

Министерство образования Республики Беларусь
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА»
(ВГУ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА)

УДК 595.78.–113:581.5
Рег. № 20191919

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе,
профессор
_____ Е.Я. Аршанский
« _____ » _____ 2021 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
Биологические особенности развития дендрофильных чешуекрылых в Беларуси
договор с БРФФИ №Б19-027 от 02.05.2019 г.
(заключительный)

Научный руководитель НИР
кандидат биол. наук, доцент

С.М. Седловская

Начальник
научно-исследовательского сектора,
кандидат геолого-минералогических наук

И.А. Красовская

Витебск 2021

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы,

канд.биол.наук, доцент _____ С.М. Седловская (введение, разделы 2.1, 2.2, 2.3, из основной части, заключение)

Исполнители темы

канд.биол.наук, доцент _____ С.И. Денисова (материал и методы исследований, разделы 2.4, 2.5, 2.6, из основной части)

Специалист I категории _____ Е.Г. Подскокова (разделы 2.7, 2.8, 2.9 из основной части)

Нормоконтролёр _____ Т.В. Харкевич

РЕФЕРАТ

Отчет 71 с., 1 кн., 39 табл., 104 источника

ПОЛИФАГИ, ОЛИГОФАГИ, МОНОФАГИ, ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ, ЗООМАССА, КОРМОВОЕ РАСТЕНИЕ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ, ПЛОДОВИТОСТЬ, СКОРОСТЬ РОСТА

Объектом исследования являются: зеленая дубовая листовертка (*Tortrix viridis* L.), лунка серебристая (*Phalera bucephala* L.), совка лишайница (*Moma alpium* Osbrech.), зимняя пяденица (*Operophtera brumata* L.), малый ночной павлиний глаз (*Eudia pavonia* L.).

Цель работы – определить особенности развития, питания и размножения дендрофильных чешуекрылых различного систематического положения и трофической специализации в зависимости от биохимического состава кормовых растений.

Методы исследования: описательно-аналитический, сравнительно-сопоставительный, статистический, биологический эксперимент, лабораторный.

Установлено, что наибольшее количество растворимых углеводов, свободных аминокислот, витаминов, таннинов, пирокатехина, пирогаллола макро- и микроэлементов содержит лист дуба по сравнению с листом березы, яблони, рябины и черемухи.

Сравнительный анализ коэффициентов утилизации (КУ) и использования пищи на прирост массы (ЭИП, ЭИУ) показал, что у полифагов лунки серебристой и зимней пяденицы минимальные значения индексов питания характерны при питании листом черемухи, максимальные – при питании листом дуба. У олигофага совки-лишайницы наблюдается та же закономерность изменения индексов питания, что и у полифагов. У олигофага малого ночного павлиньего глаза наоборот: максимальные значения индексов питания на черемухе, минимальные – на дубе.

Следовательно, кроме биохимического состава кормовых растений и пищевой специализации насекомых на выработку трофических адаптаций оказывает влияние систематическое положение чешуекрылых, их эволюционное развитие. Это заключение подтверждается более высокими значениями показателей размножения и обмена веществ у малого ночного павлиньего глаза при питании листом черемухи по сравнению с другими кормовыми растениями. Спектр кормовых растений, на которых успешно развиваются олигофаги совка-лишайница и малый ночной павлиний глаз, более узкий, чем у полифагов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Основная часть	7
1 Материал и методы исследований	7
2 Результаты исследований	10
2.1 Определение сезонной динамики витаминов, первичных, вторичных метаболитов и минерального состава в листьях кормовых растений дендрофильных чешуекрылых	10
2.2 Расчет индексов питания гусениц дендрофильных чешуекрылых в зависимости от биохимического состава кормовых растений, пищевой специализации и систематического положения насекомых	18
2.3 Сравнительный анализ относительной скорости роста и относительной скорости потребления гусениц в зависимости от их систематического положения, трофической специализации и биохимического состава кормовых растений	25
2.4 Биологические показатели развития дендрофильных чешуекрылых различного систематического положения и трофической специализации на разных кормовых растениях	30
2.5. Определение влияния биохимического состава кормовых растений на процессы размножения дендрофильных чешуекрылых различного систематического положения и трофической специализации.	36
2.6. Особенности накопления белка и общих липидов в онтогенезе дендрофильных чешуекрылых в зависимости от биохимического состава кормового растения, пищевой специализации и систематического положения насекомых.	41
2.7. Особенности процессов накопления углеводов, холестерина и мочевины на разные стадии развития дендрофильных чешуекрылых в зависимости от кормового растения, пищевой специализации и систематического положения насекомых	47
2.8. Определение активности ферментов в организме дендрофильных чешуекрылых различной трофической специализации и систематического положения на разных кормовых растениях.	52
2.9. Перспективы дальнейшего развития чешуекрылых и практического использования полученных результатов.	57
Заключение	60
Список использованных источников.	63
Библиография	71

ВВЕДЕНИЕ

Питание насекомых-фитофагов – сложный динамический процесс, связывающий воедино физиологические требования, выживание, рост, размножение и распространение фитофагов с экологическими особенностями среды обитания. Растения содержат не только собственные питательные вещества (белки, жиры, углеводы, аминокислоты), но и множество промежуточных и конечных продуктов вторичного обмена.

