

ДЕПАРТАМЕНТ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Tempus-Tacis T.Jer.10323-97
«Совершенствование экологического
образования»

Агроэкология

П.В.ТЕРЕЩЕНКО

Верликультура и биогумус

МОДУЛЬ 10

ИНТЕРАКТИВНАЯ ФОРМА

УДК 631.95:631.861

Терещенко П.В. Агроэкология. Модуль 10. Вермикультура и биогумус. Пуццино:
ОНИ ПНЦ РАН, 2000 г. 50 с.

TEMPUS-TACIS 10323-97
«Совершенствование агроэкологического
образования»



В рамках проекта TEMPUS-TACIS 10323-97 «Совершенствование агроэкологического образования» подготовлена серия работ «Агроэкология» в качестве интерактивной формы для дистанционного обучения.

Данный модуль 10 «Вермикультура и биогумус» знакомит читателей с одним из важных аспектов безопасного сельского хозяйства – вермикультивированием.

Агроэкология

П.В. ТЕРЕЩЕНКО

Вермикультура и биогумус

МОДУЛЬ 10

ИНТЕРАКТИВНАЯ ФОРМА

ISBN 5-201-14439-X

© П.В.Терещенко, 2000.

ПНЦ РАН
2000

МОДУЛЬ 10. ВЕРМИКУЛЬТУРА И БИОГУМУС

Введение

В настоящее время велик и продолжает расти интерес к биодинамическим органическим системам сельского хозяйства, важным как для общей экологизации земледелия, так и для создания сети форпостов экологически безопасного сельского хозяйства. Одним из аспектов этих систем является вермикультивирование.

Вермикультура есть разведение червей в неволе с целью получения биомассы и биогумуса – продукта переработки навоза и/или других органических отходов червями.

В настоящее время проблеме вермикультивирования уделяется большое внимание в США, Италии, Германии, Франции и других странах. В последние годы решение этой проблемы стало актуальным и в нашей стране.

Что Вы будете изучать?

- Биологию и экологию червей.
- Культивируемые виды червей и субстраты вермикультивирования.
- Технологии культивирования червей.
- Биогумус: состав, свойства, применение.

Цели модуля

- Дать основы морфологии, анатомии и биологии червей и ознакомить с особенностями их поведения.
- Обучить методам культивирования червей.
- Дать схемы технологий выращивания червей на промышленной основе и в приусадебных хозяйствах.
- Дать научные рекомендации по применению биогумуса.

После изучения модуля Вы сможете

- Дать полную характеристику биологии червей.
- Владеть методами и технологиями культивирования червей.
- Практически получать и применять биогумус под различные культурные растения.

Основная литература



1. Учебник "Агроэкология"/ Под ред. В.А.Черникова. М: Колос, 2000.
2. Минеев В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. М., 1993.

Дополнительная литература



1. Ворошилов Ю.И. и др. Животноводческие комплексы и охрана окружающей среды. М., 1991.
2. Баранников В.Д. Охрана окружающей среды в зоне промышленного животноводства. М., 1985.

Видеофильм 3.9. Вермикультура



В ходе просмотра видеофильма ознакомьтесь с данным по переработке органических отходов сельского хозяйства и промышленности методом вермикомпостирования.



Ключевые слова

Альтернативные системы земледелия, ауксины, биогукус, биореактор, биостимуляторы, вермикультура, гиббереллин, кокон, копролиты, осадок сточных вод, фузикоцин.

10.1. СИСТЕМАТИКА, БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ЧЕРВЕЙ

10.1.1. К вопросу о систематике червей

Дождевые черви относятся к типу кольчатых червей (*Annelida*), к классу малощетинковых червей (*Oligochaeta*) (табл. 10.1.1).

Таблица 10.1.1
Система классификации почвенно-экологических групп *Lumbricidae*

Глубина обитания (от поверхности почвы), см	Группа	Типовой вид
5	подстилочные	<i>D. octaedra</i>
15	почвенно-подстилочные	<i>L. rubellus</i>
>15	собственно почвенные	<i>N. caliginosus</i>
Особую группу составляют норники (<i>Lumbricus terrestris</i> и др.). Отдельное место занимает навозный червь (<i>E. foetida</i>)		

Из малощетинковых червей, исходя из особенностей их экологии, выделена группа *Megadrili*. Она объединяет семейства крупных почвенных *Oligochaeta*, в том числе; и семейство *Lumbricidae*, которое насчитывает более 200 видов. Одним из них является вид *Eisenia foetida* – навозный червь – основной культивируемый в неволе вид, который, несмотря на отличную от других видов экологию и биологию, включается всеми систематиками в семейство *Lumbricidae*.

Мы предлагаем следующую классификацию жизненных форм *Lumbricidae* с учетом почвенно-экологических факторов: среды обитания, характера питания и поведенческих реакций червей (табл. 10.1.1).

10.1.2. Дождевые черви в природе и агроценозе: особенности поведения

Русские названия даются в практике классификации более высокоорганизованным организмам: птицам, рыбам; что касается моллюсков и червей, то их систематизируют на латинском языке.

Впрочем, народные названия у некоторых червей есть, и они очень меткие. Рыболовы называют червя *Lumbricus terrestris* **выползком**, что довольно четко характеризует особенность этих крупных (до 30 см) червей высовывать из норки часть своего тела, чтобы "подышать". Вылезший ночной порой выползок чувствует даже свет фонаря и, потревоженный, мгновенно скрывается в своем убежище, в котором он благоразумно оставляет свой плоский хвост. Помогают ему при этом очень жесткие и острые щетинки, расположенные на теле.

Одна из почвенно-экологических групп червей – норники. Они обитают в норах глубиной более 1 м, однако питаются на поверхности почвы преимущественно листовым опадом, который затаскивают в нору и там съедают.



|| Что такое норник? Каковы его размеры? Чем питается?

Другое меткое народное название "подлистник" характеризует подстилочных червей. Это мелкие (около 4 см), очень подвижные черви, преимущественно ярко окрашенные (пигментация различных оттенков красного цвета). Они обитают в лесной подстилке и мху, но способны забираться на высоту более метра по замшелой коре деревьев. Питаются листовым опадом. Достаточно редко, но разводятся и в условиях промышленного культивирования.

Следующая экологическая группа – **почвенно-подстилочные черви**. Водятся они неглубоко от поверхности почвы: до 15 см. Питаются полуперепревшими растительными остатками. Примером может служить *Lumbricus rubellus* – темно-красный червь длиной 7–15 см. Хвост уплощен. В Западной Европе, и в нашей стране проводились работы по разведению его в промышленных условиях.

Собственно почвенные черви приспособлены к существованию в такой плотной среде обитания, как земля, и к питанию почвенным перегноем, то есть растительными остатками, подвергшимися уже значительному разложению.

Представители этой группы *Nicodrillus caliginosus* – **бесцветные (непигментированные) черви**, из-за содержащейся в кишечнике почвы приобретающие пепельный цвет, а при отсутствии ее – розоватый из-за просвечивающих кровеносных сосудов.



|| Каковы особенности навозного червя? Сколько червей в коконе навозного червя?

Народные названия очень меткие. И в русском, и в английском языках существуют особые названия еще одной группы червей – навозный червь. Биология **навозного червя** (*Eisenia foetida*) совершенно отлична от других видов. Он приспособлен к существованию в агрессивной среде обитания – навозе. Еще Аристотель писал "о началах

горьких, содержащихся в навозе". Однако при этом навоз имеет высокую энергетическую ценность.

Если другие виды дождевых червей имеют в коконе 1–2 червя, то навозный – 6 в среднем, а максимально – до 20. Если дождевые черви достигают половой зрелости в год с небольшим, то навозный – в 4 месяца. Таким образом, коэффициент его размножения несопоставим с дождевыми червями. Он единственный из всех видов *Lumbricidae* выделяет при раздражении из спинных пор ярко-желтую жидкость, издающую резкий запах. Это интенсивно пигментированные черви. В северных регионах они темнее, окраска варьирует до вишнево-коричневого цвета. По мере продвижения к югу – черви мельче, окраска светлее, до оранжево-красного оттенка.



Почему дождевые черви появляются на поверхности почвы? Чем вызвано это явление?

Широко известно, что после сильных дождей на поверхности земли появляется огромное количество червей, частью еще живых, частью умирающих.

В природных условиях в агроценозе и лабораторных исследованиях дождевые черви могут длительное время находиться под водой совершенно без видимых отрицательных последствий. В лабораторных условиях *Lumbricus terrestris* жил под водой около года.

Дождевые черви многочисленны в лугах. Затопление пойменных лугов происходит спустя значительное время после того, как дождевые черви очнулись от зимнего сна и перешли к активной деятельности. Пробы, взятые во время половодья, показывают, что черви в этот период находятся на местах своего постоянного обитания. Они подвижны, и численность популяции не снижается после спада воды. В.Тишлер делает попытку объяснения факта столь долгого, но безвредного пребывания червей под водой: например, *A. clorotica* образует в затопляемых почвах v-образные ходы, которые не заполняются водой.

По нашим наблюдениям, черви выползают на поверхность земли в условиях лесов Московской области под действием не только дождевых, но и талых вод. Однако при воздействии талой воды не отмечалось гибели червей после выползания, возможно, оно имеет биологическую целесообразность пассивного расселения – черви разносятся с током воды. Расселение дождевых червей в агроценозах при помощи токов воды неоднократно описано: Н.А.Димо, А.Л.Бродский и Е.С.Кирьянова отмечали расселение их по системе оросительных каналов в условиях Средней Азии, а И.А.Четыркина – вдоль долины р.Камы. Интересным представляется и тот факт, что хотя имеется целый ряд амфибиотических форм дождевых червей, обитающих в переувлажненных, болотистых почвах и в донных грунтах водоемов (*Eiseniella tetraedra* и др.), описанный видовой состав червей на дне спущенного рисового чека был таким же, как в полевых агроценозах.

Нельзя согласиться и с точкой зрения, что дождевые черви выползают на поверхность почвы из-за нехватки или недостаточности кислорода. Так, Х.Е.Дольк и Ф.Пааув отмечали, что дождевые черви могут довольствоваться крайне невысоким содержанием кислорода в воде – 2,5%. Оригинальные опыты проведены Ф.Фоке. Червей помещали в стеклянный сосуд с почвой. Если его заливали водой, черви начинали бурно двигаться и скоро выползали. Если воду вводили не сверху, а снизу, результат был таким же. Если в закрытом сосуде с землей заменяли почвенный воздух азотом, то черви гибли, однако ни один не выходил на поверхность. А.И.Зражевский, анализируя

особенность поведения дождевых червей выползать во время дождя на поверхность почвы, отмечает: "Причина этого явления еще недостаточно выяснена".

Попытки объяснить это явление различны. В опытах с другими почвенными беспозвоночными – проволочниками – установлено, что они сравнительно хорошо переносят жизнь под водой, но очень быстро гибнут в почвах, обильно пропитанных водой. М.С.Гиляров пытается дать обоснование (на наш взгляд, не вполне удачное) этому факту: различие обусловлено тем, что во втором случае смена воды возле животного совершается гораздо медленнее и, кроме того, большая часть поверхности его покровов непроницаема для растворенного в воде кислорода ввиду плотного соприкосновения ее с твердыми частицами грунта. На наш взгляд, интересно мнение О.В.Чекановской о том, что "это стихийное бедствие наступает у червей только при комбинации каких-то условий, ближе неизвестных".

Ч.Дарвин пишет о том, что дождевые черви "крайне восприимчивы к свету. При этом свет действует только на передний конец тела". Современные исследования показывают, что вся поверхность тела червей покрыта светочувствительными клетками, особенно передний конец.

При культивировании видов, совершающих странствия, во избежание нежелательного для технологического процесса расползания червей из буртов, применяют освещение червариев в ночные часы, в том числе ртутными и кварцевыми лампами.

Вместе с тем, по нашим наблюдениям, *N. caliginosus* и *N. longus* выставляли часть своего тела из норы, когда было душно, невзирая на яркие солнечные лучи летних дней, а отдельные особи покидали норы и ползали по поверхности почвы. (Никакого контакта с водой или дождя не было). Сколь же сильна должна быть потребность в том, чтобы "подышать" всей поверхностью тела, если учесть, что рыболовные наставления рекомендуют при ночных сборах норников пользоваться слабым фонарем, так как черви чувствуют самый легкий свет и стараются уйти от него, скрываясь в своей норе.

Что же касается утверждения Ч.Дарвина о заболевании червей до их выползания на поверхность, здесь необходимо заметить следующее. Приведу два факта. В конце сентября 1993 г. на территории Московской области наступило похолодание: дождь, иногда со снегом, сильный ветер. И хотя дневная температура воздуха держалась около отметки 8°, общее восприятие погоды было очень негативным: всеми людьми субъективно чувствовался весьма сильный холод. Через несколько дней такой погоды в экспериментальной черварии кафедры экологии Тимирязевской академии началось массовое выползание червей из субстрата. Черви представляли собой совершенно здоровые популяции. Таким образом, мотивировка выползания червей их предварительным заболеванием в данном случае несостоятельна.

Для сравнения можно привести наблюдение в январе 1994 г. при аварии (отказ отопительной системы теплицы). Безоблачное небо обеспечивало, с одной стороны, в ночные часы температуру -16°, с другой стороны, стояла ясная, морозная погода, "легко дышалось", субъективное общее ощущение погоды было приятным. Невзирая на то, что температура в черварии опускалась гораздо ниже, чем в предыдущем случае, наблюдалось очень хорошее состояние вермикультуры, активные жизненные реакции червей, ни единого случая выползания червей не отмечалось. В обоих приводимых случаях различий в поведенческих реакциях красного калифорнийского и навозного червя не обнаружено.



Какие виды птиц поедают червей в природе и наносят наибольший ущерб вермикультуре?

О поедании дождевых червей птицами упоминает Ч.Дарвин: "Привычка червей располагаться неподалеку от поверхности ведет их к гибели в огромных количествах. Каждое утро в течение значительной части года разные виды дроздов и, в частности, черные дрозды... вытаскивают их из норок". Современные специалисты подтверждают, что главной пищей разных видов дроздов являются дождевые черви. Систематически уничтожают дождевых червей и другие птицы. Среди врагов дождевого червя Н.М.Городний с соавторами упоминают грачей и чаек. С.Старикович отмечает чайк и сов как хищников по отношению к дождевым червям. По данным Дж.Д.Блэйка, не менее чем у 45 видов птиц в желудках можно найти проглоченных червей. В.Дунгер при этом отмечает, что птицы охотятся не только за взрослыми червями, но и собирают с земли их яйцевые коконы. В.Тишлер перечисляет чибисов, грачей, скворцов и дроздов. При разведении червей в неволе большой вред наносят серые вороны, сильно расклеывая штабеля вермикультуры с поверхности.

А.И.Зражевский отмечает: "В почвах под лесом дождевые черви служат важным источником пищи для целого ряда лесных птиц. В лесах средних широт особенно много дождевых червей истребляют лесные кулики-вальдшнепы".

Но хотелось бы отметить следующее: нами не было отмечено ни одного случая, чтобы какие-либо птицы (даже вороны, тщательно охотящиеся за белковой пищей) поедали выползших червей.



|| **Что такое копролиты и как они выглядят в природе?**

Почва, заглатываемая червем, перетирается в его желудке с листьями и другими растительными остатками и насыщается веществами, выделяемыми различными железами.

В настоящее время для обозначения экскрементов дождевых червей применяется специальный термин "копролиты" (от греческих *kopros* – испражнение и *lithos* – окаменелость). Их видел каждый – это своеобразные кучки у норок дождевых червей. Благодаря деятельности известковых желез копролиты насыщены кальцием (табл. 10.1.2). Почвы Нечерноземной зоны России большей частью кислые и уже поэтому копролиты имеют большое значение для почвенного плодородия.

Таблица 10.1.2

Влияние дождевых червей на кислотность почвы: pH почвы и копролитов

Автор	Почва	Копролиты
С.И.Пономарева	6,2	6,8
О.П.Атлавините	4,9	5,2

Другое значение почвообразующего действия червей – создание зернистой структуры посредством копролитов, представляющих собой "структурные отдельныености".



|| **Задание 10.1.2.1.** Вы убедились, что pH копролитов выше, чем у исходной почвы. Однако копролиты – это сложные комплексы. Дайте этому объяснение и нарисуйте схему образования копролитов.

Итак, пронизанный друзьями биогенного кальцита копролит имеет каркас из неразложившихся остатков растений. Скелетированные изнутри растительными волокнами

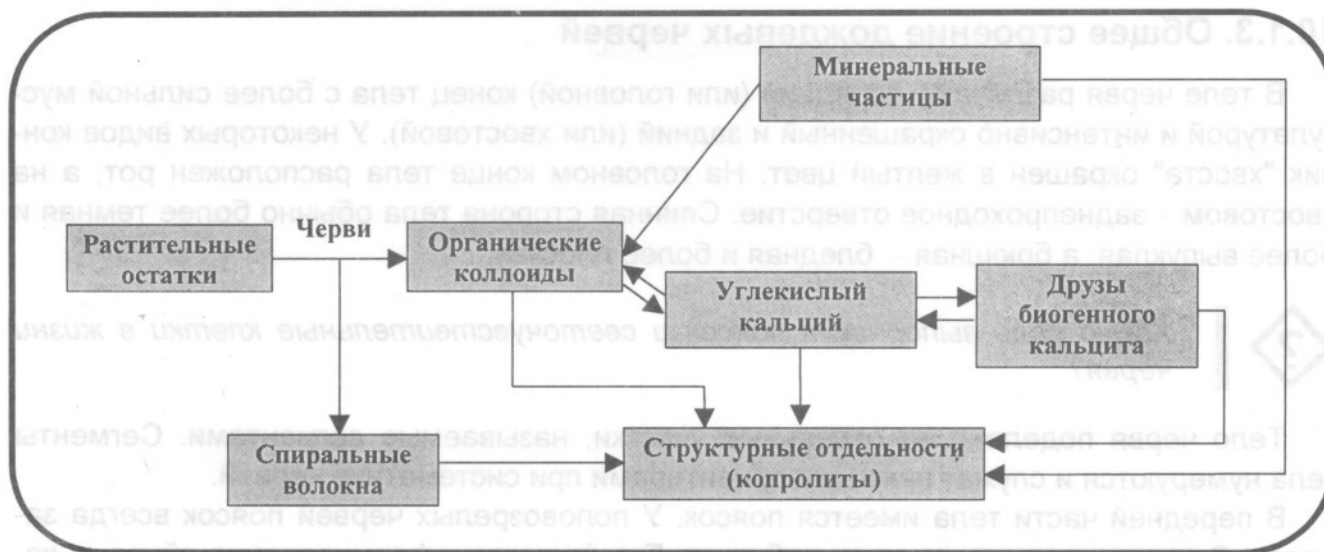


Рис. 10.1.1. Схема образования копролитов

копролиты имеют чрезвычайно высокую водопрочность, повышая почвенную устойчивость к эрозии (рис. 10.1.1).

О роли червей в почвообразовании впервые упоминает английский натуралист Г.Уайт: еще в 1789 г. он писал, что земля без дождевых червей была бы "холодной и непитательной". Хотя черви являются хладнокровными животными, их деятельность приводит к повышению температуры почвы. Так, находившиеся в условиях лаборатории черви в сосудах Митчерлиха повышали температуру субстрата на 0,93° (с червями – 21,42°, без червей – 20,49°) при плотности заселения 16 червей на 1 дм³ субстрата.

Если мы возьмем в руку образец навоза, зачастую от него будет тянуть холодом. После деятельности навозных червей масса наощупь будет теплой, "живой".

При жизнедеятельности червей отмечается и другой аспект: дезодорационный. Читатель знает, как пахнет навоз. Но если запустить в него навозных червей, через два дня он будет пахнуть сырой землей. Черви обладают удивительной особенностью "превращать все зловонное в благоухание".

Черви переводят тяжелые металлы в трудноусвояемую для сельскохозяйственных культур форму.

Итак, черви являются уникальным, ничем не заменяемым фактором природы.



Какова легенда происхождения калифорнийского червя?

В 1918 г. медик Т.Баррет встретил во Франции крестьянина, который собирал что-то с земли в мешок. Когда Баррет, заинтересовавшись, спросил, что он делает, тот ответил, что собирает выделения червей – ни с чем не сравнимое удобрение. Будучи владельцем фермы в США Баррет задался целью – сделать из червя домашнее животное. И эта цель увенчалась успехом! Он разработал технологию выращивания червей и вывел свою породу червя, которая известна сейчас как красный калифорнийский червь ("калифорнийский гибрид").

10.1.3. Общее строение дождевых червей

В теле червя различают передний (или головной) конец тела с более сильной мускулатурой и интенсивно окрашенный и задний (или хвостовой). У некоторых видов кончик "хвоста" окрашен в желтый цвет. На головном конце тела расположен рот, а на хвостовом – заднепроходное отверстие. Спинная сторона тела обычно более темная и более выпуклая, а брюшная – бледная и более плоская.



