

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Балашовский институт (филиал)

Кафедра биологии и экологии

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ
АНТОФИЛЬНЫХ НАСЕКОМЫХ ПСАММОФИТНЫХ
МЕСТООБИТАНИЙ СРЕДНЕГО ПРИХОПЕРЬЯ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 344 группы
направления подготовки 06.03.01 «Биология»,
факультета естественно-научного и педагогического образования
Васильченко Татьяны Владимировны

Научный руководитель
кандидат биологических наук,
доцент _____ А.Н. Володченко
(подпись, дата)

Зав. кафедрой БиЭ, доцент,
кандидат биологических наук,
доцент _____ А.А. Овчаренко
(подпись, дата)

Балашов 2017

ВВЕДЕНИЕ. Актуальность проблемы. Цветущие растения имеют огромное биосферное значение, они занимают весомую позицию в жизни человека и других живых организмов. Флористическое разнообразие энтомофильных растений обуславливается насекомыми, которые в поисках питания на цветах и соцветиях растений осуществляют перекрёстное опыление, роль которого трудно переоценить. Перекрестное опыление способствует сохранению видового разнообразия цветущих растений и повышению уровня изменчивости генотипа, что в свою очередь, может привести к появлению особей более адаптированных к внешней среде. Коэволюция насекомых и растений имела решающее значение для становления и трансформации цветков и соцветий, определив многие направления морфологической эволюции покрытосеменных.

В настоящее время биоразнообразие и экология антофильных насекомых является недостаточно изученными, так как для её рассмотрения требуются совместные усилия не только зоологов, но и ботаников. Видовой состав и экология этой важной группы насекомых в Среднем Прихоперье плохо изучены.

Цель и задачи исследований

Целью представленной работы было изучение разнообразия и экологии антофильных насекомых Среднего Прихоперья.

Специфика исследования обусловлена постановкой следующих задач:

1. Изучить таксономическую структуру антофильных насекомых.
2. Выявить трофические связи антофильных насекомых с посещаемыми ими цветковыми растениями.
3. Рассмотреть зависимость выбора кормовых растений от морфологии головы и ротового аппарата.
4. Выявить пространственное распределение антофильных насекомых в экотоне «лес-степь».
5. Разработать эколого-просветительские мероприятия по опылителям для средней школы.

Материалы исследования. Основой работы послужили собственные исследования. Материал для исследования собирался в 2014-2016 гг. с мая по август в Балашовском и Ртищевском районах Саратовской области, а также в Инжавинском и Кирсановском районах Тамбовской области на территории Воронинского заповедника. Изучение экологических особенностей распределения жесткокрылых осуществлялось в Балашовском районе на семи пробных площадях, которые являлись границами экотона склоновая дубрава – псаммофитная степь. Основу фитоценозов составляли злаковые сообщества с участием зонтичных, сложноцветных и некоторых представителей других семейств растений.

Научная новизна. Впервые проведено изучение разнообразия и экологии антофильных насекомых в Балашовском и Ртищевском районах, а также в Воронинском заповеднике. Выявлен видовой состав антофильных перепончатокрылых и жесткокрылых Среднего Прихоперья, изучены трофические связи с посещаемыми ими цветковыми растениями, рассмотрены особенности распределения жесткокрылых в экотоне «лес-степь».

Структура и объем работы. Бакалаврская работа выполнена на 71 странице печатного текста. Она представлена введением, четырьмя главами, логично разбитыми на абзацы, заключением, списком литературы, включающим 44 источника и приложением. Первая глава описывает природные условия района исследования. Во второй главе даются общие сведения об антофилии. Третья глава представляет результаты исследований экологических особенностей антофильных насекомых. Четвертая глава содержит методические разработки с целью экологического воспитания школьников, а также примеры проектно-исследовательской деятельности по насекомым-опылителям для обучающихся.

Апробация работы. Материалы были доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем» (г. Балашов, 16-17 октября 2014 г.; 2-3