Многие вторичные вещества лежат в основе защитных систем растений против фитотрофных насекомых. Они играют в основном роль антифидантов, пищевых детергентов и фитотоксикантов. Роль пищевых детергентов могут играть танины, алкалоиды и фенолы.

Таким образом, хемотаксис является важным средством для экологических исследований взаимодействий в системе растение – насекомое. Процесс выбора растения насекомыми определяется взаимодействием репеллентов и аттрактантов. Следует отметить, что современным теориям эволюции защитных систем растений не хватает экспериментальных данных о временной (сезонной) и пространственной (в пределах растения) динамике содержания аллелохимиков в тканях разных древесных пород.

Экологическое взаимодействие и коэволюция растений и растительноядных животных не могут быть поняты без изучения механизмов, которые травоядные используют, чтобы наиболее эффективно эксплуатировать кормовые растения.

Изучение эффективности переваривания и усвоения насекомыми различной по химическому составу пищи имеет важное значение в связи с выяснением их роли в процессах трансформации вещества и энергии в наземных биоценозах [1–8].

Ход процессов потребления, усвоения и использования пищи на рост насекомых отражают индексы питания: коэффициент утилизации корма (КУ), эффективность использования потребленного корма на рост (ЭИП), эффективность использования усвоенного корма на рост (ЭИУ) [6; 8; 9–16].

Вопрос о роли и значении качества корма для развития насекомых и их популяционной динамики широко обсуждается в настоящее время, его изучением занимаются многие исследователи, однако полученные результаты пока не дают основания считать его близким к решению [17–28].

Важными показателями состояния популяции многих чешуекрылых, свидетельствующими о благоприятных или неблагоприятных условиях существования, служат продолжительность развития гусениц, жизнеспособность гусениц, темпы их роста [5; 29–31].

По данным многих исследователей, выбор кормового растения во многом определяется химизмом последнего, и малейшие изменения химического состава растения оказывают сильное влияние на питание, рост и развитие насекомых-фитофагов [32;33]. Изучение влияния качества пищи на развитие листогрызущих чешуекрылых позволяет глубже вскрыть общие закономерности развития вредителей и реакции организма на измененный режим питания [9; 34–39].

Ряд ученых считает, что полифаги более устойчивы к ухудшению питательности кормовых растений, они обладают более совершенными детоксикационными системами и более широким спектром пищеварительных ферментов, чем олиго- и монофаги, и поэтому способны давать обширные и более длительные вспышки массовых размножений [10; 40; 41]. Но и монофаги, такие как зеленая дубовая листовертка [42], черемуховая горностаевая моль, и олигофаги, например, ивовая волнянка, сосновый пилильщик также образуют обширные очаги массовых размножений. Поэтому вопрос о влиянии трофической специализации на динамику численности насекомых-фитофагов требует дальнейшего исследования путем накопления экспериментальных данных о причинах формирования очагов массовых размножений насекомых-вредителей.

Согласно современным представлениям, растворимые углеводы пищи служат не только для удовлетворения энергетических потребностей организма, но являются непосредственным источником углеродного скелета аминокислот, входящих в состав белков [43]. Углеводы пищи используются также для биосинтеза резервных углеводов – гликогена и трегалозы. Одной из причин ускорения процессов углеводного и белкового обменов насекомых, по мнению многих ученых [9; 44], следует считать высокое содержание растворимых углеводов в кормовом растении. Поэтому проверка реакции организма насекомых-фитофагов на химический состав кормового растения является весьма актуальным, так как способствует накоплению фактического материала для решения вопросов трофобиологии как полезных, так и вредных насекомых.

Изменение химического состава растения по этим параметрам или переход насекомого на новое кормовое растение будет сопровождаться сдвигом ферментативной деятельности кишечника, а, следовательно, отражаться на росте и развитии насекомого. Ход процессов пищеварения находится в прямой зависимости от активности ферментов.

Исходя из вышеизложенного целью работы является изучение влияния биохимического состава кормовых растений на процессы развития, питания, размножения и обмена веществ в организме дендрофильных чешуекрылых различной трофической специализации и систематического положения.

