

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ

ПОЧВА КАК ФАКТОР СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2023

УДК 614.77(075.8)
ББК 51.21я73
П65

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве
учебно-методического пособия 15.03.2023 г., протокол № 3

Авторы: ст. преп. Т. А. Терехова-Якубовская; канд. мед. наук, доц. Н. Л. Бацукова; канд. мед. наук, доц. Я. Н. Борисевич; канд. хим. наук, доц. Т. И. Борщенская

Рецензенты: канд. мед. наук, доц., зав. каф. гигиены детей и подростков
Т. С. Борисова; кафедра гигиены труда

Почва как фактор среды обитания человека : учебно-методическое пособие /
П65 Т. А. Терехова-Якубовская [и др.]. – Минск : БГМУ, 2023. – 32 с.

ISBN 978-985-21-1419-6.

Изложены современные требования к объектам внешней среды: рассмотрены физические свойства, химический состав почвы, ее эпидемиологическое значение, а также роль этих факторов в возникновении и распространении инфекционных и неинфекционных заболеваний.

Предназначено для студентов 1-го курса медико-профилактического факультета, 2-го курса лечебного факультета.

УДК 614.77(075.8)
ББК 51.21я73

ISBN 978-985-21-1419-6

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2023

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Общее время занятий: 3 учебных часа.

Почва — неотъемлемая часть экологической системы наряду с солнечным светом, водой и температурой окружающей среды. Она является важнейшим компонентом обитания человека.

Почва оказывает существенное влияние на состав и свойства поверхностных и подземных вод, а также атмосферы Земли. Почва играет ведущую роль в круговороте веществ в природе; через нее передаются многие инфекционные и неинфекционные заболевания.

Почва является средой, с которой человек непосредственно связан в течение всей жизни. Обитая на поверхности земли, добывая из почвы воду, производя различные земляные и сельскохозяйственные работы, человек постоянно подвергается воздействию отдельных почвенных факторов, которые в зависимости от условий могут различно влиять на состояние его здоровья. С почвой тесно связаны количество и качество продуктов питания растительного происхождения. Недостаток или избыток микроэлементов в почве вызывает эндемические заболевания.

Цель занятия: изучить влияние почвы как фактора окружающей среды на организм человека, научиться разрабатывать мероприятия для профилактики неблагоприятного влияния почвы на здоровье человека.

Задачи занятия. Студенты должны:

- 1) ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к земельному участку при его выборе;
- 2) закрепить знания об инфекционных и паразитарных заболеваниях, фактором передачи которых является почва;
- 3) уметь давать гигиеническую оценку почвы земельного участка;
- 4) уметь давать рекомендации по профилактике заболеваний, связанных с воздействием почвы на здоровье.

Требования к исходному уровню знаний. Для полного усвоения темы необходимо повторить материал из следующих дисциплин:

- биологии: цикл развития геогельминтов, биогельминтов, насекомых;
- микробиологии: способность патогенных микробов и вирусов, которые могут длительное время выживать в почве, вызывать инфекционные заболевания при попадании в организм;
- химии: химический состав почвы.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин:

1. Химический состав почвы, факторы, его определяющие.
2. Роль почвы как фактора передачи инфекционных и паразитарных заболеваний.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Определение понятия «почва». Факторы почвообразования.
2. Механический состав, классификация почв.
3. Гигиеническое значение физических свойств почвы.

4. Химический состав почвы.
5. Биогеохимические провинции, естественные и искусственные.
6. Загрязнение и процессы самоочищения почвы.
7. Эпидемическое значение почвы.
8. Санитарно-топографическое обследование местности.
9. Отбор проб для физико-химического исследования.
10. Гигиеническая оценка почвы.

ПОЧВА И ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Почва — природная саморегулирующаяся биологическая система, представляющая собой верхний слой литосферы, обладающий плодородием. Как самостоятельный природный объект почва имеет ряд уникальных свойств, резко отличающих ее от горных пород и минералов, из которых она образуется.

Плодородие почвы, т. е. способность обеспечивать растения водой и пищей, позволяет ей участвовать в воспроизведении биомассы. Показательно также, что по биомассе почва (суша Земли) почти в 700 раз превосходит океан, хотя на долю суши приходится менее $\frac{1}{3}$ земной поверхности.

Плодородие почвы зависит от наличия питательных веществ, воздушного, водного и теплового режимов местности, а также агротехнических, агрохимических и мелиоративных воздействий.

Почва состоит из генетически связанных горизонтов, которые образуют почвенный профиль. Эти слои возникают в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под совместным воздействием воды, воздуха и организмов. Толщина почвы может колебаться от нескольких сантиметров до 2 метров.

Основные факторы почвообразования — климат и рельеф, материнская порода, растительный и животный мир, а также хозяйственная деятельность человека.

Климат влияет на характер выветривания горных пород, воздействует на тепловой и водный режимы почвы, обуславливая проходящие в ней процессы и их интенсивность, и в значительной степени определяет растительный покров и животный мир.

Основное влияние рельефа заключается в перераспределении по земной поверхности климатических (влаги, тепла и их соотношения) факторов.

Материнская порода в процессе почвообразования превращается в почву. От ее механического состава и структурных особенностей зависят физические свойства почвы: водо- и воздухопроницаемость, водоудерживающая способность, а следовательно, водный, тепловой, воздушный режимы почвы, скорость передвижения в ней веществ и др.

Минералогический состав материнской породы определяет минералогический и химический составы почвы и первоначальное содержание в ней

элементов питания для растений. Растительность непосредственно воздействует на почву: корни рыхлят и придают структуру почвенной массе, извлекают из нее минеральные элементы.

Живая часть почвы состоит из почвенных микроорганизмов (бактерии, грибы, актиномицеты, водоросли и др.), представителей многих групп беспозвоночных животных (простейшие, черви, моллюски, насекомые и их личинки), роющих позвоночных и др. В процессе жизнедеятельности они значительно ускоряют разложение органических веществ и способствуют формированию структуры почвы. Активное участие живых организмов в формировании почвы определяет ее принадлежность к важнейшим компонентам биосферы.

Хозяйственная деятельность человека влияет на некоторые факторы почвообразования, например на растительность (вырубка леса, замена его травянистыми фитоценозами и др.), и непосредственно на почву путем ее механической обработки, мелиорации, внесения минеральных и органических удобрений.

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ПОЧВЫ

В состав почвы входят четыре важнейших компонента:

- минеральная основа (50–60 % от общего объема);
- органическое вещество (до 10 %);
- воздух (15–25 %);
- вода (25–35 %).

Соотношение их неодинаково не только в разных почвах, но и в различных горизонтах одной и той же почвы и непрерывно меняется вследствие поступления в почву атмосферных осадков, иногда оросительных и грунтовых вод, а также из-за расхода влаги — почвенного стока, испарения, десукции (высасывание корнями растений) и др.

