

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дмитрия Леонидовича Мусолина на тему: «Щитники (Heteroptera: Pentatomoidea): разнообразие сезонных адаптаций, механизмов контроля сезонного развития и реакций на изменение климата», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.05 – энтомология

Актуальность темы диссертационной работы Д.Л. Мусолина обусловлена огромным разнообразием, значением в хозяйственной жизни человека и широтой использования представителей одного из самых крупных надсемейств - щитников, которое включает более 16 современных семейств, 1410 родов и 8042 видов, среди которых доминируют фитофаги, выявлены хищники и мицетофаги. Велико значение сельскохозяйственных вредителей, в том числе инвазионных. Особый интерес представляют некоторые виды хищных настоящих щитников, которые используются для биологического контроля вредителей в закрытом и открытом грунтах. Перспективы дальнейшего наращивания численности агентов биометода основаны на знании биологии щитников, закономерностей их сезонного развития, особенностей формирования диапаузы и их реакций на климатические изменения. Отсутствие комплексного подхода к оценке этих знаний определило необходимость проведения такого анализа в объеме надсемейства и отдельных семейств.

Научная новизна: впервые проведен сравнительный анализ всего разнообразия сезонных адаптаций щитников; выявлены критерии для установления типов диапаузы и сезонных циклов; установлено доминирование зимней факультативной диапаузы у щитников с имагинальной диапаузой; связь диапаузы с полом, холодоустойчивостью и другими сезонными адаптациями, связанными с расселением щитников за пределы естественного ареала. Выявлено 6 категорий реакций щитников на изменение климата.

Теоретическое значение связано с разработкой типологии проявления диапаузы у щитников с выделением типов диапаузы, имеющих значение для таксономии и теории эволюции.

Практическая ценность работы: экспериментально получены сведения о механизмах регуляции сезонного развития, которые позволяют дать прогноз фенологии, динамики численности и распространения насекомых. Определена преемственность между методами анализа вторичных ареалов адвентивных видов и программами интродукции полезных видов, что имеет значение при разработке теории и практики карантина растений и охраны окружающей среды. Разнообразие реакций щитников на изменение климата продемонстрировано на модельном объекте (*Nezara viridula*), что позволило создать теоретическую базу для общего понимания реакции биоты на современное изменение климата и прогнозирование таких реакций.

Содержание работы. Автором собраны и проанализированы обширные сведения по изменению климатических характеристик в масштабах континентов и бассейнов океанов, которые приводят к значительным изменениям во многих физических и биологических системах преимущественно из-за потепления климата. Это влияние не всегда оказывается благоприятным для многих видов насекомых. Представлена всесторонняя информация по биологическим особенностям видов Pentatomoidea, их распространению, пищевой специализации и зимующим стадиям в различных климатических условиях в природной среде. Данные по экофизиологическим адаптациям клопов в режимах постоянных и меняющихся фотопериода и температуры, приближенных к природным, были собраны в лабораторных условиях. Применение методики сквозного тестирования среды позволило уточнить сезонную приуроченность фенофаз развития насекомых и определить период бездиапаузного развития популяции в конкретном регионе. Автором создана база данных по сезонным адаптациям и сезонным циклам полужесткокрылых, которая охватывает около

5000 публикаций. Особый интерес представляет исследование бактериальных симбионтов *N. viridula* на рост личинок.

Роль зимней диапаузы в сезонном цикле полужесткокрылых (глава 3) очень сложна и по-разному выражена у представителей надсемейства Pentatomoidea. Установлено, что разнообразие сезонных адаптаций и циклов сезонного развития у полужесткокрылых, является проявлением трех типов, двух форм и двух сезонных классов диапаузы. Диапауза часто связана с каким-либо личиночным возрастом. Выявлено, что у щитников главным фактором, контролирующим наступление зимней диапаузы, служит длина дня, иногда температура или качество пищи. От этих же факторов зависит постдиапаузное развитие щитников. Автором получены очень важные оригинальные сведения об условиях, при которых зимняя диапауза наступает у самцов и у самок.

Разнообразные адаптации, связанные с зимовкой, повышают способность щитников выживать и размножаться в условиях среды с ярко выраженной сезонностью климата. К ним относятся миграции, формирование больших скоплений и др. Автор очень ясно и аргументированно, часто на основании сведений, полученных в результате экспериментов, показывает экологический смысл этих явлений. Особенно важна необходимость синхронизации сезонного цикла с чрезвычайно коротким периодом доступности корма, что часто приводит к большим скоплениям насекомых, снижению скорости метаболизма у отдельных особей, снижению потребления кислорода и т. д. Автору удалось обнаружить очень длинные цепочки причинно-следственных связей этих строго определённых явлений, что приводит к повышению выживаемости клопов в состоянии покоя и в отсутствии корма.