перед окукливанием расползаются и обнаруживаются на таких растениях, которыми они не питаются. Ученые систематически обнаруживают гусениц на таких растениях и ошибочно принимают их за кормовые; второе – гусеницы расползаются при нехватке благоприятного корма в поисках предпочитаемого кормового растения. Если не найдут, то гибнут. При этом они пытаются поедать различные кормовые растения в надежде выжить, но все равно погибают. Нахождение гусениц на других кормовых растениях, не свойственных на самом деле этому виду также ошибочно принимается за полноценное питание данным видом на этих кормовых растениях. Но это один из эволюционных путей расширения кормовой базы чешуекрылых. Если находится подходящее кормовое растение, то вид начинает его использовать в своем жизненном цикле. Так сложилось питание чешуекрылых на разных кормовых растениях; третье – бабочки могут откладывать яйца на другие кормовые растения, не свойственные данному виду, если благоприятных кормовых растений в пределах их полета нет. Поэтому гусеницы поставлены перед выбором: или приспособится к питанию несвойственными растениями или погибнуть. Это тоже один из путей расширения кормовой базы чешуекрылых.

Таким образом, нахождение гусениц на многих кормовых растениях еще не означает, что эти кормовые растения пригодны для полноценного развития и часто носят случайный характер. Растения можно считать кормовыми только лишь в том случае, если все стадии жизненного цикла полноценно протекают на данном кормовом растении и получено плодовитое потомство. Этот вывод подтверждается нашими многолетними экспериментами по изучению питания чешуекрылых. Согласно нашим данным относительно питания малого ночного павлиньего глаза у него благоприятные для развития растения семейства Розоцветные, возможно также развитие на дубе и березе, но питание листом этих растений пессимально сказывается на скорости развития и жизнеспособности малого ночного павлиньего глаза.

Монофаг – зеленая дубовая листовертка (табл. 19) в наших экспериментах подтвердила свою принадлежность к монофагам, т.к. гусеницы завершают свое развитие только при питании листом дуба. При питании листом березы гусеницы погибли во втором возрасте, после линьки они отказались от поедания листа березы. При попытке скормливания гусеницам зеленой дубовой листовертки листа яблони, рябины и черемухи гусеницы погибли в первом возрасте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рафес, П.М. Роль и значение растительноядных насекомых в лесу / П.М. Рафес. – М.: Наука, 1968. – 234 с.
2. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
3. Сущенко, Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных / Л.М. Сущенко. – Мн.: Наука и техника, 1975. – 208 с.
4. Риклефс, Р. Основы общей экологии / Р. Риклефс. – М.: Мир, 1979. – 424 с.
5. Радкевич, В.А. Экология листогрызущих насекомых / В.А. Радкевич. – Мн.: Наука и техника, 1980. – 239 с.
6. Вшивкова, Т.А. Экологическая эффективность непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) при питании хвоей лиственницы / Т.А. Вшивкова // Беспозвоночные животные Южного Зауралья и сопредельных территорий: Матер. Всерос. конф. – Курган, 1998. – С. 89–91.
7. Исаев, А.С. Оценка характера взаимодействия «лес – насекомые» в лесах бореальной зоны в ходе возможных климатических изменений / А.С. Исаев [и др.]; под общ. ред. А.С. Исаева // Лесоведение, 1999. – № 6. – С. 39–44.
8. Morais, H. Padroes de producao de folhes e sua utilizacao por larvas de Lepidoptera em um cerrado de Brasilia / H. Morais, J. Diniz, L. Baumgarten // Rev. Bras. bot., 1995. – 18, N 2. – С. 163–170.
9. Тыщенко, В.П. Основы физиологии насекомых. – В 2-х ч. / В.П. Тыщенко. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1976. – Ч.1: Физиология метаболических систем. – 363 с.
10. Баранчиков, Ю.Н. Трофическая специализация чешуекрылых / Ю.Н. Баранчиков. – Красноярск, 1987. – 170 с.
11. Петков, Здравко Использование листа некоторых интродуцированных сортов шелковицы / Здравко Петков // Животновъд. науки, 1998. – Sulp. – С. 24–28.
12. Waldbauer, G.P. The consumption and utilization of food by insects. / G.P. Waldbauer // Adv. Insect Physiol., 1968. – V.5. – P. 229–288.
13. Scriber, J.M. Growth of herbivorous caterpillars in relation to feeding specialization and to the growth form of their, food plants. / J.M. Scriber, P. Feeny // Ecology., 1979. – V.60, N4. – P.829–850.
14. Sharma, H.C. Consumption and utilization of bolls of different cotton genotypes by larvae of *Earias vittella* F. and effect of gossypol and tannin on food utilization / H.C. Sharma, R.A. Agarwal // Z. angew. Zool., 1981. – V.68, N1. – P.13–37.

