

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПИТАНИЯ ДЕНДРОФИЛЬНЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОРМОВОГО РАСТЕНИЯ

С.И. Денисова, С.М. Седловская

Учреждение образования «Витебский государственный университет
имени П.М. Машерова»

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).

Цель статьи – изучить особенности питания дендрофильных чешуекрылых в зависимости от биохимического состава различных видов растений и трофической специализации насекомых.

Материал и методы. Гусениц одного возраста содержали в садках по 25 экз. в каждом в трех повторностях при температуре 21–23°C. Повышенную влажность поддерживали ежедневным смачиванием ветвей корма.

После линьки у каждой группы гусениц ежедневно учитывали количество потребленного корма (С) и выделенных экскрементов (F), а также определяли величину прироста биомассы насекомого (Р). Количество усвоенной пищи (А) находили из уравнения: $A = C - F$. Полученные данные применяли для расчета эколого-физиологических показателей питания и роста.

Результаты и их обсуждение. Имеющиеся значения индексов питания указывают на то, что и для зимней пяденицы дуб является наиболее оптимальным кормовым растением по сравнению с березой, яблоней, рябиной и черемухой. Это находит объяснение в установленном нами биохимическом составе кормовых растений. Биохимический состав растений сходным образом влияет на процессы питания как у полифагов – лунки серебристой и зимней пяденицы, так и олигофага – совки-лишайницы. Только у полифага – зимней пяденицы это различие в процессах утилизации листа кормовых растений сглажено, выражено не так отчетливо, как у олигофага – совки-лишайницы. У малюго ночного павлиньего глаза хорошо выражены видовая специфичность по отношению к кормовым растениям, которая проявляется в порядке предпочтительности, а также пищевая специализация, которая состоит в возникновении узкой олигофагии по отношению к растениям семейства Розоцветные на северо-востоке Беларуси. В наших исследованиях гусеницы зеленой дубовой листовёртки питались листом дуба и продемонстрировали самую высокую усвояемость корма (КУ – 85,1%) и самую высокую эффективность использования пищи на прирост массы (ЭИП – 58,6%, ЭИУ – 78,4%) по сравнению с другими видами чешуекрылых.

Заключение. Сравнительный анализ процессов питания полифагов, олигофагов и монофага показал, что утилизация листа одних и тех же кормовых растений зависит от их биохимического состава, трофической специализации чешуекрылых и их систематического положения.

Ключевые слова: полифаг, олигофаг, монофаг, кормовое растение, индексы питания.

EFFICIENCY OF DENDROPHIL LEPIDOPTERA NUTRITION DEPENDING ON THE FODDER PLANT

S.I. Denisova, S.M. Sedlovskaya

Educational Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

The impact of consumption, digestion and usage processes on insect growth is reflected in nutrition indexes: fodder utilization quotient (FUQ), efficiency of using the consumed fodder in growth (EUCF), efficiency of using the digested fodder in growth (EUDF).

The purpose of the article is to study the features of dendrophil Lepidoptera nutrition depending on the biochemical composition of different plant species and trophy insect specialization.

Material and methods. Caterpillars of the same age were kept in ponds, 25 pieces in each, in three repetitions with the temperature of 21–23°C. High humidity was supported by daily watering fodder branches.

After molting in each caterpillar group the amount of the consumed fodder (C) was identified daily as well as extracted excrements (F). The insect biomass growth parameter (P) was also found out. The amount of the digested fodder (A) was established through the equation: $A = C - F$. The obtained data were used in estimating ecological and physiological parameters of nutrition and growth.

Findings and their discussion. The obtained data of the nutrition indexes indicate that oak for Lepidoptera is the most appropriate fodder plant compared to birch, apple, rowan and bird cherry trees. This is explained by the biochemical composition of fodder plants which we found out. The biochemical composition of plants similarly affects the nutrition processes of both polyphage and oligophagy Lepidoptera. Polyphage fodder leaf utilization processes are not as clear as the oligophagy ones. Species specificity of the small night peacock eye in relation to fodder plants is clearly expressed, which is shown in the order of preference, as well as in nutrition specialization which also consists in the emergence of narrow oligophagy towards the Rose family in the north-east of Belarus. In our research caterpillars were fed with oak leaves and indicated the highest digestion of the fodder (FUQ – 85,1%) and the highest mass growth efficiency of using the fodder (EUCF – 58,6%, EUDF – 78,4%) compared to other Lepidoptera species.

Conclusion. The comparative analysis of polyphage, oligophagy and monophagy nutrition processes indicated that leaf utilization of the same fodder plants depends on their biological composition, trophy specialization of Lepidoptera and their systematic position.

