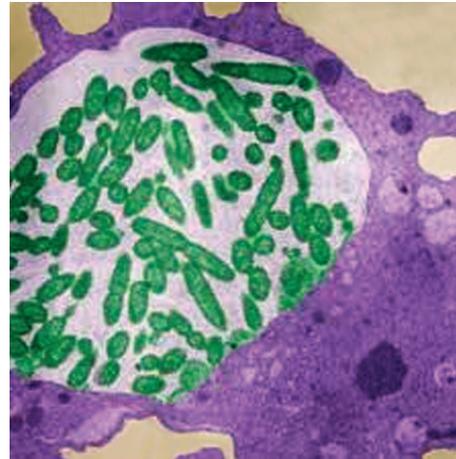


К вопросу о сапронозах, психрофильности и патогенах

Почва селитебных территорий, агроценозов и агро-сферы в целом обладает функцией элиминации патогенных микроорганизмов благодаря в основном автохтонной микрофлоре, однако некоторые болезнетворные бактерии могут длительно сохраняться в почве, включаться в биоценозы, или почва и вода являются их основной средой обитания (возбудители ботулизма, столбняка, легионеллеза и др.). Продукты жизнедеятельности человека и домашних животных способствуют размножению и длительной жизнеспособности патогенов в почве и воде, а также приобретению у них разных видов устойчивостей и вредных мутаций. Механизмы, обеспечивающие такие процессы, еще недостаточно изучены на уровне функционирования генома и регуляции метаболизма, что является одной из важных задач как для эпидемиологии, так для эпизоотологии и земледелия.



В этой связи наибольшую значимость могут иметь такие явления, как возможность длительного существования патогенных бактерий во внешней среде – сапронозность и способность к размножению в условиях низких температур – психрофильность.

Разные исследователи относят к сапронозам целый ряд возбудителей таких инфекционных болезней, как лептоспироз, легионеллез, листериоз, мелиоидоз, псевдотуберкулез, иерсиниоз, сибирская язва, синегнойная инфекция, холера, клостридиозы (столбняк, газовая гангрена, ботулизм), рожа, сальмонеллез, пастереллез и некоторые другие.

Для более глубокого понимания поведения бактерий во внешней среде следует обратиться к теоретическим разработкам в области популяционной микробиологии и экологии. Известны разные стратегии поведения бактерий во внешней среде: r-стратегия связана с резкими колебаниями скорости размножения в зависимости от условий и наличия субстрата, K-стратегия определяется сохранением устойчивого уровня размножения и метаболизма в переменных условиях и высокой конкурентоспособностью (Паников Н.С., Звягинцев Д.Г., 1983; Одум Ю., 1986). Большинство патогенных микроорганизмов, имеющих высокий репродуктивный потенциал, относятся к r-стратегам, что позволяет им бурно размножаться в фазу патогенности. Однако некоторые сапронозы могут менять метаболизм при недостатке питания и низкой температуре, во внешней среде. Так, *Listeria monocytogenes* обладают обоими видами стратегий, положительные свойства каждой из которых способствуют выживаемости популяции в фазах патогенности и сапрофитности (Беленева И.А., 1996).

Особую проблему представляет наличие патогенных биологических агентов в зоне вечной мерзлоты, где имеются колоссальные залежи органического углерода. Потепление климата и переработка углерода в углекислый газ и метан могут привести к катастрофическим последствиям для планеты и будут способствовать еще более ускоренному оттаиванию мерзлоты.

При оттаивании почвы, благодаря накоплению низкомолекулярных метаболитов сапрофитов и продуктов их аутолиза, локальной ферментации продуктов жизнедеятельности животных и их останков, создаются благоприятные условия для активации патогенных микроорганизмов, попавших в почву с трупами животных 10–20 тыс. лет назад (в основном споровых форм – родов *Bacillus* и *Clostridium*), а также в современный период. Это может привести к большей вероятности заражения животных активированными патогенами и их передачи к человеку. Такое явление наблюдалось в 2016 г. при вспышке сибирской язвы в Ямало-Ненецком автономном округе, где заболели большое количество оленей, от которых заразились люди.

Наши исследования проб вечной мерзлоты из Якутии позволили выявить несколько штаммов облигатных психрофильных сапрофитных бактерий рода *Bacillus*, которые не росли при комнатной

температуре. Это говорит о высокой вероятности приспособляемости бактерий к условиям размножения при низких температурах и утрате способности роста в нормальных условиях. Кроме того, выделение нами культур вирулентного сибиреязвенного микроба из вечной мерзлоты на глубине 2 и 3 метра может свидетельствовать о периодическом возобновлении жизнедеятельности данного вида микробов, наличии у него сапрофитической фазы размножения при сохранении основных факторов патогенности. Экспериментальные данные (Соркин Ю.И., 1988) также свидетельствуют о возможности активного размножения данного микроорганизма в почве, включаясь в почвенную биоценоотическую систему. Это, как мы видим из опыта ямальской вспышки, имеет и выраженное эпидемиологическое значение. По-видимому, сибиреязвенный микроб в сапрофитической фазе реализует К-стратегию, медленно размножаясь и экономя энергию для выживания, а в фазу патогенности является r-стратегом, интенсивно потребляя субстраты роста, синтезируя факторы вирулентности, достигает максимальной плотности популяции, а затем и спор. Такой приспособительный механизм, по-видимому, свойствен только сапронозам, тогда как сапрофиты в нем не нуждаются и реализуют только К-стратегию.

Большой интерес представляют данные об изменении метаболизма бактерий при переходе к психрофильности. Так, экономический коэффициент роста псевдотуберкулезного микроба по глюкозе в 5–7 раз выше при низкой температуре, чем при 37°C (Г.П.Сомов, 1988), что говорит о наличии механизма сохранения жизнеспособности популяции в сапрофитической фазе и реализации r-стратегии выживания.

В последние годы проводятся углубленные молекулярно-генетические исследования регуляции психрофильности, в основном на модели *Yersinia*, что позволило выявить новый регуляторный сенсорный белок, участвующий в процессе переключения метаболизма в условиях существования популяции при низких температурах и играющий существенную роль в проявлении вирулентности возбудителя (Herbst K., 2013; Righetti F., 2016; Nuss A.M., 2016).

Исследования стратегий поведения популяций бактерий в паразитической и сапрофитической фазах размножения, а также изменения их метаболизма при переходе к росту в условиях низких температур являются одной из задач современной бактериологии, которая должна быть решена на основе использования современных геномных и постгеномных методологий, с применением системного анализа для целей выбора стратегии и тактики санации почвенных очагов опасных болезней.



*И.А.Дятлов
Директор ФБУН «Государственный научный центр
прикладной микробиологии и биотехнологии»
Роспотребнадзора, академик РАН,
доктор медицинских наук, профессор*