

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ

Я. Н. БОРИСЕВИЧ, А. В. ПАВЛОВ

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЫ

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2009

УДК 614.77 (075.8)
ББК 51.21 я 73
Б 82

Рекомендовано Научно-методическим советом университета
в качестве учебно-методического пособия 30.04.2008 г., протокол № 8

Р е ц е н з е н т ы: зав. каф. гигиены и медицинской экологии Белорусской медицинской академии последипломного образования, канд. мед. наук, доц. Е. О. Гузик;
доц. каф. гигиены труда Белорусского государственного медицинского университета,
канд. мед. наук В. В. Дробеня

Борисевич, Я. Н.

Б 82 Гигиеническая оценка почвы : учеб.-метод. пособие / Я. Н. Борисевич, А. В. Павлов. – Минск : БГМУ, 2009. – 28 с.

ISBN 978-985-462-930-8.

Рассмотрены физические свойства, химический состав почвы, загрязнение и ее роль в распространении инфекционных и неинфекционных заболеваний. Представлены методика забора проб, их исследование, химический анализ и гигиеническая оценка полученных результатов.

Предназначено для самостоятельной работы студентов 2-го курса медико-профилактического факультета.

УДК 614.77 (075.8)
ББК 51.21 я 73

ISBN 978-985-462-930-8

© Оформление. Белорусский государственный
медицинский университет, 2009

Общее время занятий: 3 учебных часа (2-й курс, специальность «Медико-профилактическое дело»).

Мотивационная характеристика темы

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

Почва оказывает существенное влияние на состав и свойства поверхностных, подземных вод и атмосферы Земли. Почва играет ведущую роль в круговороте веществ в природе; через почву 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, разработать мероприятия для профилактики неблагоприятного влияния почвы на здоровье человека.

Задачи занятия:

1. Ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к земельному участку при его выборе.
2. Закрепить знание 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:

- из **биологии** — цикл развития гео- и 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.

3. Роль почвы в развитии неинфекционных заболеваний.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Почва, определение. 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

Представление о почве как о самостоятельном природном теле с особыми свойствами, отличающими его от материнской (почвообразующей) породы, развивающемся в результате взаимодействия факторов почвообразования, было создано в последней четверти XIX в. на стыке геологии, биологии и географии. Профессор Василий Васильевич Докучаев впервые установил, что почвы имеют чёткие морфологические признаки, позволяющие различать их, а географическое распространение почв на поверхности Земли так же закономерно, как это свойственно растениям и животным.

Почва — природная саморегулирующаяся биологическая система, представляющая собой верхний слой литосферы, обладающий плодородием. Как самостоятельный природный объект почва имеет ряд уникальных свойств, резко отличающих её 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 их 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 преобразова-

ния 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 её механического состава и структурных особенностей зависят физические свойства почвы: водо- и воздухопроницаемость, водоудерживающая способность, следовательно, водный, тепловой, воздушный режимы почвы, скорость передвижения веществ в почве 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 оструктуривают почвенную массу, извлекают из неё минеральные элементы.

Живая часть почвы состоит из почвенных микроорганизмов (бактерии, грибы, актиномицеты, водоросли и др.) и представителей многих групп беспозвоночных животных — простейших, червей, моллюсков, насекомых и их личинок, 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 её 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 путём её 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 объёма);
- 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. Механический состав почвы представлен в табл. 1.

Таблица 1

Механический состав почвы

Наименование фракции	Размер частиц, мм
Камни	>3
Гравий	3–1
Песок крупный	1–0,5
средний	0,5–0,25
мелкий	0,25–0,05
Пыль крупная	0,05–0,01
средняя	0,01–0,005
мелкая	0,005–0,001
Ил грубый	0,001–0,0005
тонкий	0,0005–0,0001
Коллоиды	<0,0001

Классификация почв

Единая международная классификация почв пока ещё не разработана. 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 данной почве песка, глины и алеврита (формы кварца (кремнезёма) SiO_2 с добавками силикатов ($\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_3$, $\text{Fe}_4(\text{SiO}_4)_3$, Fe_2SiO_4)) можно классифицировать ее принадлежность к тому или иному классу. Класс, к которому относится почва, можно определить по треугольной диаграмме (рис.).

Хорошие почвы содержат примерно одинаковое количество песка и глины; они называются суглинками. Преобладание песка делает почву более рассыпчатой и лёгкой для обработки, с другой стороны — 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.