Лабораторные эксперименты с различными морфами клопов показали, что изменение окраски имаго связано с продолжительностью фотофазы. Окраска тела может быть адаптивной и выполняет функцию терморегуляции, а также связана с двигательной активностью. Полевые эксперименты выявили важность главных экологических факторов в процессе подготовки к зимовке – длина дня и температура. Смена окраски может быть обратима в осенний и весенний период, весной доля темноокрашенных имаго *N. viridula* в популяции постепенно снижается. Найдены причины появления цветковых фенотипов и сезонного полифенизма по форме тела, которые иногда могут сочетаться, но необратимы. Автором впервые выявлены в природе и многие другие тонкие экологические адаптации щитников, большинство из которых удалось объяснить лишь при постановке сложных многоэтапных экспериментов. Получила объяснение необходимость у щитников летней диапаузы в умеренных широтах.

В главе 5 на основании вышеизложенных факторов, их взаимосвязей и установленных экологических адаптаций, автор предлагает анализ типичных и наиболее изученных схем сезонного развития щитников умеренного климата. Впервые были выявлены экологические механизмы, участвующие в формировании определенного типа сезонного развития у видов разной систематической принадлежности. Выделение 3 основных типов жизненных циклов (с подтипами для каждого) строго обосновано, подтверждается системой доказательств и примеров. Приведены причины происхождения каждого из типов и выявлены их взаимосвязи. Найдены факторы, определяющие каждый из типов в природной среде, а также в экспериментальных условиях, которые дают возможность выявить экологические механизмы. Они возникли и эволюционировали в пределах популяции в каждом конкретном случае. Результатом такого механизма стало своевременное формирование диапаузы.

Особую актуальность вопросы сезонного развития полужесткокрылых приобрели в условиях изменения климата (глава 6). Проведён детальный анализ известных примеров всех категорий реакций полужесткокрылых на изменение климата. Всего выделено 6 категорий реакций, которые были прослежены на примере модельного объекта *N. viridula* в процессе широкомасштабных полевых исследований, а также экспериментальных (глава 7). Все

теоретические обоснования и выявленные закономерности очень скрупулёзно были показаны на примере модельного объекта и нашли здесь полную, логически выстроенную доказательную базу, подтвержденную практическими результатами. Особый интерес представляют данные по изменению фенологии насекомых и других представителей биоты в условиях сымитированного потепления климата. Возобновление постдиапаузного активного развития было сдвинуто на более ранние сроки и повлияло на фенологическую приуроченность постдиапаузной репродукции, которая в условиях потепления наступила значительно раньше. Виды из регионов с холодным или умеренным климатом обладают достаточной фенотипической пластичностью, чтобы выжить и успешно развиваться в условиях теплеющего климата.

Данная работа представляет собой очень ценное, законченное монографическое исследование, по-новому освещающее перспективы реконструкции сезонных адаптаций, циклов развития и реакций щитников на изменение климата. Все главы в работе последовательны, логично выстроены и хорошо продуманы. Главы диссертации соответствуют поставленной цели и задачам. Рисунки в работе хорошо оформлены и информативны. Автореферат и 50 публикаций (31 статья в журналах из перечня ВАК), посвященных изучению разнообразия механизмов контроля сезонного развития щитников и реакций на изменения климата, полностью отражают содержание диссертации. Текст автореферата очень хорошо составлен, включает много терминов и пояснений к ним и доступен для широкого круга читателей, когда просто можно сказать о сложном. Эта работа заслуживает специального опубликования, как и диссертационная работа в целом.

Работа выполнена на хорошем научном, теоретическом и методическом уровнях и соответствует пунктам 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ. На основании изложенного считаю, что автор работы - соискатель Дмитрий Леонидович Мусолин безусловно заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.05 – энтомология.

Белякова Наталья Александровна
Заведующая лабораторией биологической защиты
растений, кандидат биологических наук, доцент

Федотова Зоя Александровна
Ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВИЗР,
доктор биологических наук, профессор

25 октября 2017 г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский институт защиты растений» (ФГБНУ ВИЗР)

Адрес: 196608 Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского 3, тел.: (812) 470-51-

10

e-mail: info@vizr.spb.ru, belyakovana@yandex.ru, zoya-fedotova@mail.ru

Подпись руки

Удостоверяю

**Секретарь
директора**

Косычева М.В.



Беляковой Н.А. Федотовой З.А.