15. Magnoler, A. Consumption and utilization of leaf tissue of *Quercus suber* L. and *Quercus ilex* L. by *Lymantria dispar* L. larvae. / A. Magnoler, A. Cambini // *Redia.*, 1997. – 80. – С. 99–106.
16. Joern, A. Impact of diet quality on demographis attributes in adult grasshoppers and the nitrogen limitation hypothesis / A. Joern, T. Bermer Spencer // *Ecol. Entomol.*, 1998. – 23, N 2. – С. 174–184.
17. Лесняк, А. Новый механизм саморегуляции в системе «кормовое растение – хвоегрызущее насекомое» /А. Лесняк // *Зоол. ж.*, 1973. – Т.52, вып.4. – С.513–518.
18. Иерусалимов, Е.Н. Компенсационные процессы в насаждении, поврежденном листогрызущими насекомыми /Е.Н. Иерусалимов // *Фитофаги в растительном сообществе.* – М.: Наука, 1980. – С. 74–87.
19. Гирс, Г.И. Физиология ослабленного дерева /Г.И. Гирс. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1982. – С. 253.
20. Бахвалов, С.А. Вспышки массового размножения непарного шелкопряда *Lymantriadispar*L. (Lepidoptera, Lymantriidae) на Урале и в Западной Сибири: история и современная ситуация /С.А. Бахвалов, И.Б. Кнорр, И.Н. Сыромятникова // *Пробл. энтомол. в России*, 1998. – №1. – С. 31.
21. Ботенков, В.П. Шелкопрядники и лесовоспроизводство /В.П. Ботенков [и др.]; под общ. ред. В.П. Ботенкова // *Лесохозинф*, 2002. – №6. – С. 5–11.
22. Денисова, С.И. Теоретические основы разведения китайского дубового шелкопряда в Беларуси. Монография. /С.И. Денисова. – Мн.: УП «Технопринт», 2002. – 233с.
23. Денисова, С.И. Зависимость развития китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.) от химизма ослабленных растений /С.И. Денисова // *Весці НАН Беларусі. Сер. біял. Навук*, 2005. – №4. – С. 104–110.
24. Ермолаев, И.В. Экологические последствия скоротечных очагов листовичной чехлоноски в Удмуртии /И.В. Ермолаев // *Экология*, 2004. – №4. – С. 292–296.
25. Кириченко, Н.И. Смена оптимумов плотности в онтогенезе гусениц сибирского шелкопряда *Dendrolimussuperanssibiricus* (Lepidoptera, Lasiocampidae) /Н.И. Кириченко, Ю.Н. Баранчиков // *Зоол. Журнал*, 2004. – Т. 83, №1. – С. 54–60.
26. Романовский, М.Г. Экосистемы Теллермановского леса /М.Г. Романовский, В.В. Мамаев, Н.Н. Селончик, Ю.А. Гопиус, Н.Г. Жаренко, Н.К. Кондрашова, В.В. Рубцов, И.А. Уткина. – М.: Наука, 2004. – 340с.
27. Бахвалов, С.А. Роль трофического фактора в динамике численности насекомых: анализ проблемы /С.А. Бахвалов, В.Н. Бахвалова, В.В. Мартемьянов // *Успехи совр. биол.*, 2006. – Т. 126, №1. – С. 49–60.

