

## Лекция. Микрофлора почвы – 8 апреля

- 1. Микрофлора почвы.**
- 2. Контаминация почвы.**
- 3. Почва как фактор передачи возбудителей инфекции.**

### **1. Микрофлора почвы.**

Почва является главным резервуаром и естественной средой обитания микроорганизмов, которые принимают активное участие в процессах формирования и очищения почвы, а также круговорота веществ в природе.

Качественный состав микробиоты почв очень разнообразен: спорообразующие и неспорообразующие бактерии, актиномицеты, археобактерии, микоплазмы, цианобактерии (сине-зеленые водоросли), микромицеты и др. Жизнедеятельность микроорганизмов в почве, их качественный и количественный состав определяется почвенными условиями: наличием питательных веществ, влажностью, аэрацией, реакцией среды, температурой и т.д.

С увеличением количества органических веществ в почве, как правило, возрастает и количество микроорганизмов. Органические вещества являются питательной средой для большинства почвенных бактерий. Общий запас органических веществ почвы достигает 400 т на 1 га, из них большая часть находится в поверхностном слое (до 30 см) почвы. Главная составная часть органических веществ почвы - останки животных и растительных тканей. Живая масса микроорганизмов в 1 га почвы (удобренной) превышает 5-6 т.

Большое влияние, как на общую численность, так и на соотношение отдельных систематических групп микроорганизмов оказывает тип почвы. Различаясь по физическим и химическим свойствам, почва представляет различную среду для жизнедеятельности микроорганизмов. Их больше в увлажненной и обработанной почве (4,2 - 5,2 млрд/г), меньше в лесной почве, в песках (0,9 - 1,2 млрд/г).

Наиболее богаты микроорганизмами черноземные, каштановые почвы, сероземы и специально обработанные почвы. Количество бактерий в 1 г таких почв иногда достигает нескольких десятков миллиардов. Бедны микрофлорой песчаные, горные и лишенные растительности почвы. Но даже в песках пустыни количество бактерий достигает 10-100 тыс. в 1 г.

Наиболее многочисленны микроорганизмы в верхнем 5-15-сантиметровом слое. В этом слое протекают основные биохимические процессы превращения органических веществ, обусловленные жизнедеятельностью микроорганизмов. Меньше их на глубине 20-30 см и минимальное количество на глубине 30-40 см. Однако бактерии были найдены в почве даже на глубине 5 м. Почвы, богатые бактериями, биологически более активны. Между плодородием почвы и содержанием в ней микроорганизмов имеется определенная зависимость. Подсчеты показали, что на каждый гектар малопродуктивной почвы приходится 2,5-3 т

микробной массы, высокоплодородной - до 16 т. Число микроорганизмов в 1 г почвы может колебаться от  $1\cdot 3\cdot 10^6$  до  $20\text{-}25\cdot 10^9$ .

Максимальное количество микробов в почве содержится на глубине 10-20 см. Начиная с глубины в 1-2 м, количество их резко сокращается. Это объясняется тем, что по мере углубления в почву уменьшается содержание органических веществ, а также кислорода, необходимого для жизнедеятельности аэробных бактерий.

Численность микроорганизмов в почве увеличивается по направлению с севера на юг, причем весной количество их значительно возрастает, достигая максимума к началу лета, осени; зимой – резко уменьшается.

К типичным почвенным бактериям относятся *Bacillus subtilis*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus megatherium*, а также термофильные бактерии и другие микроорганизмы, составляющие иногда 80-90% всей микрофлоры почвы.

В составе микрофлоры почвы выделяют следующие группы микроорганизмов:

1. **бактерии аммонификаторы**, вызывающие гниение трупов животных, остатков растений, разложение мочевины с образованием аммиака и других продуктов: аэробные бактерии - *B.subtilis*, *B.mesentericus*, *Serratiamarcescens*; бактерии рода *Proteus*; грибы рода *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*; анаэробы - *C.sporogenes*, *C.putrificum*; уробактерии - *Urobacilluspasteuri*, *Sarcinaurea*, расщепляющие мочевину;
2. **нитрифицирующие бактерии**: *Nitrobacter* и *Nitrosomonas* (*Nitrosomonas* окисляют аммиак до азотистой кислоты, образуя нитриты, *Nitrobacter* превращают азотистую кислоту в азотную и нитраты);
3. **азотфиксирующие бактерии**: усваивают из воздуха свободный кислород и в процессе своей жизнедеятельности из молекулярного азота синтезируют белки и другие органические соединения азота, используемые растениями;
4. **бактерии, участвующие в круговороте серы, железа, фосфора и других элементов** - серобактерии, железобактерии и т.д. (серобактерии окисляют сероводород до серной кислоты, железобактерии окисляют соединения железа до гидрата окиси железа, фосфорные бактерии способствуют образованию легко растворимых соединений фосфора);
5. **бактерии, расщепляющие клетчатку, вызывающие брожение** (молочнокислые, спиртовые, маслянокислые, уксусные, пропионовые и др.).

