*Энтомофауна степи*

Слайд 1

Тема: Роль беспозвоночных в степи

Слайд 2-4

Почвенные условия оказывают существенное влияние на жизнь всех

насекомых, так как от генетических особенностей почв зависит характер растительности, которая воздействует на них прямо или косвенно. С другой стороны, почвенные насекомые также влияют на состав и свойства почвы, так как являются одним из факторов почвообразования, как это было установлено еще академиком В.И. Вернадским (1940) и В.В. Докучаевым (1951). Важная роль в почвообразовании принадлежит сапрофагам, участвующим в трансформации органических остатков, а, следовательно, определяющим содержание гумуса в почве и ее продуктивность.

Консументы различного уровня осуществляют распределение вещества, энергии по всем трофическим сетям. Сапрофаги, копрофаги и некрофаги ускоряют разрушение органических остатков, положительно влияя на процессы гумификации.

Таким образом, плодородие почвы в агроландшафтах не может поддерживаться без деятельности комплекса почвенных организмов, обязательным компонентом которого являются беспозвоночные, включая насекомых.

В степных биомах жизнь 95% беспозвоночных так или иначе связана с почвами. К почве в степях тяготеют даже те насекомые, которые в других природных зонах обходятся без нее (например, чернотелки, жуки-усачи), подтверждая тем самым правило «смены экологических яроусов», сформулированного М.С. Гиляровым (Мордкович, 2014).

Так, свои циклы развития с почвами в степи связывают многие мухи, бабочки, жуки. Высока в степи численность пауков-волков и пауков-кругопрядов, которые прекрасно чувствуют себя на открытых пространствах и в густом травостое. Также гораздо выше в степи численность подстилочных клопов, почвенных клещей.

Интересно, что близкородственные группы муравьев в лесу и в степях строят свои муравейнике совершенно различным образом. Если в лесу муравейник представляет из себя большую насыпь надземного купола, то у степного медового муравья этих насыпей практически нет.

Слайд 5

Всю энтомофауну можно разделить на три группы: *геобионтов*, которые проводят в почве почти всю жизнь, *геофилов*, часть жизненного цикла которых протекает в почве, и *геоксенов*, чьи взаимодействия с почвой случайны, или же в ней находятся убежища этих беспозвоночных (различные таракановые, полужесткокрылые).

Примером геобионтов могут служить дождевые черви, кивсяки, многоножки. Летающие насекомые (жесткокрылые, саранчовые) – прекрасная иллюстрация геофилов.

Слайд 6

В почвенных процессах важную роль играют также клещи, которые являются первыми потребителями растительных остатков, а также распространителями спор грибов некоторых простейших. Численность и биомасса клещей зависят от обилия растительных остатков в почве, ее увлажнения, величины радиационного баланса. Они обладают высокой адаптацией.

Рацион почвенных клещей обширен: они питаются бактериальными налетами, гифами грибов, водорослями, другими насекомыми. Велика доля клещей-фитофагов.

Так, в степи, численность панцирных клещей, которые питаются отмершими тканями разлагающихся корешков, может достигать до миллиона экземпляров на квадратный метр.

Слайд 7

Большая роль в распределении органического вещества принадлежит почвенным сапрофагам: дождевым червям, кивсякам, мокрицам.

Питаясь органическими остатками, находящимися в почве, эти беспозвоночные выполняют работу плуга, разрыхляя, перемешивая почву, создавая вертикальные ходы, увеличивая аэрацию. Повышенная аэрация важна для переуплотненных и переувлажненных почв, т.к. повышается водопроницаемость, улучшаются условия для развития корневой системы растений, повышается их продуктивность.

Слайд 8

Перемещая растительные остатки, дождевые черви обогащают почву гумусом, улучшают ее структуру. Воздействие дождевых червей на гумификацию определяется их способностью индуцировать в почве минерализацию растительных остатков и полифенолоксидазную активность. В кишечнике червей происходит полимеризация низкомолекулярных продуктов распада органических веществ, и образуются молекулы гуминовых кислот.