Выделяют следующие разновидности почв:

- каменистую;
- хрящеватую;
- песчаную (более 80 % песка);
- супесчаную;
- глинистую (более 60 % глины);
- суглинистую;
- известковую (более 50 % извести);
- меловую (более 50 % мела);
- солончаковую;
- черноземную (более 20 % гумуса);
- торфяную;
- различные их сочетания.

В зависимости от процента содержания в определенной почве песка, глины и алеврита можно классифицировать ее принадлежность к тому или иному классу.

Хорошие почвы содержат примерно одинаковое количество песка и глины; они называются суглинками. Преобладание песка делает почву более рассыпчатой и легкой для обработки, но вместе с тем в ней хуже удерживаются вода и питательные вещества. Глинистые почвы плохо дренируются, являются сырыми и клейкими, но зато содержат много питательных веществ и не выщелачиваются. Каменистость почвы влияет на износ сельскохозяйственных орудий.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Твердые частицы в естественном залегании заполняют не весь объем почвенной массы, а лишь некоторую его часть. Другую часть составляют поры — промежутки различного размера и формы между частицами и их агрегатами. Суммарный объем пор называется *пористостью почвы*. В порах находятся почвенные раствор и воздух.

Для большинства минеральных почв данная величина варьирует от 40 до 60 %. Для песчаной почвы этот показатель составляет 40 %, а для торфяной — 82 %. Наилучшие условия для протекания процессов самоочищения создаются при пористости 60–65 %. От пористости зависят водные свойства (водопроницаемость, водоподъемная способность, влагоемкость) и плотность почвы.

Жидкая часть, т. е. почвенный раствор, — активный компонент почвы, осуществляющий перенос веществ внутри нее, вынос и снабжение растений водой и растворенными элементами питания. Обычно содержит ионы, молекулы, коллоиды и более крупные частицы, превращаясь иногда в суспензию.

Водопроницаемость (фильтрационная способность) — способность почвы впитывать и пропускать воду. Данное свойство важно для образования почвенной воды и формирования ее запасов.

Капиллярность — способность почвы поднимать воду по капиллярам из глубоких слоев в поверхностные. Чем больше в почве мелких пор, тем больше капиллярность и тем выше по ней поднимается вода, что может стать причиной сырости подвалов и нижних этажей зданий.

Влагоемкость — количество влаги, которое способна удержать почва при помощи сорбционных и капиллярных сил. Она тем больше, чем меньше размер пор и чем больше их суммарный объем. Гигиеническое значение данного свойства заключается в том, что высокая влагоемкость способствует сырости почвы, снижению воздухо- и водопроницаемости, ухудшает процессы самоочищения.

Газообразная часть, или почвенный воздух, заполняет поры, не занятые водой. Количество и состав почвенного воздуха, в который входят N_2 , O_2 , CO_2 , летучие органические соединения и др., не постоянны и определяются характером множества протекающих в почве химических, биохимических, биологических процессов. Например, количество CO_2 в почвенном воздухе существенно меняется в годовом и суточном циклах вследствие различной интенсивности выделения газа микроорганизмами и корнями растений. Газообмен между почвенным воздухом и атмосферой происходит преимущественно в результате диффузии CO_2 из почвы в атмосферу и O_2 в противоположном направлении.

Воздухопроницаемость — способность почвы пропускать воздух. Высокая воздухопроницаемость — благоприятное гигиеническое свойство. Освобождающееся от воды поровое пространство заполняется воздухом. Данными явлениями определяются воздушный и водный режимы почвы. Чем больше поры заполнены влагой, тем труднее проходит газообмен (особенно O_2 и CO_2), тем медленнее протекают в почвенной массе процессы окисления и быстрее — процессы восстановления.

Температура почвы влияет на температуру приземного слоя воздуха, тепловой режим помещений 1-го этажа и подвалов, а также на процессы самоочищения и жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Температура почвы зависит от географического расположения местности, рельефа (лучше прогреваются южные склоны), альбедо (темные почвы поглощают больше солнечной энергии), влажности почвы (лучше прогреваются сухие).

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ ПОЧВЫ

По **химическому составу** минеральной компоненты почва состоит из песка и алеврита (формы кварца (кремнезема) SiO_2 с добавками силикатов ($Al_4(SiO_4)_3$, $Fe_4(SiO_4)_3$, Fe_2SiO_4) и глинистых минералов (кристаллические соединения силикатов и гидроксида алюминия)).

Минералогический состав твердой части почвы во многом определяет ее плодородие. Почва содержит минеральные вещества: Si, Al, Fe, K, N, Mg, Ca, P, S, а также, значительно меньше, — Cu, Mo, I, B, F, Pb и др. Подавляющее большинство элементов находится в окисленной форме.

Органических частиц содержится немного, и только торфяные почвы почти полностью состоят из них. Органические вещества в почве образуются из остатков растений и животных. Важную роль в процессе разложения играют сапрофиты.

В процессе самоочищения почвы важнейшее значение имеет явление *гумификации*. В результате сложного взаимодействия мезофильных и термофильных микроорганизмов (химические реакции) образуется сложное аморфное органическое вещество (масса) темно-коричневого или черного

цвета — гумус. В его состав входят гумины, углеводы, жиры, органические кислоты, фенольные соединения, карбоновые кислоты, эфиры жирных кислот. В почве частицы гумуса прилипают к глине, образуя единый комплекс. Отличительное свойство гумуса заключается в том, что он не способен загнивать и, следовательно, не может стать средой для размножения микроорганизмов, особенно патогенных. Гумус улучшает свойства почвы, повышая ее способность удерживать влагу и растворенные минеральные вещества.

Под действием физических факторов (высушивание из-за солнца) значительная часть патогенной флоры погибает, благодаря химическим факторам (кислород воздуха и почвы) происходит окисление органических веществ (жиры и углеводы) до углекислого газа и воды, разложение азотсодержащих соединений на аминокислоты и их нитрификация в результате окисления. При этом существенную роль играют бактерии родов *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*, которые и образуют минеральные вещества, усваиваемые растениями. Некоторые химические элементы (N, P, S) в процессе разложения переходят из органических соединений в неорганические. Происходит так называемый процесс **минерализации** вещества.

Химическое загрязнение почвы — изменение ее химического состава, возникшее под прямым или косвенным воздействием факторов землепользования (промышленного, сельскохозяйственного, коммунального), вызывающее снижение качества почвы и возможную опасность для здоровья населения.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОВИНЦИИ

Почва является одним из основных компонентов биосферы и в определенной степени обуславливает химический состав внутренней среды растений, животных и человека. Благодаря почве обеспечивается баланс в цепи «почва – растения – животные – человек».

В настоящее время установлено, что в организме человека присутствует порядка 60 различных элементов, составляющих лишь 0,6 % от общей массы тела (в том числе 25 микроэлементов входит в состав крови и более 30 содержится в грудном молоке). Таким образом, обеспеченность организма различными химическими веществами находится в прямой зависимости от химического состава почвы.

Впервые этот вопрос начал изучать академик В. И. Вернадский. На основе данных исследований А. П. Виноградов в свою очередь создал учение об *аномальных биогеохимических провинциях*.

