исследовательского поведения, тогда как время пребывания в неподвижном состоянии (замирание) – как показатель пассивно-оборонительного поведения. Таким образом, ситуацию «открытого поля» можно рассматривать как конфликтную между тенденцией к исследованию у животного и страхом. Показателем степени конфликтности в этом тесте является продолжительность актов груминга и их количество. Помимо биологической функции, груминг часто выступает в роли адаптивной реакции на боль, стресс. Для грызунов является общепризнанным, что длительный груминг – это реакция на стресс. Целым рядом работ показано, что сильный стресс приводит к снижению двигательной активности животных в целом на фоне возросшего по продолжительности груминга (Stone et al., 1995). С этой точки зрения, можно сказать, что животные контрольной группы характеризовались более высоким уровнем фрустрации, чем в опытной группе, в которой были экспозиции к моче домашней кошки. Из полученных данных следует тенденция к снижению горизонтальной исследовательской активности (количество норок), под влиянием запаха хищника. Образцы мочи домашней кошки располагались непосредственно под полом камеры, что привело к снижению горизонтальной активности, а не вертикальной. Также следует отметить тенденцию к возрастанию продолжительности и количества актов груминга под влиянием запаха кошки. Мы наблюдали у животных второй опытной группы отсутствие актов замирания в открытом поле, что свидетельствует о достоверном ($p < 0{,}001$) у самцов и ($p < 0{,}05$) у самок снижении уровня пассивно-оборонительного поведения. Экспозиции к моче кота в раннем онтогенезе вызвала достоверное ($p < 0{,}05$) снижение уровня эмоциональности у экспериментальных животных. Об этом свидетельствует достоверное снижение количества дефекаций в ответ на предъявление мочи кота в «открытом поле». Сравнение самок контрольной группы с самками опытной группы 1 выявило достоверные ($p < 0{,}001$) различия в количестве актов груминга. Самцы опытной группы 1 достоверно ($p < 0{,}001$) чаще демонстрировали норковые реакции, и достоверно ($p < 0{,}01$) больше времени проводили в вертикальной стойке, что говорит о том, что у самцов опытной группы наблюдается смещение поведения в сторону исследовательской активности. При сравнении реакций на L-фелинин у животных, ранее экспонированных к нему (опытная группа 2) и контрольных животных, были выявлены следующие различия: и самки и самцы в опытной группе демонстрировали достоверно большее ($p < 0{,}05$) количество норковых реакций по сравнению с контрольными, самки опытной группы достоверно ($p < 0{,}001$) больше времени демонстрировали вертикальную стойку? а также у них отсутствовала реакция замирания. Таким образом, на основе совокупности полученных данных можно сделать заключение, что ранний ольфакторный опыт у домовой мыши способствует достоверному снижению пассивно-оборонительного поведения у взрослых животных, вызываемой запахом хищника; экспозиции к феромону кошачьих, L-фелининну в период синаптогенеза не влияет на частоту и продолжительность элементов поведения, которые обычно связывают с высокой стрессированностью животного (груминг), но наблюдалось смещение поведения животных экспериментальной группы в сторону исследовательской активности по сравнению с контрольными.

Исследования поддержаны Программой РАН «Живая природа» и МК-709.2012.4

Список литературы

1. Вознесенская В.В., Полетаева И.И. Влияние АКТГ4-10 на ориентировочно-исследовательскую реакцию мышей различных генетических групп // Ж. ВНД. – Т. 37. – № 1. – С. 174–176.

2. Соколов В.Е., Вознесенская В.В., Высоцкий Ч.Д. Индуцированная чувствительность к одорантам: новый феномен // ДАН. – 1996. – Т. 347, № 3. – С. 843–846.

3. Соколов В.Е., Вознесенская В.В. Роль раннего ольфакторного опыта в индивидуальном распознавании серой крысы // ДАН. – 1997. – Т. 348. – С. 1346–1350.

4. Rutherfurd K.J., Rutherfurd S.M., Moughan P.J., Hendriks W.H. Isolation and characterization of a felinine-containing peptide from the blood of the domestic cat (Felis catus) // J. Biol. Chem. – 2002. – Vol. 277, № 1. – P. 114–119.

5. Stone A., Manavalan S., Zhang Y., Quartermain D. Beta-adrenoreceptor blocade mimics effects of stress on motor activity in mice / // Neuropsychopharmacol. – 1995. – Vol.12. – № 1. – P. 65–71.