Для каждой почвы характерен определенный тип микробного сообщества, который отражает его адаптацию к тем условиям, которые складываются в этой почве. Установившиеся взаимоотношения между различными группами почвенных микроорганизмов – от симбиотических до антагонистических – приводят к относительной стабильности микробных ценозов почв и тенденции к устранению чуждых для них форм. Таким

образом, активно функционирующая микробная система позволяет почвам «самоочищаться» от попадающих в них разнообразных химических веществ, а также от различных видов биологического загрязнения.

## **2. Контаминация почвы.**

**Контаминация** в биологии (от лат. contamination – загрязнение в результате соприкосновения, смешение) – процесс загрязнения одного субстрата или биологического материала другим. Ввиду того, что организм человека, животного или растения зачастую заселен различными патогенными микроорганизмами, присутствие которых в ряде случаев трудно выявить, многие продукты животного и растительного происхождения оказываются контаминированными (загрязненными) ими.

Биологическое загрязнение почв – составная часть органического загрязнения, обусловленного присутствием возбудителей инфекционных и инвазионных болезней, а также вредными насекомыми и клещами, переносчиками возбудителей болезней человека, животных и растений. Источниками контаминации почв являются человек и животные, а также хозяйственно-бытовые и промышленные отходы.

Биобезопасность почвы во многом зависит от изначально присущей ей самоочищающей способности. Именно поверхностный горизонт почвы (5-10÷20 см) является не только основным локусом накопления болезнетворных бактерий, но и местообитанием их антагонистов - свободноживущих сапротрофных микроорганизмов, в том числе целлюлозолитиков, азотфиксаторов, аммонификаторов, нитрификаторов и прочих. В 1 г почвы численность микроорганизмов может колебаться от сотен миллионов до нескольких миллиардов propagул. Окультуривание почвы, как правило, приводит к увеличению в ней численности микроорганизмов. Наиболее экологически значимыми биотопами для сапротрофных бактерий и грибов являются ризосфера (околокорневая зона) и ризоплана (поверхность корня). Численность и разнообразие ризосферных микроорганизмов на порядки выше в сравнении с почвой корнеобитаемого горизонта. Почвообитающие микроорганизмы (геомикроббионты) - основные консорбенты сложного микробиоценоза почвы. Он характеризуется антагонистическими и симбиотическими взаимоотношениями консорбентов как между собой, так и с иной биотой, включая растения. Аутохтонная (утилизирующая почвенный гумус) микрофлора здоровой природной почвы обладает мощным saniрующим действием в отношении большинства патогенных микроорганизмов. Однако нерациональная, непродуманная хозяйственная деятельность часто приводит к нарушению функционирования почвенных микробиоценозов, снижению или даже полному подавлению процессов почвенного самоочищения. В эпидемиологическом плане такая кондуктивная почва становится опасным объектом для экосферы. Биобезопасность почвы подразумевает ее безвредность в эпидемическом и гигиеническом отношении для контактирующей с ней биоты, включая человека.

Биологическая безопасность почвы изначально зависит от присущей ей природной самоочищающей способности, определяемой совокупностью физико-химических, биохимических и супрессивных свойств; лишенная этой способности кондуктивная почва становится опасной для экосферы.

Радикально измененные человеком почвы (селитебных и отдельных сельскохозяйственных территорий) принимают на себя колоссальную нагрузку продуктов жизнедеятельности человека и домашних животных. Многие органические отходы производства, зачастую преднамеренно вносимые в почву в качестве местных удобрений (навоз, фекалии, сточные воды), при определенных условиях могут рассматриваться и как экотоксиканты. Отходы жизнедеятельности человека и домашней фауны индуцируют в почве резкое увеличение численности сапротрофных микроорганизмов. Следствием фекального загрязнения почвы является повышенная численность основных представителей микрофлоры кишечника теплокровных организмов. Обычно условно-патогенные представители нормальной кишечной микрофлоры и сопутствующие им патогенные микроорганизмы, изначально попав в почву, постепенно погибают из-за отсутствия необходимых пищевых ресурсов для размножения и/или выживания. Однако некоторые представители кишечной микрофлоры могут включаться в микробиоценозы почвы.

С выделениями человека и животных, с фекально-бытовыми сточными водами в почву могут попадать патогенные и условно-патогенные микроорганизмы (возбудители грибковых заболеваний, ботулизма, столбняка, газовой гангрены, сибирской язвы, бруцеллеза, лептоспироза, кишечных инфекций и др.).

Одна из острых городских экологических проблем - несанкционированные свалки твердых бытовых отходов и отходов жизнедеятельности населения. Наибольшим количеством подобных отходов характеризуются частный сектор города и его пригороды. В свалках отходов обитают мыши, крысы, синантропные насекомые, иные переносчики инфекции, представляющие потенциальную эпидемическую угрозу. Многие свалки - это первичные источники биологического загрязнения. Биологическим загрязнением характеризуются преимущественно почвы территорий, прилегающих к автомагистралям, несанкционированным свалкам и полигонам твердых бытовых отходов, санитарно-защитных зон различных предприятий, животноводческих комплексов, полей фильтрации и орошения.