28. Price, P.W. Insect herbivore population Dynamics: is a new paradigm available? / P.W.Price. – Budapest, 1991. – С. 177–190.
29. Гримальский, В.И. Устойчивость древесных насаждений к хвое-листогрызущим вредителям в связи с трофической теорией динамики численности насекомых / В.И. Гримальский // Зоол.журнал, 1974. – Т. 53, вып. 2. – С. 189–198.
30. Руднев, Д.Ф. Влияние физиологического состояния растений на массовое размножение вредителей леса /Д.Ф. Руднев //Зоол. Журнал, 1962. – Т.4,вып.3. – С.313–329.
31. Шилов, И.А. Физиологическая экология животных / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 1985. – 328 с.
32. Радкевич, В.А. Скорость развития и продуктивность моновольтинной породы дубового шелкопряда на растениях различного физиологического состояния / В.А. Радкевич, Т.М. Роменко, С.И. Денисова // Весці АН БССР. – Мн., 1981. – С. 127–130.
33. Денисова, С.И. Некоторые аспекты адаптации китайского дубового шелкопряда к питанию березой бородавчатой / С.И. Денисова //Журнал «Общая биология», 1984. – № 1. – С. 115–123.
34. Радкевич, В.А. Развитие листо- хвое-грызущих насекомых в зависимости от физиологического состояния кормовых растений: автореф. дисс. ... д-ра биол. наук / В.А. Радкевич. – Киев, 1971. – 34 с.
35. Радкевич, В.А. Развитие листо- хвое-грызущих насекомых в зависимости от физиологического состояния кормовых растений: автореф. дисс. ... д-ра биол. наук / В.А. Радкевич. – Киев, 1971. – 34 с.
36. Радкевич, В.А. Особенности роста и жизнеспособность дубового шелкопряда под влиянием биологического отбора / В.А. Радкевич, С.И. Денисова // Биохимия насекомых. – М.: МГПИ им. В.И. Ленина, 1984. – С. 157–165.
37. Викторов, Г.А. Трофическая и синтетическая теории динамики численности насекомых / Г.А. Викторов // Зоол.ж., 1971– Т.50, вып.3. –С. 361–372.
38. Денисова, С.И. Адаптивная реакция некоторых видов павлиноглазок на смену кормового растения / С.И. Денисова // Тез. докл. Междунар. научн.-практ. конф. «Экология и охрана окружающей среды». – Владимир, 1996. – С. 75.
39. Денисова, С.И. Морфо-физиологическая характеристика лунки серебристой на кормовых растениях разного физиологического состояния / С.И. Денисова, Т.М. Роменко // Вестник ВГУ, 2000. – № 4. – С. 86–90.

40. Колтунов, Е.В. Насекомые-фитофаги биогеоценозов в условиях антропогенного воздействия /Е.В. Колтунов. – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. – 135с.
41. Рубцов, В.В. Анализ взаимодействия листогрызущих насекомых с дубом /В.В. Рубцов, Н.Н. Рубцова. – М.: Наука, 1984. – 182с.
42. Прокопенко, И.И. Дубовая зеленая листовертка в насаждениях Харьковской и Ворошиловградской областей в 1961–1971 гг. и мероприятия по борьбе с ней: автореф. дисс. ... канд. биол. наук /И.И. Прокопенко. – Харьков: Харьковский с.-х. ин-т, 1975. – 18с.
43. Филиппович, Ю.Б. Пути синтеза главных аминокислот шелка в шелкоотделительной железе тутового шелкопряда /Ю.Б. Филиппович, С.М. Клунова, Н.И. Жуков //ДАН СССР. – 1974. – Т.217. – №1. – С.241.
44. Самерсов, В.Ф. Влияние минеральных удобрений на насекомых /В.Ф. Саммерсов, С.Л. Горовая. – Мн.: Наука и техника, 1976. – 134 с.
45. Филиппович, Ю.Б. Практикум по общей биохимии / Ю.Б. Филиппович, Т.А. Егорова, Г.А. Севастьянова. – М.: Просвещение, 1985. – 318 с.
46. Feeny, P. Effect of tannins in the feeding control of larvae Operophtera brumata / P.Feeny //Ecology, 1970. – V. 51. – P. 565–581.
47. Гринкевич, Н.И. Химический анализ лекарственных растений /Н.И. Гринкевич, Л.Н. Сафронич. – М.: Высшая школа, 1983. – 175с.
48. Починок, Х.Н. Методы биохимического анализа растений /Х.Н. Починок. – Киев: Наукова думка, 1976. – 334 с.
49. Slansky, F. Food consumption and utilization / F. Slansky, J.M. Scriber // Compr. insect physiol. biochem. pharmacol. –Oxford: Plenum, 1985. – V. 4. – P. 87–164.
50. Андрианова, Н.С. Влияние качества корма на рост гусениц дубового шелкопряда //Культура дубового шелкопряда в СССР /Н.С. Андрианова – М.: Огизсельхозгиз, 1948. – С.64–90.
51. Синицкий, Н.Н. Разведение дубового шелкопряда /Н.Н. Синицкий [и др.]; под общ. ред. Н.Н. Синицкого. – Киев, 1952.
52. Шмидт-Нильсен, К. Физиология животных. Приспособление и среда. Книга 1: пер. с англ. / К. Шмидт-Нильсен // перевод Гроздовой М.Д., Рожковой Г.И.; под ред. и с предисл. Е.М.Крепса. – М.: Мир, 1982. – 416 с.
53. Логойда, С.С. Биозкологические особенности важнейших листогрызущих вредителей в дубовых лесах Закарпатской области / С.С. Логойда // Вопросы лесного хозяйства и агролесомелиорации: Тез. докл. – Харьков, 1969. – С. 42–45.