6. Voznessenskaya V.V., Wysocki C.J. Individual recognition: the effects of early experience//Chem. Senses. – 1993. – Vol. 18. – P. 644.

7. Voznessenskaya V.V., Wysocki C.J. Exposure of mice to androstenone induces behavioral sensitivity to androstenone // Chem. Senses. – 1994. – Vol. 19. – P. 569.

8. Voznessenskaya V.V., Parfyonova V.M., Wysocki C.J. Induced olfactory sensitivity in rodents: a general phenomenon // Adv. Biosci. – 1995. – Vol. 93. – P. 399–405.

9. Voznessenskaya V.V., Voznesenskaia A.E., Klyuchnikova M.A. The Role of Vomeronasal Organ in Reception of Predator Scents // Chem. Senses. – 2006. – Vol. 31. – P. 43.

10. Voznessenskaya V.V., Klyuchnikova M.A., Voznesenskaia A.E. The Role of Vomeronasa Organ in Mediating Responses to Predator Odor // Chem. Senses. – 2007. – Vol. 32. – P. 33.

11. Voznessenskaya V.V., Feoktistova N.Yu., Wysocki C.J. Is there a period during neonatal development for maximal imprinting an odor ? // Chemical Signals in Vertebrates 8. Ed. R.E. Johnston, Plenum Press. – New York, 1999. – P. 617–621.

12. Voznessenskaya V.V., Klyuchnikova M.A., Wysocki C.J. Roles of the main olfactory and vomeronasal systems in the detection of androstenone in inbred straines of mice // Current Zoology. – 2010. – Vol. 56, № 6. – P. 813–818.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ САПРОФИТНОЙ МИКРОФЛОРЫ С ВОЗБУДИТЕЛЯМИ САПРОЗООНОЗОВ В ПОЧВЕННЫХ БИОЦЕНОЗАХ

Бузолева Л.С., Ли Н.Г., Сидоренко М.Л.

ФГБУ «НИИЭМ имени Г.П. Сомова» СО РАМН, ФГБУН БПИ ДВО РАН, Владивосток, e-mail: natusik-scorpio_@mail.ru

Процесс существования патогенных бактерий в естественных экосистемах в настоящее время мало изучен. На самом деле автономное

обитание в почве или воде многих патогенных бактерий и грибов, вызывающих инфекционные болезни человека и животных, закономерные и многообразные связи с почвенными и водными организмами делают их полноправными сочленами естественных экосистем, главным образом, почвенных и водных [5]. *Listeria monocytogenes* относится к возбудителям сапрозоонозов и обладает двойственной (сапрофитной и паразитической) природой, благодаря чему способна существовать как в эндотермных, так и в эктотермных организмах, растительных объектах, а также в почвенной и водной средах. Обитание *L. monocytogenes* в почве является известным фактом, что доказано как выделением возбудителей сапрозоонозов из этих субстратов [4, 6], так и в модельных экспериментах [1]. В настоящее время установлено, что на существование этих микроорганизмов в почвах оказывают влияние как абиотические факторы среды [7], так и биотические [8, 10].

Присутствие микроорганизмов в той или иной природной зоне определяется не только условиями внешней среды, но и наличием контроля со стороны других микроорганизмов. Многие исследователи [2, 3] считают, что соединения, продуцируемые микроорганизмами, могут действовать как внутри- или межвидовые регуляторы микробных сообществ. При этом отмечено как стимулирующее, так и ингибирующее действие веществ микробного происхождения на размножение микроорганизмов [8, 11].

Возможность того, что естественная микрофлора почвы может оказывать положительное влияние на сохранение патогенных микроорганизмов в почве, представляет особый интерес для исследований в этом направлении. В связи с этим, целью данной работы являлось изучение влияния сапрофитной микрофлоры почвы на размножение *L. monocytogenes*.

В работе использовали штаммы сапрофитных бактерий, выделенные нами из естественно сложившейся микробной ассоциации бурой лесной почвы, которая является природным очагом листериозной инфекции [9].

Всего было выделено из почвы 32 штамма сапрофитных бактерий, различных по своим культуральным свойствам. Идентификацию активных штаммов сапрофитных бактерий проводили с помощью физиолого-биохимических тестов и специфических праймеров в ПЦР-реакции.

Для экспериментальных исследований было использовано 10 эпидемически значимых штаммов *L. monocytogenes*, взятых из музея ФГБУ «НИИЭМ имени Г.П. Сомова» СО РАМН, типичных по своим культуральным, серологическим и биохимическим свойствам.