Биогеохимические провинции — это различные по величине участки территории Земли с разным уровнем концентрации химических элементов, который обуславливает соответствующий уровень их содержания в организмах и возникновение ответных биологических реакций со стороны организма человека. Влияние различных химических элементов на организм

особенно сильно проявляется при резко выраженном избытке или недостатке в почве отдельных химических элементов. Это приводит к различным формам нарушения обмена веществ и возникновению эндемических заболеваний, которые могут оканчиваться гибелью организма.

Подобные эндемии встречаются при большом содержании в почве стронция (хондродистрофия), бора (борный энтерит), фтора (флюороз), кальция (ломкость костей), кобальта (гипо- и авитаминоз витамина В₁₂). При недостатке йода развивается эндемический зоб и т. д.

Эндемический зоб — компенсаторное увеличение щитовидной железы, ярко проявляющееся у населения в местах (провинциях) с одновременным недостатком йода и кобальта.

В провинциях, бедных фтором, распространен эндемический кариес зубов у животных и человека (например, содержание фтора в питьевой воде в крупных городах Беларуси — от 0,1 до 0,3 мг/л).

Всего на территории стран СНГ насчитывается более 30 естественных биогеохимических провинций.

В настоящее время, кроме естественных эндемических почвенных регионов, появились *искусственные биогеохимические районы* и провинции. Их возникновение связано с поступлением в почву промышленных выбросов (дымовые выбросы заводов, сбросы сточных вод и твердых отходов).

Фабричная пыль, оседая на поверхности земли, покрывает ее все более толстым слоем, что наблюдается в крупных промышленных районах. Чаще всего оседают частицы, содержащие активные химические вещества. Под их действием в почве происходят реакции, совершенно изменяющие ее состав.

Так, выбросы продуктов сгорания каменного угля с большим содержанием SO₂ (диоксид серы) приводят к образованию в почве серной кислоты (H₂SO₄).

Ртуть даже в незначительных количествах оказывает большое влияние на биологические свойства почвы. Повышенное содержание ртути в почве неблагоприятно воздействует на организм человека: увеличивается частота заболеваний нервной и эндокринной систем.

Свинец при попадании в почву угнетает деятельность микроорганизмов-антагонистов кишечной и дизентерийной палочек, удлиняет сроки самоочищения почвы, а у людей, проживающих в этих районах, наблюдаются патологические изменения со стороны кроветворной системы, органов внутренней секреции, а также отмечается учащение случаев злокачественных новообразований.

Искусственные геохимические провинции с повышенным содержанием канцерогенных веществ в почве наблюдаются вблизи ТЭЦ, аэродромов, автомагистралей и в районах лесных пожаров.

В последние годы приобрела большую актуальность проблема охраны почв от загрязнения ядохимикатами, ненормированных доз минеральных

удобрений и стимуляторов роста растений. Химические соединения (ядовитые по своей сути), проникая в почву каждый раз все в больших количествах, накапливаются в ней и изменяют с течением времени ее физическую и химическую структуру, кислотность. Они также убивают микроорганизмы, принимающие активное участие в процессе почвообразования, дождевых червей, разрыхляющих землю, и много других организмов, существование которых имеет решающее значение для плодородия земли (бонитет).

В искусственных биогеохимических районах, как правило, отмечаются повышение уровня заболеваемости, врожденные уродства, аномалии развития, нарушения физического и психического здоровья детей. Помимо отдаленных последствий, в искусственных геохимических провинциях наблюдаются случаи не только хронических, но и острых отравлений, особенно при проведении сельскохозяйственных работ.

В результате хозяйственной деятельности человека в почву непосредственно или опосредованно попадает огромное количество химических веществ, что может существенно менять ее химический состав.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ, ПУТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Качество почвы определяется ее санитарным состоянием, под которым понимается совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, определяющих степень ее безопасности для человека. Санитарное состояние почв отражает уровень ее загрязнения, который определяется для населенных мест, территорий курортных зон и отдельных учреждений.

Загрязнение почвы — это тот уровень содержания в ней химических веществ и биологических составляющих, который становится опасным для здоровья как при непосредственном контакте человека с почвой, так и при их миграции по пищевым цепям: «почва — вода — человек»; «почва — воздух — человек» и др.

Загрязнение почвы **по механизму воздействия** может быть:

- химическое;
- физическое;
- биологическое.

Химическое загрязнение почвы — изменение химического состава почвы, возникшее под прямым или косвенным воздействием факторов землепользования (промышленного, сельскохозяйственного, коммунального), вызывающее снижение ее качества и возможную опасность для здоровья населения.

Физическое загрязнение почвы связано с изменением ее физических параметров: температурно-энергетических и радиационных.

Биологическое загрязнение почвы — это вид загрязнения, обусловленного наличием в ней возбудителей инфекционных и паразитарных болезней человека, животных, растений.

Опасность всех видов загрязнения почвы определяется уровнем ее возможного отрицательного воздействия через контактирующие среды (вода, воздух, пищевые продукты) на человека, а также на биологическую активность процессов самоочищения почвы. Для ограничения негативного воздействия загрязненных почв на организм человека возникла необходимость выделения и обоснования гигиенического критерия качества почв.

Выделяют **три пути** опосредованного воздействия почв на организм человека и условия его жизни.

Первый путь — через продукты питания растительного и животного происхождения; связан с аккумуляцией химических веществ в почве и их последующей миграцией по пищевой цепи: «растения – животные – продукты питания – человек».

Второй путь — через воду, посредством растворения в ней биологически доступных химических веществ, содержащихся как в избыточном, так и в недостаточном количестве, которые, поступая в организм человека, могут явиться причиной возникновения ряда заболеваний.

Третий путь — через атмосферный воздух в зоне дыхания людей, загрязненный в результате испарения химических веществ, содержащихся в порах почвы.

Все химические вещества, попадающие в почву, можно разделить на две группы:

1. Химические вещества, вносимые в почву планомерно, целенаправленно, организованно:

- пестициды;
- минеральные удобрения;
- структурообразователи почвы;
- стимуляторы роста растений и др.

2. Химические вещества, попадающие в почву случайно с техногенными жидкими, твердыми и газообразными отходами.

Территориально это связано с конкретными видами промышленности, а следовательно, и с определенным видом химического загрязнения. Встречаются области с избытком свинца, фтора, кадмия, талия, брома, ртутных соединений и даже бериллия. Эти вещества включаются в биологический цикл и, естественно, не минуют человека. Опасность соединений как первой, так и второй группы определяется их токсичностью, бластомогенным, аллергенным, мутагенным, эмбриогенным и другими видами воздействия.

Минеральные удобрения составляют значительную часть агрохимикатов. Они имеют в своем составе значительное количество токсичных и опасных примесей (тяжелые металлы, радионуклиды, элементы — фтор, мы-

шьяк). Это характерно для фосфорных, комплексных (сложных) минеральных удобрений (азотно-фосфорно-калийные, азотно-фосфорные, фосфорно-калийные) и химических мелиорантов.

