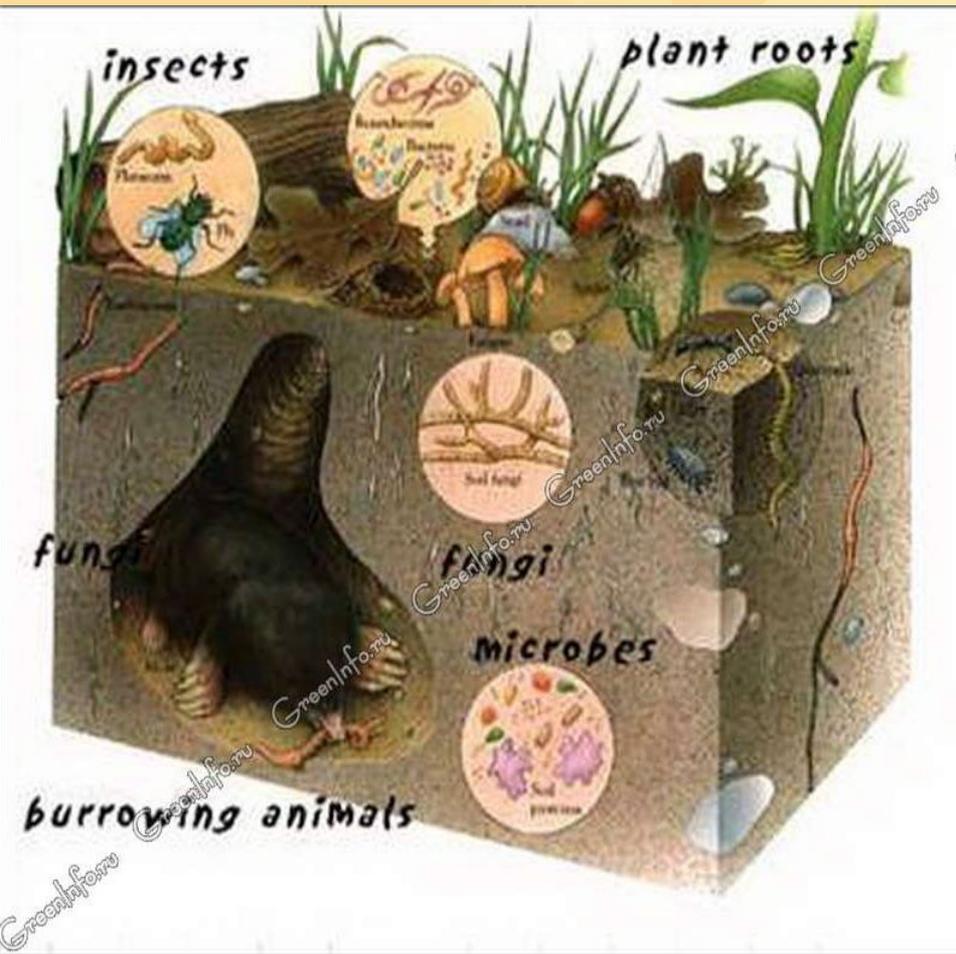


# Микробиология ПОЧВЫ





Почва является естественной средой обитания микроорганизмов. В ней имеются все условия для благоприятного их развития (достаточное количество влаги, органических и минеральных веществ). Из природных субстратов почва наиболее обильно населена микроорганизмами, которые составляют ее постоянную микрофлору. Санитарно-гигиеническая роль этой микрофлоры огромна. Почвенные микроорганизмы участвуют в минерализации органических отходов, самоочищении почвы, в круговороте веществ в природе.

В почву с выделениями больных, а также с трупами людей и животных, погибших от инфекционных болезней, со сточными водами попадают патогенные микроорганизмы. В связи с этим почва может служить источником распространения возбудителей инфекционных заболеваний. Через почву может происходить обсеменение сапрофитными и болезнетворными микробами сырья, пищевых продуктов, кормов. Поэтому отбросы, поступающие в почву, должны подвергаться очистке и обезвреживанию. Санитарное состояние почвы оценивают по микробиологическим показателям.



# Микрофлора почвы

Количественный и видовой состав микроорганизмов в почве обусловлен содержанием в ней органических веществ, влаги, рН, температурой, климатическими условиями, способом обработки 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 — остатки животных и растительных тканей. Живая масса микроорганизмов в 1 га почвы (удобренной) превышает 5—6 т. 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.

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.