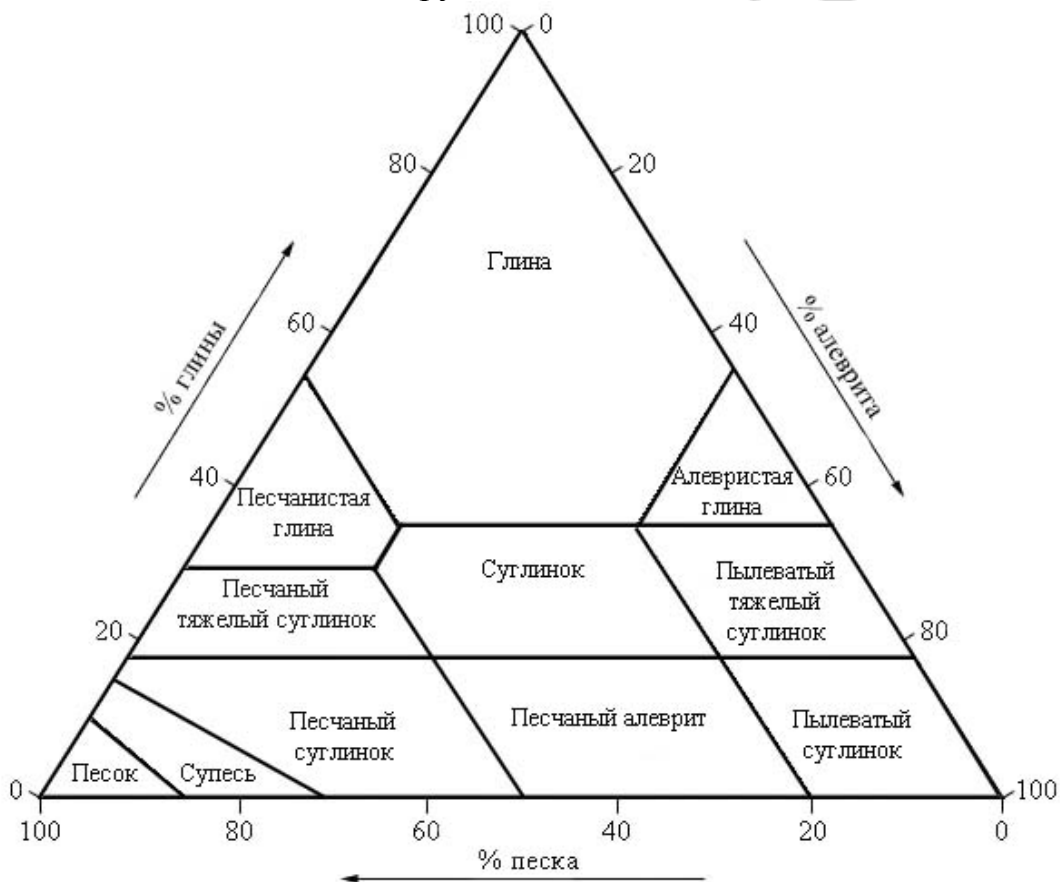


Рис. Треугольная диаграмма классов почв

Физические свойства почвы

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

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

Жидкая часть, т. е. почвенный раствор, — активный компонент почвы, осуществляющий перенос веществ внутри неё, вынос и снабжение растений водой и растворёнными 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 более она капиллярна 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 влагоёмкость 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 пр., 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 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).

Репозиторий БГМУ

Химический состав и процессы самоочищения почвы

По *химическому составу* минеральной компоненты почва состоит из песка и алеврита (формы кварца (кремнезёма) SiO_2 с добавками силикатов ($\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_3$, $\text{Fe}_4(\text{SiO}_4)_3$, Fe_2SiO_4) и глинистых минералов (кристаллические соединения силикатов и гидроксида алюминия)).

Минералогический состав твёрдой части почвы во многом определяет её плодородие. Почва содержит минеральные вещества: Si, Al, Fe, K, N, Mg, Ca, P, S, значительно меньше — микроэлементов: 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) — *гумус* — тёмно-коричневого или чёрного цвета. 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 гнить и, следовательно, не может стать средой для размножения микроорганизмов, особенно патогенных. Гумус улучшает свойства почвы, повышая ее способность удерживать влагу и растворённые минеральные вещества.

В болотистых почвах образование гумуса идёт очень медленно. Органические остатки спрессовываются здесь в торф.