54. Филиппович, Ю.Б. Практикум по общей биохимии / Ю.Б. Филиппович, Т.А. Егорова, Г.А. Севастьянова. – М.: Просвещение, 1983. – 318 с.
55. Akovs, S. Antimetabolites in the nutrition of *Aedes aegypti* Larvae. Pyridoxine antagonists. – “compare / S. Akovs, K. Guggenheim // *Biochem. Physiol.*, 1963. – Vol. 9. – P. 61–68.
56. Ефремов, Б. Значение витаминов в жизни пчел / Б. Ефремов // Журнал «Пчеловодство», 1998. – № 4. – С. 29.
57. Barlov, I.S. Fatty acid characteristics of some insect taxa / I.S. Barlov // “*Nature*”, 1963. – vol. 197. – P. 311.
58. Проссер, Л. Сравнительная физиология животных / Л. Проссер. – М.: Мир, 1977. – Т. 1. – 608 с.
59. Тамарина, И.А. Основы технической энтомологии / И.А. Тамарина. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 205 с.
60. Scriber, J.M. Limiting effects of low leaf-water content of the nitrogen utilization, energy budget, and larval growth of *Hyalophora cecropia* (Lepidoptera: Saturniidae) / J.M. Scriber // *Oecologia*, 1977. – V. 28, № 3. – P. 269–287.
61. Шумаков, Е.М. Современные представления о специфике питания насекомых-фитофагов / Е.М. Шумаков, Н.М. Эдельман // *Успехи современной биологии*, 1979. – Т. 88, вып. 2. – С. 277–291.
62. Forster, M.A. Modelling gypsy moth-virus-leaf chemistry interactions: Implications of plant quality for pest and pathogen dynamics / M.A. Forster, J.C. Schultz, M.D. Hunter // *J. Anim. Ecol.*, 1992. – V. 61, № 3. – P. 509–520.
63. Babu, R. Effect of host plant secondary chemicals on food utilization of *Daphnis nerii* L. (Lepidoptera: Sphingidae) / R. Babu, N. Senthil Kumar, D. Jeyabalan, S. Sivaramakrishnan, R. Kavitha, K. Murugan // *Utar Pradesh. J. Zool.*, 1996. – V. 16, № 3. – P. 133–136.
64. Gero, Eck. Trade-off between chemical and biotic antiherbivore defense in the south east Asian plant genus *Macaranga* / Eck Gero, Brigitte Fiala, K.E. Linsenmair, R.B. Hashim, P. Proksch // *J. Chem. Ecol.*, 2001. – V.27, № 10. – P. 1979–1996.
65. Рафес, П.М. Биоценологические исследования растительноядных лесных насекомых / П.М. Рафес. – М.: Наука, 1980. – 167 с.
66. Генсицкий, И.П. Олигомеризация буферных систем организма личинок некоторых чешуекрылых / И.П. Генсицкий // Значение процессов метаболизма некоторых чешуекрылых. – Киев, 1977. – С. 20–25.

67. Ижевский, С.С. Компенсаторный рост личинок колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* после голодания / С.С. Ижевский // Экология, 1981. – № 4. – С. 73–79.
68. Singhal, R.N. Relationships between ecological efficiencies of a herbivore and a carnivore insect / R.N. Singhal // Indian J. Ecol., 1980. – V.7, N 1. – P. 71–76.
69. Fraenkel, G. The raison d'etre of secondary plant substances / G. Fraenkel // Science., 1959. – V. 129, N 3361. – P. 1466–1470.
70. Ali, M.A. Studies of food consumption host selection and oviposition preference of the Egyptian alfalfa weevil, *Hypera brunneipennis* Boh. (Col., Curculionidae) / M.A. Ali. – Z. angew. Entomol., 1983. – V. 95, N.2. – P. 175–180.
71. Koul, A. Palatability of some mulberry varieties to silkworm / A. Koul, D. Singh, C.P. Sharma // Entomol., 1994. – 19, N 34. – С. 115–117.
72. Krishnan, N. Consumption and utilization of senescent flowers by *Mylabris pustulata* (Coleoptera) / N. Krishnan, G. Jeyakumar, S. Dinakaran / Uttr. Pradech. J. Zool., 1997. – 17, N 1. – P. 60–62.
73. Singh, A.K. Growth and induction in food consumption of *Helicoverpa armigera* Hbn. (Lep., Noctuidae) larvae on chickrea, soybean and maize diets. / A.K. Singh // J. Appl. Entomol., 1999. – 123, N 6. – С. 335–339.
74. Slansky, F. Selected bibliography and summary of quantitative food utilization by immature insects / F. Slansky, J.M. Scriber // Entomol. Soc. Am. Bull., 1982. – V. 28, N 1. – P. 43–55.
75. Schowalter, T.D. Bioenergetics of the range caterpillar, *Hemileuca oliviae* (Chll.) / T.D. Schowalter, W.G. Whitford, R.B. Turner // Oecologia, 1977. – V. 28, N 2. – P. 153–161.
76. Лозинский, В.А. Лунка серебристая – вредитель лесов и меры борьбы с ней / В.А. Лозинский. – Киев: АН Украинской ССР, 1954. – С. 1–35.
77. Лозовой, Д.И. Лунка серебристая в парковых насаждениях Тбилиси / Д.И. Лозовой // Вестник Тбилисского ботанического сада, 1962. – № 60. – С. 35–43.
78. Беляев, Е.А. Бабочки – вредители сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока / Е.А. Беляев. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. – 288 с.
79. Ильинский, А.И. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР / А.И. Ильинский, И.В. Тропин. – М.: Лесная промышленность, 1965. – 525 с.
80. Воронцов, А.И. Патология леса / А.И. Воронцов. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 270 с.
81. Маслов, А.Д. Защита леса от вредителей и болезней: Справочник / А.Д. Маслов, Н.М. Ведерников, Г.И. Андреева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 414 с.

