

Таблица 4

Численность (N , тыс. экз./м³) и биомасса (B , г/м³) зоопланктона двух водохранилищ

Год	Водохранилище Дрозды			Чижовское водохранилище		
	N	B	$t, ^\circ\text{C}$	N	B	$t, ^\circ\text{C}$
1989	225,9	2,55	–	55,2	0,101	–
1996	14,50	0,16	16,4	20,58	0,07	17,0
1997	31,4	1,58	15,8	30,62	0,08	16,0
1998	36,86	1,01	21,4	16,02	0,28	21,0
1999	93,5	0,25	23,0	24,19	0,13	22,5
В среднем за 1989–1999 гг.	80,44±87,2	1,11±1,01	–	29,32±15,4	0,134±0,85	–

В заключение следует отметить, что зоопланктонное сообщество является звеном, чутко реагирующим на комплексное воздействие загрязнителей урбанизированной территории. В нижних створах изученных водохранилищ преобладающую роль играет коловраточный планктон. Практически во все вегетационные сезоны уровень развития зоопланктона обнаруживал обратную связь с антропогенной нагрузкой на изученные водоемы.

1. Вандыш О.И. // Индикаторная роль зоопланктона в диагностике техногенного загрязнения, процесса эвтрофирования и степени acidификации водоемов Кольского региона. Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия: Тез. докл. Всерос. совещ. Апатиты, 1998. С. 64.

2. Андронникова И.Н. // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.18 / ГосНИОРХ. Л., 1989.

3. Дзюбан Н.А., Кузнецова С.П. // Биология внутренних вод: Информ. бюл. 1994. № 65. С. 28.

4. Комплексное экологическое обследование реки Свислочь в пределах города Минска. Мн., 1994. С. 25.

5. Котило О.Е., Камлюк Л.В. // Структурная организация зоопланктона водохранилища технического назначения: Тез. междунар. экол. конф., Гомель, 17–19 марта 1998 г. Л., 1998. С. 32.

6. Камлюк Л.В. и др. // Структурно-функциональное состояние биологического разнообразия и животного мира Беларуси. Мн., 1999. С. 229.

7. Информационно-аналитический бюллетень о состоянии природной среды г. Минска и пригородов по данным мониторинга. III квартал 1997 г. Мн., 1997.

8. Кутикова Л.А. // Коловратки фауны СССР. Л., 1970.

9. Мануйлова Е.Т. // Ветвистоусые рачки фауны СССР. М.; Л., 1964.

10. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Под ред. Л.А. Кутиковой, Я.И. Старобогатовой. Л., 1977.

Поступила в редакцию 09.11.2001.

Камлюк Лилия Васильевна – доктор биологических наук, профессор кафедры экологии.

Семенюк Галина Алексеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии.

Ерёмова Нина Георгиевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии.

УДК 579.22:579.25

И.М. ЛИМОРОВА

ВЛИЯНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАСТЕНИЙ НА РОСТ И СИНТЕЗ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ФЕРМЕНТОВ БАКТЕРИЙ *ERWINIA CAROTOVORA* *SUBSP. ATROSEPTICA*

Phytopathogenic bacterium *Erwinia carotovora subsp. atroseptica* (*Eca*) is the causative agent of two diseases resulting in the major losses of potato crops, blackleg and soft rot. It is known that host plants react to a pathogen infection by producing several phenolics compounds. These compounds play an important role in host defense reactions namely systemic acquired resistance and hypersensitivity response. The aims of this research were studying the effects of plant phenolics on *Eca* growth and production of extracellular enzymes known to be main virulence factors of this bacterium.