июня 2016 г.; 18-19 мая 2017 г.); на ежегодных международных ХХІХ Любищевских чтениях «Современные проблемы эволюции и экологии» (г. Ульяновск, Ульяновский государственный педагогический институт им. И.Н. Ульянова 06-09 апреля 2015 г.); на ежегодной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, студентов и школьников «Актуальные проблемы науки и образования» (г. Балашов, Балашовский институт Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, 13-20 апреля 2015 г.; 11-18 апреля 2016 г.; 10-17 апреля 2017 г.); на VII региональной научной конференции «Исследования молодых ученых в биологии и экологии» (г. Саратов, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского 21 апреля 2015 г.); на VII Международном симпозиуме «Степи северной Евразии» (г. Оренбург, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук 25-31 мая 2015 г.); на Всероссийской научно-практической конференции «Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика» (г. Волгоград, Волгоградский государственный университет 12-13 октября 2015г.); на международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения – 2015» (г. Саратов, Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова 25-26 ноября 2015г.; 25-26 ноября 2016 г.); на Всероссийской (с международным участием) научной школе-конференции «Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования» (г. Пенза, Пензенский государственный университет 10-14 мая 2016г.); на III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Особо охраняемые природные территории: прошлое, настоящее, будущее» (г. Хвалынский, Национальный парк «Хвалынский» 13-14 октября 2016 г.); на Всероссийском конкурсе студенческих научных работ в номинации «Естественные науки» (г. Тамбов, Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина 10 ноября 2016 г.); на международной конференции по итогам научно-

исследовательской и производственной работы студентов за 2016 г. (г. Саратов, Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова 16 марта 2017 г.); на Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы преподавания в начальной школе. Кирюшкинские чтения» (г. Балашов, БИ СГУ, 29-30 марта 2017), на международной научной конференции, посвященной 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России (г. Пенза, 23-25 мая 2017 г.). По результатам исследований опубликовано 11 статей.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. В первой главе описываются условия района исследования. Район исследования находится в восточной части Окско-Донской равнины в бассейне р. Хопер. Его территория сложена молодыми суглинистыми и песчаными породами. Хорошо развита овражно-балочная сеть с водотоками, которая представлена балками и оврагами разной глубины. Климат характеризуется холодной малоснежной зимой и жарким сухим летом, что обуславливается умеренно-континентальным климатом района исследования, в котором отмечается чёткое разграничение времён года. В районе исследования наблюдается чередование лесных массивов со степными участками, отмечается пёстрое флористическое разнообразие цветущих растений.

Во второй главе описана роль опыления в биосфере, а также история изучения опылителей. Перекрестное опыление способствует поддержанию флористического разнообразия и появлению видов более адаптированных к внешней среде. Такой тип опыления в природе может осуществляться двумя путями: биотическим и абиотическим, наиболее эффективным из которых является преимущественно биотический путь, что объясняется большей вероятностью опыления живыми организмами.

Перекрестное опыление приносит пользу обеим взаимодействующим сторонам – насекомым и растениям. Насекомые находят богатый витаминами и питательными элементами источник питания в виде пыльцы и нектара, перелетая с одного цветка на другой, они переносят пыльцу, что

способствует опылению покрытосеменных. Каждая группа антофильных насекомых вносит свой вклад в перекрестное опыление.

Вопрос опыления цветковых растений с помощью насекомых интересовал исследователей с давних пор. Было сделано множество открытий и трудов по изучению данного вопроса, что способствовало дальнейшему развитию изучений в данной области.

Было установлено, что эволюция покрытосеменных с самого начала была связана с эволюцией насекомых, что обусловило достижение общего биологического прогресса. Сопряженная эволюция способствовала появлению у цветущих растений яркого венчика, аромата, нектара, обусловило многообразие форм околоцветников, со стороны насекомых произошло преобразование ротового аппарата, строения головы, органов зрения, в частных случаях, конечностей, появилось опушение тела. Таким образом, многие антофильные насекомые приобрели специфичные черты организации, способствующие эффективному питанию и сбору пыльцевых зерен.

Сборы материалов проводились в 2014-2016 годах. Антофильные насекомые собирались во время маршрутных обходов обследуемых биотопов. Основными методами сбора насекомых являлись: кошение энтомологическим сачком по соцветиям растений, стряхивание опылителей с цветов и соцветий в ловчую емкость, наблюдение за отдельными представителями насекомых-опылителей, ручной сбор жесткокрылых с цветущих растений.

Анализ трофических связей насекомых с посещаемыми растениями производился на основании собственных данных. При сборе насекомых фиксировались растения, на которых они проходили дополнительное питание. Для упрощения расчетов оценка трофических связей проходила не по отдельным видам, а по семействам растений.

Для оценки видоизменений головы у жесткокрылых использовалось безразмерное соотношение между шириной и длиной головной капсулы.

Данный параметр отражает степень удлинения головной капсулы и возможность питания насекомых на цветах с узким и глубоким венчиком. При изучении морфологических адаптаций жесткокрылых к антофилии производилось фотографирование головной капсулы и ротового аппарата под бинокулярным стереоскопическим микроскопом при увеличении $\times 40$. Ширина головной капсулы измерялась между глазами, а длина по средней линии головы от вершины затылка к наличнику.

