**Влияние дождевых червей на почвообразование**

**Введение**

Поверхность большей части суши покрыта почвами. Свойства почв (наряду с климатическими условиями) определяют возможность заселения их той или иной растительностью, а последняя в свою очередь определяет характер населения животных, обитающих в почве и на ее поверхности в данном участке суши. Таким образом, почва – это в полной мере “основа жизни”. Наличие плодородных почв является также необходимой предпосылкой для появления и развития земледелия и скотоводства.

Образование почв из горных пород и изменение свойств уже существующих почв, т.е. почвообразование, - совокупность процессов, начавшихся одновременно с возникновением суши и идущих непрерывно повсюду до настоящего времени. Первый этап процесса почвообразования совершается силами неорганической природы: солнечные лучи, вызывающие неравномерное нагревание горных пород, атмосферный воздух и вода являются главными геологическими факторами почвообразования. Но параллельно с этим действуют и постепенно выходят на передний план биологические факторы. В настоящее время общепризнано, что почва представляет собой целостный комплекс минеральных и органических веществ с живыми организмами. Ее неживые составные части, взятые отдельно от населяющих почву организмов, уже не являются почвой, и равным образом почвенное население без среды его обитания – только отвлеченное понятие. Совокупность результатов жизнедеятельности почвенных организмов составляет комплекс биологических факторов почвообразования.

Цель данной работы – проследить роль дождевых червей в процессе почвообразования с целью дальнейшей разработки методов полезного использования этих животных в земледелии, а также в утилизации органических отходов городского и сельского хозяйства (вермикультивирование).

**Литературный обзор**

О том, что дождевые черви улучшают качество почвы, было известно еще в древние времена. Однако роль дождевых червей как животных - почвообразователей была впервые освещена научно и понята во всем ее значении Чарльзом Дарвином. В результате своих замечательных исследований, посвященных этому вопросу, он пришел к выводу, что “вряд ли найдутся другие животные, которые играли бы столь большую роль в истории мира, как дождевые черви”. Впоследствии сведения о дождевых червях и их роли в почвообразовании были значительно углублены и расширены трудами таких ученых, как Н.А. Димо, М.С. Гиляров, Г.Н. Высоцкий.

Однако если вопрос о важном значении дождевых червей для процесса почвообразования не вызывает сомнений у специалистов, то эти сведения еще недостаточно далеко проникли в среду биологов и почвоведов, не говоря о широких массах лиц, так или иначе связанных с земледелием, садоводством и лесоводством. Довольно распространено мнение, что дождевые черви якобы могут причинить какой-то вред растениям. По крайней мере многие хозяева старательно выбирают из огородных гряд и уничтожают, не зная того, что их присутствие не может принести ничего, кроме пользы.

Для того чтобы понять как следует процесс почвообразования и правильно оценить роль дождевых червей в этом процессе, нужно было бы учесть деятельность других животных и растительных организмов, связанных с почвой, а также рассмотреть и другие факторы почвообразования. Но сделать это мы не в состоянии, так как проблема почвообразования составляет основное содержание всего современного почвоведения – обширной науки, которая при решении этой проблемы пользуется данными смежных наук: геологии, бактериологии, ботаники и почвенной зоологии.

В научной литературе мысль о положительной роли дождевых червей в почвообразовании была впервые высказана английским натуралистом Гилбертом Уайтом в его книге, опубликованной в 1789 г., где он пишет, что земля без дождевых червей была бы “холодной и непитательной”. Однако основными исследованиями этого вопроса до сих пор являются работы Дарвина (Darwin, 1881), который заинтересовался дождевыми червями еще в молодые годы. В 1837 г. он сделал в Лондонском геологическом обществе доклад на тему: “Об образовании почвенного слоя”, в котором изложил теорию, согласно которой частицы почвы все время выносятся дождевыми червями из глубины на поверхность, благодаря чему предметы, лежащие на земле, оказываются по прошествии немногих лет на глубине 6-10 см под дерном. Таким образом, весь почвенный слой оказывается прошедшим через желудок червей.