Действие газообразных метаболитов испытуемых культур на рост тест-культур исследовали экспресс-методом Л.С. Тирранен (1980) в нашей модификации. Культура, действие летучих веществ которой изучали, далее именуется испытуемой, та, на которой проверялось это действие – тест-культурой. Все сапрофитные бактерии поочередно исследовались как испытуемые, все патогенные бактерии использовались только в качестве тест-культур. Воздействие испытуемой культуры на тест-культуру оценивали как положительное (стимулирующее) или отрицательное (ингибирующее), когда размер колоний тест-культур в опыте был соответственно увеличен или снижен на 20% и более по сравнению с контролем. Действие испытуемой культуры оценивали как нулевое, если размер колоний в опыте отличался от контрольных не более чем на ±20%. Контролем служили чашки Петри с тест-культурами, не подвергавшимися действию летучих продуктов жизнедеятельности испытуемых микроорганизмов. Результаты сравнения размеров колоний выражали в миллиметрах. Статистическую обработку данных проводили по Ф.Г. Лакину (1990). Учитывали среднюю арифметическую величину диаметра колоний, ошибку средней арифметической.

Наиболее активный штамм, отобранный с помощью экспресс-метода, в дальнейшем проверяли на активность экзометаболитов в жидкой среде (фосфатно-буферный раствор Петерсона-Кука, 0,1% глюкоза, pH = 7,2). Динамику роста культуры листерий замеряли на спектрофотометре T70 UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd (Англия) при длине волны 590 нм. Наблюдение за ростом вели в течении 11 суток.

Поставленные эксперименты позволили оценить влияние летучих метаболитов сапрофитных бактерий на размножение листерий. Следует отметить, что большинство исследуемых сапрофитных штаммов в той или иной степени стимулировали рост листерий, по сравнению с контролем. Среди них 3% – отрицательных (случаи, когда летучие метаболиты сапрофитных микроорганизмов подавляют рост испытуемой культуры патогенных бактерий), 90% – положительных (случаи, когда летучие метаболиты стимулировали рост испытуемой микрофлоры), остальные результаты (7% случаев) были нулевыми. Наблюдавшиеся в опытах нулевые взаимодействия могут являться слабыми положительными или отрицательными воздействиями, не учитываемыми данным методом исследования.

Наибольшее стимулирующее влияние на рост *L. monocytogenes* оказал штамм сапрофита, идентифицированный нами как *Bacillus pumilus.* Летучие метаболиты этого почвенного штамма стимулировали рост всех штаммов *L. monocytogenes,* взятых в эксперимент, по сравнению с контролем.

Одной из задач данного исследования было подобрать оптимальную концентрацию экзометаболитов *B. pumilus в* жидкой среде, обладаю-

щую максимальным стимулирующим эффектом в отношении роста листерий (штамм 6144 № 315). Для этого использовали рабочие концентрации экзометаболитов бацилл: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 мл. Биологическое действие экзометаболитов выражали в процентах прироста биомассы по сравнению с контролем.

Следует отметить, что стимулирование роста культуры листерий наблюдали с максимумом на седьмые сутки для всех концентраций экзометаболитов сапрофита.

В результате эксперимента было показано, что экзометаболиты, взятые в концентрации 0,5 мл, в меньшей степени, чем все остальные концентрации, стимулировали рост листерий (на 30 % на седьмые сутки опыта). Стимулирование *L. monocytogenes* (штамм 6144 № 315) экзометаболитами сапрофита *B. pumilus* в концентрации 1,5 мл оказалось максимальным среди всех концентраций (на 123 % на седьмые сутки опыта).

Таким образом, установлено, что почвенные бактерии в микробных сообществах с *L. monocytogenes,* в большей степени стимулируют, чем угнетают рост патогенов. Стимуляция роста *L. monocytogenes* при взаимодействии с экзометаболитами штамма сапрофита, зависела от концентрации экзометаболитов, от биологических особенностей, как штамма сапрофита, так и штамма листерий. Подобрана наиболее оптимальная концентрация экзометаболитов *B. pumilus* – 1,5 мл, при которой отмечен максимальный стимулирующий эффект. Метаболиты, продуцируемые почвенной микрофлорой, могут действовать как регуляторы микробных сообществ. В частности, стимулирование роста и размножения *L. monocytogenes* может способствовать появлению эпидемических очагов, представляющих угрозу для человека.