Key words: polyphage, oligophagy, monophagy, fodder plant, nutrition indexes.

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.

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) [1].

Цель статьи – изучить особенности питания дендрофильных чешуекрылых в зависимости от биохимического состава различных видов растений и трофической специализации насекомых.

Материал и методы. Исследования по теме проводились на базе биологического стационара «Щитовка» ВГУ имени П.М. Машерова в 2016–2018 гг. Материалом послужили лунка серебристая (*Phalera bucephala* L.), зеленая дубовая листовертка (*Tortrix viridis* L.), совка-лишайница (*Moma alpium* Osbreck.), зимняя пяденица (*Operophtera brumata* L.), малый ночной павлиний глаз (*Eudia pavonia* L.). Кормовыми растениями являлись дуб черешчатый (*Qereus robur* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), яблоня обыкновенная (*Malus palustris* L.), рябина (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха обыкновенная (*Padus racemosa* G.).

Показатели питания определяли «гравиметрическим» балансовым методом [2]. Гусениц одного возраста содержали в садках по 25 экз. в каждом в трех повторностях при температуре 21–23°C. Повышенную влажность поддерживали ежедневным смачиванием ветвей корма.

После линьки у каждой группы гусениц ежедневно учитывали количество потребленного корма (С) и выделенных экскрементов (F), а также устанавливали величину прироста биомассы насекомого (Р). Количество усвоенной пищи (А) находили из уравнения:

$$A = C - F. \quad (1)$$

Взвешивание проводили на электронных весах. Все величины выражали в абсолютно сухой массе. Сухую массу тела гусениц определяли на контрольной группе особей, воспитывавшихся в режиме опыта. Полученные данные применяли для расчета эколого-физиологических показателей питания и роста [3]:

– коэффициент утилизации корма:

$$КУ = A \cdot C^{-1} \cdot 100\%, \quad (2)$$

– эффективность использования потребленного корма:

$$ЭИП = P \cdot C^{-1} \cdot 100\%, \quad (3)$$

– эффективность использования усвоенного корма:

$$ЭИУ = P \cdot A^{-1} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Результаты и их обсуждение. Утилизация пищи (КУ) и эффективность использования ее на рост имеют прямо пропорциональную зависимость: чем меньше усвоение пищи, тем хуже она влияет на прирост массы [4].

Изменчивость коэффициента использования усвоенной пищи на прирост массы (ЭИУ) в онтогенезе насекомых изучена еще весьма слабо. Согласно сводки Ф. Слански и М. Скрайбера [5], дендрофильным чешуекрылым свойственны следующие границы изменчивости основных показателей питания: для КУ – от 12 до 84%; для ЭИП – от 4 до 31%; для ЭИУ – от 5 до 93%. С другой стороны, для чешуекрылых известны и гораздо более высокие показатели. Так, ЭИП у гусениц павлиноглазки (*Hemileuca olivia*) равен 41%; у гусениц *Earias vittella* на коробочках хлопчатника – 62,5% [6].

Лунка серебристая (*Phalera bucephala* L.) – полифаг, распространена в Европе, на Кавказе, Средней Азии, Сибири, на Дальнем Востоке, Северной Африке, Малой Азии, Северо-Восточном Китае. Кормовые растения – дуб, береза, тополь, бук, ива, ольха, лещина, плодовые деревья и кустарники. Зимует куколка в почве, моноциклический вид. Плодовитость около 300 яиц [7].

Сведения о питании лунки серебристой очень немногочисленны [8]. Данных об утилизации, потреблении и использовании корма гусеницами лунки серебристой на прирост массы в доступной нам литературе не обнаружено. Мы исследовали индексы питания гусениц лунки серебристой в зависимости от биохимического состава кормовых растений. Данные об особенностях питания лунки серебристой приведены в табл. 1.

Таблица 1

Индексы питания гусениц лунки серебристой в зависимости от вида кормового растения и трофической специализации насекомого

Кормовое растение	Кормовой рацион, г/экз. (сухая масса)	Усвоено корма, г сухой массы/экз.	Коэффициент утилизации, % (КУ)	Эффективность использования на прирост массы, %	
				Потребленного корма (ЭИП)	Усвоенного корма (ЭИУ)
Дуб	18,3±0,03	2,84±0,03	74,5±0,7	29,7±0,5	62,9±0,8
Береза	5,4±0,04	2,42±0,07	63,4±0,8	23,9±0,1	52,9±0,5
Яблоня	3,0±0,01	1,6±0,001	55,2±1,1	21,5±0,9	51,3±0,2
Рябина	4,8±0,02	2,82±0,01	58,7±0,2	20,1±0,4	49,3±0,1
Черемуха	4,8±0,05	1,94±0,02	40,5±0,2	15,5±0,5	43,3±0,6