Отличительной особенностью минеральных удобрений по сравнению с пестицидами является то, что они продолжительно и в значительных количествах вносятся на одних и тех же площадях. Так, систематическое применение минеральных удобрений на известкованных дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах приводит к увеличению в несколько раз содержания в них тяжелых металлов — свинца, никеля, хрома, цинка, меди. Также известно, что если величины периодов полураспада действующих веществ пестицидов составляют от нескольких часов до нескольких месяцев, то период снижения наполовину содержания в почве тяжелых металлов для цинка составляет 500 лет, кадмия — 1100 лет, меди — 1500 лет, свинца — несколько тысяч лет.

Химическое загрязнение почвы возникает из-за прямого или косвенного воздействия хозяйственной деятельности человека. Это воздействие связано с химическими веществами:

- 1) регулярно попадающими в почву с антропогенными отходами (выбросами в атмосферу, сбросами сточных вод, отходами);
- 2) планомерно многократно вносимыми в почву в условиях сельского и лесного хозяйства — при условии их избыточного поступления;
- 3) поступающими в случае аварийных, пожарных и других чрезвычайных ситуаций.

Перечень химических соединений, встречаемых в почве, крайне широк. К наиболее распространенным загрязнителям относятся нефтепродукты, сернистые соединения, тяжелые металлы, стойкие органические вещества, пестициды.

Наибольшую потенциальную опасность по возможности переноса в поверхностные и грунтовые воды, вступлению в биогеохимическую миграцию и проникновению в организм человека создают подвижные формы тяжелых металлов. Валовое содержание отражает суммарное количество элемента, содержащегося в почве от выбросов техногенного характера, и является индикатором общего загрязнения почвы токсикантом.

Химическая нагрузка на почвенную экосистему тяжелыми металлами приводит к изменению природного баланса, микробоценоза, нарушает процессы самоочищения (минерализация, гумификация), что снижает плодородие, урожайность почвы и ограничивает доступность микроэлементов растениям. Также нарушается защитная система почвы по переводу тяжелых металлов из жидкой фазы в твердую, недоступную для растений.

Тяжелые металлы могут лучше проникать в глубокие почвенные слои, быстрее адсорбироваться (закрепляться) или десорбироваться (переходить в подвижные формы) почвой, чему способствует совместное присутствие синтетических ПАВ при орошении полей городскими сточными водами и применении их осадков в качестве органических удобрений.

Коэффициенты биологического поглощения некоторых тяжелых металлов (в первую очередь свинца, меди, цинка, молибдена) сельскохозяйственными культурами, выращенными на земледельческих полях орошения сточными водами, в 1,5–2,5 раза выше по сравнению с орошением угодий подземными водами. По сравнительной транслокации (при равных концентрациях) тяжелые металлы располагаются в такой последовательности: $Cd > Ni > Zn > Mn > Cu > Pb$. Именно кадмий, никель, цинк в наибольшей степени извлекаются растениями. Среди тяжелых металлов одним из самых опасных токсикантов является кадмий. Почва способна кумулировать, трансформировать, передавать в сопредельные среды, включать химические вещества в биологические циклы. Она выступает как первичное звено пищевых цепей миграции токсикантов от источника загрязнения к организму человека.

Создаются краткие и длинные, сложные трофические цепи: «почва – человек»; «почва – вода – человек»; «почва – атмосферный воздух – человек»; «почва – сельхоз- и лесная продукция – человек»; «почва – вода – водные организмы – человек».

Возможные пути поступления химических веществ в организм человека:

- алиментарный;
- ингаляционный;
- контактный.

Наиболее значимый путь — алиментарный. В среднем с продуктами питания поступает до 81 % элементов, тяжелых металлов, пестицидов; с водой 16,3 %. На долю ингаляционного пути приходится в среднем 2,7 %.

ЭПИДЕМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЧВЫ

Оценка эпидемиологических вопросов, касающихся почвы, связана с выяснением степени ее загрязнения органическими веществами.

В чистой, незагрязненной почве обитает не так много возбудителей инфекций. В основном это возбудители раневых инфекций (столбняк, газовая гангрена), ботулизма, сибирской язвы. Это споровые микроорганизмы, и их споры сохраняют жизнеспособность до 25 лет.

Постоянно загрязняющаяся органическими веществами почва всегда содержит возбудителей кишечных инфекций (дизентерия, брюшной тиф), сроки выживания которых могут колебаться от нескольких месяцев до полутора лет, полиомиелита — до 110 дней.

Почва играет специфическую роль передатчика гельминтозов, являясь промежуточной средой развития. Яйца аскарид могут сохранять жизнеспособность в почве 7–10 лет.

Почва, загрязненная органическими веществами, способствует размножению грызунов, являющихся источниками и разносчиками возбудителей особо опасных инфекций (бешенство, чума, туляремия).

Загрязненная почва является благоприятным местом развития мух (особенно синантропной комнатной мухи). Наличие большого количества мух является наглядным показателем санитарного неблагополучия, т. к. свидетельствует о нарушении сроков удаления твердых отходов из населенного пункта. Срок развития мухи от личинки до половозрелой особи — от 4 до 7 суток. Мухи являются очень активными переносчиками возбудителей, в первую очередь кишечных инфекций.

Санитарная оценка почвы, а именно оценка степени загрязнения органическими веществами, проводится по целому ряду показателей. Снижение количества кислорода, увеличение процента углекислоты, появление метана и водорода — результат загрязнения.

Таким образом, почва может являться **фактором передачи:**

- заболеваний, вызванных спорообразующими микроорганизмами (столбняк, ботулизм, газовая гангрена);
- зоонозных инфекций (сибирская язва, бруцеллез, сальмонеллез);
- геогельминтозов (аскаридоз, трихоцефалез) и биогельминтозов (энтеробиоз, тениоз, тениаринхоз);
- кишечных инфекций (дизентерия, брюшной тиф и сальмонеллез);
- особо опасных инфекций (чума, холера);
- пылевых инфекций (туберкулез);
- вирусных инфекций (полиомиелит, гепатит А).

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ

В почве допускается такое содержание техногенных химических веществ, при котором прямой контакт с ней кожи человека или поступление в организм по цепям «почва – растение – человек», «почва – растение – животное – человек», «почва – вода – человек» и др. гарантирует отсутствие отрицательного воздействия на здоровье, не нарушает процессы самоочищения почвы и не влияет на санитарные условия жизни.

Основным критерием гигиенической оценки загрязнения почв химическими веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК) или ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) химических веществ в почве.

При обосновании ПДК почвы изучаются следующие **показатели:**

- транслокационный (фитоаккумуляционный);
- миграционный водный;
- миграционный воздушный;
- общесанитарный.

Гигиеническое нормирование химических веществ в почве базируется на результатах экспериментальных исследований, использующих одновременно физические, физико-химические и химико-аналитические методы, продолжительность которых составляет 1–2 года и включает четыре этапа.