В почве постоянно обнаруживают гнилостные спорообразующие аэробы: *Bac. mycoides*, *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*, *Bac. megatherium*; гнилостные неспорообразующие аэробы и факультативные анаэробы: *Ps. fluorescens*, *Pr. vulgaris*, *Bact. aquatilis*, *Bact. flavum*; гнилостные анаэробы: *Cl. sporogenes*, *Cl. putrificum*, *Cl. perfringens*; азотфиксирующие, нитрифицирующие, серо- и железобактерии; из сапрофитных кокков: *Micr. albus*, *Micr. candidans*, *Micr. cereus flavus*, *Sarcina ureae* и др.

Кроме вышеперечисленных микроорганизмов в почве обитают актиномицеты, плесневые грибы, дрожжи, микроскопические водоросли, простейшие.

# Загрязнение и самоочищение почвы

**Почва населенных мест загрязняется твердыми и жидкими отбросами, выделениями людей и животных, их трупами, остатками растений, хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами. Вместе с органическими загрязнениями в почву попадает большое количество микроорганизмов. Особенно опасны в эпидемиологическом отношении сточные воды боен, мясокомбинатов, предприятий по переработке кожи, шерсти, которые могут содержать патогенных бактерий.**



Основная роль в минерализации органических веществ, обуславливающей самоочищение почвы, принадлежит почвенным микроорганизмам. Под действием ферментов гнилостных бактерий сложные органические вещества, попавшие в почву, разлагаются на простые минеральные соединения ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), доступные для питания автотрофных организмов. Наряду с процессами распада органических веществ в почве происходят процессы синтеза. Так, серо-, железо-, водород- и метано-окисляющие бактерии, ассимилируя  $\text{CO}_2$ , синтезируют органические вещества собственной клетки. С помощью ферментов нитрифицирующих бактерий  $\text{NH}_3$  окисляется до нитритов и нитратов (процесс нитрификации). Растения используют азот нитратов для построения белковых веществ протоплазмы.

В почве непрерывно совершаются процессы, обусловленные жизнедеятельностью микроорганизмов: гниение, тление, нитрификация, денитрификация, разложение клетчатки, мочевины. Эти процессы распада и минерализации органических веществ имеют большое санитарно-гигиеническое значение.

В процессе самоочищения почвы содержание санитарно-показательных микроорганизмов (бактерий группы кишечных палочек и термофильных микробов) в ней изменяется.

При свежем фекальном загрязнении в течение первых двух недель в почве обнаруживают главным образом *E. coli* (61,6%) и в меньшей степени *Ent. aerogenes* (38,4%). В процессе самоочищения почвы через 21 день количество *E. coli* в почве уменьшается, а содержание *Ent. aerogenes* возрастает. В средней полосе СССР даже сильно загрязненные почвы самоочищаются от бактерий группы кишечных палочек по истечении нескольких месяцев (5 мес и более) или 1—2 лет — почвы плохо аэрируемые. Продолжительность отмирания бактерий группы кишечных палочек в почве зависит от нескольких факторов: рН среды, температуры, влажности, света. Губительно действуют на них антибиотические вещества растений (пырея, костера и др.), почвенные микробы-антагонисты.

Термофильные микроорганизмы в небольшом количестве содержатся в кишечнике человека и животных. В значительно большем количестве их обнаруживают в навозе и компостах, т. е. там, где скапливается значительное количество органических веществ, которые при распаде разогреваются до высоких температур (70°C и выше). В почву термофилы попадают с фекалиями, навозом и компостами. В незагрязненной почве — их не обнаруживают.

В качестве показателя активности самоочищения почвы используют определение энергии нитрификации. Усиленному размножению нитрифицирующих бактерий способствует наличие в почве большого количества аммиака — продукта белкового распада. Чем больше минерализовано органических веществ в почве, тем интенсивнее протекает процесс нитрификации и, следовательно, процесс самоочищения почвы.

# Почва как источник передачи возбудителей инфекционных болезней

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 размножаться в почве, а большинство патогенных бактерий отмирает через определенное время.

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

Наиболее длительное время выживают в почве споровые микробы. Так, споры возбудителей сибирской язвы, столбняка, ботулизма, газовой гангрены могут сохраняться в почве в течение многих лет.



Патогенные неспорообразующие микробы выживают в почве значительно меньшие сроки: возбудители дизентерии — от 10 дней до 9 мес; холерные вибрионы — от 10 дней до 4 мес; бактерии брюшного тифа — от 14 дней до 10 мес; бактерии рожи свиней — до 6 мес; бактерии туляремии — от 10 дней до 2,5 мес; микобактерии туберкулеза — от 3 до 7 мес и более; бруцеллы — от 2 до 3 мес.