Какую роль выполняют поясок и светочувствительные клетки в жизни червя?

Тело червя поделено на отдельные участки, называемые сегментами. Сегменты тела нумеруются и служат важными ориентирами при систематике червей.

В передней части тела имеется поясок. У половозрелых червей поясок всегда заметен. В период размножения он набухает. Его функция – формирование яйцевых коконов.

На брюшной стороне тела, впереди от пояса расположены половые отверстия: пара мужских и пара женских. Мужские и женские органы находятся у дождевых червей в одной особи: все они – гермафродиты. Половозрелые особи обоюдно оплодотворяют друг друга.

Тело червя покрыто светочувствительными клетками. Их больше на спинной части тела и на головном конце. Черви чувствуют малейший свет. На ультрафиолетовые лучи они реагируют особенно болезненно. Это важно учитывать при разведении червей в неволе: работы по заселению червей лучше проводить в пасмурную погоду или в вечерние часы, только что разрытые субстраты с открывшимися червями прикрывать газетами или бывшим в употреблении тарно-упаковочным картоном.

Осязание у червей развито очень сильно. Они чувствительны к малейшим сотрясениям и вибрации почвы. Ч.Дарвин описывает поведение чибиса, который бил одной ногой по земле и собирал выползших на поверхность червей. Известен случай, когда из-за вибрации здания (промышленный цех) вымерла находящаяся в подвалах разводка червей при попытке культивирования.



Как развито обоняние у червей? В чем суть "метода снятия"?

Что касается неоднократно упоминаемого Ч.Дарвином утверждение о том, что обоняние червей развито слабо, по этому поводу можно отметить следующее.

По утверждению Ч.Дарвина, обоняние у червей развито слабо, как, вероятно, у всех почвенных животных. В.Тишлер, говоря например, о кроте, отмечал: "Запахи он распознает лишь с расстояния 5 см". Вероятно, для всех, в общем, почвенных животных целесообразно слабое восприятие запахов.

Вместе с тем, наиболее хорошо себя зарекомендовавший в вермикультуре способ отделения червей от субстрата – "метод снятия" – заключается в следующем. Выдержанным без подкормки червям подкладывают хорошего качества навоз слоем 12 см, в который заползают черви. Уже за двое суток до 70% популяции червей заползает в новый навоз. Таким образом, ориентируясь преимущественно по запаху,

***Eisenia foetida* чувствуют навоз с некоторого расстояния. Можно предвидеть возражения о сильном запахе навоза. Это будет соответствовать представлению о роли *Eisenia foetida* в природе как своеобразной группы быстрого реагирования на экскременты с целью их уничтожения – функции копрофагов, санитаров и дезодораторов.**

Однако А.М.Игонин советует для отделения червей от субстрата использовать солому, пропитанную патокой, т.е. смесью, почти не имеющей запаха, а в нашей практике аналогичный эффект дает использование смеси листового опада и вареных измельченных отходов овощей. По нашим наблюдениям, *Eisenia foetida* чувствуют подкормку с большого расстояния.

Это может рассматриваться как дополнительное основание для включения *Eisenia foetida* в особую экологическую группу: слабое восприятие запахов характерно для дождевых, но не для навозных червей.

Чувство вкуса развито у червей очень тонко.

10.1.4. Морфология дождевых червей

Пигментация *Lumbricidae* может быть пурпурной, бурой, различных оттенков зеленой.

Тело червя разделено на сегменты. Размер тела и количество сегментов у особей одного вида часто сильно варьируют.

На первом сегменте у дождевых червей находится ротовое отверстие, над которым нависает так называемая головная лопасть (рис. 10.1.2).

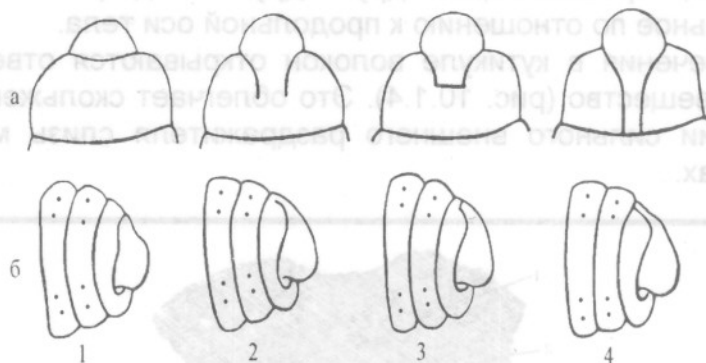


Рис. 10.1.2. Форма головной лопасти: а) вид сверху; б) вид сбоку; 1 – пролобическая; 2 – эпилобическая открытая; 3 – эпилобическая закрытая; 4 – танилобическая

Форма головной лопасти является важным признаком классификации червей. Танилобическая и закрытая эпилобическая лопасти свойственны червям, ведущим более активный образ жизни и питающимся слаборазложившейся пищей.

В качестве таксономических признаков используется также ряд особенностей полового аппарата: расположение половых отверстий, семяприемника и пояска.

Мужские половые отверстия окружены железистыми выпуклостями, которые содержат большое количество сосудов, во время спаривания наполняющихся кровью.

У дождевых червей имеются семяприемники, роль которых будет освещена в разделе "Размножение навозных червей". Семяприемников бывает 2 или 3 пары; они могут быть сбоку, на брюшной стороне, а у рода *Eisenia* сдвинуты на спинную сторону, вплоть до средней линии.

Другим важным признаком таксономии дождевых червей является расположение щетинок (рис. 10.1.3). Щетинки, начиная от брюшной стороны к спинной, обозначаются латинскими буквами.

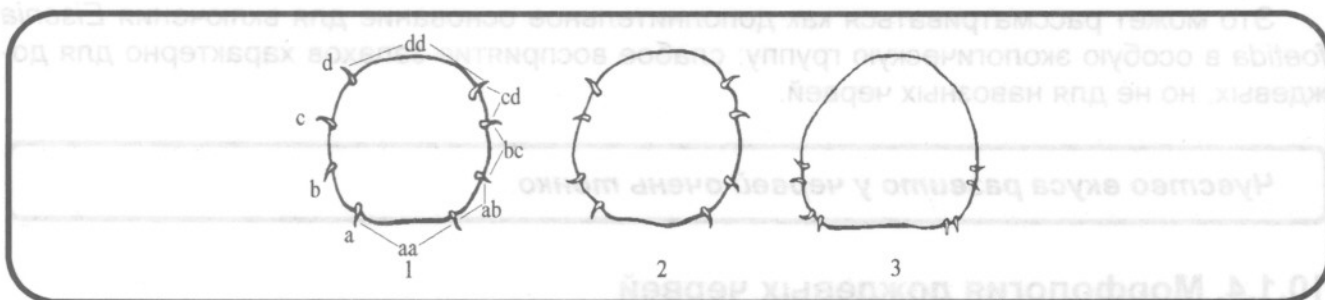


Рис. 10.1.3. Расположение щетинок: 1 – не сближены; 2 – слабо сближены попарно; 3 – сильно сближены попарно

10.1.5. Анатомия дождевых червей

Тело дождевых червей покрыто однослойным эпителием. В нем имеются поддерживающие, железистые и камбиальные клетки. Кутикула состоит из двух систем параллельных волокон, пересекающихся друг с другом под прямым углом. Направление волокон – диагональное по отношению к продольной оси тела.

В местах пересечения в кутикуле волокон открываются отверстия желез, выделяющих слизистое вещество (рис. 10.1.4). Это облегчает скольжение червя в субстрате. При воздействии сильного внешнего раздражителя слизь может выделяться в больших количествах.

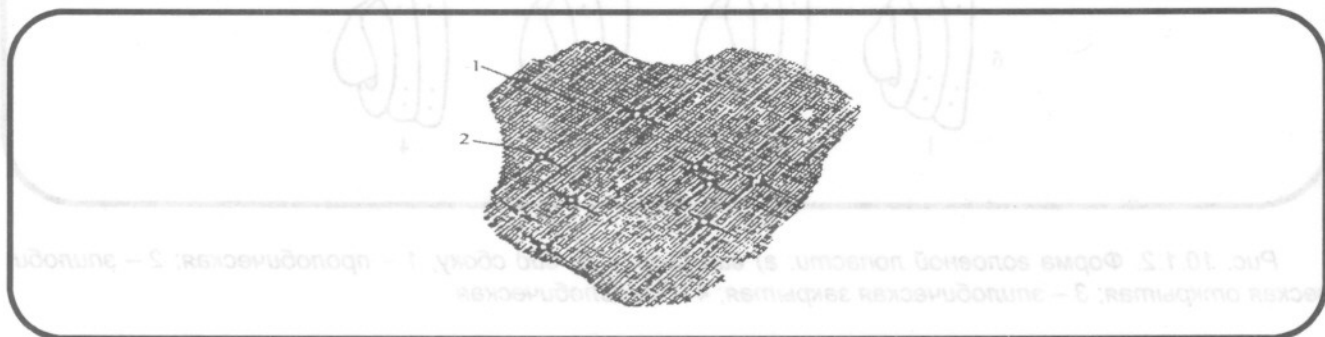


Рис. 10.1.4. Кутикула дождевого червя (по Штольте): 1 – волокна кутикулы; 2 – отверстия желез

Из поверхности тела выступают щетинки, выполняющие важную функцию при движении. Внутренним концом щетинка глубоко погружена в тело червя (рис. 10.1.5). Щетинки помещаются в щетинковых мешках. В течение жизни червя происходит возобновление щетинок из клеток дна щетинкового мешка.

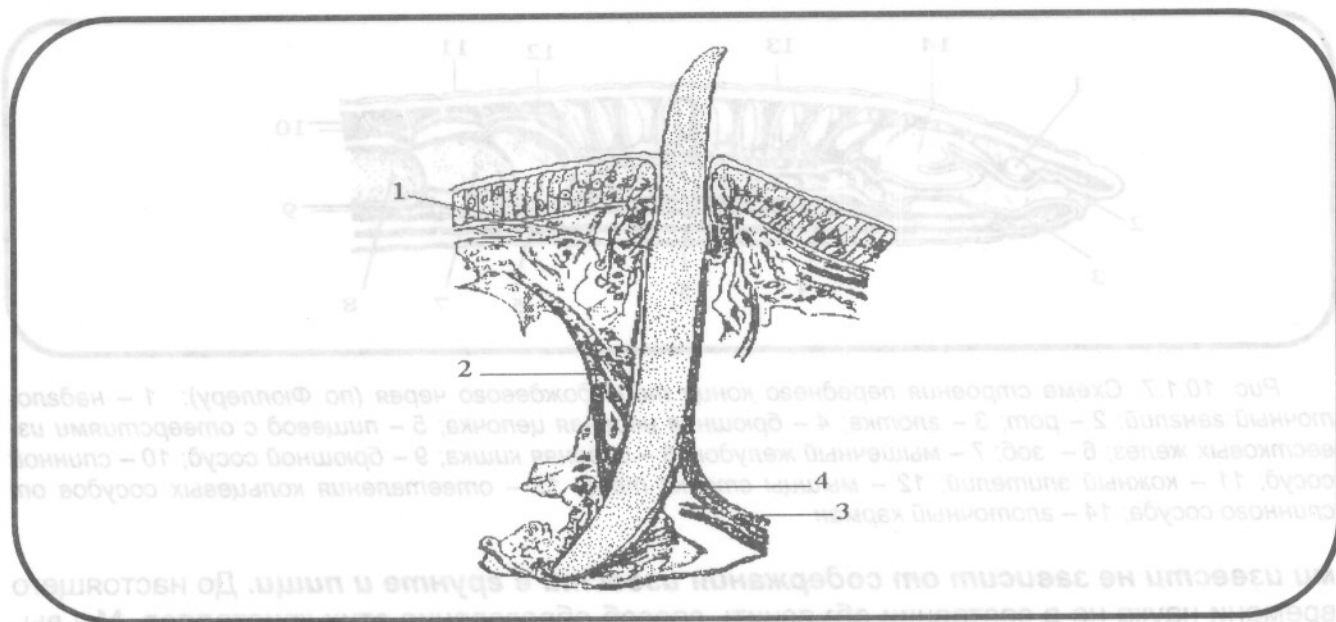


Рис. 10.1.5. Щетинковый мешок дождевого червя в продольном разрезе (по Штольте): 1 – узелок; 2, 3 – мышцы; 4 – стенка щетинкового мешка

Мускулатура червей залегает под эпителием. Сперва идет слой кольцевых мышц, сокращением которых варьируется изменение величины тела червя в диаметре. Далее следует слой продольной мускулатуры, которой обеспечивает растягивание и сжатие червя в длину (рис. 10.1.6).

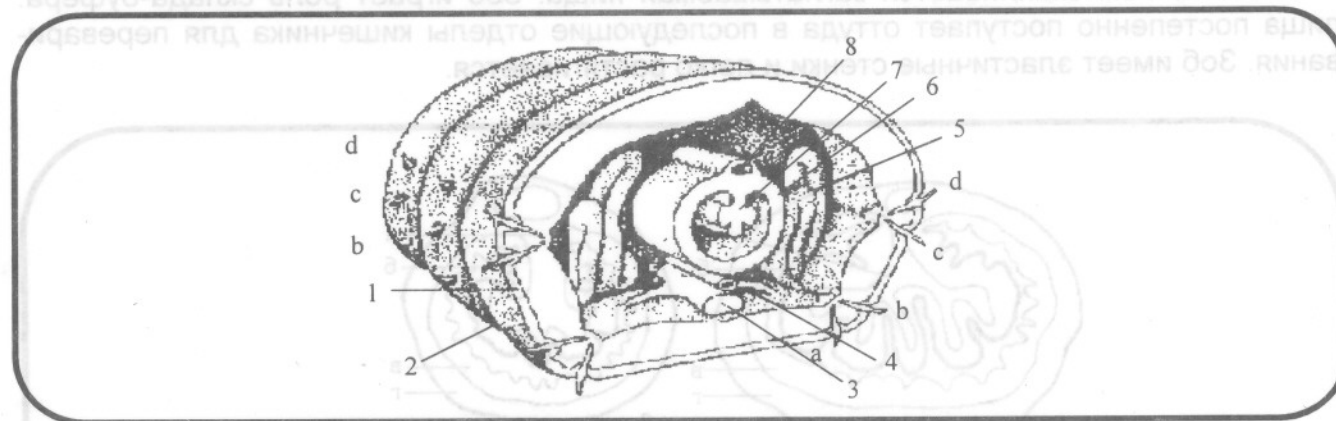


Рис. 10.1.6. Общая схема строения дождевого червя (по Фюллеру): 1 – эпидермис; 2 – кожно-мускульный мешок; 3 – брюшная нервная цепочка; 4 – брюшной кровеносный сосуд; 5 – нефридий; 6 – кишечник; 7 – тифлозоль; 8 – спинной кровеносный сосуд; a-d – щетинки

10.1.6. Пищеварение дождевых червей

Дождевые черви имеют как желудочное, так и внежелудочное пищеварение. Глоточные железы вырабатывают жидкость, подобную панкреатическому соку. Черви смачивают ею органические остатки. Выпускаемая червями изо рта жидкость очень активна: растительные ткани скоро буреют и мацерируются под ее действием. После этого черви высасывают мягкие полуразложившиеся ткани.

Глотка переходит в пищевод (рис. 10.1.7). **В пищевод впадают 1-3 пары известковых желез. Они вырабатывают биогенный кальцит. Выработка червя-**

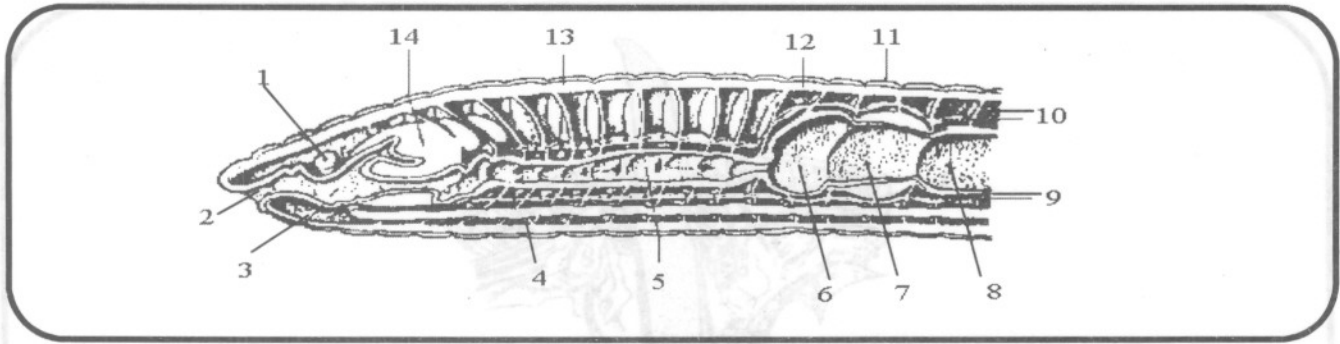


Рис. 10.1.7. Схема строения переднего конца тела дождевого червя (по Фюллеру): 1 – надглоточный ганглий; 2 – рот; 3 – глотка; 4 – брюшная нервная цепочка; 5 – пищевод с отверстиями известковых желез; 6 – зуб; 7 – мышечный желудок; 8 – средняя кишка; 9 – брюшной сосуд; 10 – спинной сосуд; 11 – кожный эпителий; 12 – мышцы стенки тела; 13 – ответвления кольцевых сосудов от спинного сосуда; 14 – глоточный карман

ми известны не зависят от содержания известии в грунте и пищи. До настоящего времени наука не в состоянии объяснить способ образования этих кристаллов. Мы выдвигаем предположение, что дождевые черви синтезируют биогенный кальцит из углекислого газа воздуха.



В чем особенности строения желудка у червей?

За пищеводом находится объемистое расширение кишечной трубки, так называемый зуб. В нем скапливается заглатываемая пища. Зуб играет роль склада-буфера: пища постепенно поступает оттуда в последующие отделы кишечника для переваривания. Зуб имеет эластичные стенки и легко растягивается.

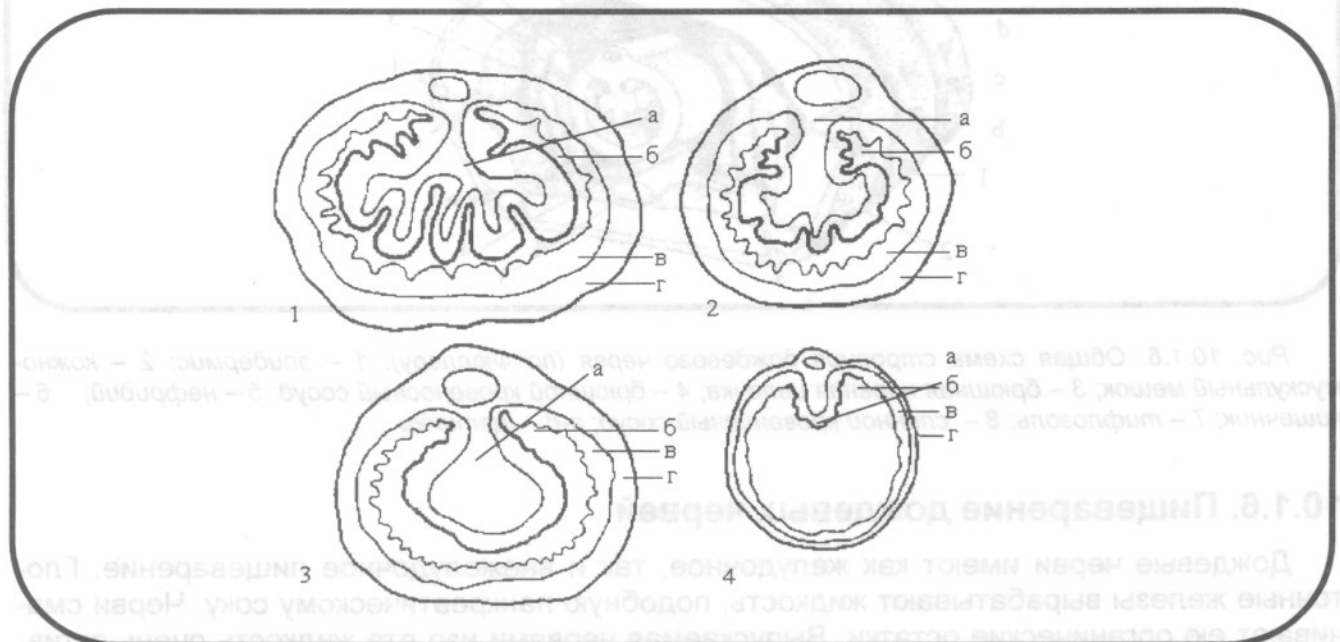


Рис. 10.1.8. Тифлозоли дождевых червей: а – тифлозоли; б – просвет кишечника; в – стенка средней кишки; г – хлорогеновая ткань. 1 – *Nicodrilus caliginosus*, 2 – *N. roseus*, 3 – *Lumbricus terrestris*, 4 – *Dendrobaena octaedra*

Непосредственно к зобу примыкает желудок. Строение желудка дождевых червей Ч.Дарвин описывает следующим образом: "Жевательный желудок выстлан **гладкой толстой хитиновой кожицей**. Все виды, поглощающие землю, имеют жевательный желудок, который снабжен такой плотной хитиновой оболочкой, что Перрье говорит о ней как о "настоящей броне". Жевательный желудок окружен сильными поперечными мускулами, которые приблизительно в десять раз толще продольных мускулов..., они энергично сокращаются. В желудке и в кишках песчинки и камешки до 2 мм в диаметре, служащие для измельчения пищи. Подобно тому, как куриные и страусовые птицы глотают камни, чтобы помочь размельчению пищи, по-видимому, к тому же способу прибегают и живущие в земле дождевые черви". За желудком следует средняя кишка. У червей, относимых нами к группе собственно-почвенных, она имеет особое строение: продольную складчатость, благодаря которой резко увеличивается всасывающая поверхность кишечника, в связи с тем, что собственно-почвенные черви питаются столь низкокалорийной пищей, как почвенный перегной. Для сравнения (рис. 10.1.8) – тифлозоль (складчатость) у видов, питающихся листовым опадом – пищей, гораздо более калорийной, слабо выражен.