Устойчивость растений к таким бактериям, как *Erwinia*, обусловлена не одним фактором, а рядом механизмов, которые ограничивают инфекцию *Erwinia spp.*, действуя на рост и распространение данных бактерий, а также ингибируя ферменты, участвующие в патогенезе. Среди наиболее важных механизмов устойчивости, действующих против *E. carotovora*, можно отме-



тить продукцию антибактериальных фитоалексинов. Одним из путей индукции синтеза фитоалексинов является накопление в тканях различных продуктов деградации клеточной стенки, вызванное действием ряда бактериальных ферментов, в частности пектатлиазами [1]. Кроме того, пектолитические ферменты *E. carotovora* индуцируют экспрессию генов, кодирующих PR-белки (*pathogenesis related proteins*), которые принимают участие в реализации защитных механизмов растения. Показано, что обработка растений пектолитическими ферментами *E. carotovora*, так же как и салициловой кислотой, может индуцировать устойчивость против данного патогена [2].

Устойчивость растений к поражению бактериями коррелирует с высоким содержанием в их тканях фенольных соединений [3]: кофейной, хлорогеновой, цинамовой, феруловой, салициловой, синаповой и ванилиновой кислот, споролетином и кониферилловым спиртом. Эти соединения встречаются в клубнях картофеля и ингибируют рост *Erwinia in vitro* [1].

Однако имеются лишь единичные сведения о влиянии фенольных соединений растений на биосинтетические процессы, происходящие в бактериальной клетке. Поэтому представлялось интересным изучить влияние ряда фенольных соединений на рост бактерий *Erwinia carotovora subsp. atroseptica* и синтез ими внеклеточных ферментов.

Материал и методика

В работе использовались штаммы бактерий *Erwinia carotovora subsp. atroseptica* дикого типа (*Eca 3-2*).

Бактерии выращивали в колбах (объем 50 мл), содержащих 10 мл полноценной питательной среды при 28–37 °С с аэрацией при 180–200 об/мин. В качестве посевного материала использовали ночную культуру бактерий (12–20 ч), которую разбавляли свежей средой в соотношении 1:10.

Для изучения влияния на рост бактерий фенольных соединений (ФС) бактерии культивировали в LB-бульоне с полипектатом натрия (0,3 %) и ФС (салициловая, ванилиновая, кофейная, цинамовая, феруловая и хлорогеновая кислоты) в концентрациях 10–200 мкг/мл. Через каждый час выращивания отбирались пробы для определения оптической плотности культуры при длине волны 540 нм.

Для определения активности внеклеточных ферментов использовали среду LB с добавлением 0,3 % полипектата натрия. При необходимости в среду добавляли растворы ФС. Полученные культуры осаждали центрифугированием при 6000 об/мин в течение 5 мин, супернатант служил материалом для анализа внеклеточных ферментов.

Пектатлиазную активность определяли по образованию ненасыщенной дигалактуроновой кислоты путем спектрофотометрического измерения увеличения УФ-абсорбции реакционной смеси при длине волны 235 нм в термостатируемых (30 °С) кварцевых кюветах (длина оптического пути 1 см) [4].

Белок определяли с использованием кумасси синего G250 [5].

Результаты и их обсуждение

При изучении влияния ФС растений на развитие бактериальных популяций *Eca 3-2* было показано, что в концентрациях до 50 мкг/мл ФС не оказывали заметного влияния на рост бактерий (рис. 1). При добавлении в среду культивирования салициловой кислоты плотность бактериальной культуры не снижалась даже в случае ее максимальной концентрации (200 мкг/мл). Кофейная кислота также не вызвала заметного снижения оптической плотности культуры. Повышение ее концентрации в среде роста до 200 мкг/мл давало снижение плотности культуры на 20 %. Феруловая, хлорогеновая, ванилиновая и цинамовая кислоты при концентрации 200 мкг/мл подавляли рост бактерий: хлорогеновая и ванилиновая – на 40, феруловая – на 50 %. Наиболее угнетающим эффектом обладала цинамовая кислота, при концентрации которой 100 и 200 мкг/мл рост бактерий снижался на 40 и 90 % соответственно.