Выживаемости в почве неспорообразующих микробов способствует попадание вместе с возбудителем достаточного количества питательных веществ (кал, мокрота, гной и т. д.), наличие благоприятных физико-химических условий среды, отсутствие микробов-антагонистов.

Продолжительность выживания патогенных микроорганизмов в захороненных трупах следующая: холерные вибрионы — от 17 до 28 дней; возбудитель чумы — от 5 до 28 дней; микобактерии туберкулеза — от 3 до 4 мес; споры возбудителя сибирской язвы — от 2 до 17 лет; вирус бешенства — от 14 до 21 дня.

Неспорообразующие бактерии гибнут после израсходования питательных веществ трупного материала.



Выживаемость энтеровирусов в почве колеблется от 14 до 170 дней и зависит от типа почвы, рН и температуры. Она более продолжительна в суглинистой почве (этот тип почвы обладает значительной адсорбционной способностью в отношении энтеровирусов), при рН 7,5, понижении температуры до 3—8°C.

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 *Cl. 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, сальмонеллезов, 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.

# Санитарная оценка почвы по микробиологическим показателям

При санитарной оценке почвы учитывают результаты ; химического, микробиологического и гельминтологического исследований.

Микробиологическое исследование проводят для санитарной оценки почвы, характеристики процессов самоочищения, оценки почвенного и биотермического методов обезвреживания отходов, при определении пригодности участков для строительства, а также при эпидемиологических и эпизоотологических обследованиях с целью выяснения путей заражения почвы, продолжительности выживания в ней патогенных микробов и т. д.

В зависимости от поставленной задачи применяют краткий или полный санитарно-бактериологический анализ почвы.

Краткий анализ почвы включает определение двух микробиологических показателей; микробного числа (общего количества бактерий) и колититра; полный анализ—микробного числа, колититра, титра анаэробов (*Cl. perfringens*), протей, термофилов.



Микробиологическим показателем, характеризующим загрязненность почвы органическими веществами, является микробное число. В чистых почвах микробное число не превышает 1 — 1,5 млн. особей в 1 г, в сильно загрязненных почвах того же типа количество микробов возрастает в несколько раз (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Почва	Микробное число, млн. в 1 г	Титр кишечной палочки	Титр анаэробов (титр <i>Cl. perfringens</i> )
Сильно загрязненная	Свыше 3—5	0,001 и ниже	0,0001 и ниже
Умеренно загрязненная	2,5—3	0,01—0,001	0,01—0,0001
Слабо загрязненная	2	0,1—0,01	0,1—0,01
Чистая	1—1,5	1,0 и выше	0,1 и выше

Санитарное значение микробного числа почвы нельзя рассматривать без учета особенностей различных типов почвы. Например, черноземные почвы содержат значительно больше микроорганизмов, чем подзолистые. Поэтому при определении общего количества бактерий в почве необходимо полученные результаты сравнивать с микробным числом незагрязненных почв того же типа.

Исследование на прямое обнаружение патогенных микробов в почве проводят только при специальных показаниях. В качестве косвенных показателей возможного загрязнения почвы патогенными бактериями используют санитарно-показательные микроорганизмы: бактерии группы кишечных палочек, *Cl. perfringens*, бактерии из рода *Proteus*, термофилы.

Наличие в почве бактерий группы кишечных палочек свидетельствует о ее фекальном загрязнении. В загрязненных участках почвы коли-титр составляет  $10^3 - 10^5$ , тогда как в чистых почвах коли-титр может быть равен 1 и выше (см. табл. 5).

Обнаружение *Cl. perfringens* в почве также указывает на ее фекальное загрязнение. Почвенный слой обогащается одновременно бактериями группы кишечных палочек и *Cl. perfringens*. Через 4—5 мес отмечается отмирание кишечных палочек, а *Cl. perfringens* еще обнаруживается в титре 0,01. Следовательно, *Cl. perfringens* имеет санитарно-показательное значение только в том случае, если титр его определяют в комплексе с коли-титром и другими показателями. Свежее или давнее фекальное загрязнение почвы можно определить по соотношению количества вегетативных форм *Cl. perfringens* и споровых форм микроба.

Выявление в почве бактерий из рода *Proteus* свидетельствует о загрязнении ее органическими веществами животного происхождения или фекалиями людей. Термофильные микроорганизмы являются показателями загрязнения почвы навозом, компостами. В чистых почвах термофилов не обнаруживают.