**Влияние дождевых червей на проветривание и дренаж почв.**

Уже самое наличие ходов дождевых червей в почве изменяет ее свойства. Ранее мы отметили значение скважинности почвы. Совершенно ясно, что чем больше дождевые черви проделают ходов в почве, тем более благоприятные условия будут созданы для проникновения в нее воздуха и воды. И то, и другое обязательно для ряда химических процессов в почве, а, главное, воздух и вода составляют непременные условия для жизни почвенных организмов, в первую очередь бактерий и грибков, деятельность которых играет выдающуюся роль в снабжении коневых систем высших растений необходимыми для них веществами. Вещества перегноя почвы превращаются микроорганизмами в растворимые химические соединения, и с помощью корней растения имеют необходимые для них азот, фосфор, калий и другие элементы. Воздух в почвеимеет значение еще и как источник получения азотистых соединений, что совершается особыми почвенными бактериями. Таким образом, дождевые черви содействуют осуществлению и этого существенного звена в процессе круговорота азота, облегчая циркуляцию воздуха в почве и проникновение его в глубокие почвенные слои.

Кроме того, полости в почве, различного происхождения и всевозможных размеров, представляют собой основные места обитания разных групп мелких почвенных животных, принимающих участие как в изготовлении перегноя, так и в его дальнейшей обработке.

Почвы, населенные дождевыми червями, бывают очень обильно пронизаны их ходами. Это происходит благодаря тому, что один червь может прорыть целую систему ходов, сообщающихся друг с другом и выходящих в нескольких местах на поверхность. Например, наблюдения за работой в почве одного пашенного червя в специально сделанном для этой цели террариуме со стеклянными стенками показали, что червь, сначала углубившись в землю, вышел из нее обратно, проделав другое наружное отверстие. На другой день червь вернулся в глубину, сделал там горизонтальный ход и опять вышел на поверхность. Дальше он то пользовался старыми ходами, то прорывал новые, и через 21 день образовалась сложная система частью заброшенных и засыпавшихся, частью действующих ходов, идущих в разных направлениях и под любым углом к горизонту. Стенки ходов покрыты слоем слизи и испражнений червя, которые с большим трудом поддаются разрушению водой. Это придает им гораздо большую прочность по сравнению со случайными трещинами в почве.

Таким образом, деятельность червей обеспечивает важнейшие факторы почвенного плодородия - аэрацию и дренаж. Невентилированные и недренируемые почвы лишены червей и агрономически – очень низкого качества. Разумеется, не отсутствие червей делает их такими. Наоборот, червей там нет в силу химических особенностей почвы. Но если почва пригодна для жизни червей, то ее ценность несомненно повышается пробуравливанием червями.

Нельзя не отметить еще одно важное следствие наличия ходов в почве. В степных засушливых районах растениям приходиться добывать влагу с больших глубин и корням, чтобы достигнуть воды, необходимо пробиваться через толщу совершенно высохшего грунта. Как установлено Г.Н. Высоцким, корни дорастают до водоносных слоев, пользуясь ходами червей. На глубине 2 м нет ни одного корня, который бы пробил себе дорогу самостоятельно; они идут внутри ходов дождевых червей. Часто корни спаиваются вместе внутри хода, так как они оказываются сдавленными окружающим их сухим грунтом.

По ходам червей проникают в глубокие слои почвы не только воздух, вода и корни растений: стенки ходов и граничащие с ними участки почвы заселяются микробами и другими почвенными организмами; ходы червей служат проводниками жизни вглубь почвы.

Таблица 1

Количество ходов червей в поле и в лесу. (из М.Е.Ткаченко,1908)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Глубина (в м) | Паровое поле | Лес | |
| дубовый | Еловый |
| 0,1 | 232 | 152 | 12 |
| 0,2 | 228 | 152 | 8 |
| 0,3 | 272 | 88 | 52 |
| 0,4 | 208 | 64 | 20 |
| 0,5 | 96 | 24 | 20 |

Влияние дождевых червей на перемешивание земли и вынос ее на поверхность.

Черви не только дренируют почву. Многочисленными экспериментами подтверждена немалая роль червей в процессах перемешивания земли и ее выноса на поверхность. В свое время этими процессы серьезно изучал Чарльз Дарвин. Он заметил, что предметы, лежащие на поверхности земли, оказываются через некоторое время под нею, причем скорость их погружения не зависит от их удельного веса. Одно из наблюдений Дарвина показывает, что куски каменноугольных шлаков, которые были рассыпаны по участку пустоши, оказались через 15 лет покрытыми слоем почвы толщиной в 6,25 см, не считая дерна. Еще шесть с половиной лет спустя поле было вторично исследовано, и слой шлака был найден на глубине от 10 до 12,5 см. Таким образом, почвенный слой ежегодно утолщался приблизительно на 0,5 см. Выявляя причины этого явления, Дарвин хорошо сознавал, что кроме деятельности червей здесь действуют и другие факторы, такие как ветер, потоки дождевой воды, деятельность других животных (особенно кротов и муравьев). Однако в условиях влажного климата и на ровных местах главная роль в этом процессе несомненно принадлежит роющим животным, и в основном дождевым червям.