10.1.7. Размножение навозных червей

Как было сказано выше, мужские и женские половые органы находятся у червей в одной и той же особи: все они – гермафродиты.

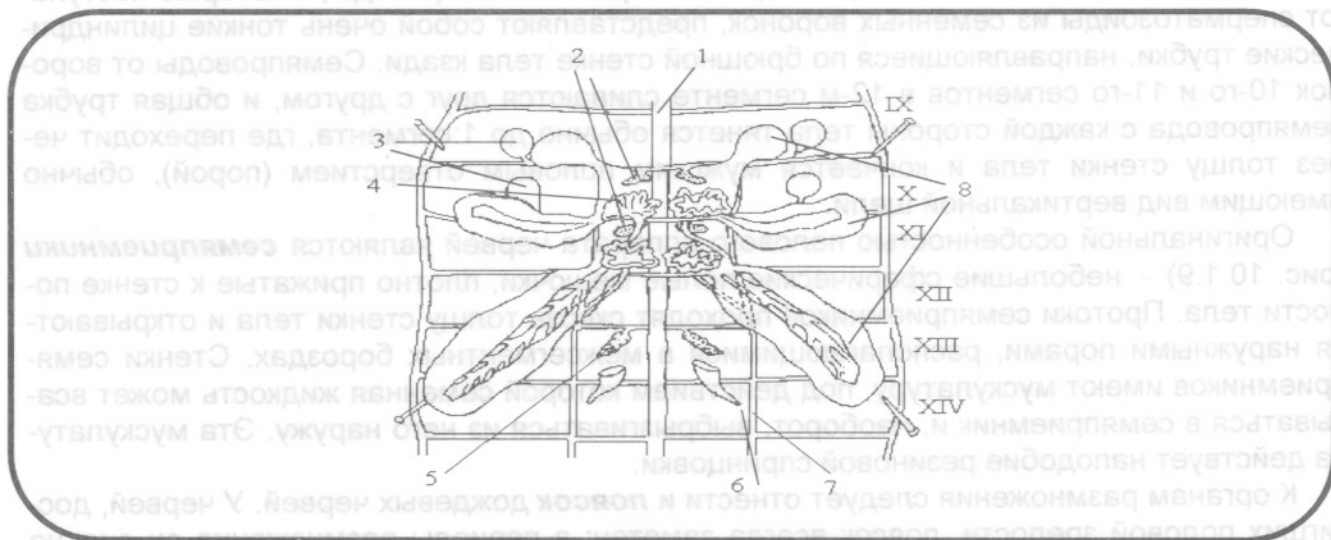


Рис. 10.1.9. Схема строения половой системы: 1 – нервная система; 2 – семенники; 3 – семяприемники; 4 – передняя и задняя семенные воронки; 5 – яичник; 6 – яйцевая воронка и яйцевод; 7 – семяпровод; 8 – семенные мешки; IX–XIV – 9 – 14-й сегменты

Яйца образуются в паре очень маленьких **женских половых желез – яичниках**, которые укреплены на перегородке между 12-м и 13-м сегментами с брюшной стороны (рис. 10.1.9). Яичники очень малы и просто устроены. Они представляют собой комплексы развивающихся яиц; наиболее ранние стадии развития находятся в части, прилегающей к межсегментной перегородке, где яичник состоит из мелких клеток. Наиболее крупные клетки находятся на свободном конце яичника, обращенном в полость тела. Здесь яйцевые клетки достигают своих окончательных размеров (около 0,1 мм в поперечнике) и падают в полость тела. Яйца почти прозрачны, так как в их протоплаз-

ме имеется очень небольшое количество зерен питательного материала – желтка. (Снабжение развивающегося зародыша питательным материалом, как мы увидим ниже, будет происходить при помощи белка яйцевого кокона.)

Яйца заканчивают созревание в яйцевых мешках – слепых мешковидных выступах межсегментных перегородок, в которые попадают яйца, оторвавшиеся от задней части яичника.

Через короткие яйцеводы яйца выводятся наружу, которые начинаются яйцевыми воронками в 13-м сегменте, затем прободают перегородку между 13-м и 14-м сегментами и открываются на брюшной стороне 14-го сегмента. Яйцевые воронки снабжены ресничками, благодаря движению которых яйца улавливаются из яйцевых мешков и в нужный момент (во время образования яйцевого кокона) выводятся наружу.

Мужские половые железы (семенники) – также очень малы. В числе двух пар они помещаются на перегородках между 9-м и 10-м сегментами и между 10-м и 11-м. Мужские половые клетки – сперматозоиды – только начинают развитие в этих крошечных маленьких тельцах. Комплексы будущих сперматозоидов в виде микроскопических комочков округлых клеток падают в полость тела и оттуда попадают в семенные мешки, представляющие собой объемистые разрастания межсегментных перегородок. Количество, форма, расположение и относительные размеры семенных мешков варьируют и служат важным признаком систематики червей. Для выведения сперматозоидов наружу служат семенные воронки и семяпроводы (рис. 10.1.9). Семенные воронки обычно крупные; они хорошо заметны при вскрытии червей. Семяпроводы, в которые поступают сперматозоиды из семенных воронок, представляют собой очень тонкие цилиндрические трубки, направляющиеся по брюшной стенке тела кзади. Семяпроводы от воронок 10-го и 11-го сегментов в 12-м сегменте сливаются друг с другом, и общая трубка семяпровода с каждой стороны тела тянется обычно до 1-го сегмента, где переходит через толщу стенки тела и кончается мужским половым отверстием (порой), обычно имеющим вид вертикальной щели.

Оригинальной особенностью полового аппарата червей являются **семяприемники** (рис. 10.1.9) – небольшие сферические полые мешочки, плотно прижатые к стенке полости тела. Протоки семяприемников проходят сквозь толщу стенки тела и открываются наружными порами, располагающимися в межсегментных бороздах. Стенки семяприемников имеют мускулатуру, под действием которой семенная жидкость может всасываться в семяприемник и, наоборот, выбрызгиваться из него наружу. Эта мускулатура действует наподобие резиновой спринцовки.

К органам размножения следует отнести и **поясок** дождевых червей. У червей, достигших половой зрелости, поясок всегда заметен; в периоды размножения он сильно набухает, его функция – формирование яйцевых коконов. Клетки пояска трех типов (рис. 10.1.10):

- ➔ относительно мелкие клетки, не содержащие зерен – слизистые клетки;
- ➔ клетки средней величины, содержащие крупные зернышки, образующие оболочку яйцевого кокона;
- ➔ огромные мелкозернистые клетки, вырабатывающие белковое вещество, составляющее содержимое яйцевого кокона и служащее для питания развивающихся эмбрионов.

Спаривание происходит следующим образом. Два червя сближаются передними концами и, двигаясь навстречу друг другу, плотно соприкасаются брюшными сторонами в области передних 30–40 сегментов. Долгое время (до 1 часа) у обоих партнеров

наблюдается скольжение вперед и назад и обильное слизиотделение. Вокруг каждого червя образуется замкнутая трубка из слизи. Затем черви плотно слипаются брюшными сторонами таким образом, что сегменты с 9 по 11, в которых расположены семяприемники одного партнера, располагаются против пояска другого партнера. Затем железы, расположенные на брюшной стороне 9–11 сегментов обеих червей, начинают усиленно выделять особое густое клейкое белое вещество, облегающее со всех сторон сегменты семяприемников одного партнера и сегменты пояска другого партнера. Сегменты пояска плотно присасываются к телу партнеров валиками зрелости и между последними образуется желобок, в который погружается область тела 9–11 сегментов другого червя. В этих местах тело обеих червей перехвачено как бы двумя перевязками. Железистые подушки 15-го сегмента, на котором находятся мужские половые отверстия, сильно набухают, наполняясь кровью, а на пространстве от 15-го сегмента до конца пояска появляются с каждой стороны тела глубокие складки – семенные бороздки. Образование семенных бороздок происходит под действием особой мускулатуры, расположенной в стенке тела. В эти бороздки из мужских половых пор изливается семенная жидкость, которая движется назад по телу червя по направлению к пояску. Достигнув уровня отверстий семяприемников другого партнера, семенная жидкость изливается туда.

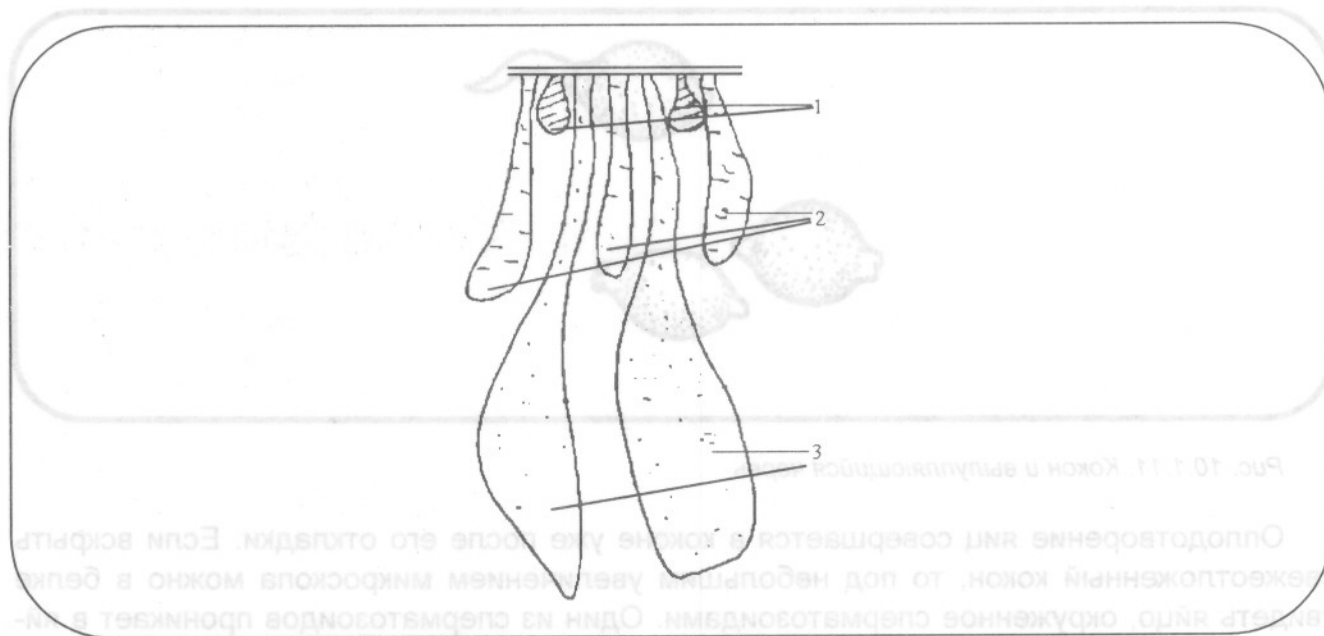


Рис. 10.1.10. Кожный эпителий в области пояска: 1 – слизистые клетки; 2 – крупнозернистые железы; 3 – мелкозернистые железы



В чем суть процесса образования кокона? Какова продолжительность образования кокона?

Образование коконов – акт, не зависящий от спаривания. Процесс откладки кокона также начинается с образования слизистой трубки на участке тела примерно от 8 до 35 сегмента. Эта трубка захватывает все половые отверстия и поясок. Железы пояска начинают усиленно функционировать, причем наибольшее значение имеет деятельность зернистых клеток. Крупнозернистые клетки выделяют вещество оболочки будущего кокона. Сначала оболочка кокона представляет собою не что иное, как совершенно прозрачную коллоидную пленку, расположенную под слизистой трубкой и – охваты-

вающую всю поверхность пояска. Под нею быстро накапливается густая опалесцирующая жидкость (выделение мелкозернистых клеток пояска) – содержимое кокона, представляющее собою питательный материал для яиц, откладываемых в кокон, так называемый белок яйцевых коконов. Процесс выделения жидкостей, образующих кокон, совершается поразительно быстро – в течение 1–2 минут. Затем по телу червя начинают пробегать характерные волны сокращения мускулатуры от пояска к переднему концу, при этом червь остается на месте. Образующийся кокон в виде белого толстого кольца некоторое время находится у переднего края пояска, а затем начинает довольно быстро перемещаться, медленно вращаясь, к переднему концу тела (движение носит винтообразный характер). При прохождении кокона через 12-й сегмент в его белок поступают из яйцеводов зрелые яйца, а при прохождении кокона через сегменты с парами семяприемников туда впрыскивается семенная жидкость, полученная при спаривании от другой особи. Весь процесс образования кокона занимает 3–4 минуты. Только что сброшенный через "голову" кокон оказывается таким образом как бы одет снаружи в слизистую длинную трубку. На воздухе кокон быстро темнеет и твердеет (рис. 10.1.11).

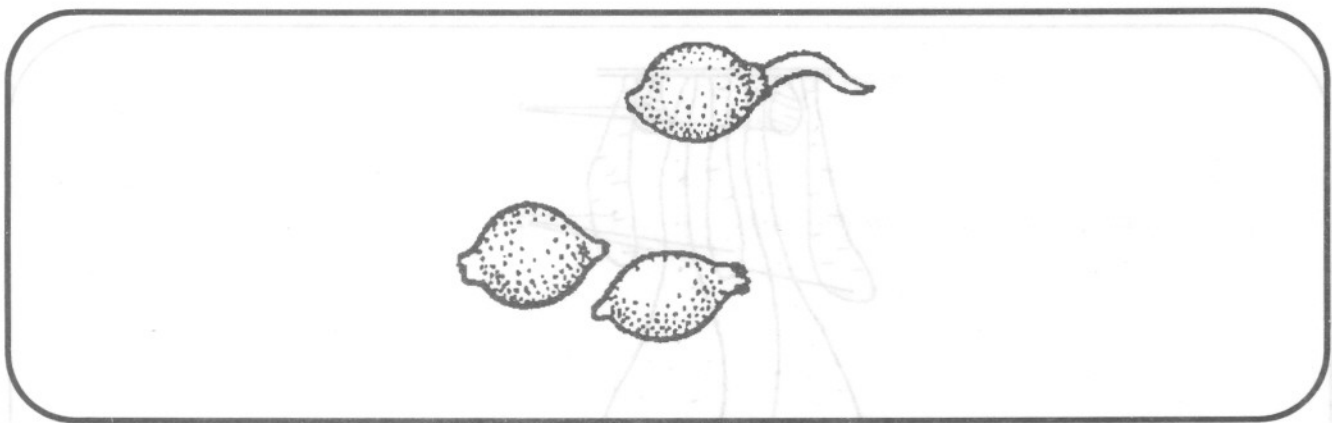


Рис. 10.1.11. Кокон и вылупляющийся червь

Оплодотворение яиц совершается в коконе уже после его откладки. Если вскрыть свежее отложенный кокон, то под небольшим увеличением микроскопа можно в белке увидеть яйцо, окруженное сперматозоидами. Один из сперматозоидов проникает в яйцо.

Развитие начинается с того, что оплодотворенная яйцевая клетка многократно делится (рис. 10.1.12).

В результате этого процесса возникает двуслойная пластинка, состоящая из клеток. Клетки будущего кишечника уже на этой стадии развития начинают поглощать окружающую их белковую массу, содержащуюся в коконе. Затем образуется своеобразная сферическая личинка, приспособленная для жизни только внутри яйцевого кокона. У нее имеется кишечник с ротовым и глоточным аппаратом, при помощи которого белковая жидкость накачивается в кишечник и, растягивая его, быстро увеличивает объем личинки во много раз. Нагнетание белковой жидкости в кишечник осуществляется под действием ресничек, а обратный выход ее не нужен, так как белковая жидкость всасывается клетками кишечника без остатка (рис. 10.1.13).

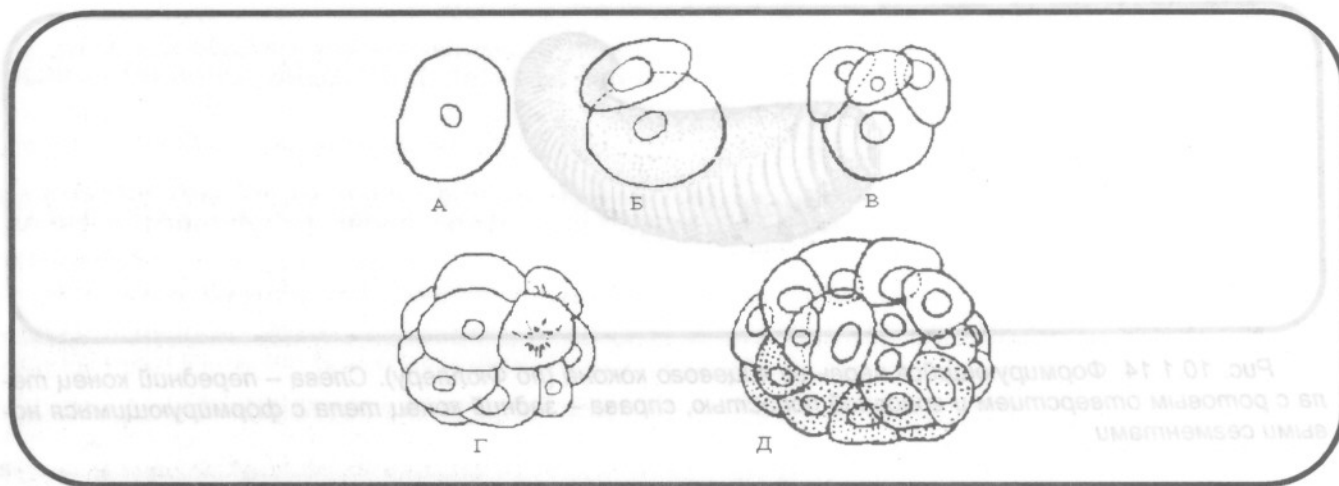


Рис. 10.1.12. Деление яйца дождевых червей: А – яйцо до дробления, Б – стадия 2 клеток; В – стадия 4 клеток; Г – стадия 12 клеток; Д – более поздняя стадия дробления яйца (пунктиром обозначены клетки, образующие стенку кишечника)

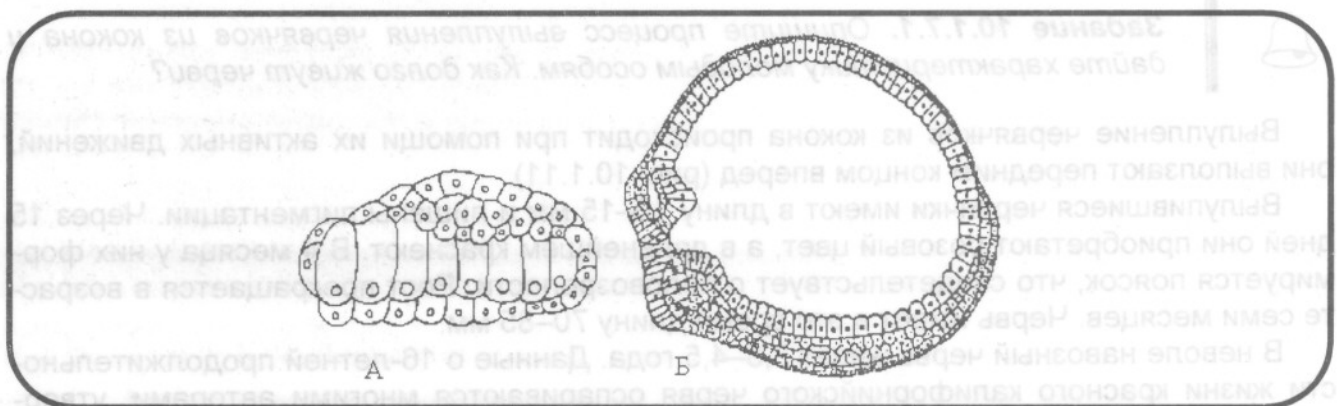


Рис. 10.1.13. Зародыш и личинка дождевого червя: А – плоский зародыш; Б – личинка, питающаяся белком кокона: слева – ротовое отверстие, внутри личинки – полость кишечника

Сферическая личинка вытягивается и постепенно приобретает червеобразную форму. На ней становятся видимыми границы между сегментами, размеры которых убывают по направлению назад, так как образование новых сегментов происходит на заднем конце личинки. Спинная сторона формирующегося червя развивается медленнее, чем брюшная. Поэтому вытянутые зародыши скоро приобретают характерную форму запятых, тело их сильно прогнуто в спине. По мере роста они постепенно приобретают цилиндрическую форму и у них формируются все органы, кроме полового аппарата, который появляется у взрослого червя. Полное количество сегментов, характерное для данного вида, образуется еще в коконе (рис. 10.1.14).