В рамках *первого этапа* изучают физико-химические свойства вещества и его стабильность в почве, к показателям которой относятся: время разрушения 50 % вещества (Т50) или всего вещества (Т99).

На *втором этапе* экспериментально обосновывается ОДК по каждому показателю вредности с использованием математических моделей миграции исследуемого вещества в воду, воздух и почву.

На *третьем этапе* устанавливается ПДК вещества в почве на основе подпороговой концентрации загрязнения по четырем показателям вредности: фитоаккумуляционному (транслокационному), миграционному водному, миграционному воздушному и общесанитарному.

Фитоаккумуляционный показатель вредности характеризует способность нормируемого химического вещества мигрировать из почвы в растение и далее накапливаться в его зеленой массе и плодах.

Миграционный водный показатель вредности отражает способность перехода изучаемого вещества из почвы в подземные воды и водоисточники.

Миграционный воздушный показатель вредности отражает процессы поступления вещества из почвы в атмосферный воздух путем испарения.

Общесанитарный показатель вредности характеризует влияние ее биологически активных химических веществ на самоочищающую способность почвы.

На *четвертом этапе* сравнивают результаты исследований по четырем установленным концентрациям, наименьшая из которых утверждается в качестве ПДК, а показатель, по которому она установлена, называется лимитирующим показателем вредности (ЛПВ).

ПДК экзогенного химического вещества в почве — максимальное количество вещества (в мг/кг абсолютно сухой почвы), которое не вызывает прямого или опосредованного отрицательного влияния на здоровье настоящего и последующих поколений человека и экосистему. ПДК представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве.

Гигиеническое нормирование химических веществ органического происхождения (нефтепродукты и др.) осуществляется на основе ПДК и класса опасности вещества, а веществ неорганической природы (тяжелые металлы, пестициды и др.) — и с учетом максимального значения допустимого уровня содержания элемента (*K_{max}*).

В случае комплексного химического загрязнения почв веществами как неорганической, так и органической природы, уровень ее химического загрязнения, являющийся индикатором неблагоприятного воздействия на

здоровье населения, определяется через коэффициент концентрации химического вещества (K_c) и суммарный показатель загрязнения (Z_c).

Коэффициент концентрации химического вещества (K_c) в почве определяется отношением фактического содержания химического вещества (K_i) к его гигиеническому нормативу (ПДК_i):

$$K_c = K_i / \text{ПДК}_i.$$

Суммарный показатель загрязнения почв (Z_c) равен сумме коэффициентов концентраций экзогенных химических веществ и выражается формулой

$$n Z_c = \sum K_c - (n-1),$$

где K_c — коэффициент концентрации, n — число загрязняющих веществ почвы.

Основные нормативные документы, действующие на территории Республики Беларусь, на основании которых проводится гигиеническая оценка почвы:

1. Гигиенический норматив 2.1.7.12-1-2004 «Перечень предельно допустимых (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве».

2. Инструкция 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест» (прил. 1).

3. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 125 от 19 ноября 2009 г. «Об утверждении нормативов предельно допустимых концентраций подвижных форм никеля, меди и валового содержания свинца в землях (включая почвы), расположенных в границах населенных пунктов, для различных видов территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов».

4. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 107 от 4 августа 2010 г. «Об утверждении нормативов предельно допустимых концентраций валового содержания ртути и мышьяка в землях (включая почвы), расположенных в границах населенных пунктов, для различных видов территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов».

5. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 17/1 от 12 марта 2012 г. «Об утверждении предельно допустимых концентраций нефтепродуктов в землях (включая почвы) для различных категорий земель».

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Опасность загрязненной почвы населенных пунктов оценивается:

- эпидемической значимостью;
- способностью почвы вторично загрязнять приземный слой атмосферного воздуха и источники водопользования;
- возможным отрицательным воздействием на человека при непосредственном контакте, через загрязненные пищевые продукты;
- отрицательным влиянием на биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

Объектами гигиенического изучения и оценки санитарного состояния могут быть два вида почв:

1. Естественно образовавшаяся почва вне населенных мест, участки которой могут быть использованы для застройки и в других народнохозяйственных целях.

2. Искусственно образовавшаяся почва населенных мест, смешанная с отходами жизнедеятельности человека, его разумной и неразумной хозяйственной деятельности, что объединяется под термином «Культурный слой почвы населенных мест».

Предметом санитарно-гигиенической оценки почвы являются:

1. Показатели химического состава почвы — содержание в ней микро- и макроэлементов, солей и их влияние на изменение химического состава пищевых продуктов и воды.

2. Способность почвы к самоочищению.

3. Эпидемиологическая роль почвы, характеризующаяся: а) выживаемостью в почве патогенных бактерий, спор и вегетативных форм бацилл и вирусов; б) ролью почвы как промежуточной среды развития гельминтов; в) ролью почвы в развитии мух (от личинки до половозрелой особи).

В области охраны почвы можно выделить наиболее важные задачи:

1. Охрана естественных свойств почвы, важных с точки зрения ее плодородия и содержания биомикроэлементов.

2. Охрана почвы от внесения в нее токсических, бластомогенных веществ.

3. Охрана почвы от загрязнения органическими веществами.

4. Правила устройства искусственных покрытий и замощений.

Санитарное состояние почвы — совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, определяющая качество и степень ее безопасности в эпидемическом и гигиеническом отношениях. Показатели санитарного состояния почв — комплекс санитарно-химических, микробиологических, гельминтологических, энтомологических характеристик почвы.

Программа обследования почвы определяется целями и задачами исследования с учетом санитарно-эпидемической обстановки района, уровня

и характера техногенной нагрузки, условий землепользования. Перечень показателей химического и биологического загрязнения почв определяется по следующим критериям:

- цели и задачи исследования;
- характер землепользования;
- специфика источников загрязнения, определяющих характер (состав и уровень) загрязнения изучаемой территории;
- приоритетности компонентов загрязнения в соответствии со списком ПДК химических веществ в почве и их класса вредности.

При выборе объектов в первую очередь обследуют почвы территорий повышенного риска воздействия на здоровье населения: детские дошкольные и школьные учреждения, лечебно-профилактические организации, селитебные территории, зоны санитарной охраны водоемов, питьевого водоснабжения, земли, занятые под выращивание сельскохозяйственных культур, рекреационные зоны и т. д.

СТРУКТУРА САНИТАРНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ

Для обеспечения эпидемической безопасности почв населенных мест используют санитарно-биологические нормативы, по соответствию которым принимают решения о необходимости проведения мероприятий по обезвреживанию загрязнений почвы или возможности целевого использования участков.

Согласно инструкции 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест», структура санитарно-биологических нормативов, включает следующие показатели:

- санитарно-химические;
- санитарно-бактериологические;
- санитарно-гельминтологических;
- санитарно-энтомологические.

К санитарно-химическим показателям чистоты почвы относят *санитарное число Хлебникова*, отражающее давность органического загрязнения почвы и завершенность процесса гумификации.