В заселенных вредными организмами, в больных, инфицированных биологически загрязненных почвах присутствуют санитарно значимые микроорганизмы - патогенные и условно-патогенные (в отношении человека и теплокровных животных) бактерии, грибы и вирусы. В сравнении с другими объектами окружающей среды инфицированная патогенами почва - это своеобразный рекордсмен по длительности сохранения некоторых жизнеспособных болезнетворных микроорганизмов - возбудителей опаснейших заболеваний человека и животных (табл.). Главный источник

обнаруживаемых в почве патогенов - отходы социумов и животноводства. В санитарно-эпидемическом отношении большую опасность представляют незахороненные трупы животных, а также осваиваемые для хозяйственной деятельности скотомогильники. Поскольку заселение почвы болезнетворными микроорганизмами зачастую приводит к опаснейшим для человека последствиям, ее общероссийский санитарно-эпидемиологический контроль является важнейшей государственной функцией.

### **Выживаемость возбудителей инфекционных болезней человека и домашних животных в объектах экосферы и кормах**

Заболевание	Срок выживаемости, месяцы		
	Почва	Вода	Корма
Сальмонеллез	5	4	3
Туляремия	12,5	6	4,5
Листерииоз	18	18	-
Лептоспироз	6	0,3	-
Туберкулез	36	12	24*
Бруцеллез	17	12,5	14,5
Ящур	10	0,7	7

\* Пастбище

### **3. Почва как фактор передачи возбудителей инфекции.**

Патогенные микроорганизмы попадают в почву с выделениями больных, сточными водами, трупами людей и животных, погибших от инфекционных болезней. Для большинства болезнетворных микроорганизмов почва не является благоприятной средой для развития. Так, только отдельные виды микроорганизмов - листерии, возбудители рожи свиней и сибирской язвы - способны размножиться в почве, а большинство патогенных бактерий отмирает через определенное время.

Для того чтобы оценить роль почвы в передаче инфекционных заболеваний, необходимо знать возможную продолжительность сохранения и размножения патогенных бактерий в почве.

Продолжительность выживания патогенных микроорганизмов в почве зависит от биологии возбудителя, содержания влаги и соответствующих питательных веществ, рН, температуры, наличия микробов-антагонистов, бактериофагов.

Почва издавна известна как фактор передачи возбудителей инфекционных болезней (сибирская язва, столбняк, газовая гангрена и др.). Споры возбудителя сибирской язвы могут попадать в организм человека, животного с пищевыми продуктами, кормами, имевшими контакт с

зараженной почвой. Столбняк, газовая гангрена возникает у человека при загрязнении ран землей, содержащей споры возбудителей указанных инфекций.

Почва может также служить источником заболевания людей и животных туляремией, ботулизмом и другими инфекциями. Споры *Clostridium botulinum* различных типов обнаружены в почве, навозе. Вместе с частицами земли споры возбудителя ботулизма попадают в воду, в организм рыб, а также на сырье, предназначенное для изготовления консервов, колбас и других продуктов. При силосовании зеленого корма с комочками почвы в силос попадают споры *Cl. botulinum*. При благоприятных условиях возбудитель ботулизма развивается в силосуемой массе и выделяет токсин, вызывающий иногда смертельное отравление у животных.

Наиболее опасной является почва, загрязненная фекалиями больных кишечными инфекциями. Возбудители дизентерии, холеры, брюшного тифа, сальмонеллез, энтеровирусных заболеваний попадают в организм человека с загрязненной землей овощами, фруктами и другими пищевыми продуктами. Установлена прямая зависимость между уровнем заболеваемости населения кишечными инфекциями и неудовлетворительным санитарным состоянием почвы, обусловленным плохой ее очисткой.

Описан ряд водных вспышек кишечных инфекций, причиной которых были загрязненная почва и стоки нечистот.

В почве обитает много плесневых грибов. Некоторые из них, например грибы из рода *Fusarium*, попадая на злаковые и другие растения, в процессе своего развития, вырабатывают токсические вещества. При употреблении хлеба, выпеченного из зерна позднего обмолота и пораженного грибом *Fusarium sporotrichiella*, у человека возникает токсикоз, известный под названием отравления «пьяным хлебом». Грибы из рода *Aspergillus* (*Asp. flavus*, *Asp. fumigatus*, *Asp. oryzae*, паразитирующие на земляных орехах, зерновых культурах и кормах, могут также образовывать токсическое вещество - афлатоксин. При скармливании этих продуктов в качестве добавок к кормам у птиц и сельскохозяйственных животных возникает тяжелое заболевание (аспергиллез), которое характеризуется некротическим поражением печени, почек, геморрагическим воспалением пищеварительного тракта.

Учитывая определенную эпидемиологическую роль почвы в распространении некоторых **инфекционных болезней**, проводят ряд мероприятий, направленных на защиту почвы от загрязнения органическими отбросами и инфицирования ее патогенными микроорганизмами.