Способность к активному движению черви получают очень рано. Сначала они двигаются внутри кокона при помощи ресничек. Затем возникают конвульсивные сокращения мускулатуры. Во вторую половину периода развития внутри кокона появляются типичные для них "червеобразные" перистальтические движения.

Белок яйцевого кокона по мере развития зародышей разжижается. В начале развития он представляет собой густую клейкую массу, сферическую личинку окружает капля более жидкого белка. Количество жидкости в белке постепенно возрастает, и к концу развития червячки плавают в прозрачной жидкости.

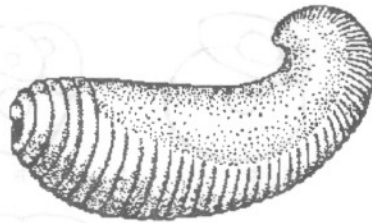


Рис. 10.1.14. Формирующийся червь из яйцевого кокона (по Фюллеру). Слева – передний конец тела с ротовым отверстием и головной лопастью, справа – задний конец тела с формирующимися новыми сегментами

Оболочка коконов играет роль барьера, но она хорошо проницаема для воды и солей, что имеет большое значение для жизни зародышей. На этом основан один из методов селекции культивируемых червей, о чем будет сказано ниже.



Задание 10.1.7.1. Опишите процесс вылупления червячков из кокона и дайте характеристику молодым особям. Как долго живут черви?

Вылупление червячков из кокона происходит при помощи их активных движений, они выползают передним концом вперед (рис. 10.1.11).

Вылупившиеся червячки имеют в длину 10–15 мм и лишены пигментации. Через 15 дней они приобретают розовый цвет, а в дальнейшем краснеют. В 4 месяца у них формируется поясok, что свидетельствует о половозрелости. Рост прекращается в возрасте семи месяцев. Червь имеет в это время длину 70–85 мм.

В неволе навозный червь живет 3,5–4,5 года. Данные о 16-летней продолжительности жизни красного калифорнийского червя оспариваются многими авторами, утверждающими, что эти сведения носят рекламный характер.

10.1.8. Регенерация червей

Дождевым червям в значительной мере свойственна способность к регенерации, т.е. восстановлению утраченных частей тела. Головной конец восстанавливается при утрате спереди не более 15 сегментов, **причем сколько бы сегментов ни было отрезано, восстанавливается только четыре**. Сама отрезанная передняя часть не восстанавливает задней и погибает; в редких случаях (рис. 10.1.15) изолированные 5–6 головных сегментов восстанавливают вторую голову, т.е. получается нежизнеспособный организм, который также погибает.



Рис. 10.1.15. Регенерация дождевого червя

При отрезании заднего конца тела регенерируется всегда хвостовой конец, даже если оставлено только 30 передних сегментов (в редких случаях и при меньшем числе их). После заживления раны через полторы-две недели появляется регенерат, размерами и цветом напоминающий червячка, только что вышедшего из яйцевого кокона. Он тем длиннее, чем большее количество сегментов было отрезано. Регенерат растет в длину и толщину, и через полтора-два месяца червь становится неотличим от нормального.

Можно отметить, что хотя способность к регенерации у дождевых червей выражена гораздо лучше, чем у позвоночных, по сравнению с низшими формами малоцетинковых червей Lumbricidae восстанавливают утраченные части реже и гораздо медленнее.

При разрезании червя пополам передняя половина восстанавливает хвостовой конец, головной конец на задней половине тела не восстанавливается.

Возможна патологическая регенерация: на задней половине может восстанавливаться второй хвост. Такие уродливые формы гибнут.

Интересно описание В.Тишлером роли крота по отношению к дождевым червям: "Пища европейских кротов складывается из дождевых червей и личинок насекомых в равной пропорции. Лишь на бедных маломощных почвах личинки насекомых составляют более половины их рациона. Кроты питаются почти исключительно дождевыми червями в нейтральных перегнойных почвах, где доля других животных в их рационе значительно сокращается". Аналогичное мнение высказывает С.Старикович: "В Средней полосе половину рациона крота составляют дождевые черви".



|| В чем особенности "охоты" кротов на червей?

Подземное жилище крота устроено сложно, норы его имеют различные функции. Так, в частности, говоря о хищничестве его по отношению к дождевым червям, можно упомянуть длинные ходы, так называемые галереи и кладовку. Черви, привлеченные мускусным запахом, который выделяет крот, заползают в галереи. Совершая утреннюю прогулку по галереям, крот собирает их. Он надгрызает передние концы тела червей и складывает их в кладовку, обеспечивая запас свежей пищи. Лишенные возможности зарыться в грунт, черви терпеливо ждут, регенерируя передние концы тела. Однако крот не даст им возможности восстановить утраченные сегменты: он съест их ранее. Крот, попавший в штабель вермикультуры, способен нанести его населению очень большой урон.

10.2. КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ ВИДЫ ЧЕРВЕЙ И СУБСТРАТЫ ДЛЯ ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЯ

10.2.1. Культивируемые виды червей

В неволе разводят в основном навозного и красного калифорнийского червя. Некоторые авторы упоминают работу с крупными норниками. Это более касается акклиматизации червей в тех регионах, где они не водились. При этом под лесные насаждения интродуцируют норников, а под сельскохозяйственные угодья – собственно-почвенных червей (Австралия, Нидерланды). В последнее время приобретают популярность ви-

ды из юго-восточной Азии (*Amyntas asiaticus*) и Африки (*Eudrilus eugeniae*). Они более крупные, чем навозный червь: *Amyntas asiaticus* достигает 12, а *Eudrilus eugeniae* 14 см. И хотя проводятся работы по введению в культуру таких видов, как *Pheretima sp.* (рис. 10.2.1), *Dendrobaena octaedra*, *Dendrobaena subrubrieunda*, *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus rubellus*, однако *Eisenia foetida* – основной культивируемый вид.

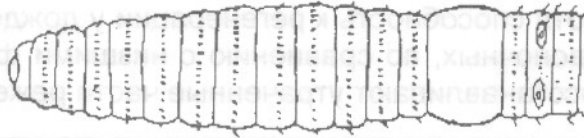


Рис. 10.2.1. Общий вид передней части тела *Pheretima diffringens*

Происхождение красного калифорнийского червя составляет коммерческую тайну. В западноевропейской литературе высказывалось предположение, что он получен в результате скрещивания *Lumbricus terrestris* и *Eisenia foetida*. Мы не разделяем этого мнения: слишком велика разница в биологии размножения норников и навозных червей.

Eisenia foetida foetida (Sarigny, 1826). Длина тела 40–130 мм, ширина 2–4 мм. Число сегментов 80–120. Окраска тела красновато-фиолетовая, пигментация может быть очень яркой: красной различных оттенков, бурой, фиолетовой, оранжево-розовой. Характерная черта – наличие на теле поперечных полос желтого цвета, особенно заметных, когда червь растягивается. У молодых экземпляров светлые межсегментные полосы могут быть незаметны. Головная лопасть эпилобическая. Спинные поры начинаются с межсегментной бороздки 4/5. Щетинки сильно сближены попарно. Щетинки ab 12-го сегмента, а также поясковых сегментов на папиллах. Мужские половые отверстия на 15-м сегменте, окружены большими железистыми полями, заходящими на соседние сегменты. Поясок с 26–27-го по 31–32-й сегмент. Пубертатные валики с 1/2 27–28-го (редко с 29-го) по 30–31-й сегмент. Четыре пары семенных пузырьков в 9–12-м сегментах. Две пары семяприемников в 9-м и 10-м сегментах, открываются в межсегментные бороздки 9/10 и 10/11 у линии спинных пор. Известковые железы слабо развиты.

В отличие от вышеуказанным образом окрашенного подвида *Eisenia foetida foetida* описан подвид навозного червя, имеющий однотонную окраску.

Eisenia foetida andrei (Bouche, 1972). Длина половозрелых червей 70–85 мм, ширина в области пояска 4–5 мм. Число сегментов 101–117. Имеется интенсивная пигментация красного цвета с малиновым оттенком, дорсо-латеральные стороны 9–12-го сегментов депигментированы. Головная лопасть (1/2) эпилобическая открытая. Спинные поры начинаются с межсегментной бороздки 4/5. Щетинки сильно сближены попарно за пояском aa:ab:bc:cd:dd=36:8:32:7:12. Женские половые отверстия расположены на 14-м сегменте, выше щетинок b; расстояние от щетинок b до женских половых отверстий составляет 0,15–0,2 мм. Мужские половые отверстия расположены на 15-м сегменте, железистые поля ограничены 15-м сегментом. Расстояние от щетинок b до мужских половых отверстий составляет 0,6–0,75 мм, на таком же расстоянии мужские половые отверстия удалены от щетинок c. Поясок занимает 26–32-й сегменты. Пубертатные валики расположены на 28–1/3 31 (реже на 29–31-м) сегментах. Сперматофоры встречаются на межсегментной бороздке 22/23. Четыре пары семенных пузырьков расположены в 9–12-м сегментах, их протоки открываются в межсегментные бороздки 9/10, 10–11 на

дорсальной стороне около линии спинных пор. Расстояние от отверстий семяприемников до линии спинных пор составляет 0,30–0,35 мм, а расстояние от отверстий семяприемников до линии щетинок d 2,0–2,1 мм. Дессипименты 6/7–8/9, 13/14, 14/15 утолщены. Известковые железы находятся в 11–13-м сегментах. Зоб занимает 15–16-й, а мускулистый желудок 17–18-й сегменты. Продольная мускулатура переходного типа. Распространение: Франция, Италия, Кавказ.

По своим анатомо-морфологическим признакам красный калифорнийский червь соответствует *Eisenia foetida andrei*. Его можно рассматривать как одомашненный подвид навозного червя. Давно разводимый в неволе, по сравнению с навозным червем, **красный калифорнийский червь является породой интенсивного типа**: более требовательной к условиям кормления и содержания и при соответствующем уходе дающий большую отдачу.



Какие школы по вермикультуре существуют на территории СНГ?

В настоящее время на территории СНГ сложились две школы вермикультуры. Первая – это расположенная на Западной Украине (г. Ивано-Франковск) ассоциация **"Биоконверсия"**, раньше других осуществившая массовый завоз через польскую границу красного калифорнийского червя. Вторая сосредоточена во Владимирской области, где расположен **Всероссийский научно-исследовательский, конструкторский и проектно-технологический институт торфа и органических удобрений (ВНИПТИОУ)**, координирующий работу по вермикультуре нашей страны. Здесь живет и трудится проф. А.М.Игонин, одним из первых в СССР начавший разводить навозных червей, здесь же находятся много фермерских хозяйств, разводящих червей, и коммерческих фирм, занимающихся вермикультурой (**БИОКОМ** и др.).

Первая школа ратует за разведение красного калифорнийского червя, а вторая утверждает, что "наш червь – ничем не хуже". Действительно, ученые Московского университета (МГУ им. М.В.Ломоносова) проехали с севера на юг всю территорию СССР от Мурманска до Средней Азии, повсюду отбирая образцы местных популяций навозного червя. Выяснилось в ходе сортоиспытания, что на территории нашей страны можно встретить популяции, вплотную по своим хозяйственно-полезным признакам приближающиеся к красному калифорнийскому червю. Во Владимирской области фактически каждая фирма и ферма разводит свою популяцию навозного червя.

Чью точку зрения принять? Это зависит от уровня ведения хозяйства. Если Вы имеете отапливаемое помещение, калифорнийский червь даст большую отдачу. С другой стороны, навозный червь более морозоустойчив, способен перерабатывать более агрессивные субстраты: малоферментированный птичий помет, навоз, смеси с высоким содержанием коровых и опилочных отходов.

10.2.2. Методы сбора навозных червей

Для того, чтобы их заготовить, не обязательно разбирать компостные кучи, в которых они водятся в изобилии. Можно заготавливать в местах его обитания (почва, где складывались растительные отходы; и там, где перегной убрали, а черви частично остались в почве), разложив приманку, которая для червя имела бы большую привлекательность, чем среда обитания.



Задание 10.2.2.1. Вам необходимо приготовить приманку для червей. Какой материал необходимо использовать? Почему черви "любят" картон?

Для этой цели лучше брать навоз не свежий, а ферментированный – выдержанный несколько месяцев. За это время он потеряет некоторое количество агрессивных веществ. Еще более привлекательна для червя (да и менее отвратительна для человека) трава. Для подготовки травяного субстрата сорную растительность укладывают в кучу. Если условия способствуют подсыханию (куча расположена на солнце), ее можно прикрыть старой полиэтиленовой пленкой или поливать дополнительно водой. Через 3–4 недели субстрат готов. Его раскладывают слоем около 12 см. Дальнейшее увеличение толщины слоя ловушки нецелесообразно, так как приводит к увеличению расхода субстрата, в то время как слой указанной толщины обеспечивает достаточные приманочные качества, позволяя вместе с тем покрыть максимально большую площадь. Сверху его можно накрыть картоном, столь распространенным в последнее время материалом.

Вообще, черви "любят" картон. Дело даже не в том, что для их питания необходима целлюлоза, содержащаяся в бумаге. По нашему мнению, червей привлекает перепад двух сред. Под досками, камнями и даже, казалось бы, "не дышащей" полиэтиленовой пленкой всегда любили находиться черви. Возле куса полиэтиленовой пленки, положенной в компостную кучу, можно найти навозных червей. Здесь мы имеем дело с так называемым краевым эффектом: по краю леса на границе его с полем или лугом, а также по периметру опушки всегда выше видовое разнообразие, чем в гуще леса.

Можно выкопать ямку глубиной 30 см, заложить в нее приманку, полить водой и сверху прикрыть доской. Можно заложить в середину компостной кучи мешки из перфорированного полиэтилена, заполненные навозом (или попросту дырявые). Черви заползут в отверстия. Такой способ годится для отбора червей, предназначенных для переработки конкретного субстрата. Он основан на добровольной предпочтительности сырья и может рассматриваться как один из методов селекции червей, направленной на получение технологических линий червей.

В США применяется так называемый "скрипичный" способ добывания червей. В грунт вбивают одну дощечку, другой водят по ней. Черви не любят дрожания почвы и выползают на поверхность. Мы успешно применили его в России.

Существуют методы сбора червей пропусканием через почву тока.

Английские рекомендации – поливать места обитания червей растворами формалина – ненадежны: черви могут не вылезти на поверхность, а, наоборот, уйти на глубину. Кроме того, они совершенно недопустимы в экологическом отношении: мы должны беречь почвенную биоту.

10.2.3. Субстраты для вермикультивирования

Для червей субстрат одновременно является и питанием, и средой обитания. Наиболее распространенным субстратом вермикультуры для вышеназванных видов является навоз как в чистом виде, так и в составе различных смесей. При этом навоз должен пройти предварительную выдержку.

В ходе этого процесса начинается аммонификация азотистых веществ (мочевины, гиппуровой и мочевой кислот). Особенно быстро под влиянием уробактерий подвергается гидролизному расщеплению мочевина:



Несколько медленнее разлагается гиппуровая кислота, которая образует вначале бензойную и аминокусусную кислоты (гликокол):



Мочевая кислота более устойчива, однако и она разлагается с образованием мочевины, а затем углекислого аммония, который является источником крупных потерь аммонийного азота, так как диссоциирует легко на углекислоту и аммиак:

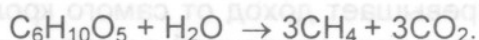


Скорость разложения органического вещества зависит от условий увлажнения, температуры и аэрации навоза. Наиболее интенсивно навоз разлагается при влажности 55–75%, при снижении влажности скорость разложения резко замедляется. Особенно сильно влияет на темпы разложения аэрация. Чем больше кислорода поступает в штабель навоза, тем интенсивнее и при более высокой температуре идет этот процесс.

Превращения безазотистых веществ при аэробных процессах разложения идут по уравнению:



При анаэробном процессе разложения клетчатка распадается до углекислого газа и метана по следующей схеме:



Главным материалом для метанового брожения служит клетчатка, однако брожению подвержены также крахмал, пентозаны, жирные кислоты и даже белки. Нередко пентозаны разлагаются быстрее клетчатки.

Аэрация и температура при разложении навоза зависят от объема штабеля и степени его уплотнения и увлажнения (табл. 10.2.1).

В настоящее время при подготовке субстрата для вермикюльтивирования сложилось два противоположных мнения: это приверженцы горячего и холодного компостирования.

Горячее компостирование подразумевает саморазогревание субстрата в штабелях до 60°C. Время саморазогревания: летом 7–10, зимой 10–15 суток. Экспозиция термальной обработки субстрата при установившейся температуре 60°C должна быть 5–10 суток. Такая температура губительно действует на патогенную микрофлору, яйца гельминтов и семена сорняков.

Таблица 10.2.1
Влияние степени разложения навоза на его состав, %

Вещества, входящие в навоз	В свежем навозе	После хранения		
		2 месяца	4 месяца	5–8 месяцев
Вода	72,0	75,5	74,0	68,0
Органические вещества	24,5	19,5	18,0	17,5
Азот общий	0,52	0,60	0,60	0,73
Азот белковый	0,33	0,45	0,54	0,68
Азот аммиачный	0,15	0,12	0,10	0,05
Фосфор (P ₂ O ₅)	0,31	0,38	0,43	0,48
Калий (K ₂ O)	0,60	0,64	0,72	0,84

Сторонники холодного компостирования полагают, что в этом нет необходимости в связи с тем, что черви имеют ферменты хитиназу и целлюлазу и переваривают содержимое яиц гельминтов и семян сорной растительности, а также значительно снижают содержание патогенной микрофлоры в субстрате.

В качестве компромиссного предлагается следующий вариант. Компостировать следует в двух режимах: сначала в термофильном (температура 60°C), а затем в мезофильном (температура 25–30°C): штабель раскидать и остудить. Но такой способ компостирования увеличит трудозатраты. Для устранения саморазогревания в летний период при высоких температурах воздуха бурты периодически поливают водой, навозной жижей или навозными стоками для поддержания влажности около 70%. Срок созревания субстрата в летний период 2–3 месяца, в зимний 3–5. Хранение может длиться до 8–10 месяцев.

Особыми свойствами обладают кроличий навоз и птичий помет.

Кроличий навоз в отличие от всех других видов навоза годится для червей сразу, без выдержки. Американские фермеры ставят ящики прямо под кроличьи клетки. Когда они наполнятся навозом, в них забрасывают 2–3 горсти червей. Любопытно, что доход от продажи червей иногда превышает доход от самого кролиководства. Конечно, лучше оборудовать клетки полом в виде наклонной решетки, позволяющей шарикам кроличьего навоза скатываться в желоб, а из него – самотеком – в навозосборник (рис. 10.2.2). Моча же будет прокапывать через решетку: соленых растворов черви не любят. В примитивных клетках со сплошным полом можно подстилать опилки для впитывания мочи.



В чем особенность утилизации птичьего помета?

Утилизация **птичьего помета** является большой проблемой агроэкологии. Птицеводство имеет высокую степень концентрации производства. Птичий помет раздражает дыхательную систему человека. На крупных птицефабриках скапливаются большие количества птичьего помета и возникают санитарно-гигиенические проблемы. Кроме этого, непосредственное внесение птичьего помета представляет собой значительные трудности. При механизированных технологиях выращивания неизбежны подтекания автопоилок, и птичий помет имеет влажность 92–93%. Внесение такой смета-

ноподобной массы имеющимися сельскохозяйственными машинами затруднительно. Таким образом, переработка птичьего помета очень актуальна. Однако переработка его методом вермикультуры сталкивается со значительными трудностями. Птичий помет – среда весьма агрессивная. Для того, чтобы сделать его пригодным для обитания червей, необходимо длительное время выдерживать его и смешивать с различными наполнителями.