Санитарно-бактериологическими показателями загрязнения почв являются бактерии группы кишечной палочки и индекс энтерококков. Их наличие свидетельствует о загрязнении почвы фекалиями человека или животных; по соотношению между ними определяют давность загрязнения.

В качестве санитарно-гельминтологических показателей загрязнения почв используется наличие яиц гельминтов, цист кишечных простейших, личинок мух и др. Критериями уровня их эпидемической опасности для чело-

века служат: вид возбудителя, его жизнеспособность, экстенсивный (отношение числа положительных проб к общему числу исследованных) и интенсивный показатель загрязнения (общее содержание возбудителей в 1 кг почвы).

Санитарно-энтомологическими показателями в почве являются личинки и куколки синантропных мух, служащие индикатором механических переносчиков возбудителей ряда инфекционных болезней человека. Критерием оценки санитарно-энтомологического состояния почвы является отсутствие в ней указанных форм синантропных мух.

Санитарно-биологическое состояние почвы определяется не только уровнем сочетания указанных групп показателей, но и их соответствием функциональному назначению исследуемого участка почвы.

Категории «чистая» должна соответствовать почва мест рекреационного назначения, детских дошкольных, школьных учреждений и зон санитарной охраны водозаборов. Санитарно-биологические нормативы почвы имеют большое значение при выборе участка для нового строительства, при надзоре за сооружениями для обезвреживания отходов как в процессе эксплуатации, так и в период вывода из нее.

ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ПОЧВ

К основным мероприятиям по охране почв относятся:

1. Весь комплекс организационных, градостроительных, природоохранных мероприятий, направленных на снижение выбросов и сбросов промышленных, транспортных, коммунальных и других источников загрязнения окружающей среды.

2. Разработка генеральных схем санитарной очистки территории населенных мест, внедрение эффективной системы обращения с отходами производства и потребления, обеспечение надлежащего санитарного состояния и благоустройства территории населенных мест.

3. Развитие системы социально-гигиенического мониторинга качества почвы населенных мест.

4. Проведение эколого-гигиенических исследований, связанных с загрязнением почвы.

Главными **направлениями эколого-гигиенических исследований**, связанных с загрязнением почвы, являются:

1. Разработка и совершенствование законодательных и нормативных документов.

2. Расширение работ по нормированию химических веществ в почве и разработка методологии нормирования их комбинаций.

3. Внедрение определения приоритетных загрязнителей, продуктов их трансформации, характерных для ведущих отраслей промышленности и автотранспорта, объединение всей информации в единой базе, а также современных точных методов определения токсикантов.

4. Увеличение числа анализов.
5. Совершенствование расчетных методов обоснования ОДК химических веществ и их комбинаций в почвах.
6. Создание алгоритмов математического моделирования миграции токсикантов из почвы в сопредельные среды.
7. Изучение количественных зависимостей между уровнем загрязнения почвы и ответной реакцией конечного звена трофической цепи воздействия (растения, вода, воздух, человек) и создания математических моделей миграции токсикантов из почвы в сопредельные среды.)
8. Разработка методики оценки степени риска для здоровья человека загрязнений почвы. (Прогнозирование изменений здоровья человека с учетом характеристики загрязнителей, уровня загрязнения и особенностей почвы).

САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

ТЕСТЫ

1. Важнейшие компоненты почвы:

- а) бактерии;
- б) минеральная основа;
- в) грибы;
- г) воздух;
- д) вода;
- е) органическое вещество.

2. К физическим свойствам почвы относятся:

- а) рассыпчатость;
- б) капиллярность;
- в) мягкость;
- г) водопроницаемость;
- д) влагоемкость;
- е) пористость;
- ж) воздухопроницаемость.

3. В процессе самоочищения почвы важнейшее значение имеет:

- а) газификация;
- б) гумификация;
- в) минерализация.

4. Биогеохимические провинции — это участки территории Земли:

- а) с равным уровнем концентрации химических веществ;
- б) которые характеризуются резким избытком химических веществ;
- в) которые характеризуются резким недостатком химических веществ;
- г) с разным уровнем концентрации химических элементов.

5. Хондродистрофия — это заболевание, которое связано с избытком:

- а) кальция;
- б) стронция;
- в) бора.

6. Флюороз — это заболевание, которое связано:

- а) с избытком кальция;
- б) избытком фтора;
- в) недостатком кальция.

7. Эндемический зоб — это заболевание, которое связано:

- а) с избытком селена;
- б) недостатком кобальта;
- в) недостатком йода.

8. Кариез — это заболевание, которое связано:

- а) с избытком кальция;
- б) недостатком фтора;
- в) недостатком кальция.

9. Биогеохимические провинции бывают:

- а) натуральные;
- б) естественные;
- в) искусственные.

10. Загрязнение почвы по механизму воздействия делится:

- а) на физическое;
- б) биологическое;
- в) химическое;
- г) механическое.

11. Химические вещества, попадающие в почву, можно разделить на следующие:

- а) вносимые организованно;
- б) вносимые целенаправленно;
- в) попадающие в почву случайно;
- г) вносимые в почву планомерно.

12. Какие из тяжелых металлов в наибольшей степени извлекаются растениями:

- а) кадмий;
- б) никель;
- в) цинк;
- г) алюминий.

13. Наиболее значимый путь поступления тяжелых металлов в организм человека:

- а) алиментарный;
- б) ингаляционный;
- в) водный.

14. Почва является фактором передачи:

- а) столбняка;
- б) газовой гангрены;
- в) ботулизма.

15. Почва является фактором передачи:

- а) сибирской язвы;
- б) бруцеллеза;
- в) сапа.

16. Почва является фактором передачи:

- а) педикулеза;
- б) аскаридоза;
- в) тениоза.

17. Почва является фактором передачи:

- а) гепатита В;
- б) полиомиелита;
- в) туберкулеза.

18. Почва является фактором передачи:

- а) сыпного тифа;
- б) брюшного тифа;
- в) дизентерии.

19. Санитарное число Хлебникова — это:

- а) количество мух/кг;
- б) отношение азота гумуса к общему органическому азоту почвы;
- в) отношение неорганического азота к органическому азоту.

20. ПДК экзогенного химического вещества — это:

- а) минимальное количество вещества;
- б) максимальное количество вещества;
- в) которое вызывает прямое или опосредованное отрицательное влияние на организм человека;
- г) которое не вызывает прямое или опосредованное отрицательное влияние на здоровье человека;
- д) может вызвать отдаленные последствия;
- е) не оказывает влияние на настоящее и последующее поколение человека.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Эталон решения ситуационной задачи

В городе расположен алюминиевый завод. В ходе государственного санитарного контроля отобраны образцы почв на игровой площадке в сквере, расположенном возле жилой застройки (прил. 2).

В результате исследования почвы обнаружены химические элементы, приоритетные и сопутствующие данному производству.

Коэффициенты концентрации (K_c) химических веществ, обнаруженных в почве обследуемого участка:

- свинец — 4;
- цинк — 5;
- медь — 3;
- фтор — 6;
- ртуть — 1,5;
- мышьяк — 4.