В середине XIX в. гигиенист М. Рубнер писал: «Единственным местом, удовлетворяющим требованиям и предназначенным самой природой для восприятия органических отбросов, является почва... и в почве даны все условия к тому, чтобы благодаря совершающимся в ней процессам различные органические вещества превратились в те же формы неорганических соединений, в виде которых они являются необходимым питательным материалом для растений».

Процессы, описанные Рубнером, являются процессами самоочищения почвы, происходящими под действием физических, химических и биологических факторов.

Под действием физических факторов (высушивание из-за солнца) значительная часть патогенной флоры погибает, химических (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 (азот, фосфор, сера) в процессе разложения переходят из органических соединений в неорганические. Происходит так называемый процесс *минерализации* вещества.

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.

Предельно допустимая концентрация (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.

В настоящее время утверждено несколько десятков ПДК (содержания в почве различных химических веществ) и проводятся многочисленные исследования по нормированию экзогенных химических веществ в почве.

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 т. ч. 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 создал учение об аномальных биогеохимических провинциях.

Биогеохимические провинции — это различные по величине участки территории Земли с разным уровнем концентрации химических элементов. И как следствие этого — соответствующий уровень содержания элементов 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 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.

Искусственные биогеохимические провинции. В настоящее время, кроме естественных эндемических почвенных регионов, появились искусственные биогеохимические районы и провинции. Их появление 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 угольного 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 убивают также 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.

Эпидемическое значение почвы

С увеличением химической нагрузки может возрастать эпидемическая опасность почвы: на фоне уменьшения антагонистов патогенной кишечной микрофлоры и снижения ее биологической активности отмечается увеличение количества патогенных энтеробактерий и яиц геогельминтов, которые более устойчивы к химическому загрязнению почвы, чем представители естественных почвенных микробценозов. Это является одной из причин необходимости учета эпидемической безопасности почвы населенных пунктов.

Биологическое загрязнение почв — составная часть органического загрязнения, обусловленного присутствием возбудителей инфекционных болезней, а также вредными насекомыми и клещами — переносчиками возбудителей заболеваний человека, животных и растений.

В чистой почве обитает мало микроорганизмов, вызывающих инфекции. В основном это возбудители раневых инфекций (столбняк, газовая гангрена), ботулизма и сибирской язвы. Эти споровые микроорганизмы могут сохраняться в почве в жизнеспособном состоянии на протяжении 25 лет.

Возбудители попадают в почву с выделениями человека и животных, со сточными водами лечебно-профилактических учреждений и др. В чистой почве они, как правило, быстро погибают. Однако в почве, интенсивно загрязненной органическими веществами и содержащей химические вещества, нарушаются процессы самоочищения. Постоянно загрязняющаяся органическими веществами почва всегда содержит возбудителей кишечных инфекций (дизентерия, брюшной тиф), сроки выживания которых могут колебаться от нескольких месяцев до полутора лет.

Почва представляет собой специфический фактор передачи гельминтозов, являясь промежуточной средой развития. Из всех объектов окружающей среды почва наиболее часто и интенсивно загрязняется возбудителями кишечных паразитарных заболеваний, таких как гельминтозы и протозоозы. Почва для яиц геогельминтов (аскариды, власоглавы, токсокары и др.) является неотъемлемой средой прохождения их биологического цикла развития и местом временного пребывания для других видов (описторхи, дифиллоботрииды, тенииды и др.), а также цист кишечных патогенных простейших (криптоспоридии, изоспоры, лямблии, балантидии и др.). Яйца аскарид могут сохраняться в почве на протяжении 7–10 лет. Сроки выживания возбудителей инфекционных заболеваний и яиц гельминтов в почве представлены в табл. 2.

Загрязненная почва — благоприятное место для развития мух. Санитарно-энтомологическими показателями, определяемыми в почве, являются личинки и куколки синантропных мух. Синантропные мухи (комнатные, домовые, мясные и др.) имеют важное эпидемическое значение как механические переносчики возбудителей ряда инфекционных и инвазионных болезней человека (цисты кишечных патогенных простейших, яйца гельминтов и др.). Срок развития мухи от личинки до половозрелой особи составляет 4–7 дней.

Наличие личинок и куколок в почве населенных мест является показателем неудовлетворительного санитарного состояния почвы и указывает на плохую очистку территории, неправильный в санитарно-гигиеническом отношении сбор и хранение бытовых отходов и их несвоевременное удаление.

