетельствует о том, что эти соединения не играют важной физиологической роли в

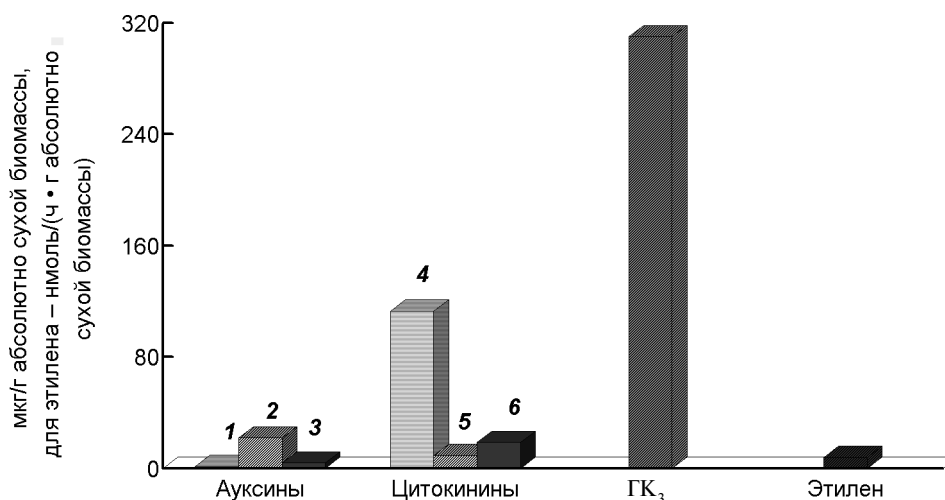


Рис. 3. Синтез внеклеточных фитогормонов культурой штамма *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100:

1 — индол-3-карбокисальдегид; 2 — индол-3-карбинол; 3 — индол-3-уксусной кислоты гидразид; 4 — зеатин; 5 — изопентениладенин; 6 — изопентениладенозин (АБК не выявлена)

формировании взаимоотношений исследуемого микроорганизма с растением.

Изучение суммарного уровня синтеза внеклеточных цитокининов показало, что не все природные формы этих соединений продуцируются как экзометаболиты исследуемым штаммом. Не выявлен синтез зеатин-рибозида — транспортной формы цитокининов у растений (см. рис. 3). В то же время в спектре синтезируемых соединений преобладал зеатин (~ 80 %), физиологически активная форма цитокининов, участвующая в регуляции клеточного деления, биосинтеза белка, фотосинтеза и т.д. [23]. Наличие незначительного количества других физиологически активных форм цитокининов (изопентениладенина и его рибозилированной формы) также свидетельствует в пользу продуцирования штаммом именно физиологически активных цитокининов.

Методами препаративно-накопительной ТСХ с последующим ВЭЖХ-анализом было показано, что среди экзометаболитов гормональной природы синтезируется гибберелловая кислота, а именно ГК<sub>3</sub>, наличие которой характерно для большинства растений [25]. Отмечено, что штамм *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 способен синтезировать значительное количество внеклеточной ГК<sub>3</sub> (более 300 мкг/г), что согласуется с данными, полученными методом специфического биотестирования. Гибберелловая кислота считается фитогормоном стимулирующего действия, который регулирует в растении процессы прорастания семян, удлинения стебля, завязывания и формирования плодов и др. [25]. Синтез этого соединения исследуемым штаммом свидетельствует об особенностях его биологии (PGPR-бактерии).

В результате физико-химического анализа показано также отсутствие синтеза АБК штаммом *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100. АБК является представителем класса соединений гормональной природы с выраженным антистрессовым и ингибирующим действием. Вероятно, для некоторых микроорганизмов, находящихся в определенной природной среде, физиологически нецелесообразно синтезировать для коммуника-

пии с растением гормональные соединения, которые тормозят растяжение и деление клеток, индуцируют вынужденный и органический покой семян, задерживают рост побегов и т. д. [5].

В пользу предположения об особенностях биологии (сапробионт, эндофит) штамма может свидетельствовать способность к синтезу исследуемым штаммом в системе *in vitro* другого фитогормона-ингибитора — этилена (см. рис. 3). Показано, что штамм *B. amyloliquefaciens* ИМВ В-7100 синтезировал около 8 нмоль этилена за 1 ч на 1 г АСБ. Известно, что повышение эндогенного пула этилена в тканях растений ингибирует биосинтез и транспорт ИУК [2]. В то же время гормон этилен рассматривают как сигнальную молекулу при формировании системной индуцированной устойчивости растений вместе с жасмоновой кислотой [31]. Вероятно, таким путем исследуемый штамм может влиять на метаболизм гормональных соединений в растении при нормальных условиях окружающей среды, а также при воздействии стрессовых факторов различной природы.