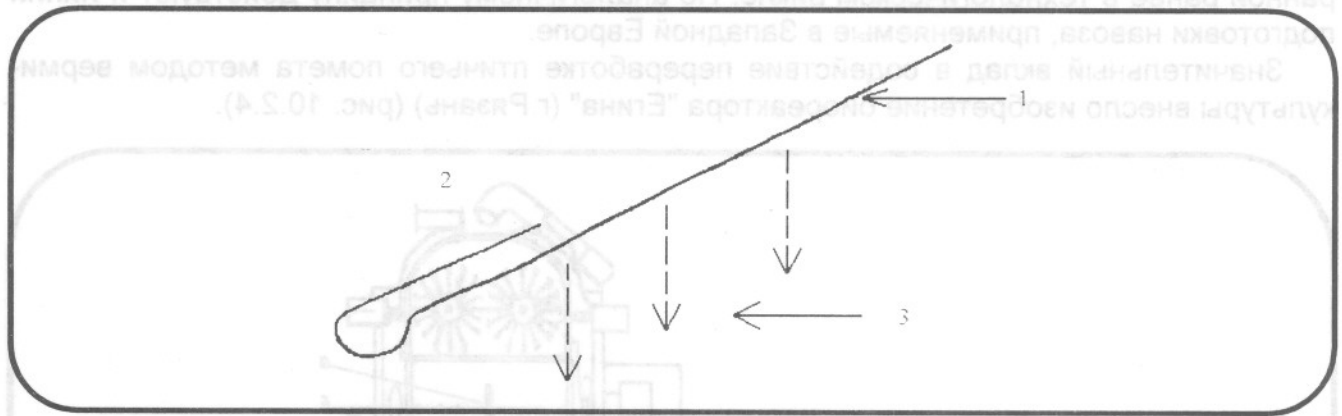


Рис. 10.2.2. Схематичное изображение крольчатника (в реальности угол наклона сетки, естественно, меньше): 1 – решетчатый пол, 2 – желоб, 3 – протекающая моча

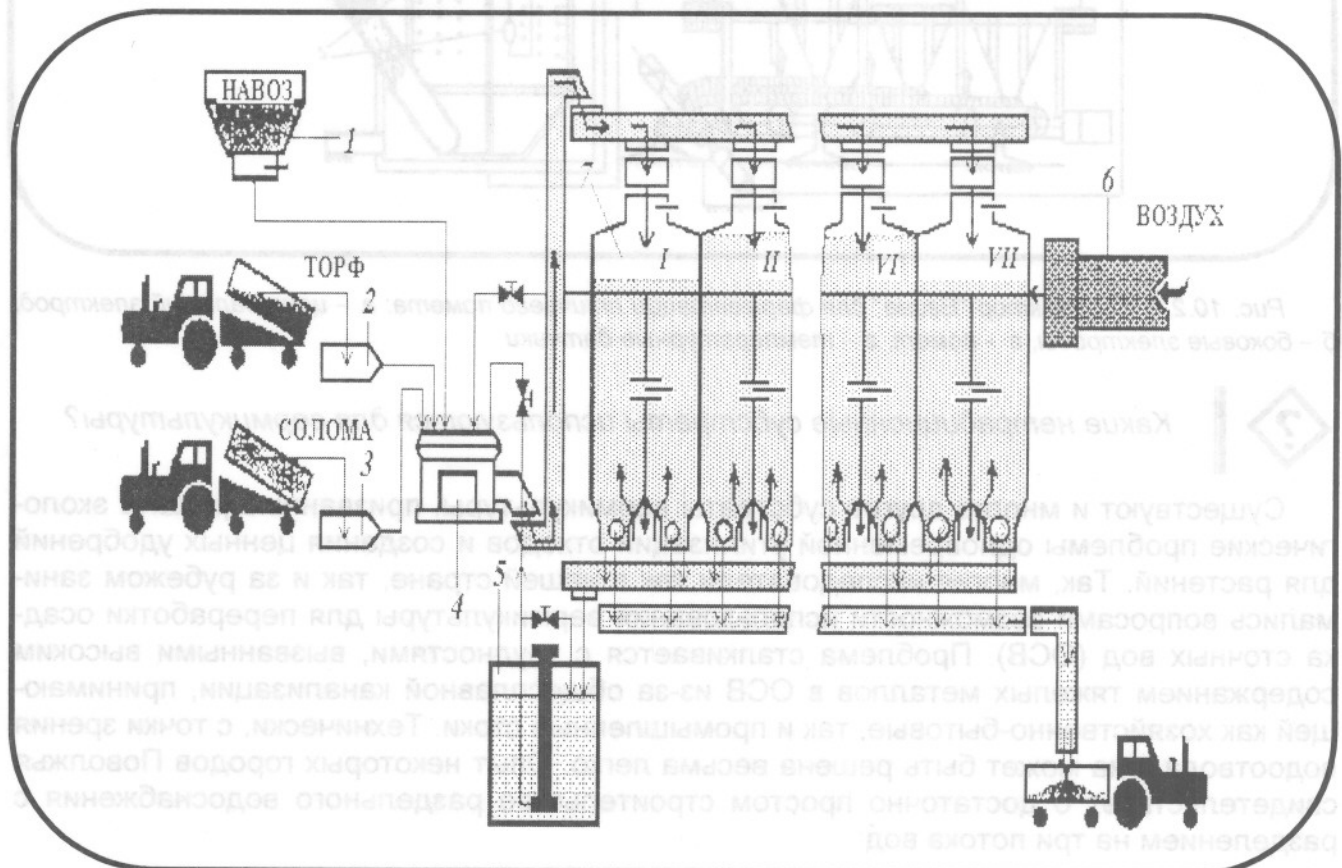


Рис. 10.2.3. Схема технологического процесса переработки отходов на установке "Геркул": 1 – бункер-дозатор для дозирования навоза; 2 – питатель-дозатор для дозирования торфа; 3 – питатель-дозатор с измельчителем для соломы; 4 – смеситель-измельчитель; 5 – емкость для био-препарата с насосом; 6 – теплогенератор; 7 – биоферментаторы

По мнению ассоциации "Биоконверсия", срок ферментации птичьего помета составляет 10–12 месяцев. Некоторые фирмы практикуют еще более длительное выдерживание птичьего помета. В связи с этим большое значение приобретает использование биореакторов для ферментирования помета. Предложена установка "Геракл" (рис. 10.2.3), в которой навоз смешивается с соломой и торфом и подогревается разогретым воздухом. Схема предполагает инокуляцию навоза термофильной микрофлорой, собранной ранее в технологическом цикле. По аналогичному принципу действуют и линии подготовки навоза, применяемые в Западной Европе.

Значительный вклад в содействие переработке птичьего помета методом вермикультуры внесло изобретение биореактора "Егина" (г.Рязань) (рис. 10.2.4).

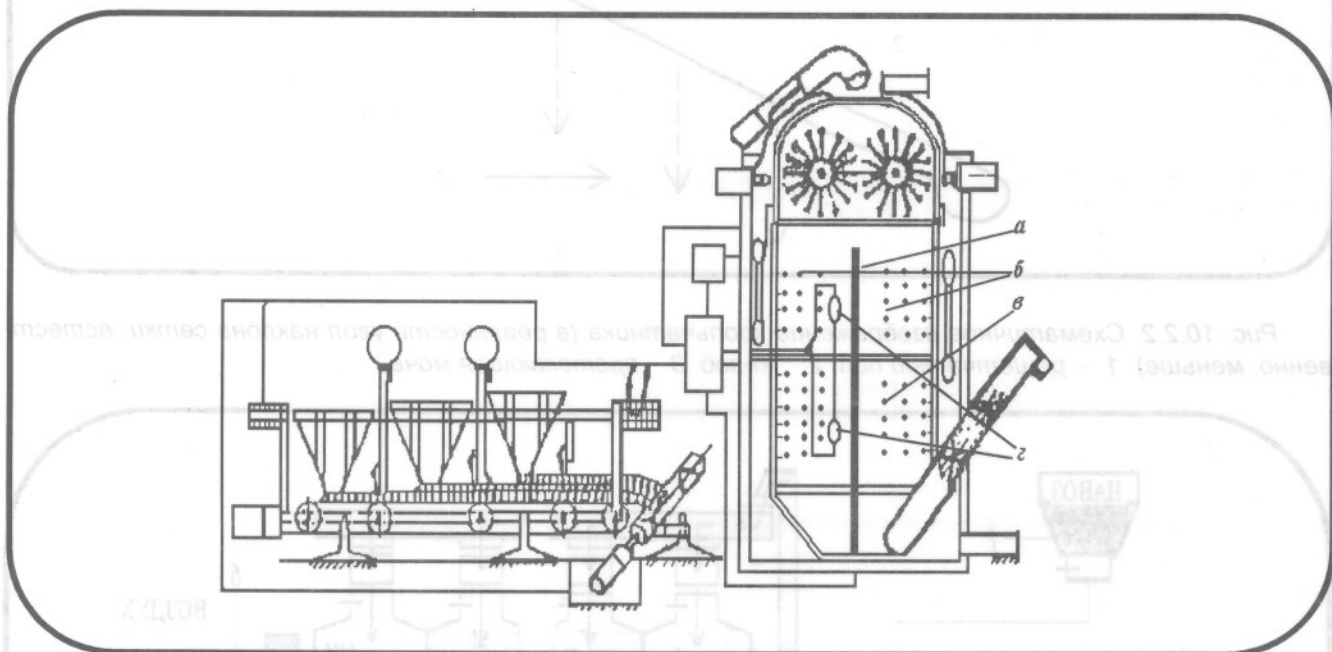


Рис. 10.2.4. Биореактор "Егина" для ферментации птичьего помета: а – центральный электрод; б – боковые электроды, в – помет, г – температурные датчики



Какие нетрадиционные субстраты используются для вермикультуры?

Существуют и многие другие субстраты вермикультуры, призванные решать экологические проблемы одновременной утилизации отходов и создания ценных удобрений для растений. Так, многие исследователи как в нашей стране, так и за рубежом занимались вопросами возможности использования вермикультуры для переработки осадка сточных вод (ОСВ). Проблема сталкивается с трудностями, вызванными высоким содержанием тяжелых металлов в ОСВ из-за общесплавной канализации, принимающей как хозяйственно-бытовые, так и промышленные стоки. Технически, с точки зрения водоотвода, она может быть решена весьма легко. Опыт некоторых городов Поволжья свидетельствует о достаточно простом строительстве отдельного водоснабжения с разделением на три потока вод:

- ➔ питьевого;
- ➔ хозяйственно-бытового;
- ➔ промышленного.

Перестройка водоотвода может быть решена и локально: это легко осуществимо вплоть до масштаба городского квартала.

Как частный случай данного направления можно рассматривать применяемые в Италии (о.Капри) и освоенные ассоциацией "Биоконверсия" технологии смачивания городских бытовых отходов канализационными водами с последующей переработкой массы, складываемой в буртах, методом вермикультуры.

Днепропетровским химико-технологическим университетом разработан способ приготовления субстратов вермикультуры путем пропитки отработанных шампиньонных субстратов бульоном из боенских отходов мясокомбинатов.

Имеется положительный опыт при использовании в качестве компонента субстрата вермикультуры лигнинуглеводных растительных отходов [Н.А.Лучкин, 1994]. Наиболее интересно в этом направлении предлагаемое Л.В.Рудаковой смешивание двух отходов (шламм-лигнин целлюлозно-бумажных комбинатов и коровые отходы деревообрабатывающих комбинатов) с последующей переработкой навозными червями.

10.2.4. Приготовление смесей субстратов

Навоз для вермикультивирования как правило смешивается с различными наполнителями. Черви положительно реагируют на соломенную резку, улучшающую воздушный режим среды обитания червей и являющуюся кормом: черви, имея фермент целлюлазу, активно поедают целлюлозосодержащие отходы.

Компонентом смеси может являться старика – прошлогодняя трава, листовой опад. Рязанский рубероидный комбинат получает биогумус из смеси отходов картона и свиного навоза. Примерное внесение в навоз целлюлозосодержащих наполнителей – 20–40% (многие авторы предусматривают для птичьего помета гораздо более высокое процентное содержание).

Относительно применения торфа существуют различные точки зрения. Еще Ч.Дарвин писал, что в природе на торфяниках черви встречаются редко. Вместе с тем основоположник вермикультуры Т.Баррет упоминает торф как компонент смесей для выращивания червей.

В связи с этим интересен опыт фирмы "Радуга" (Тамбовская обл.), занимающейся переработкой птичьего помета. Добавление 20% торфа и 20% соломы позволяет в значительной мере снивелировать такие негативные качества птичьего помета, как его высокая влажность (благодаря высокой влагоемкости торфа) и большая агрессивность (за счет высокой сорбирующей способности торфа, поглощающего и удерживающего аммиак и другие агрессивные вещества).

Как компоненты субстратов вермикультуры могут быть задействованы различные вещества (табл. 10.2.2).



Зачем в субстрат добавляется песок?

Как уже было упомянуто в разделе "Пищеварение дождевых червей", для перетирания пищи черви нуждаются в песке. В лабораторных опытах черви, лишённые твердых частиц, невзирая на обилие пищи, демонстрировали признаки исхудания. В навозные субстраты добавляется, как правило, около 10% песка.

Оптимизация субстратов, содержащих столь жесткие компоненты, как коровьи отходы, проведенная Л.В.Рудаковой, показала, что наиболее биологично для червей в этом случае содержание песка 30%. Лишь из-за экономических причин (тяжелый вес

Таблица 10.2.2

Состав органических удобрений

Удобрение	Примерное содержание элементов питания, %			Вода, %
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Навоз				
Свежий:				
крупного рогатого скота	0,54	0,28	0,60	65,0
конский	0,59	0,26	0,59	69,0
овечий	0,86	0,47	0,88	49,0
свиной	0,84	0,58	0,62	60,7
Перепревший	0,60	0,30	0,75	68,0
Перегной навозный	0,98	0,58	0,90	
Жижа навозная	0,26–0,39	0,06–0,12	0,36–0,58*	
Навоз жидкий крупного рогатого скота	0,40	0,20	0,45	88,5
Птичий помет термически высушенный	4,54	3,65	1,74	17,0
Фекалии	1,10	0,26	0,22	93,0
Осадок сточных вод	1,90–3,90	2,20–3,90	0,01–0,21	расчет на сух. вещество
Торф:				
верховой	0,80–1,20	0,06–0,12	0,10	Так же
переходный	1,00–2,30	0,10–0,2	0,1	–"
низинный	2,30–3,30	0,12–0,50	0,15	–"
Компосты на торфяной основе:				
торфофосфоритные	до 1,15	до 0,85	до 0,12	55–65
торфофекальные	до 1,70	до 0,3	до 0,26	65–70
торфонавозные	до 0,80	до 0,20	до 0,38	65–75
торфожижевые	до 0,70	до 0,08	до 0,28	70–80
Компосты сборные	0,30–0,50	0,20–0,40	0,30–0,60	60–70
Бытовой мусор и уличный смет	0,30–0,50	0,30–0,50	0,40–1,00	13–46
Компост из бытового мусора*	0,70–1,50	0,40–0,60	0,30–0,60	расчет на сух. вещество
Зеленая масса:				
люпина	0,45	0,1	0,17	70–75
донника	0,77	0,05	0,19	70–75
вики	0,57	0,15	0,25	75
клевера	0,50	0,14	0,28	75
Древесная листва	1,00–1,20	0,10–0,20	0,10–0,20	сухая*
Ил:				
озерный	1,80–2,50	0,20–0,40	0,30–0,50	–
прудовый	0,20–2,00	0,1–0,05	0,10–0,30	–
речной	около 1	около 0,25	около 0,7	–

*В таблице приведены данные различных хозяйств.

песка и большие транспортные расходы, связанные с его перевозкой) она рекомендует снизить норму внесения песка до 10% и в случае использования этих субстратов.

И.А.Жигжитова установила, что при смешивании 35% почвы с навозом не только улучшается состояние червей, но и биогумус получается более высокого качества.

Смешивание различных субстратов имеет позитивное значение. Так, Оренбургским аграрным университетом установлено, что наибольшее размножение червей достигалось при смешивании свиного и коровьего навоза в соотношении 1:1. В.А.Симоненкова отмечала, что, хотя конский навоз и оказывал наиболее благоприятное влияние на червей, чем коровий, подмешивание $\frac{1}{4}$ коровьего навоза к конскому дает еще бóльший положительный эффект, чем чисто конский навоз.

10.3. Технология выращивания и культивирования червей

10.3.1. Технология выращивания червей

Т.Баррет разработал траншейный метод разведения червей. Траншея шириной 120 см и глубиной 60 см (большая, по мнению Баррета, глубина затрудняет проветривание почвы) выкладывается изнутри дюймовыми досками, закрепляемыми брусками 5×10 см в поперечнике: вся конструкция делается без гвоздей. На дно кладется дренажный материал, поверх которого засыпается компост.

Другие авторы предлагают несколько иные размеры траншей: ширина 1,5–2 м; глубина, если почва глинистая – 1,2–1,3 м, если песчаная – 1,5–2,0 м. Стены и дно покрываются глиной: дно – толщиной 30, стены – 15–20 см. Глубина должна устанавливаться с учетом уровня грунтовых вод. Максимально возможная глубина предотвратит промерзание зимой.

Существует технология разведения червей в ложах со сторонами 1 и 2 м. Как уже было упомянуто выше, крот активно поедает червей. Поэтому, планируя площадку вермикультуры, следует проверить, нет ли на ней следов крота. Для защиты от кротов применяют сетку металлическую мелкоячеистую (рис. 10.3.1).

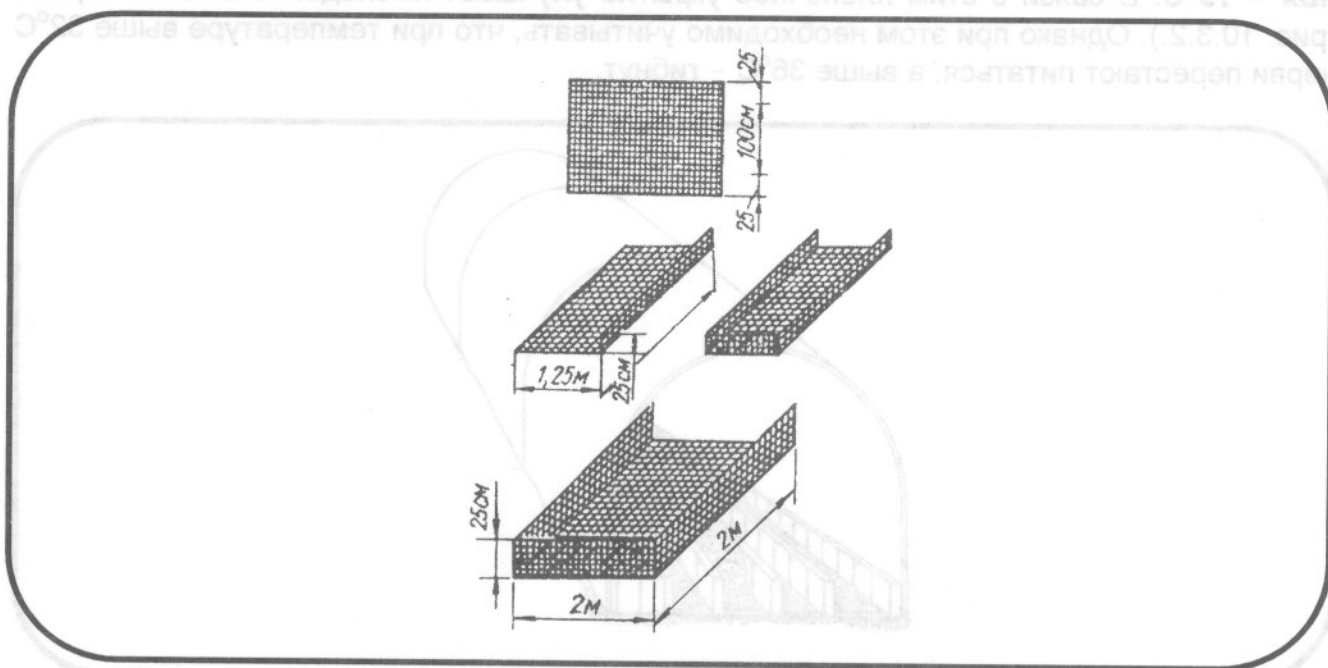


Рис. 10.3.1. Защита лож от крота

Ассоциация "Биоконверсия" рекомендует делать ложа шириной 1–2 м, длиной 50 м и оставлять между ними проезды такой ширины, чтобы обеспечивать маневренность трактора и прицепа с открывающимися на три стороны бортами. В начале и конце размещения лож должно быть предусмотрено место для разворота.

При культивировании по такой технологии разработаны два варианта. В первом случае по бокам ложа сбивается дощатый каркас высотой около 40 см. Во втором – штабель формируется без досок. В этом случае повышается производительность труда, однако черви плохо перерабатывают проветривающийся с краев субстрат. В случае применения бортов создается более благоприятный микроклимат для деятельности червей. Снизу штабель подстилается полиэтиленовой пленкой для защиты от кротов. Пленка перфорирована для стока воды.