В пищеварительном тракте дождевых червей непереваренные остатки пищи смешиваются с минеральными частицами, склеиваются слизистыми выделениями стенок кишечника, спрессовываются и выбрасываются в почву в виде копролитов. В их кишечнике разрушаются многие почвенные минералы с образованием растворимых соединений.

Так, из песчинок базальта высвобождаются такие необходимые для растений элементы как калий, магний, фосфор. Копролиты червей и их ходы в почве обогащены аммиачным азотом, который продуцируется стенками кишечника и поверхностью тела.

В богатом азотом субстрате темпы индивидуального роста и плодовитость червей резко увеличиваются, что является одной из причин их концентрации в экскрементах травоядных животных на пастбищах и в почвах пашни с использованием органических удобрений

Как правило, биомасса червей колеблется от 40 до 120 г/м2

Слайд 9

Важная роль в трансформации органических остатков принадлежит многоножкам диплоподам, среди которых наиболее известны кивсяки (Julidae).

Кивсяки питаются отмершими растительными остатками и способствуют их гумификации, обогащают почву кальцием, который накапливается в твердых хитиновых покровах, что способствует улучшению ее структуры и водопрочности. Кивсяки плохо переносят кислую среду и низкие температуры. Однако, они легче дождевых червей выдерживают засушливые условия.

Слайд 10

В разложении растительных остатков участвуют также рачки – мокрицы, которые распространены повсеместно даже в пустынных районах. Большая часть мокриц относится к сапрофагам. Они концентрируются в верхнем,

наиболее богатом гумусом, слое почвы. Мокрицы нуждаются в таких элементах как кальций и медь.

Кальций необходим им для построения хитинового панциря, поэтому они потребляют из растительного опада 79 − 94% этого элемента. Медь усваивается мокрицами из пищи на 100% и необходима им для выработки дыхательного пигмента.

Роль мокриц в трансформации органических остатков особенно велика в условиях пустынь, а в засушливый период и в сухих степях.

Слайд 11- 15

В степных агроландшафтах главным лимитирующим фактором в жизни растений и почвенной мезофауны является влага, определяющая условия их жизнедеятельности.

 При пересыхании верхних горизонтов насекомые обычно мигрируют в более глубокие почвенные слои, где есть влага. Многие насекомые, обитающие в теплое время года вне почвы, уходят на зимовку в почву или растительные остатки на ее поверхности, где они лучше защищены от вымерзания или повышения температуры воздуха выше оптимальных значений. Глубина залегания насекомых на зимовку в различных почвах зависит от их плотности, гидротермического и газового режима.

Так, например, проволочные черви Agriotes meticulosus Cand., Melanotus avitus Cand., Pleonomus tereticollis Men. во влажной почве держатся в верхних слоях, при её иссушении передвигаются до глубины полметра и глубже. Та кое же поведение наблюдается у личинок усача (Prionus turkestanicus Sem.) и многих других насекомых. Многие почвенные насекомые после уборки пшеницы и пересыхания почвы мигрируют в более глубокие слои: жужелицы родов Аmаra Вон., Pseudophonus Motsch., Microlestes Schm. – до 50 см, личинки щелкуна A. spurator L. и жуков Staphylinidae - 80, пшеничного трипса (Haplothrips tritici Kurd.) – до 90 см, а долгоносиков – еще глубже.

Большинству почвенных насекомых при недостатке влаги свойственен геотаксис (перемещение в почве по вертикали и горизонтали). Уход в почву насекомых, обычно обитающих на ее поверхности, часто также стимулируется недостатком влажности воздуха. При снижении влажности приземных слоев воздуха ниже 50% зарываются в почву или прячутся под различные укрытия на ее поверхности жуки чернотелки Blaps lethifera Marsh. и В. halophila F.-W.

Приспособительное поведение обитающих в почве насекомых к недостатку влаги сказывается не только на их перемещении, но и устройстве земляных колыбелек и плотных коконов. При недостатке влаги в почве насекомые, способные как к сапрофагии, так и к фитофагии, в большей мере питаются живыми частями растений, получая их них влагу, сокращая при этом питание разлагающимися остатками.