Этот вывод подтверждают многочисленные опыты, воспроизводящие в искусственных условиях явления, которые наблюдал Дарвин. Один из опытов состоял в том, что в одну половину стеклянного сосуда с плоскими стенками была насыпана земля, а в другую – крупный гравий, не проходимый для червей. Сверху почва и гравий были покрыты прямоугольными пластинками из фаянса. В земле содержались дождевые черви, которым давалась пища, и в ней поддерживалась необходимая влажность. По прошествии времени фаянсовые пластинки оказались глубоко под поверхностью почвы, а в части сосуда, недоступной для червей, они остались в прежнем положении на поверхности.

Описанные выше явления являются результатом заглатывания почвы дождевыми червями. После прохождения почвы через кишечник червей комочки почвы выбрасываются в виде копролитов (от. греческих слов kopros – “навоз”, и lithos – “камень”). Копролиты представляют собой сферические или удлиненные комочки земли размером 1-5 мм. У свежевыброшенных копролитов- гладкая поверхность; они могут склеиваться друг с другом в агрегаты размером до 20 мм и более. Копролиты выбрасываются червями в виде кучек высотой 3 – 15 мм, закрывающих обычно наружное отверстие хода червя, хотя значительная часть копролитов откладывается и в подземных ходах.

Таким образом, благодаря дождевым червям происходит перемешивание слоев почвы. Заглатывание червями почвы и вынос ее на поверхность представляет собой непрерывно идущий процесс образования нового поверхностного слоя, в котором частицы почвы с разных глубин оказываются тщательно перемешанными друг с другом.

Перемешивание слоев почвы идет не только благодаря вынесению частиц почвы с глубины на поверхность; не меньшее значение имеет перемещение частиц из поверхностных слоев в глубину. Это может происходить путем стекания вместе с водой размоченного дождем гумусного слоя по ходам дождевых червей, а также непосредственно путем откладывания извержений в подземных ходах, подчас на большой глубине. Следует заметить, что перед свертыванием в клубок при впадении в спячку в зимних и летних камерах обязательно опоражнивается кишечник, причем это происходит обычно неподалеку от камер, т.е. на значительной глубине.

Большое количество извержений червей нходится ткже в дерновом слое почвы. Об этом свидетельствуют данные С.И.Пономаревой:

Таблица 2. Количество выбросов дождевых червей на различных участках дерново-подзолистой почвы в Московской области (1953г.)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| участок | Выбросы, собранные на поверхности (в т на 1 га) | Выбросы в почве, в зоне корневых систем | | Общее кол-во выбро-  сов дожде-  вых червей | Число дожде-  вых червей на 1 га |
| в т на 1 га | В % к весу всей почвы |
| Посевные травы  1-го года пользования | 7,8 | 4,0 | 9,7 | 11,8 | 1520000 |
| То же,  2-го года пользования | 26,2 | 25,8 | 48,1 | 52,0 | 1790000 |
| Озимая пшеница | 11,2 | 2,3 | 20,2 | 13,5 | 880000 |
| Пар, занятый картофелем | 3,2 | Не опре-делено | Не опре-делено | - | 800000 |
| Рожь с под-севом трав | 2,7 | 6,2 | 13,6 | 8,9 | 320000 |
| Лес дубовый | 16,0 | Не опре-делено | Не опре-делено | - | 2940000 |

Из таблицы видно, что в некоторых случаях в зоне корней растений извержений червей оказывается не меньше, чем на поверхности, а иногда и больше (на ржаном поле). Таким образом, если учитывать не только дерновый, но и более глубокие слои почвы, то окажется, что большая часть извержений не выносится наружу, а остается внутри почвы. Вполне возможно, что наверх поступает только то количество извержений, которое необходимо для защиты норки от проникновения холодного воздуха.