Какая влажность субстрата оптимальна при выращивании червей?

Следует отметить, что если в природных условиях отсутствие воды оказывается лимитирующим фактором для жизни червей, то в культуре черви, по нашим наблюдениям, гораздо болезненнее реагируют на переувлажнение. Оптимальная влажность составляет 75%. Определяется она следующим образом. Субстрат сжимают в кулаке. При появлении 1–2 капель – влажность нормальная, при их отсутствии – субстрат сухой, а если прольется струйка жидкости – субстрат чрезмерно переувлажнен. При кажущемся, на первый взгляд, примитивизме этот способ хорош и надежен.

Все модели влагомеров приходится калибровать в зависимости от состава субстрата: иной состав солей будет создавать соответственно и иную электропроводность.

Лучше, если площадка будет иметь уклон 2–3°, тогда лишняя вода будет стекать. Ложа ориентируются по розе ветров: дождевые черви очень боятся ветра.

Температурный оптимум *Eisenia foetida*: для питания – 23°C, для размножения – 19°C. В связи с этим пленочное укрытие улучшает жизнедеятельность червей (рис. 10.3.2.). Однако при этом необходимо учитывать, что при температуре выше 32°C черви перестают питаться, а выше 36°C – гибнут.

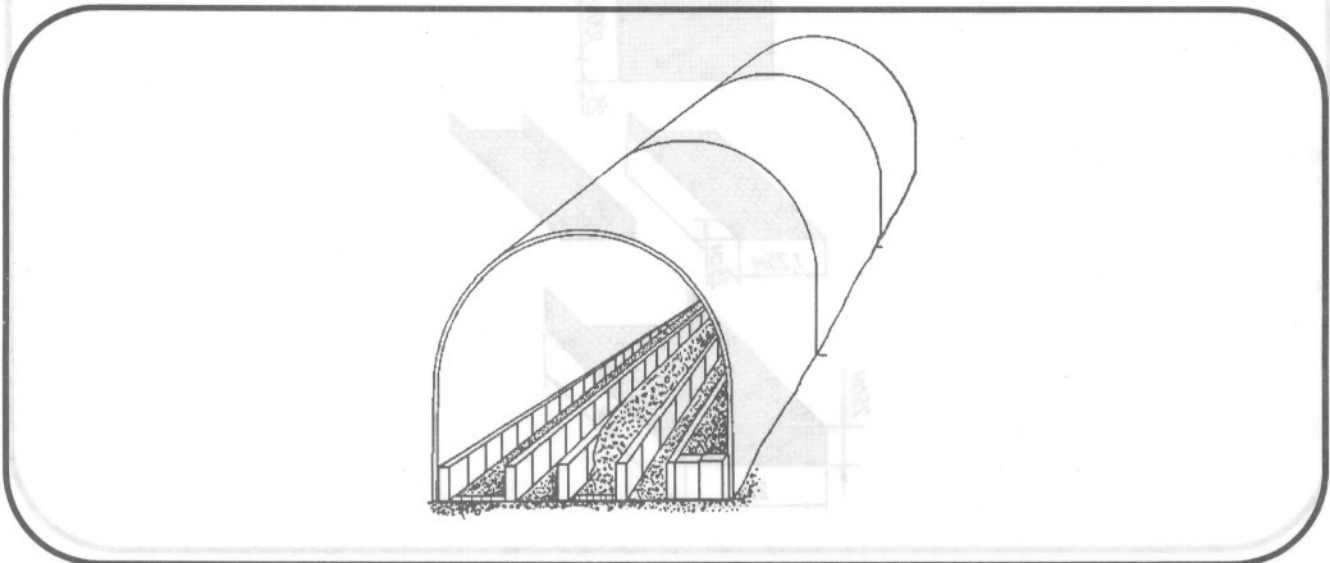


Рис. 10.3.2. Пленочное укрытие арочного типа

Многие авторы придают большое значение аэрации субстрата, отмечая, что это способствует размножению червей. Ассоциация "Биоконверсия" предлагает для этой цели протыкать, дырявить штабель, заселенный червями, колами. Можно прокомментировать данную рекомендацию следующим образом. Лучше всего заострена не тесаная, а обожженная на огне палка. Это метод изготовления орудий первобытным человеком, обожженный кол входит в грунт легче и лучше подвостренного топором. Фирма "Радуга" применяет для рыхления штабеля вермикультуры длинные вилы (рабочая часть вил сделана из проката "уголок"), для этого их втыкают в субстрат и расшатывают в нем.

График поливов следует составить таким образом, чтобы субстрат поливался после рыхления, да и после любых работ по разборке штабеля, тревожащих червей. **Поливать лучше дождеванием.** Черви предпочитают его струе воды. В США уделяют большое внимание поливу через перфорированные трубы. На рис. 10.3.3. показано, что даже при небольшом объеме производства червей в одном из фермерских хозяйств (куча навоза весьма невелика) фермер предпочитает установить конструкцию, сваренную из железных труб, к которой крепится шланг с отверстиями над кучей. Стационарная установка включается по мере необходимости. На рис. 10.3.4. показан полив на американской ферме с большим объемом производства червей. Перфорированные шланги крепятся по бортам лож. (В хозяйстве применяется технология разведения с деревянными бортами 40 см).

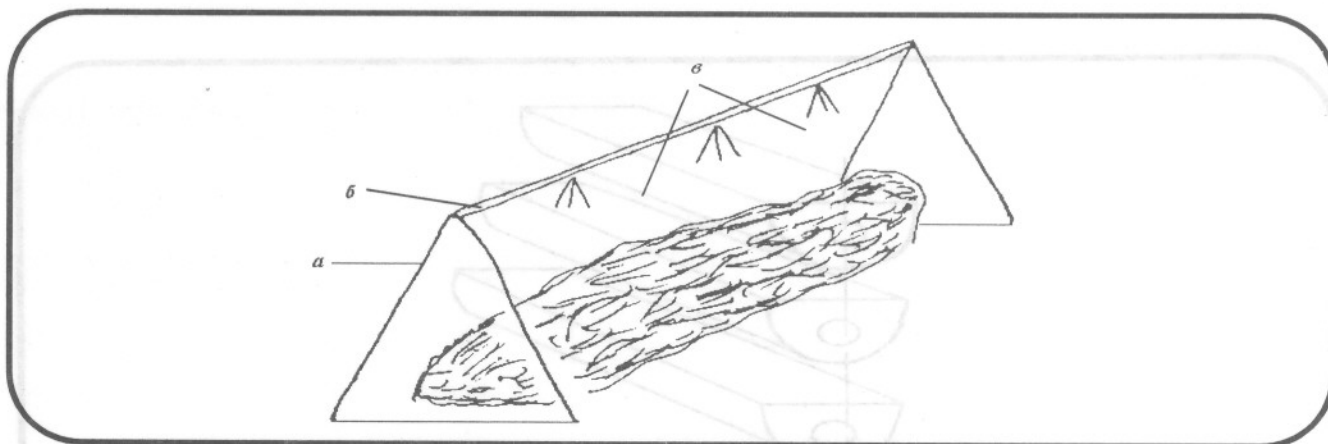


Рис. 10.3.3. Схема полива через шланг сверху: а – металлический каркас; б – шланг; в – отверстия в шланге

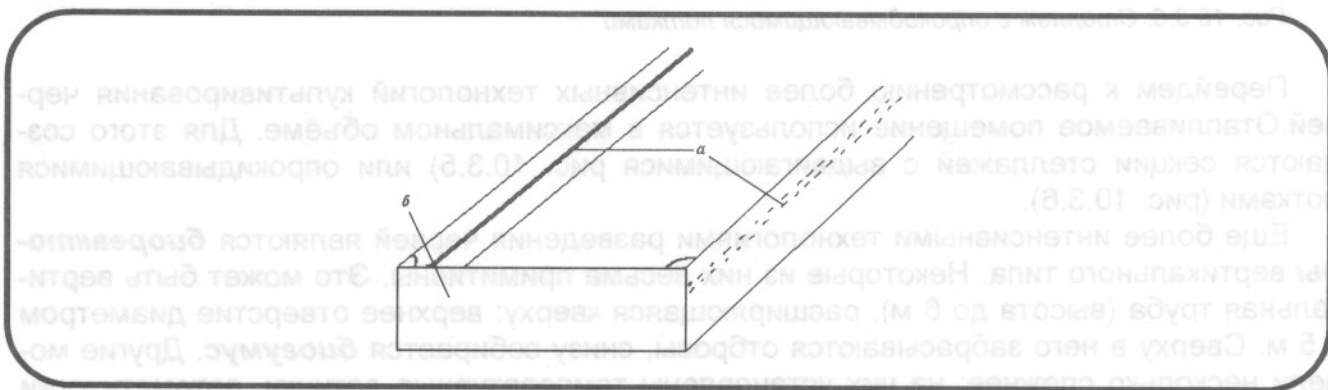


Рис. 10.3.4. Схема полива через шланг с бортов: а – перфорированный шланг; б – борта, длина бортов около 40 м

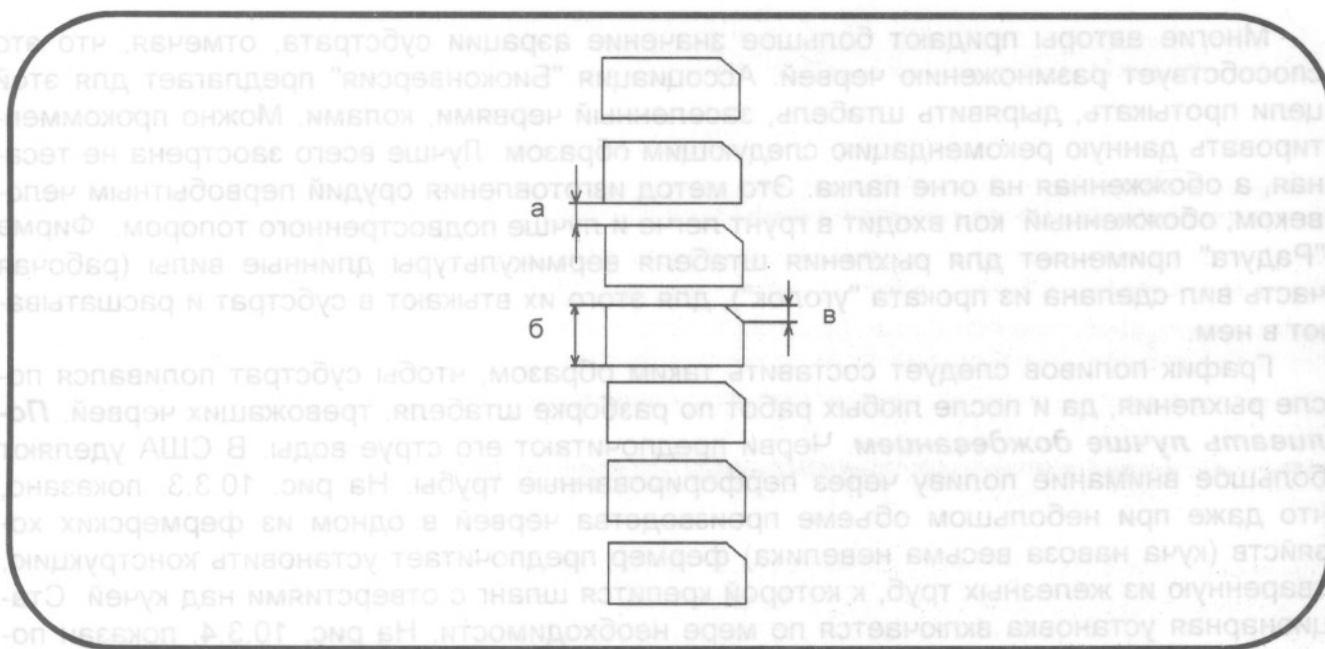


Рис. 10.3.5. Стеллаж с лотками, выдвигаемыми наподобие ящиков стола; вид сбоку: а – расстояние между плексигласовыми лотками 5 см; б – высота лотка 20 см; в – передняя стенка лотка меньше трех остальных на 5 см

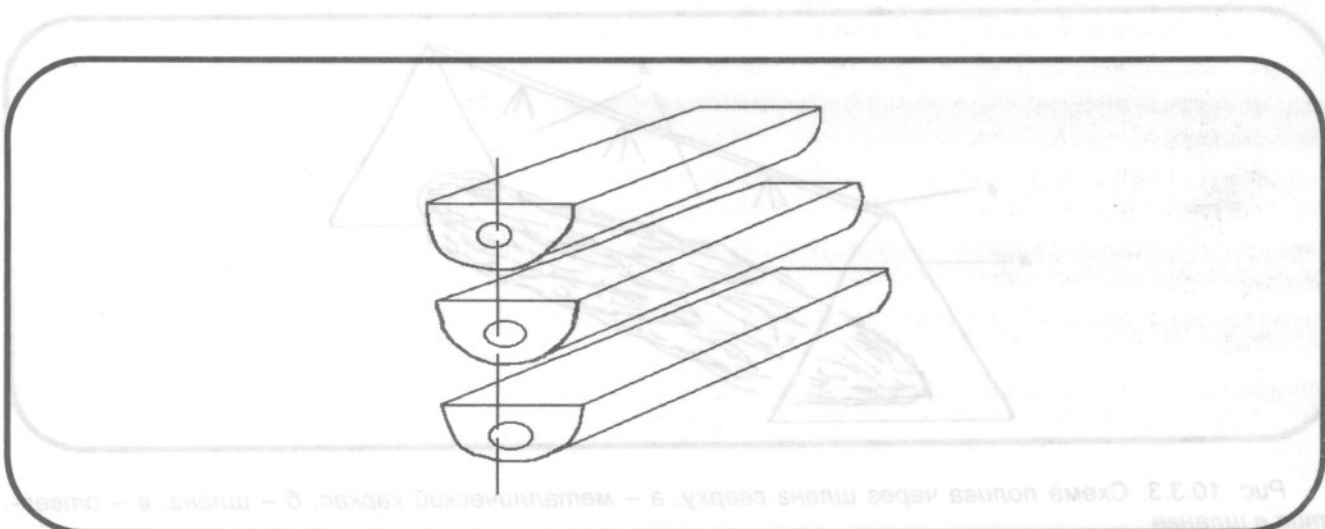


Рис. 10.3.6. Стеллаж с опрокидывающимися лотками

Перейдем к рассмотрению более интенсивных технологий культивирования червей. Отапливаемое помещение используется в максимальном объеме. Для этого создаются секции стеллажей с выдвигающимися рис. 10.3.5) или опрокидывающимися лотками (рис. 10.3.6).

Еще более интенсивными технологиями разведения червей являются **биореакторы** вертикального типа. Некоторые из них весьма примитивны. Это может быть вертикальная труба (высота до 6 м), расширяющаяся кверху: верхнее отверстие диаметром 2,5 м. Сверху в него забрасываются отбросы, снизу собирается **биогукус**. Другие модели несколько сложнее: на них установлены температурные датчики, автоматически включается подогрев. Наиболее тщательно разработан вертикальный реактор, предлагаемый Л.В.Рудаковой (рис. 10.3.7). Во всех реакторах вертикального типа представля-

ляет значительную трудность оптимизация воздушного и водного режимов. Так, в нижней части реактора субстрат переуплотняется, создаются условия малой аэрации. В описываемом реакторе (рис. 10.3.7) эта проблема решается наличием лопастей (на рисунке обозначены цифрой 8), выполняющих разгрузочные функции. Предотвращение субстрата от слеживания достигается движением вверх-вниз аэрационной трубы. Экономически наиболее выгодно строительства блоков аналогичных реакторов (минимум 15 шт.).

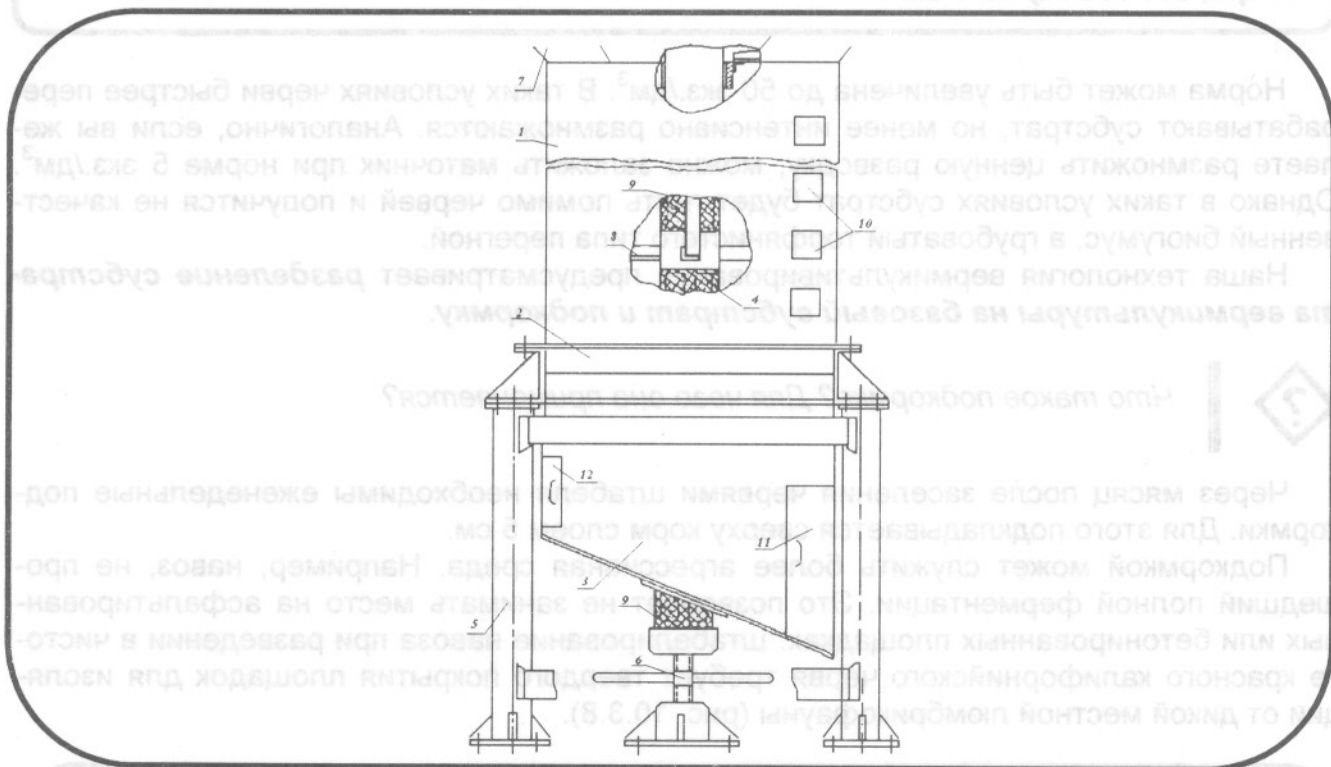


Рис. 10.3.7. Принципиальная схема конструкции опытно-промышленного реактора вермикультивирования: 1 – корпус реактора; 2 – разгрузочный шибер; 3 – разгрузочный отсек; 4 – аэрационная труба; 5 – опоры; 6 – привод движения аэрационной трубы; 7 – загрузочная горловина; 8 – разгрузающие элементы; 9 – аэрационные отверстия; 10 – смотровые окна; 11 – разгрузочный люк; 12 – технологический люк

10.3.2. Экология червей в культуре

Любой субстрат перед заселением его червями необходимо проверить на возможность обитания их в нем. Ассоциация "Биоконверсия" использует для этого пробу: 50 червей в ящике емкостью 3 л. На самом деле объем пробы можно ограничить значительно меньшим количеством червей. Необходимо учитывать, чтобы черви были той же популяции, которой предполагается заселять данный субстрат. Мы используем для определения пригодности субстрата 1-литровый картонно-ламинированный пакет-пачку (из-под соков длительного хранения). В него помещается тестируемый навоз на 2/3 объема. Поверх него кладется 12 червей, которые закрываются оставшейся 1/3 навоза. Согласно мнению многих авторов, 1–2 суток – достаточный срок для оценки состояния червей. Недоферментированный навоз – среда настолько агрессивная, что за этот срок черви могут не только погибнуть, но и успеть размацерироваться. После осмотра состояния червей через двое суток мы обычно оставляем пакет с пробой для того, чтобы проследить в динамике поведенческие реакции червей в данном субстрате.

Говоря о норме заселения червей, многочисленные источники информации приводят цифры посадки из расчета на 1 м^2 . При этом не учитывается высота штабеля. Необходим расчет количества червей на кубические единицы.

Оптимальная норма заселения червями субстрата – 12 червей (половозрелые особи) на 1 дм^3 .