Для изучения особенностей распределения антофильных жесткокрылых в пределах экотона «лес-степь» проводилось учетное кошение на 7 пробных площадях, расположенных на территории Балашовского района. Пробы отбирались на различном удалении от опушки на расстоянии от 0 до 100 м. Количество взмахов сачком изменялось от 50 до 100, количественные данные пересчитывались к 50 взмахам.

В последней главе приведены результаты исследования. За время исследования было обнаружено 65 видов жесткокрылых, относящихся к 20 семействам и 33 вида, относящихся к 9 семействам перепончатокрылых. Среди жесткокрылых наибольшим разнообразием отличаются семейства *Cerambycidae* (15 видов), *Oedemeridae* (6 видов), *Scarabaeidae* (6 видов) и *Meloidae* (5 видов). В сумме эти семейства составляют 49% от видового состава антофильных жесткокрылых. Остальные семейства включают от одного до четырёх видов.

Среди перепончатокрылых наибольшее разнообразие наблюдается в семействах *Apidae* (14 видов), *Halictidae* (5 видов) и *Megachilidae* (4 вида), что в совокупности составляет 70% от общего видового состава антофильных перепончатокрылых. Остальные семейства включали в себя от 1 до 3 видов.

За время исследований было отмечено питание жесткокрылых на восемнадцати семействах растений. Посещаемость антофилами варьировала от 1 до 50 видов жесткокрылых на одно семейство растений. Наибольшее количество видов жесткокрылых посещало: сложноцветные, зонтичные (по

50 видов), ворсянковые (34 вида), розоцветные (22 вида), молочайные и гвоздичные (по 18 видов).

Менее всего посещались злаковые, ивовые, кипрейные, мареновые и подорожниковые, что обуславливается морфологическим и анатомическим строением генеративных органов данных семейств, а также предпочтениями самих видов жесткокрылых.

Связи антофильных жесткокрылых из различных семейств с определёнными семействами цветущих растений также очень разнообразны. Наиболее широким спектром трофических связей обладают жесткокрылые из семейств *Dasytidae*, *Cerambycidae*, *Mordellidae*, *Kateretidae* и *Scraptiidae*. Среди отдельных видов жесткокрылых наиболее разнообразны трофические связи у *Dasytes fuscus*, *Dasytes plumbeus*, *Variimorda fasciata*, *Brachypterolus linariae*, *Alosterna tabacicolor*, *Pseudovadonia livida*.

Обширные связи с цветковыми растениями также имели семейства *Scarabaeidae*, *Oedemeridae*, *Anthicidae* и *Lagriidae*. Большая часть остальных семейств жесткокрылых посещала более узкий спектр цветущих растений и отдавала предпочтение семействам сложноцветных и зонтичных.

Исследование трофических связей антофильных насекомых с посещаемыми ими растениями, а также рассмотрение головной капсулы и ротовых аппаратов под микроскопом позволило сделать выводы по отношению специализации определенных таксономических групп в выборе кормовых растений.

Жесткокрылых можно подразделить на три группы. Среди первой менее прогрессивной группы с типичным грызущим аппаратом без изменения морфологии головы в основном отмечалось посещение крупных открытых легко доступных соцветий из семейств зонтичных, сложноцветных и розоцветных. Наиболее характерными семействами из данной группы являются *Scarabaeidae*, *Buprestidae* и *Elateridae*.

К семействам второй группы относятся *Dermeestidae*, *Mordellidae* и *Meloidae*. Для них характерно подобное морфологическое строение головы,

как и для предыдущей группы, но отличительным признаком является шеевидная перетяжка, которая обеспечивает видам данной группы подвижность головы, обуславливающей большой трофический спектр данных представителей. Виды данной группы помимо легкодоступных представителей цветковых растений посещали также семейства труднодоступных и менее посещаемых другими видами жесткокрылых.

Для третьей более прогрессивной группы антофилов с вытянутой головой и небольшим удлинением ротовых частей наиболее яркими представителями являются семейства: *Dasytidae*, *Oedemeridae*, и *Cerambycidae*. Данные семейства жесткокрылых также были зарегистрированы на сложноцветных, зонтичных, розоцветных, ворсянковых и молочайных, однако иное морфологическое строение позволяло представителям данной группы посещать цветы малых размеров, а также цветы с вытянутой формой венчика.