Факультативность в питании, т. е. способность сочетать хищничество

и фитофагию, а последнюю с сапрофагией, — важнейшее подспорье степных

насекомых в борьбе за дефицитную влагу. Нередко потребление большого количества растительной пищи в степи определяется потребностью не в энергии, а в воде. Так обстоит дело у саранчовых, которые славятся особым пристрастием к воде, содержащейся в свежих побегах. Эту воду они экстрагируют из пищи в пищеварительном тракте. Степные напочвенные жуки-жужелицы крайне непоследовательны в своих пищевых потребностях. Так, наиболее богатые видами роды харпалус, амара, офонус, птеростихус имеют представителей, способных в зависимости от ситуации быть то хищниками, то вегетарианцами. Обычно фитофагами они становятся в периоды засухи, когда растения являются единственными держателями влаги в степной экосистеме. Легкость, с которой один и тот же вид степных жужелиц переходит от хищничества к фитофагии, — очередное проявление универсальности адаптации и переменчивости степной экосистемы.

Миграция вглубь почвы или на ее поверхности наблюдается и в условиях избыточной влажности: например, гусениц (Agrotinae), медведок (Gryllotalpa unispina Sauss).

Некоторые насекомые, находясь в верхнем почвенном слое, при избыточном увлажнении и недостатке кислорода выходят на поверхность почвы.

Подвижность почвенных насекомых в разных направлениях связана и с изменением химизма почвы, в частности реакции почвенного раствора. Передвижение на участки почвы с оптимальной рН наблюдается иногда, например, у личинок некоторых видов щелкунов и хрущей (Melolonthinae).

Кроме влажности такие свойства почвы, как плотность и гранулометрический состав, оказывают также заметное влияние на почвенных насекомых, отражаясь на их численности. Большое значение имеет при этом рельеф поверхности, определяющий микроклимат различных участков, что позволяет некоторым видам заселять северные склоны различных участков.

Слайд 16

Также сильное развитие жирового тела – обеспечивает неприкосновенный запас влаги у саранчовых, чернотелок, хрущей, мух и др. Это особая ткань, окружающая кишечник и другие внутренние органы. В ее клетках накапливаются жир, гликоген и белковые включения. Процент жира может составлять до 40% веса тела. При расщеплении жиров образуется метаболическая вода. При чрезмерном увлажнении жировое тело – резерв, где запасаются излишки.

Слайд 17

Темная окраска — последнее из адаптивных достоинств степных насекомых, на котором стоит заострить внимание. Покровы насекомых, открыто живущих в степи, часто бывают черными. Это позволяет аккумулировать тепло весной и осенью, когда его мало. В летнее же время при избытке тепла температура тела регулируется благодаря наличию в многослойной кутикуле темноокрашенных жуков полостей, где происходит циркуляция, испарение и конденсация различных соединений. Такой окрашенный в темный цвет «термос» позволяет сохранить стабильную температуру тела без потери влаги за счет испарения. Универсальные свойства, способствующие то нагреву, то охлаждению тела, придает покровам степных насекомых содержащийся в них пигмент меланин. В результате темноокрашенные жуки чувствуют себя в степи довольно вольготно.

Слайд 18

Еще одно приспособление степной энтомофауны к суровым степным реалиям – форма тела. Так, например, у жука-чернотелки, который обладает мощным хитиновым покровом, форма имаго имеет характерные черты песочных часов. Такие пропорции вкупе с подвижными сочленениями переднее- и среднегруди обеспечили жуку максимальную гибкость. Такая подвижность помогает им быстро внедряться в трещины (например, чернотелки родов анатолика, тентрия).

Другие чернотелки, научившиеся закапываться, выглядят несколько иначе. У них выраженная квадратная форма тела, а прочное сочленение переднее- и среднегруди обеспечивает надежную опору при копательной работе.

Слайд 19

Также адаптацию к степям можно проследить по строению покровов насекомых. В степи, в связи с переменчивым характером увлажнения, насекомые должны как можно дольше удерживать влагу в организме.

Кутикула степных насекомых состоит из трех слоев: внутреннего – *эндокутикулы*, наружного – *экзокутикулы* и поверхностного – *эпикутикулы.*

Именно эпикутикула, которая в своем составе имеет воскоподобные вещества и парафины, спасает степных обитателей от критической потери массы и смерти.