Результаты исследования санитарного состояния почвы:

- санитарное число — 0,96;
- кишечная палочка — 10;
- энтеробактерии — 10;
- патогенные энтеробактерии — не обнаружены;
- число яиц гельминтов — не обнаружены;
- энтеровирусы — не обнаружены;
- число личинок и куколок мух — не обнаружены;
- цисты кишечных патогенных простейших — не обнаружены.

Задания:

1. Дайте заключение о категории загрязнения почв, используя инструкцию 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест».
2. Дайте заключение о санитарном состоянии почвы.
3. Предположите возможное негативное влияние данного загрязнения на изменения показателей здоровья жителей населенного пункта.

Решение. По инструкции 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест» определяем класс опасности этих веществ:

- свинец — 1-й класс опасности;
- цинк — 1-й класс опасности;
- медь — 2-й класс опасности;
- фтор — 1-й класс опасности;
- ртуть — 1-й класс опасности;
- мышьяк — 1-й класс опасности.

Для расчета суммарного показателя загрязнения (Z_c) почвы комплексом химических веществ-загрязнителей учитываем вещества 1-го и 2-го классов опасности по формуле

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1) = (K_{c1} + \dots + K_{cn}) - (n - 1),$$

где n — число определяемых суммируемых веществ; K_c — коэффициент концентрации химического вещества.

Производим расчет Z_c , учитывая, что все обнаруженные химические вещества-загрязнители относятся к 1-му и 2-му классам опасности:

$$Z_c = (4 + 5 + 3 + 6 + 1,5 + 4) - (6 - 1) = 23,5 - 5 = 18,5.$$

Оцениваем $Z_6 = 18,5$. Суммарный показатель загрязнения почвы всеми химическими веществами 1, 2, 3 классов опасности, превышающих $Z = 18,5$,

характеризует почву исследуемого земельного участка, как имеющую умеренно опасную степень загрязнения.

Заключение. Данная почва относится к категории, имеющей умеренно опасную степень загрязнения. В данном очаге загрязнения возможно увеличение общей заболеваемости среди детей, особенно в случаях геофагии у детей, при играх на загрязненной почве.

Вещества-загрязнители могут проникать в организм детей перорально (через заглатывание растений, частичек почвы), через кожу (при непосредственном контакте с загрязненной почвой), аэрогенно (при вдыхании почвенной пыли и загрязненного почвенного воздуха в приземном слое). Почва с территории игровой площадки сквера относится к зоне повышенного риска. Оценка проводится по инструкции 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест». Санитарное число не соответствует норме. Чистота почвы по этому показателю оценивается как умеренно опасная. Согласно схеме оценки эпидемической опасности почв категория загрязненности для данного объекта — загрязненная. Результаты химического анализа, данные исследования санитарного состояния образца свидетельствуют о том, что почва игровой площадки сквера не отвечает гигиеническим и эпидемиологическим требованиям, предъявляемым к данному объекту.

Задача 1

В ходе государственного санитарного контроля отобраны образцы почв на игровой площадке детского дошкольного учреждения. В городе расположен завод цветных металлов.

В исследуемых образцах почвы обнаружены следующие химические элементы: свинец, хром, никель, цинк, медь, кобальт.

Коэффициенты концентрации (K_c) химических веществ, обнаруженных в почве обследуемого участка:

- свинец — 2;
- хром — 3;
- никель — 6;
- цинк — 3;
- медь — 4;
- кобальт — 6.

Результаты исследования санитарного состояния почвы:

- санитарное число — 0,98;
- кишечная палочка — 1;
- энтеробактерии — 1;
- патогенные энтеробактерии — не обнаружены;
- энтеровирусы — не обнаружены;
- число яиц гельминтов — не обнаружены;
- число личинок и куколок мух — не обнаружены;
- цисты кишечных патогенных простейших — не обнаружены.

Задания:

1. Определите категорию загрязнения почвы данного земельного участка комплексом химических веществ (Z_c), используя инструкцию 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест».

2. Дайте заключение о санитарном состоянии почвы.

3. Предположите возможное негативное влияние данного загрязнения на изменения показателей здоровья жителей населенного пункта.

Задача 2

В ходе мониторинга загрязнения почвы в рекреационной зоне (городской парк) населенного пункта были отобраны образцы почвы для лабораторного исследования на содержание тяжелых металлов.

Результаты исследования:

- никель (подвижная форма) — 0,5 мг/кг;
- медь (подвижная форма) — 1,0 мг;
- свинец (валовое содержание) — 64,0 мг/кг;
- мышьяк — 0,1 мг/кг.

Задания:

1. Определите класс опасности химических веществ.

2. Определите ПДК химических элементов, используя инструкцию 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест».

3. Дайте заключение по содержанию тяжелых металлов в почве рекреационной зоны.

Задача 3

В населенном пункте, в рекреационной зоне (городской парк) были отобраны образцы почвы для лабораторного исследования по содержанию тяжелых металлов.

Результаты исследования:

- никель (подвижная форма) — 0,5 мг/кг;
- медь (подвижная форма) — 1,0 мг/кг;
- свинец (валовое содержание) — 15,0 мг/кг.

Задания:

1. Определите класс опасности химических веществ.

2. Определите ПДК химических элементов, используя инструкцию 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест».

3. Дайте заключение по содержанию тяжелых металлов в почве рекреационной зоны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Общая* гигиена : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Н. Л. Бацукова [и др.]. Минск : Новое знание, 2022. 318 с.
2. *Общая* и военная гигиена : учеб. пособие / В. Н. Бортновский [и др.]. Минск : Новое знание, 2018. 520 с.
3. Бурак, И. И. *Общая* гигиена : учеб.-метод. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / И. И. Бурак, Н. И. Миклис. Витебск : ВГМУ, 2017. 323 с.

Дополнительная

4. *Гигиеническая* оценка почвы населенных мест : инструкция 2.1.7.11-12-5-2004 : утв. гл. гос. сан. врачом Респ. Беларусь : постановление № 32, 3 марта 2004 г. / А. И. Котеленец [и др.]. Минск, 2004. 42 с.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЫ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

Таблица 1

**Максимальные сроки выживании в почве некоторых возбудителей
инфекционных заболеваний и яиц гельминтов**

Заболевание	Возбудитель	Срок выживания
Брюшной тиф	<i>Salmonella typhi</i>	1–2 мес.
Дизентерия	<i>Shigella sonnei et flexneri</i>	2–3 мес.
Холера	<i>Vibrio cholerae</i> , El Tor	0,5–1 мес.
Туберкулез	<i>Mycobacterium tuberculosis, bovis</i>	3–7 мес.
Чума	<i>Yersinia pestis</i>	6–7 мес.
Туляремия	<i>Francisella tularensis</i>	4–9 мес.
Сибирская язва	<i>Bacillus anthracis</i>	Десятки лет
Газовая гангрена	<i>Clostridium perfringens, septicum</i>	Десятки лет
Полиомиелит	<i>Enterovirus</i>	3–4 мес.
Гельминтоз	<i>Ascaris lumbricoides, Trichocephalus trichiurus</i>	Год и более