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

Наиболее часто загрязнение почв населенных мест возбудителями паразитарных болезней обнаруживается на территории дворов, детских дошкольных и школьных учреждений, улиц около мусоросборников, вокруг туалетов и в местах выгула домашних животных.

Таким образом, почва может являться фактором передачи:

- заболеваний, вызванных спорообразующими микроорганизмами (столбняк, ботулизм, газовая гангрена);
- зоонозных инфекций (сибирская язва, бруцеллез, сар);
- 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).

Таблица 2

Максимальные сроки выживания 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, eltor</i>	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.
Яйца гельминтов	<i>Ascaris lumbricoides, Trichocephalus trichiurus</i>	год и более

В зависимости от содержания кишечной палочки, других энтеробактерий, энтеровирусов, яиц гельминтов, цист простейших, личинок и куколок мух почву той или иной территории можно отнести к чистой либо загрязненной. Оценку производят в соответствии с Инструкцией 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест» (см. извлечение из инструкции в табл. 3).

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.

Репозиторий БГМУ

Схема оценки эпидемической опасности почв населенных пунктов

Категория загрязненности	Объекты	Показатели загрязнения (клеток в г почвы)						
		кишечная палочка	энтеробактерии	патогенные энтеро- бактерии	энтеровирусы	яйца гельминтов, экз/кг	цисты кишечных патоген- ных простейших*, экз/100 г	личинки (далее — Л) и ку- колки (далее — К) мух, экз/в почве**
Чистая	Зоны повышенного риска: территории детских дошкольных, школьных учреждений, рекреации (парки, скверы и др.), огородов, выгульных площадок	1–9	1–9	–	–	–	–	–
Загрязненная		≥10	≥10	≥10	+	+	+	+
Чистая	Зоны санитарной охраны водозаборов	1–9	1–9	1–9	–	–	–	–
Загрязненная		≥10	≥10	≥10	+	+	+	+
Чистая	Санитарно-защитные зоны	1–99	1–99	–	–	–	–	–
Загрязненная		≥100	≥100	+	+	+	+	+

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

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

Гигиеническая оценка почв населенных мест основывается:

- на санитарно-химических;
- санитарно-бактериологических;
- санитарно-гельминтологических;
- санитарно-энтомологических показателях.

Программа обследования почвы определяется целями и задачами исследования с учетом санитарно-эпидемической обстановки района, уровня и характера техногенной нагрузки, условий землепользования. Пе-

речень показателей химического и биологического загрязнения почв определяется исходя:

- из целей и задач исследования;
- характера землепользования;
- специфики 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.

Санитарно-топографическое обследование почвы

Санитарно-топографическое обследование почвы проводится на этапе предупредительного санитарного надзора во время отвода земельного участка.

В задачу санитарно-топографического обследования земельного участка входит изучение местных топографических и локальных условий, которые могут влиять на санитарное состояние почвы и являются существенными факторами в создании микроклимата данной местности.

Санитарный осмотр территории является важнейшей составляющей санитарного исследования почвы населенных мест и позволяет решить вопрос о пригодности земельного участка для строительства даже без лабораторного анализа почвы.

Санитарный осмотр включает:

- изучение имеющихся документальных данных о топографии, гидрографии, геологическом составе почвы;
- осмотр земельного участка;
- измерение температуры почвы;
- в дополнение к данным санитарно-топографического обследования почвы населенного пункта сбор сведений о наличии и динамике заболеваний, связанных с загрязнением почвы (гельминтозы, кишечные инфекции и др.).

При описании *топографии* местности отмечают:

- местонахождение участка по отношению к населенному пункту, наличие на участке и вблизи него возможных источников загрязнения (полигоны твердых бытовых отходов (ТБО), дороги, выгребные ямы);

- использование участка в прошлом и в момент наблюдения (кладбище, участок, удобрявшийся навозом);
- размеры и рельеф участка (возвышенность, низина);
- уклон по отношению к сторонам света и водоемам;
- характер растительного или иного покрова (поле, лес, насыпной слой, мощение).

Если речь идет об описании участка, находящегося в пределах населенного пункта, то отмечают применяемые методы очистки, наличие канализации.

Из *гидрографических* данных особое внимание уделяют наличию вблизи или на участке водоема (река, озеро, пруд), заболоченности, учитывают уровень стояния грунтовых вод, затопляемость паводковыми водами.