Также благодаря водонепроницаемости эпикутикула предохраняет насекомых от затопления почвенных горизонтов при сильных осадках или в период таяния снега.

Слайд 20

Еще одно важнейшее приспособление к степной жизни – наличие *субэлитральной полости.* Субэлитральная полость образована плотными надкрыльями — элитрами, которые выпуклым сводом плотно лежат на спинной стороне тела насекомого. Особенно комфортабельной субэлитральной полостью владеют жуки-усачи родов доркадион и эодоркадион, жуки-чернотелки, многие листоеды и долгоносики. Пространство под колпаком надкрылий может достигать половины объема жука. Полость представляет собой определенный «буфер» между жаркой степью и внутренней средой жука. Сюда открываются трахеи. Воздух в субэлитральной полости вне зависимости от погоды всегда стопроцентно насыщен водяными парами, прохладен и представляет собой идеальную газовую смесь для дыхания насекомых. Полезный объем субэлитральной полости у многих видов увеличен за счет редукции второй пары крыльев, которые подстилочные жуки используют все равно редко.

Субэлитральная полость жуков, как и большинство адаптаций у степных организмов, рассчитана на маятникообразную экологическую обстановку и потому способна выполнять прямо противоположные функции. В сушь и жару она спасает жука от иссушения. При затоплениях, нередких в степи, та же субэлитральная полость, отгороженная от внешней среды небрежно приподнятым кончиком брюшка, предохраняет тонкие просветы трахей от смертельно опасного контакта с капельной влагой. Подобную функцию несет субэлитральная полость у водных и полуводных жуков—плавунцов, водолюбов, вертячек, жужелиц-тинников и дисхириусов. Следовательно, и эта адаптивная особенность организации степных насекомых носит универсальный характер, отвечающий условиям экологической переменчивости в степи (Мордкович, 2014).

Слайд 21-22

Пищевые сети в степи формируют не только конкурентные отношения, но, так же, приводят к отношениям мутуалистическим и даже симбиотическим. Активность многих почвенных беспозвоночных влияет на процессы во всем биоме.

Так, например, очень активны личинки жуков-чернотелок. Эти личинки являются эффективными преобразователями подстилки. На каждые 100 г подстилки в сухих степях приходится до 40 г жуков.

Чернотелки активно измельчают подстилку, упрощая тем самым дальнейшее освоение органического субстрата и увеличение скорости миграции минеральных элементов. В день на каждые 100 мг собственного веса эти жуки съедают до 50 мг растительности. Значительная часть подстилки выбрасывается в виде экскрементов (до 40% съеденной пищи), тем самым значительно затрагивая почвенные процессы всего биома.

Все дело в том, что экскременты чернотелок являются одним из субстратов целлюлозоразрушающих микроорганизмов. 10 мг экскрементов обеспечивают активность 7,5 млн этих деструкторов. В более аридных условиях активизирующая составляющая экскрементов повышается, видимо из-за малой зависимости от условий окружающей среды и малой переменчивости погодных условий.

Чернотелки так же опосредованно влияют на биохимический состав подстилки. Общее содержание гумусовых кислот снижается за счет повышения доли фульвокислот и преобладание их над гуминовыми. Чернотелки вдвое тормозят процесс гумификации, повышают минерализацию (Мордкович, 2014).

Слайд 23 – 25

Хозяйственная деятельность человека приводит к резким изменениям всех компонентов степных биоценозов, в том числе и насекомых. При этом многие виды вымирают или становятся редкими. Могут существенно сокращаться ареалы одних видов и расширяться других. Кроме того, в ряде случаев фауна обогащается новыми видами, бессознательно или сознательно завезенными человеком. Степень и характер изменений биоценозов определяются характером и интенсивностью его хозяйственного использования.

Пространственная структура степных беспозвоночных во многом зависит от состава растительных сообществ.

Так, умеренный выпас скота не наносит существенного вреда луговому и степному биоценозу, однако слишком интенсивный выпас приводит к обеднению флоры и, соответственно, фауне насекомых и беспозвоночных.