82. Гиляров М.С. Жизнь животных. – М.: Просвещение, 1984. – Т.3. – С. 331.
83. Костюк Ю.О. Фауна Украины. – Киев: Наукова думка, 1980. – Т.15, вып. 10. – С. 193–680.
84. Мержиевская О.И. Чешуекрылые (Lepidoptera) Беларуси / О.И. Мерживская, А.Н. Литвинова, Р.В. Молчанова. – Мн.: Наука и техника, 1976. – 128 с.
85. Стриганова, Б.Р. Пятиязычный словарь названий животных: Насекомые (латынь – русский – английский – немецкий – французский) / Б.Р. Стриганова, А.А. Захаров. – М.: Руссо, 2000. – 210 с.
86. Krieger, R.J. Detoxication enzymes in the guts of caterpillars: an evolutionary answer to plant defenses? / R.J. Krieger, P.P. Feeny, C.F. Wilkinson // Science, 1971. – V. 197. – P. 579–581.
87. Максимов, С.А. Механизм массовых размножений шелкопряда-монашенки (*Lymantria monacha* L.) и непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) на Урале: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 06.01.11. Уральский госуниверситет /С.А. Максимов. – Екатеринбург, 1998. – 23с.
88. Шмальгаузен, И.И. Факторы эволюции /И.И. Шмальгаузен. – М.: Наука, 1968. – 451с.
89. Пианка, Э. Эволюционная экология /Э. Пианка – М.: Мир, 1981. – 399с.
90. Новожилов, К.В. Трофической фактор в агробиоценозах: проблемы экотоксикологии /К.В. Новожилов //1 Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям, посвященная 300-летию Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург, 2002: Научные материалы. – СПб-Пушкин, 2002. – С. 251.
91. Басов, В.М. Консорционные связи васильков (Asteraceae, Centaurea) и их специализированных фитофагов мух-пестрокрылок (Diptera; Tephritidae) в Волжско-Камском крае /В.М. Басов, Л.В. Басова //Вестник Удмуртского университета, 2000. – № 5. – С. 86–95.
92. Баранчиков, Ю.Н. Сравнительное изучение питания и роста чешуекрылых – консументов березы с разным уровнем трофической специализации /Ю.Н. Баранчиков //Журн. эволюц. физиолог. биохим., 1986. – №6. – С. 584–586.
93. Chockalingan, S. Influence of foliage age on food utilization in the final instar larvae of a monophagous and a polyphagous pest / S.Chockalingan, M.Krikhnan //J. Adv. Zoo., 1984. – V.5, N1. – P. 1–9.
94. Кузнецов, В.И. Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. Чешуекрылые / В.И. Кузнецов. – С.-Петербург.: Наука, 1999. – Т. 3, ч. 2. – С. 217–227.