Таблица 2

Схема оценки эпидемической опасности почв населенных пунктов

Объекты	Категория загрязненности	Показатели загрязнения (клеток в г почвы)						
		кишечная палочка	энтеробактерии	патогенные энтеробактерии	энтеровирусы	яйца гельминтов, экз/кг	цисты кишечных патогенных про- стейших*, экз/100 г	личинки и куколки мух, экз/в почве**
Зоны повышенного риска: территории детских дошкольных, школьных учрежде- ний, рекреации (парки, скверы и др.), огородов, выгульных площадок	Чистая	1–9	1–9	–	–	–	–	–
	Загрязненная	≥ 10	≥ 10	≥ 10	+	+	+	+
Зоны санитарной охраны водозаборов	Чистая	1–9	1–9	1–9	–	–	–	–
	Загрязненная	≥ 10	≥ 10	≥ 10	+	+	+	+
Санитарно-защитные зоны	Чистая	1–99	1–99	–	–	–	–	–
	Загрязненная	≥ 100	≥ 100	+	+	+	+	+

Примечания: * цисты кишечных простейших: лямблий, амёб, балантидий, криптоспориций; ** с площади 20 × 20 см; «←» — отсутствие в почве; «+» — наличие в почве.

Таблица 3

Оценка чистоты почвы по санитарному числу (по Н. И. Хлебникову)

Характеристика почв	Санитарное число
Допустимая	0,98 и более
Умеренно опасная	От 0,85 до 0,98
Опасная	От 0,70 до 0,85
Чрезвычайно опасная	Менее 0,70

Таблица 4

Оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю химических веществ (Z_c)

Категория загрязнения почв	Величина суммарного показателя загрязнения (Z_c)
Допустимая	менее 16
Умеренно опасная	16–32
Опасная	32–128
Чрезвычайно опасная	более 128

Таблица 5

Предельно допустимые концентрации неорганических химических веществ в почве

Наименование вещества	ПДК, мг/кг	Класс опасности
Медь	3	2
Хром	6	2
Никель	4	1
Цинк	23	1
Кобальт	5	2
Фтор	10	1
Свинец	32	1
Мышьяк	2	1
Ртуть	2,1	1

МЕТОДИКА ОТБОРА ПРОБ ПОЧВЫ

При контроле почв в районе *точечных источников загрязнения* (выгреба, мусоросборники и т. п.) пробные площадки размером 5×5 м закладываются на разном расстоянии от источника и в относительно чистом месте (контроль).

При изучении загрязнения почв *транспортными магистралями* пробные площадки закладываются на придорожных полосах с учетом рельефа местности, растительного покрова, гидрологических условий. Пробы почвы отбирают с узких полос длиной 200–500 м на расстоянии 0–10, 10–50, 50–100 м от полотна дороги. Одна смешанная проба состоит из 20–25 точечных, отобранных с глубины 0–10 см.

При оценке почв *приусадебных участков* в черте жилой застройки, предназначенных для выращивания сельскохозяйственной продукции, пробы почвы отбирают 2 раза в год (весна, осень) с глубины 0–25 см. На каждые 0–15 га закладывается не менее одной площадки размером 100–200 м² в зависимости от рельефа местности и условий землепользования.

Взятие пробы для *физико-химического исследования* производят в 3–5 точках по диагонали с участка площадью 25 м² с глубины 0,25 м, а при необходимости — и с глубины 0,75–1,0 м и 1,75–2,0 м. Пробы берут буровом или лопатой, тщательно перемешивают и из образцов, взятых с каждого горизонта, составляют единую для участка среднюю пробу весом около 1 кг. Затем эту пробу помещают в банку с пробкой и отправляют в лабораторию для исследования с точным указанием, что следует определить в почве.

Подготовка проб к анализу проводится в соответствии с видом анализа.

В лаборатории пробу освобождают от посторонних примесей, взвешивают, перемешивают, просеивают и в зависимости от задачи исследования анализируют в свежем виде или предварительно доводят пробу до воздушно-сухого состояния путем высушивания на воздухе при комнатной температуре с последующим дополнительным просеиванием через сито с отверстием диаметром 1 мм.

Отдельно оставляется контрольная часть от каждой анализируемой пробы (около 200 г) и хранится в холодильнике 2 недели на случай арбитража.

К анализу почвы следует приступать как можно быстрее, так как в силу продолжающихся биохимических процессов в образце могут произойти изменения. Если этого сделать нельзя, то в течение нескольких дней пробу почвы можно хранить в холодильнике или добавить к ней консервирующие вещества (толуол, хлороформ).

ОТБОР ПРОБ ИЗ ПЕСОЧНИЦ ДЕТСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Для контроля санитарного состояния почв детских дошкольных, школьных и лечебно-профилактических учреждений, игровых площадок и зон отдыха отбор проводят в дошкольных учреждениях в теплое время года с апреля по октябрь и в случае оперативной необходимости в летних оздоровительных учреждениях — выборочно. Размер пробной площадки должен быть не более 5×5 м. Для контроля санитарного состояния почв территории детских учреждений и игровых площадок отбор проб проводится отдельно из песочниц и общей территории с глубины 0–10 см.

С каждой песочницы отбирается одна объединенная проба, составленная из 5 точечных. При необходимости возможен отбор одной объединенной пробы, составленной из 8–10 точечных проб из всех песочниц каждой возрастной группы. Пробы почвы отбирают либо с игровых территорий каждой группы (одна объединенная из не менее 5 точечных), либо это одна объединенная проба с общей территории из 10 точечных. При этом следует учитывать наиболее вероятные места загрязнения почв.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы.....	3
Почва и факторы почвообразования.....	4
Механический состав и структура почвы	5
Физические свойства почвы	6
Химический состав и процессы самоочищения почвы	7
Биогеохимические провинции	8
Загрязнение почвы, пути воздействия на организм человека.....	10
Эпидемическое значение почвы.....	13
Гигиеническое нормирование химических веществ в почве.....	14
Оценка состояния почвы населенных пунктов	17
Структура санитарно-биологических нормативов и показателей качества почвы	18
Основные мероприятия по охране почв.....	19
Самоконтроль усвоения темы	20
Тесты	20
Ситуационные задачи.....	22
Список использованной литературы	26
Приложение 1	27
Приложение 2.....	29

Учебное издание

Терехова-Якубовская Татьяна Александровна
Бацукова Наталья Леонидовна
Борисевич Ярослав Николаевич
Борщенская Татьяна Игоревна

ПОЧВА КАК ФАКТОР СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск Н. Л. Бацукова
Редактор Ю. В. Киселёва
Компьютерная вёрстка С. Г. Михейчик

Подписано в печать 26.10.23. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,5. Тираж 90 экз. Заказ 596.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.