Процесс перемешивания почвы дождевыми червями можно проследить, проведя несложный, но весьма показательный опыт (Пономарева 1953). В сосуд с плоской стеклянной стенкой насыпается слой мелкого светлого грунта (например, лесс), а сверху такой же объем просеянной через сито темной почвы, богатой перегноем. В сосуд запускаются 6 дождевых червей и создаются условия их нормальной жизнедеятельности. Через 17 дней слой светлого лесса оказывается пронизанным до дна ходами червей, причем значительная часть их была заполнена копролитами темного цвета, а через 110 дней вся почва в сосуде полностью перемешана. При этом общий объем почвы увеличивается (это объясняется увеличением ее скважности вследствие возникновения ходов червей и промежутков между образовавшимися структурными единицами). Конечно, в природе этот процесс идет с гораздо меньшей скоростью, но все же он имеет огромное значение в эволюции почв.

Изложенные выше данные объясняют, почему граница между темным слоем почвы, содержащим гумус, и подлежащими, более светлыми слоями в природе никогда не бывает резкой, а всегда размыта и неотчетлива.

До сих пор мало осознана та роль, которую играют дождевые черви в земледелии, перемешивая удобрения с почвой. Некоторые ученые, в частности, Франц (Franz, 1950) полагают, что навоз в почвах, лишенных дождевых червей, может лежать годами, не перегнивая и не смешиваясь с почвой; он приобретает торфянистый характер и не только не улучшает почвы, а даже ухудшает ее. С этим можно согласиться, но не стоит забывать, что в распределении навоза в почве играют роль не только дождевые черви, но и почвенные насекомые, хотя роль последних в данном случае второстепенная.

Объединив все факты, изложенные в этом разделе можно сделать вывод, что вся масса почвы, заселенной дождевыми червями (а таковыми является большая часть почв земного шара), за время своего существования прошла через кишечник дождевых червей и, возможно, неоднократно.

**Влияние дождевых червей на структуру и химический состав почв.**

Почва, проходя через кишечники дождевых червей, не только перемещается с одного места на другое, но и качественно меняется. Земля, заглоченная червем, перетирается в его желудке с листьями и другими растительными остатками, а также подвергается химической обработке при помощи веществ, выделяемых железами разных отделов кишечника. В результате получается мелкая однородная пищевая кашица, из которой некоторая часть растворенных веществ всасывается клетками кишечника. Червь утилизирует, конечно, очень небольшую часть заглоченных веществ.

Рассмотрим прежде всего, как отражается прохождение почвы через кишечник червя на содержание в ней гумуса. Из только что сказанного ясно, что в результате заглатывания почвы червями количество гумуса в ней должно уменьшаться. Но не стоит забывать, что черви питаются не только гумусом, но и различными отмершими частями растений, которые затаскиваются внутрь почвы, перемалываются, подвергаются химической обработке, и выбрасываются обратно в почву, где подвергаются дальнейшей обработке бактериями и активными химическими веществами, в результате чего превращаются в гумус. Следовательно, дождевые черви являются одновременно и потребителями, и производителями. гумуса почв.

Справедливости ради стоит отметить, что роль некоторых видов дождевых червей в производстве гумуса весьма скромная. Так, например, эйзения Норденшельда (Eisenia nordenskioldi) питается исключительно внутри почвы, а значит не вносит в почву органических веществ с поверхности.

Копролиты большого красного червя содержат большее количество гумуса по сравнению с почвой, в которой они жили. Есть указания наповышенное содержание гумуса в облицовке ходов некоторых люмбрицид. Однако в общем нужно сказать, что деятельность дождевых червей как образователей гумуса не имеет особого значения. Их главная роль в преобразовании почв заключается не в этом, т.к. участие олигохет, энхитреид, других почвенных бивотных и микробов в образовании гумуса несравненно больше. К тому же, дождевые черви питаются остатками растений, в которых уже довольно продвинуты бактериальные процессы гниения (зеленый корм они берут крайне неохотно), а значит их нельзя считать пионерами образования гумуса, они лишь обрабатывают продукты, являющиеся “полуфабрикатами”.

Более важны косвенные последствия внесения дождевыми червями в почву органических веществ. Химическими анализами подтверждено накопление в извержениях червей ммиака, нитратов, фосфорной кислоты, кальция и магния.

Существенно также накопление в кишечнике червей кальция в виде биогенного кальцита. Кальцит – это минерал, который представляет собой кристаллы углекислой извести. Способ образования этих кристаллов в точности не установлен, но можно предположить, что кальций, поступающий с листьями и почвой в кишечник червей в виде тончайшим образом распыленной взвеси оксида кальция, превращается в углекислую соль, которая кристаллизируется в пищеводе. Кристаллы при движении по кишечнику растут, а затем соединяются друг с другом, образуя компактные камшки размером до 1,5 мм и более.