Норма может быть увеличена до 50 экз./дм^3 . В таких условиях черви быстрее перерабатывают субстрат, но менее интенсивно размножаются. Аналогично, если вы желаете размножить ценную разводку, можно заложить маточник при норме 5 экз./дм^3 . Однако в таких условиях субстрат будет гнить помимо червей и получится не качественный биогурус, а грубоватый торфянистого типа перегной.

Наша технология вермикультивирования предусматривает **разделение субстрата вермикультуры на базовый субстрат и подкормку**.



|| **Что такое подкормка? Для чего она применяется?**

Через месяц после заселения червями штабеля необходимы еженедельные подкормки. Для этого подкладывается сверху корм слоем 5 см .

Подкормкой может служить более агрессивная среда. Например, навоз, не прошедший полной ферментации. Это позволяет не занимать место на асфальтированных или бетонированных площадках: штабелирование навоза при разведении в чистоте красного калифорнийского червя требует твердого покрытия площадок для изоляции от дикой местной люмбрикофауны (рис. 10.3.8).

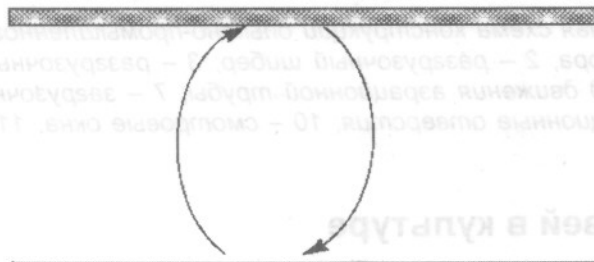


Рис. 10.3.8. Суточный эллипс движения красного калифорнийского червя: – базовый субстрат, – подкормка

Приблизительный срок переработки субстрата в биогурус – 3 месяца, однако этот срок сильно варьирует в зависимости от температуры содержания червей, плотности заселения штабеля, исходного сырья. Готовность биогуруса определяется органолептически.



|| **Какие способы существуют для отделения червей от субстрата?**

Для отделения червей от субстрата существует много способов. Это могут быть различного типа воронки, где червей выгоняют из субстрата светом и высокой темпе-

ратурой. Американские фермеры применяют барабан, сделанный из металлической решетки с ячейей приблизительно 4×4 см. Барабан стоит на закрепленных колесиках с резиновыми шинами. К одному из колес подведена передача. Вращая рукоятку, крутят барабан вручную. Под барабаном расположен лоток, куда ссыпается биогумус. Дно барабана откидное, крупные остатки несъеденного корма и черви изымаются опрокидыванием барабана. Длина барабана примерно два с половиной метра (рис. 10.3.9).

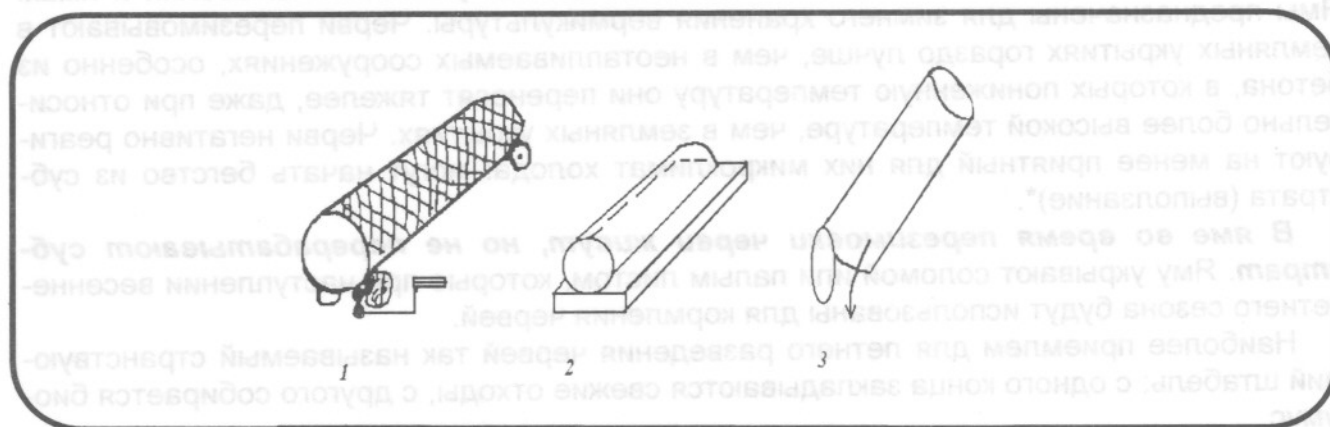


Рис. 10.3.9. Сепарационный барабан американских фермеров: 1 – общий вид, 2 – лоток под барабаном, 3 – разгрузка барабана способом опрокидывания

Однако лучшим методом отделения червей от субстрата является метод послойного снятия червей. Для этого выдачу подкормки задерживают на 3–4 недели. После чего уже не тонким слоем, как подкормку, а слоем до 12 см закладывают хорошего качества субстрат, проверенный на возможность обитания тестированием ("проба червей"), куда заползут черви. Слой свежего субстрата снимают вместе с ними. В первую закладку заползает 55% червей, во вторую – 25% и в третью – 15%. После чего в биогумусе остается не более 5% червей, которыми можно пренебречь.

Операции по съему червей значительно облегчаются с помощью металлической сетки: ее кладут поверх старого субстрата, новый субстрат закладывают на сетку. Снимают его, держа сетку за четыре угла. Это очень убыстряет процесс. Мы рекомендуем перед последним снятием выдержать паузу 2–3 недели для того, чтобы в результате последующего снятия отделить также и червей, вылупившихся за это время из коконов.

Анализируя данные И.В.Ивлевой, описывающей при культивировании энхитреид рост численности, проявляющийся в виде параболической кривой, можно сделать вывод, что особенно страдает от угнетения, вызванного перенаселением, молодь. Аналогичный эффект описывает Ю.Одум, анализируя данные культивирования дафний и диких популяций птиц: снижение числа молодых особей при увеличении плотности популяций.

Мы предлагаем проводить промежуточное снятие части червей из субстрата, чтобы избежать перенаселения популяции. Для этого проводят один съем без предварительного голодания червей. К аналогичным выводам пришел Р.П.Силлиман, при экспериментировании с рыбами, отмечавший, что максимально устойчивый выход продукции достигается при изъятии одной трети популяции.

10.3.3. Культивирование червей в приусадебных дачных хозяйствах и в домашних условиях

В связи с тем, что популярность вермикультуры в ближайшее время будет расти, и черви будут широко разводиться в хозяйствах данного типа, мы сочли целесообразным выделить особенности данной технологии вермикультуры в отдельный раздел.

Наиболее популярно разведение червей на дачных участках в штабелях и ямах. Ямы предназначены для зимнего хранения вермикультуры. Черви перезимовывают в земляных укрытиях гораздо лучше, чем в неотапливаемых сооружениях, особенно из бетона, в которых пониженную температуру они переносят тяжелее, даже при относительно более высокой температуре, чем в земляных укрытиях. Черви негативно реагируют на менее приятный для них микроклимат холода: могут начать бегство из субстрата (выползание)*.

В яме во время перезимовки черви живут, но не перерабатывают субстрат. Яму укрывают соломой или палым листом, которые при наступлении весенне-летнего сезона будут использованы для кормления червей.

Наиболее приемлем для летнего разведения червей так называемый странствующий штабель: с одного конца закладываются свежие отходы, с другого собирается биогумус.

Можно сложить рядом штабель из свежего субстрата, проложить между старым и новым штабелем "рукав" из свежего субстрата. Черви переберутся по нему в новый штабель.



Что такое ящичная вермикультура? Дайте подробное описание этой технологии.

В домашних условиях наиболее рациональна ящичная вермикультура. Основоположник вермикультуры Т.Дж.Баррет предложил для этой цели ящики из тонких досок размером 36 × 40 × 12 см. Нами предложен для культивирования червей ящик следующей конструкции. Материал – доска листовенных пород толщиной 20 мм (сведения о негативном влиянии на червей хвойных пород деревьев приводит К.Ферручи). Размеры ящика 60 × 30 × 22 см. В дне ящика просверливаются 24 отверстия диаметром 3 мм. Данный размер оптимален: черви не выползают, и в то же время обеспечивается лучшая вентиляция субстрата. Три брусочка, крепленные ко дну, позволяют обеспечивать эту вентиляцию. Кроме того, такая конструкция позволяет легко стекать излишкам воды. Напомним, что **в культуре черви страдают от переувлажнения субстрата больше, чем от его недостаточной влажности.** (По данным П.Ю.Шмидта, навозный червь обладает наивысшей засухоустойчивостью в сравнении с десятью видами дождевых червей).

Отличительной особенностью ящика является крепление ручек (рис. 10.3.10). Внутри ящика по углам – бруски квадратного сечения (4×4 см) высотой 32 см, являющиеся крепежным элементом и выступающие над его поверхностью на 10 см. С внешней стороны к ним крепится поперечная ручка, также представляющая собой брусок.

*См. раздел "Почему выползают черви?" Таким образом, реакцию выползания можно рассматривать как общую неспецифическую реакцию на неблагоприятные условия среды.

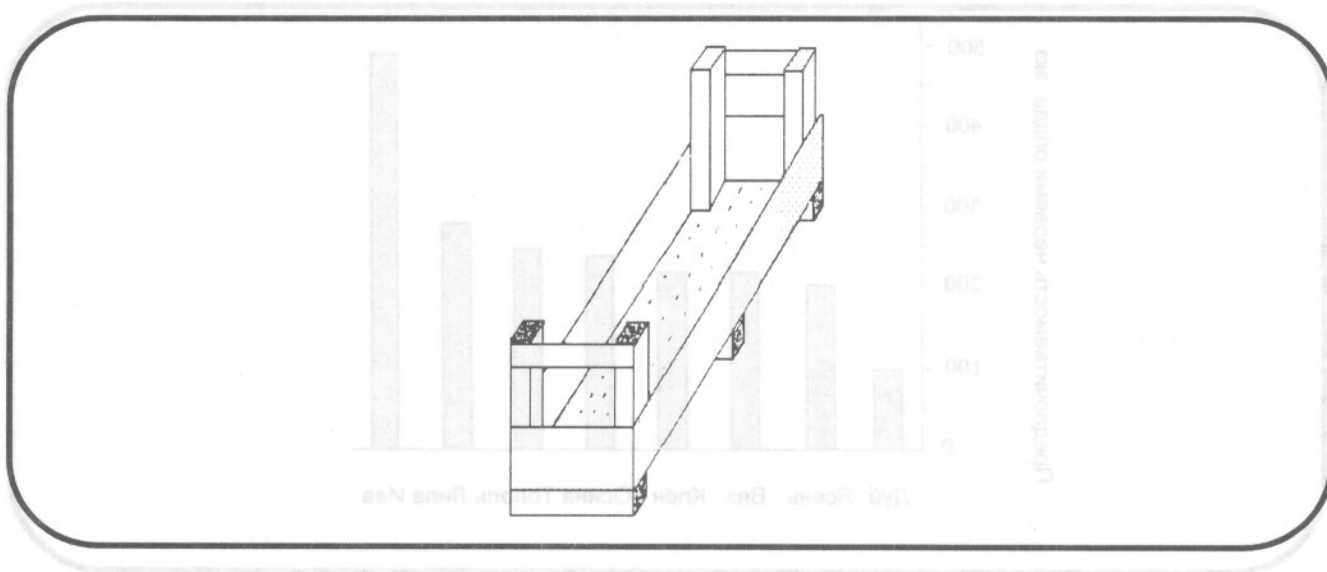


Рис. 10.3.10. Ящик для культивирования червей

При перестановке ящика, подъеме и переноске усталость обслуживающего человека вызывает не столько вес ящика, сколько дискомфорт, обусловленный большим или меньшим удобством при переноске. В случае крепления к ящику ручек (даже при креплении их непосредственно к бортовым стенкам) обеспечивается удобство в работе (перестановка, подъем и переноска ящика).

Если при культивировании энхитреид часто закрывают деревянные ящики крышками, то при культивировании любрицид это не принято. Ящики, как правило, держат без крышек для лучшего воздушного режима. Предлагаемая конструкция ручек позволяет также ставить ящики друг на друга. Высота ручек в таком случае обеспечивает свободную циркуляцию воздуха. **Устойчивую конструкцию обеспечивают 4 ящика, поставленных один на другой.**

Ящики заполняются базовым субстратом. В домашних условиях наиболее приемлемым для этого является лиственный опад. Нами был проведен в течение двух лет опыт по сравнительной оценке реакции червей на лиственный опад различных древесных пород (рис. 10.3.11). Данный эксперимент учитывал добровольность выбора калифорнийскими червями листового опада как корма и среды обитания.

Рис. 10.3.11 показывает, что по предпочтительности древесные породы можно подразделить на три группы:

- ➔ низкую (дуб);
- ➔ высокую (ива);
- ➔ промежуточная (ясень, вяз, клен, осина, тополь, липа).

Таким образом, удалось установить ряд априори парадоксальных фактов. Например, листва тополя не намного уступает в поедаемости листве липы, которую многочисленные любрикологи характеризуют как "сладкий опад". По всей видимости, черви имеют позитивную вкусовую реакцию на смолистые вещества листвы тополя. Шероховатая листва вяза имеет одинаковую поедаемость с кленовым листом, пропитанным сладким млечным соком, а ясень, сок которого имеет горьковатый вкус и терпкий запах, не намного уступает данным видам по поедаемости.

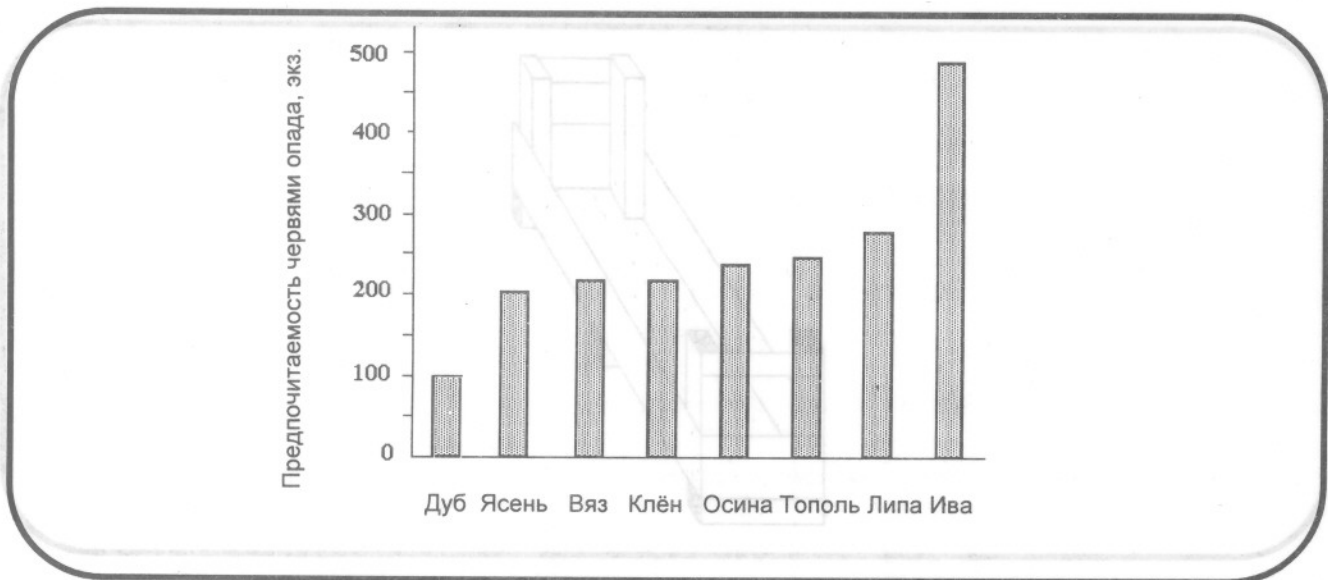


Рис. 10.3.11. Предпочитаемость червями опада различных пород деревьев

Подкормкой может служить мягкая мажущаяся бесструктурная масса, например, в домашних условиях для этого пригодны вареные и толченые отходы овощей.

Еще Ч.Дарвин отмечал, что черви любят листья лука. По литературным данным, **чай оказывает стимулирующее действие на червей, увеличивая количество откладываемых коконов за единицу времени.**

В нашей практике овощные очистки вывариваются с добавлением чешуи лука и спитого чая с тем, чтобы они пропитывались отваром данных растений. Особенно хорошо действует такая подкормка для неокрашенных ювенильных особей, которые быстро набирают массу и развиваются до половозрелого возраста.

Вместе с тем можно отметить, что черви очень любят листву растений семейства крестоцветных. Поэтому отходы капусты, ботву репы целесообразно использовать в сыром виде, закапывая их в глубину субстрата.

В Западной Европе обычно размещают ящик с вермикультурой в местах общего пользования. В условиях нашей страны, когда в последнее время участилось отгораживание холла лестничной клетки дополнительной дверью, создается достаточно благоприятная обстановка для занятий вермикультурой: помещение подъезда отапливается и вместе с тем весьма хорошо проветривается благодаря воздушной тяге.

10.4. БИОГУМУС: СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

10.4.1. Микрофлора биогумуса

Как уже было сказано выше (раздел "Приготовление смесей субстратов"), смешивание (компостирование) является наиболее адекватным процессом для получения исходного сырья вермикультуры, которое может более эффективно влиять как на состояние червей, так и на урожайность сельскохозяйственных культур при применении получаемого биогумуса, чем исходные компоненты.



Какие организмы принимают участие в формировании биогумуса?

В процессе ферментирования смесей принимают участие множество видов бактерий (более 2000) и не менее 50 видов грибов. Все эти виды можно подразделить на группы по температурным интервалам: психрофилы – температура развития ниже 20°C, мезофилы – от 20° до 40°C и термофилы – свыше 40°C. Количество бактерий в компостах очень велико: 10^8 – 10^9 клеток на 1 грамм влажного компоста, численность актиномицетов составляет величину порядка 10^7 . Компосты сильного нагрева богаты термофильными микроорганизмами (бациллы, актиномицеты) и термотолерантными бактериями.

Биогумус – это система, в которой биотическому фактору принадлежит одна из ведущих ролей.

Существует термин "почвенно-биотический комплекс", который можно рассматривать как интегральный показатель состояния агроэкосистемы. Гораздо более правомочно говорить о комплексе биогумуса, который более насыщен биотически, чем почва.

Н.М.Черновой выявлено большое зоологическое разнообразие организмов, обитающих в компосте и принимающих участие в трансформации органических веществ.

Существует точка зрения, что стимуляция роста и развития растений, повышение урожайности и улучшение качества продукции объясняется не только химическим составом биогумуса, но и его высоким насыщением микроорганизмами, что обеспечивает непрерывное образование метаболитов, в частности, таких стимуляторов, как ауксины, гибберелины, цитокинины, являющихся продуктом вторичного метаболизма.

В частности, фирмой "Хельга" высказывается мнение о механизме действия биогумуса: "Биогумус может регулировать содержание в почве питательных веществ: как только образуется дефицит какого-либо элемента, микрофлора начинает его производить из органических остатков. В результате поддерживается соотношение питательных веществ на оптимальном уровне".

Исследования изменений экосистемы вермиценоза показали: процессы трансформации веществ в биогумус идут с высокой микробиологической активностью и с непосредственным участием простейших, кроме того, основными симбионтами навозных червей являются энхитреи и микроорганизмы.

Симбиотическое взаимодействие дождевых червей и микроорганизмов осуществляется в кишечнике червей и через их экскременты.



Задание 10.4.1.1. Дайте анализ микробиологическим процессам, которые протекают в кишечнике червей и в копролитах. Какие микроорганизмы участвуют в этих процессах?

Находящиеся в кишечнике микроорганизмы вида *Bacillus agglomeratus* способны извлекать азот из белков. Этот процесс продолжается с меньшей интенсивностью в копролитах. Другие микроорганизмы (*Bac. cereus*), наоборот, находятся в кишечнике в неактивной форме, а в копролитах разлагают белок до аминокислот.

В копролитах дождевых червей *L.rubellus* и *E.ukrainae* резко возрастает численность актиномицетов и других организмов, развивающихся на крахмало-аммиачном агаре, чем, по мнению Л.С.Козловской, стимулируется ускоренная минерализация органики в сравнении с почвой. Отмечено более высокое содержание в биогурусе группы актиномицетов – продуцентов биологически активных веществ.

При переработке исходного сырья методом вермикультуры выявлено, что численность микроорганизмов в искусственно созданных ценозах вермикомпостов увеличивается по сравнению с контролем. Повышается доля аэробных микроорганизмов. Численность аэробных протеолитиков, амиллитиков и целлюлозоразрушающих микроорганизмов увеличивается в процессе компостирования примерно на один порядок. Количество микроорганизмов в свежих копролитах ниже, чем в стареющих. Максимальное количество микроорганизмов, разрушающих белок, целлюлозу, крахмал, отмечено в стареющих копролитах, возможно, содержащих стимулирующие микробный рост вещества [И.А.Жигжитова, 1998].