Таким образом, уровень и спектр синтезируемых исследуемым штаммом гормонов свидетельствует о важной роли фитогормональных экзометаболитов в проявлении биологической активности штамма при формировании ассоциативных или других взаимоотношений с растением.

Вероятно, ризосферные или эндофитные бактерии, которые развивались в тесной взаимосвязи с растением-хозяином по общим эволюционным законам, способны синтезировать определенный спектр гормонов стимулирующего и ингибирующего действия. Эта особенность дает им возможность формировать эффективные ассоциативные взаимоотношения с растением. Находясь в ризосфере или внутри растительной ткани, указанные микроорганизмы, со своей стороны, обеспечивают растение активными регуляторами клеточного метаболизма гормональной природы.

1. Бойчук О.Б., Зайцева Л.М. Застосування тесту коротких відрізків пшеничних колеоптилів для визначення ауксинів // Укр. ботан. журн. — 1977. — № 6. — С. 632—636.
2. Дерфлинге К. Гормоны растений. Системный подход. — М.: Мир, 1985. — 303 с.
3. Каменева С.В., Муронец Е.М. Генетический контроль процессов взаимодействия бактерии с растениями в ассоциациях // Генетика. — 1999. — 35, № 11. — С. 1480—1494.
4. Кефели В.И. Витамины и некоторые другие негормональные регуляторы роста растений // Прикл. биохимия и микробиология. — 1981. — 17, № 1. — С. 5—23.
5. Кефели В.И., Коф Э.М., Власов П.В., Кислин Е.Н. Природный ингибитор роста — абсцизовая кислота. — М.: Наука, 1989. — 184 с.
6. Козачко И.А., Вьюницкая В.А., Бережницкая Т.Г. и др. Эндофитные бактерии рода *Bacillus* — перспективные культуры для создания биологических средств защиты растений от болезней // Микробиол. журн. — 1995. — 57, № 5. — С. 69—78.
7. Козачко И.А. Эндофитный штамм *Bacillus subtilis* 26Д — основа микробиологического средства защиты растений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Киев, 1996. — 18 с.
8. Кудоярова Г.Р., Курдиш И.К., Мелентьев А.И. Образование фитогормонов почвенными и ризосферными бактериями как фактор стимуляции роста растений // Изв. Уфимского науч. центра РАН. — 2011. — № 3—4. — С. 5—16.
9. Лапа С.В., Авдеева Л.В., Осадча А.І. Технологічні аспекти застосування біологічного препарату Фітодоктор // Тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф. «Новітні досягнення біотехнології» (Київ, 21—22 жовтня 2010). — К., 2010. — С. 67.
10. Леонова Н.О., Данкевич Л.А. Экзогенні ауксини фітопатогенних та бульбочкових бактерій // Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології. — К.: Логос, 2012. — Т. 4. — С. 371—376.
11. Мелентьев А.И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus Cohn*. в агроэкосистемах. — М.: Наука, 2007. — 148 с.
12. Методические рекомендации по определению фитогормонов. — Киев: Ин-т ботаники АН УССР, 1988. — 78 с.