Геологический состав характеризуют по принятой классификации почв.

Измерение *температуры* почвы производят при помощи максимального и минимального термометров, а на глубине до 1 м — при помощи термометра Савинова (имеет металлическую оправу, острый наконечник, шкалу, остающуюся всегда над землей).

Данные о *заболеваемости* получают в городских (районных) отделах здравоохранения, лечебной сети, ЦГЭ.

Гигиеническая оценка санитарного состояния почвы по санитарно-химическим показателям производится с использованием санитарного числа (так называемого числа Хлебникова). Данное число косвенно характеризует процесс гумификации почвы и позволяет оценить ее способность самоочищаться от органических загрязнений.

Санитарное число — это отношение количества почвенного белкового (гумусного) азота к общему количеству органического азота почвы. Оценка производится в соответствии с Инструкцией 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест» (см. извлечение из Инструкции в табл. 4).

Таблица 4

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

Задания для самостоятельной работы

Методика отбора проб почвы представлена в прил. 1. Необходимое количество санитарно-химических, санитарно-бактериологических, санитарно-гельминтологических и санитарно-энтомологических исследований выполняют в соответствии с Инструкцией 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест» в зависимости от назначения участка земли, с которого отбираются пробы почвы (см. извлечение в прил. 2).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

1. Определение величины зёрен почвы.

Производится при помощи прибора, который представляет набор металлических сит с отверстиями диаметром 10, 7, 3, 2, 1, 0,5, 0,25 мм. Сита расположены одно над другим (с более крупными отверстиями помещаются вверху, с более мелкими — внизу).

Навеску воздушно-сухой почвы весом 100 г осторожно измельчают деревянным пестиком для нарушения связи между остальными зёрнами, насыпают в верхнее сито прибора, закрывают крышкой и осторожно встряхивают. По окончании просеивания содержимое каждого сита и дна прибора взвешивают и определяют процентное отношение ко всей взятой пробе.

2. Определение общего объёма пор почвы.

Под общим объёмом пор понимают сумму объёмов свободных промежутков почвы. Объём пор почвы выражают в процентах к общему объёму почвы.

В градуированный литровый цилиндр наливают 500 мл воды и всыпают 500 исследуемой почвы. После смешивания почвы с водой объём окажется равным не $500 + 500 = 1000$ мл, а меньше вследствие содержания пор в почве.

Число мл недостающих до 1000 мл будет указывать на количество пор во взятом объёме почвы.

Результаты переводят в проценты.

Пример. Взято 500 мл воды и 500 мл почвы. Объём воды с почвой после смешивания составил 850 мл. Следовательно, в 500 находится $1000 - 850 = 150$ мл пор. Пористость в процентах составит:

$$(150/500) \times 100 \% = 30 \%$$

3. Определение водопроницаемости почвы.

Нижняя часть специального цилиндра закрывается вкладышем с сетчатым дном. В цилиндр насыпается воздушно-сухая почва, просеянная через сито с отверстиями в 1 мм. Постукивая по стенке цилиндра, уплот-

няют почву. Цилиндр с почвой и вкладышем укрепляют в штативе над воронкой, под которой устанавливается мерный стакан.

На поверхность почвы из градуированной пробирки тонкой струей наливают воду так, чтобы ее уровень во время опыта был на 1 см выше уровня почвы. Измеряется, сколько времени потребовалось для того, чтобы из воронки показалась первая капля воды, прошедшая через слой почвы толщиной 10 см. Это время и характеризует водопроницаемость почвы.

Более точная характеристика водопроницаемости почвы дается по количеству воды (мл), прошедшей через почву за первый час наблюдений. Для этого в течение часа в цилиндре над почвой поддерживается слой воды в 1 см, причем учитывается общее количество воды, пошедшее на фильтрацию. По разности между количеством воды, использованной на фильтрацию, и количеством воды, прошедшей через почву (уровень воды в мл в мерном стакане), устанавливается количество воды, которое впиталось (влагоемкость).

По количеству впитавшейся воды (в мл) в течение первого часа наблюдений судят о водопроницаемости почвы (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценки водопроницаемости почвы

Оценка водопроницаемости	Количество воды, поступившее в почву за первый час наблюдений, мл
Излишне высокая	1000–500
Наилучшая	500–100
Хорошая	100–70
Удовлетворительная	70–30
Неудовлетворительная	30 и меньше

4. Определение капиллярности почвы.