95. Escherich, K. Die Fortinsecten Mitteleuropas / K. Escherich. – Berlin, 1914. – Bd.1. – 613s.
96. Zederbauer, E. Klima und Massenvermehrung der Nonne / E. Zederbauer // Mitteilungen aus forstliche versuchswise Osterreichs. - Wien, 1911. Н. 36. S. 53–69.
97. Ханисламов, М.Г. Массовые размножения непарного шелкопряда в Башкирии / М.Г. Ханисламов, Л.Н. Гирфанова, З.Ш. Яфаева // Исследование очагов вредителей леса в Башкирии. – Уфа: БФ АН СССР, 1958. – С. 5–45.
98. Исаев, А.С. Динамика численности лесных насекомых / А.С. Исаев, Р.Г. Хлебопрос, Л.В. Недорезов. – Новосибирск: Наука, 1984. – 24 с.
99. Самарсов, В.Ф. Влияние минеральных удобрений на насекомых / В.Ф. Самарсов, С.Л. Горовая. – Мн.: Наука и техника, 1976. – 134 с.
100. Thompson S.N. Effect of dietary glucose on in vitro fatty acid metabolism and in vitro synthetase activity in the insect parasite, *Exeristes robarator* (Fabricius) / S.N. Thompson // *Insect. Biochem.*, 1979. – V.9, N6. – P. 645–651.
101. Scriber, J.M. The effects of larvae feeding specialization and plant growth form on the consumption and utilization of plant biomass and nitrogen: an ecological consideration / J.M. Scriber // *Entomol. exp. et. appl.*, 1978. – V. 24, N3. – P. 694–710.
102. Денисова, С.И. Изменение процессов белкового и углеводного обмена китайского дубового шелкопряда при смене кормового растения / С.И. Денисова, Г.С. Михневич // Журнал «Известия АН БССР». – Сер. биол. Наук, 1989. – № 1. – С.72–76.
103. Jang, J. Simultaneous effects of nighttime temperature and an allelochemical on performance of an insect herbivore / J. Jang, N.E. Stamp // *Oecologia*, 1995 – V.104, N2. – P. 225–233.
104. Санкина, Т.М. Биохимия насекомых / Т.М. Санкина, Т.А. Егорова, Ю.Б. Филиппович. – В сб. статей МГПИ им. В.И. Ленина. – М., 1975. – Вып 18. – С. 177–186.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Денисова, С.И. Динамика развития дендрофильных чешуекрылых в зависимости от физиологического состояния кормовых растений / С.И. Денисова, С.М. Седловская / – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2021. – 115 с. (в печати).
2. Денисова, С.И. Сборник контрольных заданий по биологическим дисциплинам (зоология беспозвоночных, физиология насекомых, сравнительная анатомия животных) / С.И. Денисова . – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2019. – 130 с.
3. Денисова, С.И. Сборник задач повышенной сложности по биологии для учащихся 7-11 классов / С.И. Денисова, Ж.Е. Мелешко, М.И. Матюшова, С.А. Аврамова, В.А. Рубан. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2020. – 106 с.
4. Денисова, С.И. Биохимический состав кормовых растений дендрофильных чешуекрылых Белорусского Поозерья / С.И. Денисова // Веснік ВДУ імя П.М. Машэрава. – Витебск, 2019. - № 4. - С. 66-71.
5. Денисова, С.И. Эффективность питания дендрофильных чешуекрылых в зависимости от кормового растения / С.И. Денисова, С.М. Седловская // Веснік ВДУ імя П.М. Машэрава. – Витебск, 2020. – № 2 (107). – С. 43-49.
6. Денисова, С.И. Комплексная оценка процессов размножения дендрофильных чешуекрылых в зависимости от кормового растения / С.И. Денисова // Веснік ВДУ імя П.М. Машэрава. – Витебск, 2020. – № 4 (109). – С. 33-57.
7. Денисова, С.И. Оценка накопления макро- и микроэлементов гусеницами олиго- и политрофных чешуекрылых на разных кормовых растениях // С.И. Денисова / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Зоологические чтения 2019», посвященный 90-летию Гродненского зоологического парка // Гродно, 20-22 марта 2019 г. – С. 92-94.
8. Денисова, С.И. Экологические особенности роста и питания дендрофильных чешуекрылых / С.И. Денисова, С.М. Седловская // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды. Материалы V Международной научно-практической конференции ученых, студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 4-5 июня, 2020 г / Гомельский гос.ун-т.– Гомель: УО Гомельский государственный университет имени Ф. Скарины, 2020. – С. 136 – 143.
9. Седловская, С.М. Накопление белка и общих липидов в организмах чешуекрылых-полифагов в зависимости от кормовых растений / С.М. Седловская // Материалы Международной научно-практической конференции "Экологическая культура и

- охрана окружающей среды: III Дорофеевские чтения", Витебск, 28-29 октября 2020 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: материалы международной научно-практической конференции, Витебск, 28–29 октября 2020 г. / Витеб.гос. ун-т ; редкол.: Г.Г. Сушко (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2020. – 236 с. – С.51 – 53.
10. Денисова, С.И. Влияние кормовых растений на развитие дендрофильных чешуекрылых полифагов / С.И. Денисова // Материалы Международной научно-практической конференции "Экологическая культура и охрана окружающей среды: III Дорофеевские чтения", Витебск, 28-29 октября 2020 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: материалы международной научно-практической конференции, Витебск, 28–29 октября 2020 г. / Витеб.гос. ун-т ; редкол.: Г.Г. Сушко (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2020. – 236 с. – С.44 – 46.