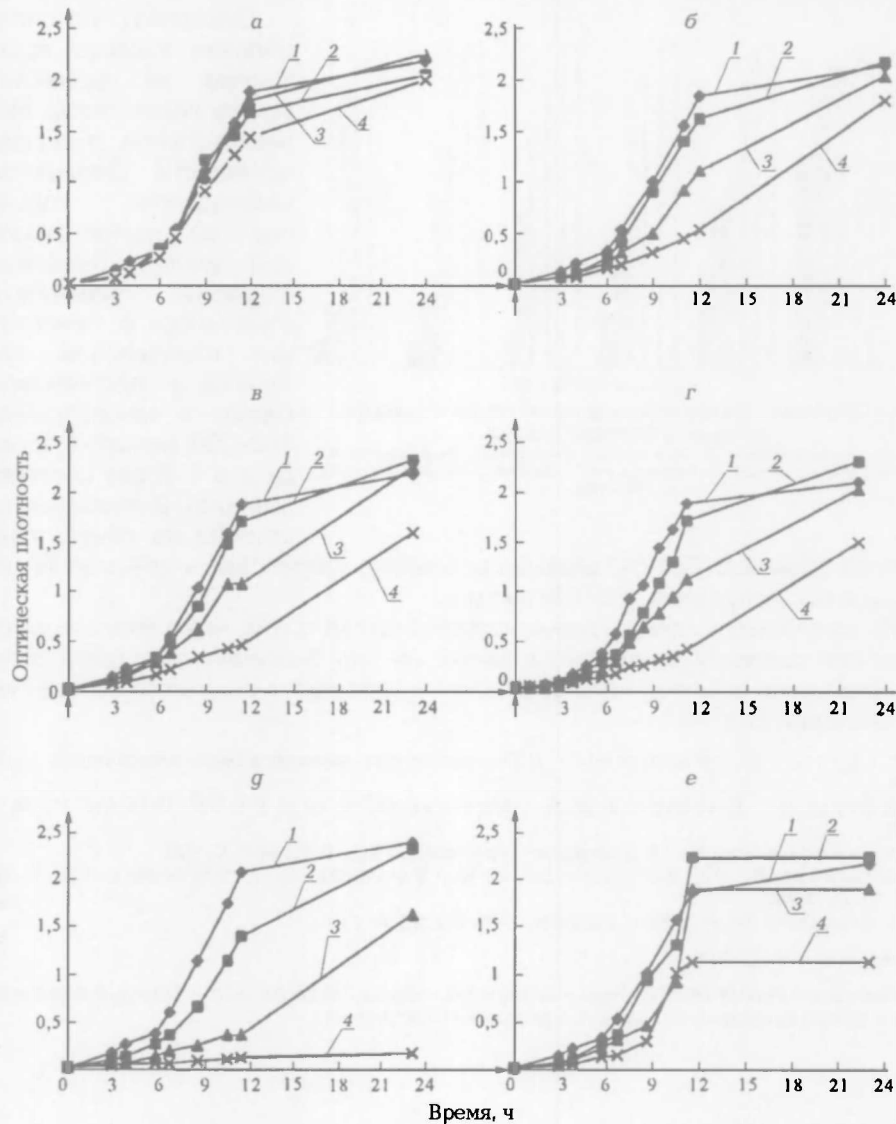


Рис. 1. Влияние различных концентраций фенольных соединений на рост бактерий *E. coli* 3-2.
 Кислота: а – салициловая, б – кофейная, в – хлорогеновая, г – ванилиновая, д – циннамовая, е – феруловая.
 1 – литательная среда без добавления ФС, 2 – 50 мкг/мл ФС, 3 – 100 мкг/мл ФС, 4 – 200 мкг/мл ФС

Нужно отметить, что добавление ФС в среду культивирования в концентрациях от 100 до 200 мкг/мл замедляло рост бактерий. Бактериальные культуры достигали стационарной фазы роста позже, чем в присутствии более низких концентраций ФС.

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что фенольные соединения растений способны подавлять рост бактерий *E. coli* 3-2, однако эффективность их действия различается.

Поскольку известно, что одним из основных факторов вирулентности бактерий рода *Erwinia* является пектатлиаза, представлялось интересным изучить влияние фенольных соединений растений на ее синтез в бактериальной клетке. Были использованы возрастающие концентрации шести ФС: салициловой, ванилиновой, кофейной, хлорогеновой, феруловой и циннамовой. На рис. 2 представлены результаты измерения пектатлиазной активности бактерий *E. coli* 3-2.