13. Моргунов В.В., Коць С.Я., Кириченко Е.В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение // Физиология и биохимия культ. растений. — 2009. — **41**, № 3. — С. 187—207.
14. Муромцев Г.С., Агнестикова В.Н. Гормоны растений гиббереллины. — М.: Наука, 1973. — 270 с.
15. Савинский С.В., Драгозов И.В., Педченко В.К. Определение содержания индолил-3-уксусной и абсцизовой кислот в одной растительной пробе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Физиология и биохимия культ. растений. — 1991. — **23**, № 6. — С. 611—619.
16. Турецкая Р.Х. Метод определения активности веществ, стимулирующих корнеобразование // Методы определения регуляторов роста и гербицидов. — М.: Наука, 1966. — 198 с.
17. Турецкая Р.Х. Физиология корнеобразования у черенков и регуляторы роста. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 278 с.
18. Цавкелова Е.А., Климова С.Ю., Чердынцева Т.А., Нетрусов А.И. Микроорганизмы — продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение // Прикл. биохимия и микробиология. — 2006. — **42**, № 2. — С. 133—143.
19. Ячук В.У., Іванова Д.В., Каплина О.Л. та ін. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. — К.: Юніверс медіа, 2010. — 544 с.
20. Bhalla K., Singh S.B., Agarwal R. Quantitative determination of gibberellins by high performance liquid chromatography from various gibberellins producing *Fusarium* strains // Environ. Monit. Assess. — 2010. — **167**. — P. 515—520.
21. Cakmakci R., Erat M., Erdogan U., Donmez M.F. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants // J. Plant Nutr. Soil. Sci. — 2007. — **170**, N 2. — P. 288—295.
22. Idris E.E., Bochow H., Ross H., Borriss R. Use of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent. VI. Phytohormone like action of culture filtrates prepared from plant growth promoting *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus subtilis* FZB24, FZB42, FZB45 and FZB37 // J. Plant Dis. Prot. — 2004. — **111**, N 6. — P. 583—597.
23. Kulayeva O.N., Kuznetsov V.V. Recent advances and perspectives in cytokinins area researching // Russ J. Plant Physiol. — 2002. — **49**, N 4. — P. 561—574.
24. Kurchii B.A. Acetylcholine and ethylene: do they share similar receptors and biological action? // Ukr. Bioorganica Acta. — 2009. — N 1. — P. 36—44.
25. Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action! / Ed. P.J. Davies. — Dordrecht: Springer, 2004. — 750 p.
26. Rosenblueth M., Martinez-Romero E. Bacterial endophytes and their interactions with hosts // MPMI. — 2006. — **19**, N 8. — P. 827—837.
27. Sato T., Yamada Y., Ohtani Yu. et al. Production of menaquinone (Vitamin K<sub>2</sub>)-7 by *Bacillus subtilis* // J. Biosci. and Bioengineer. — 2001. — **91**, N 1. — P. 16—20.
28. Spaepen S., Vanderleyden J., Remans R. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signalling // FEMS Microbiol. Rev. — 2007. — **31**, N 4. — P. 425—448.
29. Stahmann K.-P., Revuelta J.L., Seulberger H. Three biotechnical processes using *Ashbya gossypii*, *Candida famata*, or *Bacillus subtilis* compete with chemical riboflavin production // Appl. Microbiol. Biotech. — 2000. — **53**. — P. 509—516.
30. *The Rhizosphere: Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface*. 2nd Edn. // Eds. R. Pinton, Z. Varanini, P. Nannipieri. — Boca Raton, FL: CRC Press, 2007. — 472 p.
31. Van Loon L.C. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria // Eur. J. Plant Pathol. — 2007. — **119**, N 3. — P. 243—254.

Получено 03.02.2014

ЭКЗОМЕТАБОЛИТЫ ШТАМУ *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* ИМВ В-7100, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ЙОГО ФІТОСТИМУЛЮВАЛЬНУ АКТИВНІСТЬ

І.В. Драгозов, Н.О. Леонова, С.В. Лана, Л.В. Авдеева

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Національної академії наук України, Київ

Досліджували позаклітинні метаболіти штаму *Bacillus amyloliquefaciens* ІМВ В-7100, що визначають його фітостимулювальну активність. Установлено, що прояв цієї активності зумовлений наявністю у складі екзо-метаболітів рослинних гормонів-стимуляторів: ауксинів, цитокінінів й, особливо, гіберелінів. Показано здатність штаму синтезувати етилен, що належить до гормонів інгібіторної природи. Зроблено висновок, що синтез позаклітинних



гормональних сполук може відігравати важливу роль у прояві біологічної активності штаму при взаємодії з рослиною.

EXOMETABOLITES OF THE STRAIN *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* IMV B-7100, DEFINING ITS PHYTOSTIMULATING ACTIVITY

*I.V. Dragovoz, N.O. Leonova, S.V. Lapa, L.V. Avdeeva*

D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine  
153 Acad. Zabolotny St., Kyiv, 03680, Ukraine

The nature of *Bacillus amyloliquefaciens* IMV B-7100 strain extracellular hormone metabolites, which determine its phytostimulating activity, have been researched. The presence of plant hormones-stimulators: auxins, cytokinins and gibberellins in culture liquid was revealed. It was shown the ability of the strain to synthesize ethylene. It is concluded that the synthesis of extracellular hormonal compounds may play an important role in biological activity of the strain in the interaction with plant.

*Key words:* *Bacillus amyloliquefaciens*, exometabolites, phytohormones, phytostimulating activity.