Стеклянную трубку диаметром 2–3 см, дно которой закрывается слоем марли, наполняют воздушно-сухой почвой, укрепляют в штативе и нижний конец опускают в воду на 0,5 см. Замечают время и отмечают уровни подъема воды в см через определенные промежутки времени. Наблюдения продолжают до тех пор, пока подъем воды не прекратится. Его скорость определяется путем деления высоты подъема воды на время.

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЫ

Некоторые приборы, используемые в лабораториях городских и областных ЦГиЭ при физико-химических исследованиях образцов почвы, представлены в прил. 3.

Приготовление водной вытяжки. В стеклянную с притертой пробкой колбу вносят 20 г воздушно-сухой почвы, приливают 100 мл дистиллированной воды. Смесь встряхивают в течение 3 мин и очищают через плотный фильтр. Так как мелкие частицы почвы проникают через фильтр, очищение приходится повторять несколько раз.

В водной вытяжке исследуют содержание солей аммиака, азотистой, азотной кислот, хлоридов и окисляемости. Результаты выражают в мг на 1000 г почвы.

Самоконтроль усвоения темы

1. Почва:
 - а) влияет на химический состав продуктов растительного и животного происхождения;
 - б) участвует в обезвреживании бытовых отходов;
 - в) влияет на жилищные условия;
 - г) является фактором передачи инфекционных болезней;
 - д) не влияет на качество воды.
2. К физическим свойствам почвы относятся:
 - а) пористость;
 - б) воздухо- и водопроницаемость;
 - в) влагоёмкость;
 - г) капиллярность;
 - д) ничего из вышперечисленного.
3. Через почву человеку передаются возбудители:
 - а) аскаридоза;
 - б) брюшного тифа;
 - в) полиомиелита;
 - г) столбняка;
 - д) трихинеллеза.
4. Санитарное число почвы — это:
 - а) отношение количества кишечных палочек ко всем микроорганизмам;
 - б) количество личинок мух/кг;
 - в) количество яиц гельминтов/г;
 - г) отношение азота гумуса к общему органическому азоту;
 - д) отношение неорганического азота к органическому азоту.
5. В процессе самоочищения почвы:
 - а) увеличивается количество азота гумуса;
 - б) возрастает санитарное число;
 - в) увеличивается коли-титр;
 - г) увеличивается титр анаэробов;
 - д) появляются личинки мух.

Литература

Основная

1. *Общая гигиена с основами экологии человека* : учеб. / под ред. А. М. Лакшина, В. А. Катаевой. М. : Медицина, 2004. С. 106–115.
2. *Общая гигиена* : учеб. / под ред. А. А. Минха. М. : Медицина, 1994. С. 135–154.
3. *Общая гигиена* : учеб./ под ред. Г. И. Румянцева, М. П. Воронцова. М. : Медицина, 1990. С. 140–164.
4. *Гигиена и основа экологии человека* : учеб. / под ред. Ю. П. Пивоварова, В. В. Королик, Л. С. Зиневич. М. : АСАДЕНА, 2004. С. 62–73.
5. *Гигиена* : учеб. / Р. Д. Габович [и др.] ; под ред. Г. Х. Шахбазяна К. : Высшая школа, 1984. С. 86–93.

Дополнительная

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

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, метео- и 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 буром 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 нед. на случай арбитража.

К анализу свежевзятой 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 не-

скольких 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 пяти точечных), либо это одна объединенная проба с общей территории из 10 точечных, при этом следует учитывать наиболее вероятные места загрязнения почв.