При общем сдвиге всех компонентов в сторону большей ксерофильности, видовое разнообразие снижается, и сообщество становится более «копрофильным» по сравнению с исходным. Выпас скота сопровождается не только изъятием части зеленой массы, но и нарушением почвенного покрова, появлением многочисленных кровососущих насекомых и обитателей навоза.

Снижение видового разнообразия происходит и при кошении трав,

приводящего к выпадению из состава флоры ряда однолетних и двулетних растений. При этом погибает масса личинок насекомых, особенно обитающих внутри стеблей. Ежегодное скашивание трав резко обедняет состав фауны, в то время как при нерегулярном сенокошении комплекс насекомых заметно обогащается. В абсолютно заповедной степи, где запрещены выпас и сенокошение, видовой состав насекомых заметно обеднен и они представлены в основном прямокрылыми и некоторыми клопами. Умеренное воздействие скашивания даже полезно, так как способствует естественному отбору, не разрушая при этом биоценотические связи, способствует приспособляемости.

Среди семейства жужелиц (Carabidae) самая известная жужелица хлебная (Zabrus tenebrioides), личинки которой наибольший вред наносят озимой пшенице. Этот вид является лидером на всех ключевых участках. Его численность колеблется в разных пробах от 30 до 100%. Жужелица просяная (Ophonus calceatus) повреждает зерновые культуры.

Представители рода тускляков (Amara), например, такие как тускляк бронзовый (Amara aenea) наносят вред злакам. Представители рода (Amara) встречаются повсеместно в лесостепных и степных агроландшафтах (Сигида, 2007, 2009), но наибольшего скопления на изучаемых нами ключевых участках достигают на сельскохозяйственных участках степей где по численности конкурировали с жужелицей хлебной (Zabrus tenebrioides) и представителями семейства Elateridae, иногда в соотношении: Amara –30%, Zabrus–40%, Elateridae–30%.

Велика роль в степных биомах хищных насекомых. Особенно высока в степях численность жужелиц. Жужелицы различаются по способу питания, ярусам, суточной и сезонной активности.

Большое разнообразие наблюдается в суточной и сезонной активности

жужелиц. Условно жужелиц можно разделить на три группы: виды с дневной и ночной активностью, а так же безразличных в этом отношении .

Активность в сезоне обычно связана с особенностями биологии вида, оптимальным сочетанием температуры и влажности. По способам питания известно три основные группы жужелиц: фитофаги – растительноядные, зоофаги – хищники, миксофитофаги – жужелицы, обладающие смешанным питанием.

Большинство жужелиц – многоядные хищники, питающиеся почвенными беспозвоночными. Так, красотелы поедают гусениц, имаго и взрослых личинок насекомых, в том числе настоящих жужелиц (Carabus), питаются моллюсками и червями (Ткачев, 1972). Наиболее часто на всех ключевых участках встречаются представители рода Harpalus, которые относятся к миксофагам (всеядным). Самые многочисленные из них - Harpalus rufipes и H.calceatus.

Велико значение жужелиц для развития степных растений. Многие жужелицы питаются различными фитофагами-вредителями..

Этот факт приносит большую пользу сельскому хозяйству. Так, за 20 дней виды рода Carabus, Pterostichus на 1 га картофеля уничтожают 1,6 − 2,0 млн. личинок каларадского жука.

Личинки жужелиц способны уменьшить численность проволочников на столько, что всякая борьба с ними становится излишней.

Личинки подавляющего большинства видов жужелиц ещё больше, чем взрослые жуки, предпочитают животную пищу. Лишь при ее отсутствии или недостатке воды личинки жужелиц питаются тканями растений, тем самым переходя в разряд вредителей.

Список литературы:

1. Мордкович В. Г. Степные экосистемы / В. Г. Мордкович 2-е изд. испр. и доп. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2014. — 170 с.

2. Биогеография с основами экологии: Учебник / А.Г. Воронов, Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволуцкий, А.Г. Мяло – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 408 с.

Использовались данные с сайтов:

1.Wikipedia/org

2.[www.ncfu.ru/uploads/doc/disser\_patuta\_mb.pdf](http://www.ncfu.ru/uploads/doc/disser_patuta_mb.pdf)

3. [savesteppe.org](http://savesteppe.org)