У перепончатокрылых ротовые органы имеют вид хоботка, морфология которого варьирует среди отряда. У менее прогрессивных форм питающихся пыльцой отмечается достаточно укороченное строение ротовых частей, что позволяет видам с подобным строением питаться только пыльцой на открытых соцветиях, как например, *Holopyga fastuosa* из семейства *Chrysididae*. Перепончатокрылые с удлинением ротовых частей из семейств *Megachilidae*, *Apidae*, *Vespidae* отмечались на зонтичных, сложноцветных, колокольчиковых, где помимо пыльцы питались и нектаром цветущих растений. Виды из рода *Bombus* семейства *Apidae* регистрировались на клевере среднем из семейства бобовые, имеющего цветы трубковидной формы длиной 8-10 мм.

Также на территории Балашовского района изучались экологические особенности распределения жесткокрылых. Для этого использовалось учетное кошение сочком на семи пробных площадях, которые являлись границами экотона склоновая дубрава – псаммофитная степь и на основе

литературных данных проводился анализ питания выявленных видов жесткокрылых на личиночной стадии.

Анализ показал, что практически половину видового состава антофилов составляют ксилофаги, и сапроксилофаги, связанные в своем развитии с деревьями. Вследствие чего наибольшее видовое разнообразие данных видов отмечается на опушечных фитоценозах, что соответствует правилу «краевого эффекта».

Наивысших значений видовое разнообразие антофилов достигает на расстоянии до 10-25 м от опушки леса, в отдельных случаях в пределах экотона одновременно регистрировалось 36-39 видов жесткокрылых.

По мере удаления от опушки биоразнообразие антофильных жесткокрылых постепенно снижается и на расстоянии 50-70 м составляет 24-28 видов. обеднение видового состава проходит за счет выпадения из него ксилобионтов, относительно редко встречающихся на большом удалении от дубравы.

По материалам исследования были разработаны: план-конспект внеклассного мероприятия «Неразлучные друзья: насекомые-опылители и цветущие растения», а также темы проектно-исследовательской деятельности по насекомым-опылителям с их кратким содержанием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Антофилия играет важную роль в биосфере. Суть её состоит в перекрёстном опылении, которое осуществляется посредством питания насекомых на цветковых растениях, что приводит к обмену генами между растениями одного и того же вида, и в свою очередь способствует поддержанию флористического разнообразия и появлению особей более адаптированных к изменяющимся условиям внешней среды.

Благодаря сопряжённой эволюции возникли взаимные адаптации со стороны растений и насекомых. Насекомые эволюционировали по пути усовершенствования своего строения, происходила их дифференцировка и увеличение разнообразия видов. У цветущих растений как способ

привлечения насекомых возникли: разнообразная окраска венчика, разнообразные формы цветов, аромат и нектар.

В результате исследовательской деятельности была достигнута цель по изучению видового разнообразия и экологии антофильных насекомых Среднего Прихоперья, а также реализованы ранее поставленные задачи. Была изучена таксономическая структура антофильных насекомых, а также их трофические связи с посещаемыми ими цветковыми растениями. Анализируя полученные сведения, выяснилось, что семейства сложноцветных и зонтичных в наибольшей степени привлекают насекомых-опылителей, что обуславливается морфо-анатомическим строением данных цветковых растений для которого не требуется особая специализация в строении ротового аппарата со стороны антофильных насекомых. Другие семейства растений, такие как бобовые и колокольчиковые, имеющие вытянутое строение венчика, посещаются группами насекомых с характерным строением головной капсулы и ротовым аппаратом. Также были выявлены семейства жесткокрылых, обладающие наиболее широким спектром питания: *Dasytidae*, *Cerambycidae*, *Mordellidae* и *Kateretidae*.

Изучая литературу по питанию жесткокрылых на личиночной стадии, мы пришли к выводу, что практически половина видового разнообразия связана в своём развитии с деревьями. Исследованиями было выявлено, что наибольшее разнообразие насекомых-опылителей регистрируется на опушечных фитоценозах, а по мере удаления от лесных массивов оно заметно снижается, что обуславливается выпадением из антофильного комплекса видов жесткокрылых, развитие которых связано с древесиной. Поэтому взрослых особей причисляемых к данной группе чаще всего можно встретить лишь на растительности опушек леса, куда они перелетают из расположенных рядом лесных сообществ.

Для реализации задач биологического просвещения были разработаны методические рекомендации к изучению опылителей в школе. Предложенное внеклассное занятие может быть рекомендовано для учащихся 5-7 классов и

способствовать формированию интереса к опылителям. Также была разработана тематика проектных и исследовательских работ учащихся по опылителям, реализация которой может быть достигнута во время кружковой работы.