Список литературы

1. Бузолева Л.С. Адаптация патогенных бактерий к абиотическим факторам окружающей среды: автореф. дис. … д-ра биол. наук. – Владивосток, 2001. – 48 с.

2. Бухарин О.В., Семенов А.В., Черкасов С.В. Характеристика антагонистической активности пробиотических бактерий при их взаимодействии // Клин. микробиол. антимикроб. химиотер. – 2010. – Т. 12. – № 4. – С. 347–352.

3. Вахитов Т.Я., Петров Л.Н. Регуляторные функции экзометаболитов бактерий // Микробиология. – 2006. – Т. 75. – № 4. – С. 483.

4. Гершун В.И. Влияние абиотических факторов на жизнеспособность листерий в почве // Сиб.вестник с-х науки. – Новосибирск, 1980. – № 3. – С. 78–81.

5. Зуев В.С. Ветеринарная патология. – 2004. – № 4. – С. 11–16.

6. Кузнецов В.Г., Раковский В.В., Валекжанин Т.С., Сомов Г.П. Изучение эпидемиологии дальневосточной скарлатиноподобной лихорадки в Приморском крае. Сообщение III. Выделение псевдотуберкулезного микроба из почвы и роль почвы в распространении инфекции // Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 1976. – № 7. – С. 138–139.

7. Сидоренко М.Л., Бузолева Л.С. Влияние различных видов минеральных удобрений на размножение *Listeria monocytogenes* в почвах // Агрохимия. – 2008. – № 5. – С. 59–64.

8. Сидоренко М.Л., Бузолева Л.С. Характер взаимоотношений сапрофитной микрофлоры почв через газообразные метаболиты // Микробиология. – 2008. – Т. 77. – № 2. – С. 273–277.

9. Стародумова С.М., Зайцева Е.А. Серологический мониторинг листериозной инфекции у диких мышевидных грызунов в Приморском крае // Дальневосточный Журнал Инфекционной Патологии. – 2012. – № 20. – С. 84–86.

10. Терехова В.Е., Айздайчер Н.А., Бузолёва Л.С., Сомов Г.П. Влияние метаболитов морских микроводорослей на размножение бактерий вида Listeria monocytogenes // Биология моря. – 2009. – Т. 35. – № 4. – С. 306–309.

11. Тирранен Л.С., Ковров Б.Г., Черепанов О.А. Характер взаимодействия микроорганизмов через их газообразные метаболиты // Микробиология. – 1980. – Т. 49. – № 5. – С. 788–793.

КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗИ МОЛЕКУЛ ВОДЫ И ИОНОВ, БИОЛОГИИ И МЕТАБОЛИЗМА БЕЛКА КОМПАРТМЕНТОВ ЭУКАРИОТ

Вапняр В.В.

ФГБУ Медицинский радиологический научный центр Минздрава России, Обнинск,
e-mail: vap@obninsk.com

Цель работы. На основе биофизических, биохимических, биологических, метаболических процессов разработать гипотетическую комплексную модель взаимосвязи молекул воды и ионов, биологии и метаболизма белка компартментов эукариот

Предпосылка. Сложное строение эукариот – клетки с обособленным ядром, составляет структурную единицу животного и растительного мира планеты. В клетке многосторонние биологические процессы способны в комплексе выполнять основную задачу – обеспечить жизнедеятельность, адекватно отвечать на ее внутренние запросы и воздействия со стороны микроокружения.

Проведенный углубленный анализ специальной литературы показывает, что поднимаемая проблема жизнеобеспечения эукариот рассматривается, как правило, путем одностороннего исследования отдельных ее звеньев и встречается мало работ, которые освещают эту проблему комплексно, исходя из энергетической потребности. Функциональная и пространственная упорядоченность осуществляется за счет скоординированной трехмерной структуры цитоскелета. Предполагается последовательная реализация сигнальной информации, позволяющей поэтапно осуществлять различные по природе биологические процессы.

В настоящее время наиболее признанной является теория мембран, основанная на полупроницаемых свойствах, которая предполагает обмен растворителя и растворенного вещества за счет простой диффузии, а также многочисленных каналов, насосов с помощью затраты энергии метаболизма. В частности, согласно основным положениям, фермент АТФ-аза позволяет осуществлять энергетическое прохождение через мембрану трех ионов Na+ и двух ионов K+. При этом обеспечивается поляризуемость