**Объекты наблюдения и основные показатели оценки
санитарного состояния почв населенных мест**

№ п/п	Наименование показателя	Объекты наблюдения (функциональные зоны, территории)					
		Жилая зона	Детские дошкольные и школьные учреждения, игровые площадки, территории дворов	Зоны санитарной охраны водозаборов	Рекреационные зоны (скверы, парки, бульвары, пляжи, лесопарки)	Транспортные магистрали	Промышленная зона
1.	Санитарное число (отношение белкового азота к общему органическому)	±	±	±	-	-	-
2.	Аммонийный азот, мг/кг	-	±	+	+	-	±
3.	Нитратный азот, мг/кг	+	+	+	+	-	±
4.	Хлориды, мг/кг	±	±	±	±	-	±
5.	pH	+	+	+	+	+	+
6.	Пестициды (остаточные кол-ва*), мг/кг	+	+	+	+	-	±
7.	Тяжелые металлы **, мг/кг	+	+	+	±	-	-
8.	Нефть и нефтепродукты, мг/кг	+	±	+	±	+	-
9.	Фенолы летучие, мг/кг	-	±	+	+	+	±
10.	Сернистые соединения **, мг/кг	+	±	-	+	-	±
11.	Детергенты**, мг/кг	+	±	+	+	-	±
12.	Канцерогенные вещества**, мг/кг	+	+	+	+	+	+
13.	Мышьяк, мг/кг	+	+	+	+	+	+
14.	Полихлорированные бифенилы, мкг/кг	+	+	+	±	±	±
15.	Цианиды**, мг/кг	+	+	+	+	+	+
16.	Радиоактивные вещества**, Ки/г	+	+	+	+	+	+
17.	Макрохимические удобрения*, г/кг	+	±	+	±	-	-
18.	Микрохимические удобрения*, мг/кг	±	±	±	±	-	-
19.	Лактозоположительные кишечные палочки (колиформы)***, индекс	+	+	+	+	+	+
20.	Энтерококки (фекальные стрептококки), индекс	+	+	+	+	+	+
21.	Патогенные микроорганизмы (по эпидпоказаниям), индекс	+	+	+	+	+	+

№ п/п	Наименование показателя	Объекты наблюдения (функциональные зоны, территории)						
		Жилая зона	Детские дошкольные и школьные учреждения, игровые площадки, территории дворов	Зоны санитарной охраны водозаборов	Рекреационные зоны (скверы, парки, бульвары, пляжи, лесопарки)	Транспортные магистрали	Промышленная зона	Почвы сельскохозяйственные (опытные поля, сады и огороды, приусадебные участки, тепличные хозяйства)
22.	Яйца и личинки гельминтов (жизнеспособных), экз./кг	+	+	+	+	+	+	+
23.	Цисты кишечных патогенных простейших, экз./100 г	+	+	+	+	+	+	+
24.	Личинки и куколки синантропных мух, экз./в почве площадью 20 × 20 см	+	+	+	+	+	+	+

Примечания: показатели выбраны с учетом ГОСТ 17.4.2.01-81 с изм. № 1 от 1985 г. (СТ СЭВ 4470-84); * выбор конкретного показателя зависит от характера используемых средств химизации сельского хозяйства; ** выбор показателей зависит от характера выбросов источника загрязнения (промышленные, транспортные, коммунальные и др.); *** допускается определение фекальных форм; «+» — знак, означающий обязательность определения показателя при оценке санитарного состояния почв; «-» — показатель необязательный; «±» — показатель для исследования по эпидемиологическим показаниям или на договорной основе.

Приборы для физико-химического исследования образцов почвы



Рис. 1. Атомно-адсорбционный спектрофотометр

Атомно-адсорбционный спектрофотометр предназначен для определения содержания до 15 различных элементов (в том числе тяжелых металлов) в отбираемых образцах воды, почвы, продуктов питания.



Рис. 2. Вольтамперометрический полярограф

Предназначен для определения концентрации тяжелых металлов и других токсических веществ.

Оглавление

Мотивационная характеристика темы.....	3
Почва и факторы почвообразования	4
Механический состав и структура почвы	5
Классификация почв	6
Физические свойства почвы	7
Химический состав и процессы самоочищения почвы	9
Биогеохимические провинции	10
Эпидемическое значение почвы	12
Санитарно-топографическое обследование почвы.....	16
Задания для самостоятельной работы	18
Самоконтроль усвоения темы	20
Литература.....	21
Приложение 1. Методика отбора проб почвы.....	22
Приложение 2. Объекты наблюдения и основные показатели оценки санитарного состояния почв населенных мест	24
Приложение 3. Приборы для физико-химического исследования образцов почвы.....	26

Учебное издание

Борисевич Ярослав Николаевич
Павлов Александр Васильевич

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЫ

Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск Н. Л. Бацукова
Редактор Н. В. Тишевич
Компьютерная верстка В. С. Римошевского

Подписано в печать 02.05.08. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».
Печать офсетная. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,14. Тираж 112 экз. Заказ 98.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».
ЛИ № 02330/0133420 от 14.10.2004.
ЛП № 02330/0131503 от 27.08.2004.
Ул. Ленинградская, 6, 220030, Минск.