Анализы С.И.Пономаревой (1953) показывают, что содержание биогенного кальцита в копролитах, собранных в разных участках дерново-подзолистой почвы, колеблется от 0,82 (озимая пшеница) до 34,12 кг (посевные травы второго года пользования) на 1 га. Присутствие биогенного кальцита способствует нейтрализации кислот в почве и изменяет ее структурные свойства.

Известно, что при разложении отмерших частей растений образуются кислоты. Но несмотря на это реакция кпролитов дождевых червей оказывается заметно щелочной. Почти такая же щелочность характерна для верхнего слоя почвы, недавно созданного копролитами червей. Более глубокие слои лесных почв могут оказаться значительно кислыми. Возможно, это связано с уменьшением в этих слоях дождевых червей.

Тем не менее, важнейшее значение дождевых червей состоит в придании почве зернистой структуры. Механический анализ копролитов показывает, что по сравнению с исходной почвой в них содержится большее количество мелких, пылеватых частиц. Однако обнаружить их можно только после искуственного разрушения структурных отдельностей, в которые они слипаются в задних отделах кишечника. Отдельные комочки извержений могут сливаться друг с другом. Многочисленные опыты подтверждают образование из мелкой почвы довольно крупных отдельностей неправильной формы. Главной особенностью таких структурных отдельностей состоит в их высокой водопрочности,т.е. способности противостоять размыванию водой. Очень вероятно, что это объясняется наличием каркаса из неразложившихся волокон растений. К тому же почвенные зернышки цементируются кристаллами окиси кальция и его углекислой соли.

Исследованиями подтверждено, что удельный вес копролитов меньше удельного веса других фракций почвы. Это говорит о большой скважности копролитов. Вода может проникать внутрь копролита и циркулировать в нем, медленно подтачивая его и вынося наружу небольшие порции веществ, используемых микроорганизмами и растениями.

На копролитах оказывается гораздо больше бактерий, чем на других фракциях почвы. Здесь же селятся грибки, а такде ряд животных, питающихся грибками и бактериями (низшие бескрылые насекомые, клещи, нематоды). Таким образом, мы видим пример связей, соединяющих организмы почвы в единое целое.

**Заключение**

Итак, дождевые черви являются очень важным фактором почвообразования. Без них не могло бы быть почв в том виде, в каком мы их наблюдаем. Это, конечно, не дает права переоценивать их роль в почвообразовании, так как если бы не существовало большого количества других факторов, действующих в том же направлении, то деятельность червей не имела бы смысла.

Дождевые черви включаются в процесс почвообразования, когда гумификация почвы уже в полном разгаре. Значение дождевых червей выступает на первый план, когда гумус уже создан и возникают задачи о его распределения по разным слоям почвы, о разрыхлении ее, о снабжении всего огромного количества гумификаторов воздухом и водой, о предохранении гумуса от быстрого вымывания из почвы, об удалении избытков растительных остатков с поверхности почвы, о нейтрализации кислот, о консервации питательных материалов для растений в водопрочных копролитах.

Следует также обратить особое внимание на то, что деятельность дождевых червей в почвообразовании связана с деятенльностью других физических, химических и биологических агентов, участвующих в этом процессе. Еще В.В.Докучаев говорил, что “почвы и грунты есть зеркало, яркое и вполне правдивое отражение, так сказать, непосредственный результат совокупного, весьма тесного, векового взаимодействия между водой, воздухом, землей, с одной стороны, животными и растительными организмами и возрастом страны, с другой, этими извечными и поныне живущими почвообразователями”. Изложенные в данной работе факты показывают, что дождевые черви играют далеко не последнюю роль в этом “вековом взаимодействии”, которое создало гумусные почвы всего мира, являющиеся предпосылкой для возникновения пышной растительности, а следовательно пищевой базой для всех наземных животных и человека.

**Список литературы**

Гиляров М.С. 1949. Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. Изд. АН СССР, М.-Л.

Гиляров М.С., Криволуцкий Д.А. 1985. Жизнь в почве. –М.: Мол. Гвардия,

Перель. Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. М.:Наука, 1979

Пономарева С.И. Роль жизнедеятельности дождевых червей в создании прочной структуры в травопольных севооборотах. Почвоведение, 1950

Чекановская О.В. Дождевые черви и почвообразование. М.: АН СССР, 1960