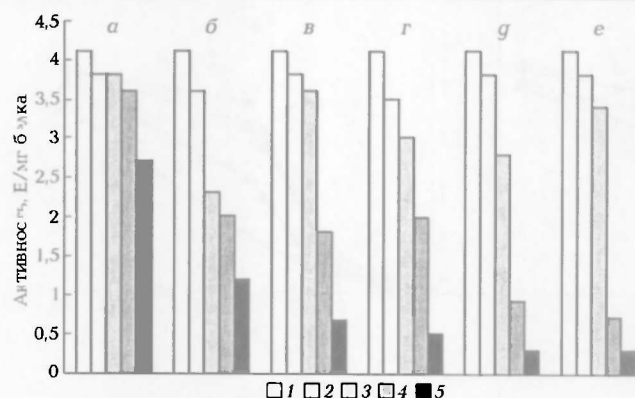


Рис. 2. Влияние фенольных соединений на пектатлиазную активность бактерий *E. coli* 3-2.
 Кислота: а – салициловая, б – ванилиновая, в – кофейная, г – хлорогеновая, д – феруловая, е – цинамовая. Концентрация: 1 – 0 мкг/мл, 2 – 20, 3 – 50, 4 – 100, 5 – 200 мкг/мл

Оказалось, что салициловая кислота практически не подавляет синтез пектатлиазы. Незначительное снижение активности ферментов наблюдалось только при ее концентрации 200 мкг/мл. Заметное снижение активности отмечалось в присутствии ванилиновой, кофейной и хлорогеновой кислот в концентрации 100–200 мкг/мл (в 2 раза и в 4–8 раз соответственно). В наибольшей степени на синтез пек-

татлиаз штаммом *E. coli* 3-2 оказывали влияние феруловая и цинамовые кислоты в концентрациях 100–200 мкг/мл.

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что фенольные соединения растений оказывают влияние на ряд биохимических процессов, происходящих в бактериальной клетке, и приводят к снижению патогенности бактерий *E. coli* 3-2.

1. Lyon C. D., Heilbronn J. // The scottish crop research institute annual report. 1991. P. 65.
2. Vidal S., Eriksson A.R.B., Montesano M. et al. // MPMI. 1998. Vol. 11. № 1. P. 23.
3. Запрометов М. Н. // Физиология растений. 1993. Т. 40. № 6. С. 921.
4. Шевчик В. Е., Евтушенко А. Н., Фомичев Ю. К. // Биохимия. 1988. Т. 53. Вып. 10. С. 1628.
5. Bradford M. M. // Anal. Biochem. 1976. Vol. 22. P. 248.

Поступила в редакцию 08.11.2001.

Лиморова Ирина Михайловна – аспирантка кафедры микробиологии. Научный руководитель – доктор биологических наук, профессор А.Н. Евтушенко.

УДК 581.9 (470.5)

Ю.А. БИБИКОВ, М.А. ДЖУС, Г.И. ЗУБКЕВИЧ, Т.А. САУТКИНА, В.Н. ТИХОМИРОВ, В.В. ЧЕРНИК

О ФЛОРЕ МИНСКОГО РАЙОНА

Results of long-term floristic investigations of the Minsk district are given. The flora of this region include about 1380 species of the vascular plants referring to 573 genera of 121 families, 47 species of them are taken under official protection and more then 600 species are rare (the most of them – adven. ves plants). It is first publication of the vascular plants checklist of the Minsk district.

Рациональное использование и охрана растительного мира – одна из важнейших проблем современности, к разработке которой привлечено внимание ботаников мира. Постоянное увеличение территорий, подверженных интенсивной хозяйственной деятельности, особо остро проявляется в негативном воздействии антропогенного фактора на флору и растительность в зеленых зонах крупных городов, в том числе и вокруг Минска. При этом состояние популяций редких и исчезающих видов, а часто и более широко распространенных хозяйственно-полезных растений во многом катастрофическое. Одновременно с деградацией естественных ценозов идет процесс внедрения в состав флоры заносных видов. Поэтому планомерные