Лабораторией экологии ТСХА совместно с кафедрой почвоведения проанализирована микрофлора биогуруса из навоза крупного рогатого скота. В образце биогуруса определяли численность различных физиологических групп микроорганизмов (табл. 10.4.1).

Численность бактериальных клеток в 1 г биогуруса

Таблица 10.4.1.

Миллиарды		Тысячи	
МПА	КАА	Сусло-агар	Агар Эндо
8,3	5,1	25,6	<100

Количество аммонифицирующих бактерий определяли на мясо-пептонном агаре (МПА); бактерий и актиномицетов, использующих минеральный азот – на крахмало-аммиачном агаре (КАА), численность микроскопических грибов учитывали на подкисленном сусло-агаре, титр кишечной палочки – на среде Эндо (табл. 10.4.1). В биогурусе из навоза крупного рогатого скота имеется большое количество аммонифицирующих бактерий и сапрофитных микроорганизмов (КАА).

Биогурус содержит незначительное количество микроскопических грибов.

Образец содержал малое количество клеток кишечной палочки (условно-патогенного организма): единичные клетки в 1 г биогуруса.

Таким образом, биогурус богат микроорганизмами, участвующими в минерализации органических веществ, беден микроскопическими грибами; низкий титр в биогурусе кишечной палочки позволяет использовать его в овощеводстве без предварительного обеззараживания.

При внесении органических удобрений большое значение имеет не только микробиотический состав сырья, но и взаимоотношения его с почвенной микрофлорой. Внесение биогуруса в почву способствует значительному повышению численности микроорганизмов в почве.



Как меняется состав микрофлоры в почве при применении биогумуса?

На серых лесных почвах при внесении биогумуса повышалось количество аммонификаторов. Содержание микроорганизмов, продуцирующих полисахариды, увеличивалось в два раза. Микроорганизмы рода Нокардия, участвующие в разложении гумусовых соединений, имели значительно меньшую численность по сравнению с контролем. Варианты с внесением биогумуса давали увеличение численности свободноживущих азотфиксаторов на 25–30%, по численности грибов превосходили контроль и проявляли резкое увеличение численности стрептомицетов [Г.А.Иутинская с соавт., 1992]. На дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве внесение биогумуса способствовало развитию целлюлозоразрушающих микроорганизмов и крахмалразрушающих актиномицетов в почве, стимулирующих ее самоочищение [Г.Е.Мерзлая с соавт., 1994].

На дерново-подзолистой супесчаной почве применение биогумуса усиливало развитие нитрифицирующих бактерий, а также целлюлозоразрушающих, численность которых возрастала в 1,6–2 раза. С увеличением дозы биогумуса целлюлозолитическая активность почвы возрастала: разложение ткани было в среднем в два раза выше контрольного [В.А.Касатиков с соавт., 1994].

10.4.2. Применение биогумуса

Навоз (или другие органические отходы), пропущенный через желудочно-кишечный тракт червей, называется биогумусом. Пропуская через себя навоз, червь добавляет в него "нечто", феноменально хорошо влияющее на растение. Это "нечто" не может пока еще уловить научная логика всего мира.

С 1992 г. введены ТУ РСФСР 949–91 на вермикомпост из подстилочного навоза крупного рогатого скота. Техническими условиями регламентируется наличие в биогумусе минимального содержания радионуклидов, максимальное содержание тяжелых металлов, кишечной палочки, семян сорной растительности и яиц гельминтов (Приложение 10.1.).

Аналогичные требования предъявляет и международная нормативно-техническая документация: соотношение гуминовых и фульвокислот, отсутствие стеклянных и пластмассовых включений.

Таким образом, в действующих в настоящее время нормативно-регламентирующих документах отсутствует суть: что же добавляют черви в полуперепревший навоз.

Вместе с тем черви являются **биостимуляторами** широкого спектра действия. Ставропольским медицинским институтом проведены исследования, показывающие, что экскременты, мочевые выделения, слизь и полостная жидкость червей являются стимуляторами, повышающими активность развития инфузорий и дрожжевых грибов, а также всхожесть семян растений.

Науке известны многие ростстимуляторы: ауксины, индолилмасляная кислота, гиббереллин, фузикоцин и др. Перечень велик и постоянно продолжает пополняться. Классический пример – обошедшая не один учебник фотография многометровой конопля академика М.Х.Чайлахяна, полученной при обработке ростстимуляторами. Но это, с точки зрения природы, – монстр, нежизнеспособное растение, не могущее существовать в естественных условиях.

В отличие от этого, биогумус повышает жизненные силы растения. Таким образом, ростстимулятор – это одно, а биогумус – другое.

Ганс Селье, основоположник теории стресса, писал, что никто не знает, что определяет стрессоустойчивость. И подобно этому никто не может дать научно-техническое заключение: что же все-таки черви добавляют в субстрат.

Действие биогумуса на растения многообразно. Он повышает урожайность сельскохозяйственных культур. Так, при добавлении биогумуса в тепличные грунты наблюдается почти линейный рост повышения урожайности (рис. 10.4.1): смеси биогумуса и почвы – 2,5; 5; 15 и 36% биогумуса. Культура – кориандр на зеленую продукцию.

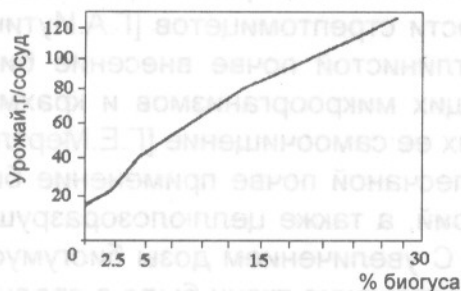


Рис. 10.4.1. Влияние биогумуса на продуктивность зеленой массы кориандра

Добавление 2,5 и 5% биогумуса обеспечивает повышение урожайности по сравнению с контролем (почва). Внесение 15% биогумуса обеспечивает резкое повышение урожайности. При дальнейшем увеличении дозы биогумуса (с 15 до 30%) наблюдается менее резкий рост урожайности. В варианте с 30% биогумуса в почвосмеси урожай с сосуда Митчерлиха составил в данном опыте 667% от контроля (почва).

Однако внесение биогумуса более 15% почвосмеси может привести к угнетению растений, особенно ярко проявляющемуся на ранних фазах развития, в связи с чем **при составлении тепличных грунтов не следует превышать дозу 15% биогумуса в почвосмеси.**



В каких дозах применяется биогумус? Как биогумус влияет на качество урожая?

При сплошном внесении большинство исследователей ограничивает оптимальную дозу внесения биогумуса тремя-пятью тоннами на гектар. При локальном внесении (в рядок) – 250–300 кг/га.

Биогумус повышает содержание витаминов в растениях.

Таблица 10.4.2.

Влияние биогумуса на содержание витамина С в урожае овощных культур, мг/100 г сырой биомассы

Вариант опыта	Доза биогумуса, %					
	15	30	45	60	75	90
Пекинская капуста	12,9	27,1	64,1	17,3	15,8	32,3
Кресс-салат	22,9	26,8	28,3	27,2	18,8	23,3

Данные, представленные в табл. 10.4.2 (субстрат для выращивания растений – нейтральный наполнитель (песок) + биогумус; интервал дозы – 15%: варианты 15, 30, 45, 60, 75 и 90% биогумуса в тепличном грунте), убедительно показывают нецелесообразность увеличения дозы биогумуса более 40% в смеси с нейтральным наполнителем.

Кроме того, биогумус обладает целым рядом важных свойств, поскольку он:

- ➔ снижает поступление радионуклидов и тяжелых металлов в растения;
- ➔ повышает устойчивость культурных растений к заболеваниям.

Уместно привести определение биогумуса, данное проф. Ю.Б.Моревым еще ранее, чем проф. А.М.Игонин, начавший разводить навозных червей на территории нашей страны: "Копролиты – мелкие плотные комочки, которые содержат биологически активные вещества, стимулирующие прорастание семян, рост и развитие корневой системы и самого растения". Таким образом, Ю.Б.Морев сводит роль биогумуса к воздействию биологически активных веществ.

Благодаря биологически активным веществам преимущества биогумуса проявляются при посадке плодовых и пересадке комнатных растений. Примерные дозы:

- ➔ при посадке плодовых деревьев – 3 кг;
- ➔ при посадке ягодников – 2 кг;
- ➔ при посадке комнатных растений – 2 чайн. ложки;
- ➔ при посадке рассады овощных культур – 100 г в лунку.

Незаменим биогумус при черенковании и укоренении растений. Целесообразно применение биогумуса при выращивании рассады. Использование биогумуса при распикировке и пересадке рассады благодаря биологически активным веществам, содержащимся в биогумусе, увеличивает процент приживаемости рассады. В дальнейшем биогумус приведет и к росту урожайности, и к увеличению содержания витаминов, и к снижению содержания радионуклидов и тяжелых металлов.



Задание 10.4.2.1. Какое количество биогумуса необходимо садоводу-любителю при посадке: 6 плодовых деревьев, 10 кустов черной смородины, 50 кустов земляники и рассады томатов на площади 10 м² (схема посадки томатов 70×70 см)?

В качестве иллюстрации можно рассмотреть результат внесения биогумуса под землянику (рис. 10.4.2). На графике выхода посадочного материала отчетливо виден эффект передозировки, наступающий в данном случае после превышения дозы 100 г биогумуса в лунку. И хотя даже доза 150 г заметно превышает контроль, эффект угнетения налицо.

В настоящее время выпускается много жидких вытяжек из биогумуса: "Вермистим", "Эффект" и различные препараты фирмы "ФАРТ" – "Идеал", "Радуга" и др. Наиболее хорошо себя зарекомендовал экстракт биогумуса "Гумисол" производства фирмы "БИОКОМ" (г.Владимир).

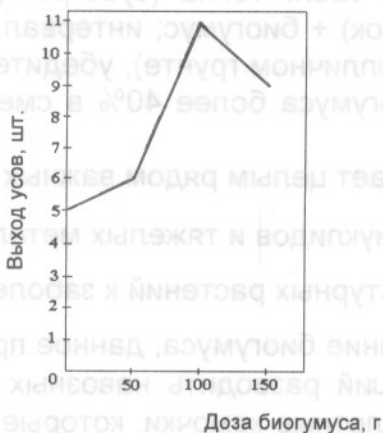


Рис. 10.4.2. Влияние луночного внесения возрастающих доз биогумуса на выход усов земляники

Жидкие вытяжки применяются для корневой и внекорневой подкормок растений, цветов на срез, предпосевного замачивания семян. Они могут оказывать и некоторое фитосанитарное действие, снижая заболеваемость растений при обработках.

Водную вытяжку биогумуса можно приготовить и самому. Биогумус может настаиваться и перемешиваться с водой сколь угодно долго (от нескольких суток до полутора лет). Смесь в результате отстаивания разделяется на три части: осадок на дне, жидкость коричневого цвета и жирноватая пена на поверхности. Осадок и верхний мажущийся коллоидный слой используются как удобрение. При этом необходимо учитывать, что в водную вытяжку переходит не более 2–3% гуминовых веществ биогумуса. При применении вытяжка разводится до цвета слабого чая.

В настоящее время остро стоит проблема гумуса. И один из путей решения этой проблемы – накопление и поддержание баланса гумуса применением вермикультуры.

Кроме того, вермикультуру можно рассматривать не только как отрасль сельского хозяйства, а как интенсивную биотехнологию утилизации органических отходов. Это предусматривает совершенно иную финансово-организационную систему. Утилизация отходов всегда требовала финансирования. Правительственные, отраслевые и муниципальные власти могут оказывать дополнительную финансовую поддержку развитию вермикультуры: это льготные кредиты и налогообложение, прямые финансовые вливания.

В табл. 10.4.3 представлены данные, показывающие, какой процент отходов поступает в компостирование и рециклинг.

Таким образом, горизонты потенциального развития вермикультуры поистине широки.

Таблица 10.4.3.
Количество отходов, поступающее на компостирование и рециклинг
в различных странах мира в 1999 г., %

Страна	Пищевые и боенские отходы	Осадок сточных вод
США	29	57
ФРГ	29	51
Франция	1,9	
Швеция	1	39
Швейцария	40	14

10.5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дождевые черви – архаичные животные, существующие многие миллионы лет. В последние полвека условия их жизни резко изменились из-за применения минеральных удобрений и пестицидов. В новых условиях черви не выживают. Вместе с тем растения в процессе эволюции привыкли существовать, имея в распоряжении продукты их жизнедеятельности. Отсюда напрашивается вывод о необходимости культивировать червей отдельно и вносить в землю продукты их жизнедеятельности.

Одной из основных проблем вермикюльтуры является пока еще невысокий уровень механизации производства.

Черви – живой организм, и в ходе постоянно меняющихся погодно-климатических и хозяйственно-экономических условий технологическая схема может претерпевать значительные изменения.

Кроме экономического аспекта, проблема применения биогумуса имеет и природоохранный аспект, принимать во внимание который совершенно необходимо в современных условиях обострения экологической обстановки: эффективность применения удобрений важно рассматривать не только с точки зрения роста урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения финансовых показателей. Необходимо учитывать воздействие удобрений на гумусовое состояние почв. Хотя минеральные удобрения позволяют получать высокие прибавки урожая, часто их применение влечет за собой обеднение полезной микрофлоры. **Биогумус следует рассматривать как средство повышения потенциального почвенного плодородия** и не ждать от него скорейшей высокой окупаемости.

Биогумус решает проблемы, связанные с охраной окружающей среды, реанимации почв, получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции, используемой для питания беременных, кормящих женщин, послеоперационных больных.

А•Я**СЛОВАРЬ**

Альтернативные системы земледелия, в современном значении: соответствующие международным критериям IFOAM, регламентирующим не готовую сельскохозяйственную продукцию, а технологию ее производства с присвоением ей марки "экологически чистый продукт".

Ауксины – фитогормоны (3-индолилуксусная кислота: ИУК), активизирующие рост отрезков растений и стимулирующие образование корней у черенков растений.

Биогумус – продукт переработки червями навоза и/или других органических материалов.

Биореактор – установка для промышленного разведения (микро)организмов. В вермикультуре термин обозначает установку ускорений ферментации помета.

Биостимуляторы – вещества, стимулирующие рост и/или развитие растений и других организмов.

Вермикультура – разведение червей в неволе с целью получения биомассы и биогумуса.

Гиббереллины – соединения, играющие в фитоценозах роль веществ, стимулирующих рост и развитие растений.

Кокон – капсула с яйцами у дождевых червей. Форма у диких видов различна: округлая, угловатая. Цвет также варьирует: коричневый, фиолетовый, желтый. У красного калифорнийского червя капсула в форме ручной гранаты зеленого цвета, размером с булавочную головку.

Копролиты – окаменевшие экскременты, состоящие главным образом из фосфорнокислого кальция.

Проба червей – биотестерная процедура: определение субстрата на пригодность его для жизни данной популяции культивируемых червей.

Осадок сточных вод (ОСВ) – твердая часть, образующаяся при очистке сточных вод и включающая как минеральные, так и органические вещества.

Фузикоцин – препарат, получаемый из продуктов жизнедеятельности гриба *Fusicoccum amygdali*. Стимулируя работу Н'-АТФазы, тем самым стимулирует рост растений при неблагоприятных условиях.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Какие экологические факторы являются оптимальными для червей?
- 2 Какими свойствами обладают копролиты? Дайте развернутую схему их образования в организме червей.
- 3 Морфологические особенности дождевых червей.
- 4 Анатомическое строение тела дождевого червя.
- 5 В чем особенности строения желудка у дождевых червей?
- 6 В чем суть процесса и какова продолжительность образования кокона?
- 7 В чем заключается способность червей к регенерации?
- 8 Какие школы по вермикультуре существуют на территории СНГ?
- 9 Какие методы существуют для сбора червей?
- 10 Какие субстраты используют для вермикультуры? Назовите оптимальные режимы компостирования.
- 11 В чем особенности утилизации птичьего помета?
- 12 Какие компоненты и в каком соотношении входят в субстрат?
- 13 Какие режимы принято считать оптимальными при выращивании червей?
- 14 Какое оборудование используется при выращивании червей?
- 15 Какие способы существуют для отделения червей от субстрата?
- 16 Дайте подробное описание ящичной технологии вермикультуры.
- 17 Какова роль различных организмов в формировании биогумуса?
- 18 Как меняется состав микрофлоры в почве при применении биогумуса?
- 19 Какое действие биогумус оказывает на растения?
- 20 В каких дозах применяется биогумус?

Приложение 10.1

ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ БИОГУМУСА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Массовая доля влаги (%), не более	50	1
Содержание органических веществ на сухой продукт (%), не менее	50	2
Гуминовые кислоты	2,5–10%	
Фульвовые кислоты	1,0–3,0	
Реакция среды (pH)	6,5–7,5	
Массовая доля макроэлементов на сухое вещество (%), не менее:		3
– азота общего	0,8	4
– фосфора общего (P ₂ O ₅)	0,9	5
– калия общего (K ₂ O)	0,9	6
Массовая доля микроэлементов на сухое вещество (%), не более:		7
– кальция	5,0	8
– магния	1,4	9
– железа	1,5	10
– меди	0,004	11
– марганца	0,01	12
– никеля	0,005	13
– цинка	0,02	14
– хрома (III)	0,01	15
– свинца	0,0032	16
– кадмия	0,0003	17
Титр кишечной палочки	0,1	18
Яйца гельминтов, шт.	отсутствуют	19
Содержание семян сорных растений (тыс. шт./г), не более	100	20

Источник информации: ТУ РСФСР № 949–91.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
10.1. СИСТЕМАТИКА, БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ЧЕРВЕЙ	4
10.1.1. К вопросу о систематике червей	4
10.1.2. Дождевые черви в природе и агроценозе: особенности поведения	5
10.1.3. Общее строение дождевых червей	10
10.1.4. Морфология дождевых червей	11
10.1.5. Анатомия дождевых червей	12
10.1.6. Пищеварение дождевых червей	13
10.1.7. Размножение дождевых червей	15
10.1.8. Регенерация червей	20
10.2. КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ ВИДЫ ЧЕРВЕЙ И СУБСТРАТЫ ДЛЯ ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЯ	21
10.2.1. Культивируемые виды червей	21
10.2.2. Методы сбора навозных червей	23
10.2.3. Субстраты для вермикультивирования	24
10.2.4. Приготовление смесей субстратов	29
10.3. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЧЕРВЕЙ	31
10.3.1. Технология выращивания червей	31
10.3.2. Экология червей в культуре	35
10.3.3. Культивирование червей в приусадебных дачных хозяйствах и в домашних условиях	38
10.4. БИОГУМУС: СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ	40
10.4.1. Микрофлора биогумуса	40
10.4.2. Применение биогумуса	43
10.5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СЛОВАРЬ	48
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	49
Приложение 1. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ БИОГУМУСА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	50

1.01. СИСТЕМАТИКА, ЭКОЛОГИЯ И РАЗНООБРАЗИЕ ЧЕРВЕН

1.01.1. К вопросу о систематике червей

1.01.2. Дождявые черви в природе и в агроценозах, особенности поведения

1.01.3. Общие строение дождявых червей

1.01.4. Морфология дождявых червей

1.01.5. Анатомия дождявых червей

1.01.6. Пигментация дождявых червей

1.01.7. Размножение дождявых червей

1.01.8. Репродукция червей

1.02. КУЛЬТУРНЫЕ ВИДЫ ЧЕРВЕН И СУБСТРАТЫ ДЛЯ ВЕРМИКУЛЬТУРОВОДАН

1.02.1. Культурные виды червей

1.02.2. Методы сбора навозных червей

1.02.3. Субстраты для вермикультурования

1.02.4. Подготовка смесей субстратов

1.03. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ И РАЗНООБРАЗИЕ ЧЕРВЕН

1.03.1. Технология выращивания червей

1.03.2. Экология червей в культуре

1.03.3. Культурное червей в домашних хозяйствах

АГРОЭКОЛОГИЯ

П.В.ТЕРЕЩЕНКО

Вермикультура и биогумус

Отредактировано и подготовлено к печати в Отделе научно-технической информации ПНЦ РАН

Лицензия ЛР № 040829 от 11 июля 1997 г.

Налоговая льгота – общероссийский классификатор продукции

ОК–005–93, том 2; 953000 – книги и брошюры

Редактор *С.Я.Гудкова*. Технический редактор *С.М.Ткачук*.

Художник *В.М.Рудакова*. Корректор *В.И.Дубровина*.

Компьютерная верстка *С.Б.Грунина*.

Подписано в печать 8.08.2000 г. Формат 60x90/8. Гарнитура Ariel.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 4,1. Усл. печ. л. 6,5.

Тираж 500 экз. Заказ 8847Р. Изд. № 117.

Отпечатано в Отделе научно-технической информации

Пушкинского научного центра РАН.

142290 г.Пушино Московской обл., проспект Науки, 3. ОНТИ.