Согласно данным табл. 1 на северо-востоке Беларуси лунка серебристая подтверждает свой статус полифага, так как утилизирует все предложенные ей кормовые растения, но имеются существенные различия в усвоении кормовых растений разной видовой принадлежности. Так, лист дуба усваивается гусеницами лунки серебристой наиболее успешно. Коэффициент утилизации (КУ) равен 74,5%, что является самым лучшим показателем по сравнению с КУ других растений. КУ на дубе выше, чем на березе, на 9%, по сравнению с яблоней на 20%, по сравнению с рябиной на 15%, по сравнению с черемухой на 34%.

Такой сравнительный анализ КУ свидетельствует о том, что полифаг – лунка серебристая усваивает кормовые растения не все одинаково, а проявляет пищевую избирательность. В целом усваиваются все кормовые растения, но минимальное значение КУ – 40,5% характерно для черемухи, максимальное – 74,5% для дуба. По этому показателю можно расположить кормовые растения по степени их оптимальности для лунки серебристой. Данный ряд кормовых растений будет выглядеть следующим образом: дуб, береза, рябина, яблоня, черемуха. Лист дуба обладает наибольшей привлекательностью, даже для полифага, так как он, по нашим сведениям, содержит самое большое количество витаминов, свободных аминокислот, пирогаллола, пирокатехина, макро- и микроэлементов (K, Ca, Mg, P, Mn, Zn, Fe), т.е. по биохимическому составу является наиболее оптимальным кормовым растением, что подтверждается данными о наилучшей утилизации листа дуба, по сравнению с листом березы, яблони, рябины и черемухи. В листьях рябины и черемухи, по нашим данным, наблюдается повышенное содержание фенолов и таннинов, которые играют роль репеллентов в питании насекомых.

Этим, возможно, объясняется снижение процессов утилизации листа этих кормовых растений в организме гусениц лунки серебристой. Но следует отметить, что все изученные нами кормовые растения лунки серебристой усваиваются в той или иной степени, что позволяет этому виду нормально развиваться на разных по биохимическому составу кормовых растениях и подтверждает статус полифага на северо-востоке Беларуси.

Данные об эффективности использования пищи на прирост массы гусениц отражают установленную по значениям КУ закономерность. Самые высокие показатели ЭИП и ЭИУ у гусениц на дубе – 29,7% и 62,9% соответственно, самые низкие у гусениц на черемухе – 15,5% и 43,3% соответственно.

Зимняя пяденица (*Operophtera brumata* L.) распространена в Европе, Сибири, Средней Азии, на Кавказе, Дальнем Востоке и в Японии. Опасный многоядный вредитель плодовых деревьев и лиственных пород, кедровых насаждений. Периодически дает вспышки массового размножения. Повреждает более 100 видов древесных пород. Полифаг, зимующий на стадии яйца, моноциклический вид, плодовитость – до 350 яиц [9].

Данные об усвоении листа кормовых растений гусеницами зимней пяденицы в доступной нам литературе отсутствуют. Полученные нами результаты потребления и усвоения листа кормовых растений, принадлежащих к разным семействам, суммированы в таблицу 2.

Таблица 2

Индексы питания гусениц зимней пяденицы в зависимости от вида кормового растения

Кормовое растение	Кормовой рацион, г/экз. (сухая масса)	Усвоено корма, г сухой массы/экз.	Коэффициент утилизации, % (КУ)	Эффективность использования на прирост массы, %	
				Потребленного корма (ЭИП)	Усвоенного корма (ЭИУ)
Дуб	4,7±0,02	1,93±0,01	41,2±0,4	13,1±0,1	40,0±1,9
Береза	4,1±0,01	1,37±0,001	33,6±0,5	8,6±0,5	32,1±0,6
Яблоня	6,0±0,03	2,05±0,01	34,1±0,5	10,6±0,14	33,7±0,6
Рябина	4,9±0,01	1,44±0,02	29,5±0,5	9,0±0,3	36,5±2,7
Черемуха	5,1±0,01	1,53±0,03	30,1±0,2	8,2±0,25	28,3±0,4

Анализируя данные табл. 2, следует отметить:

1) значение КУ показывает, что гусеницы зимней пяденицы утилизируют лист разных кормовых растений приблизительно одинаково. Отличается только КУ на дубе, он выше, чем на других растениях, приблизительно на 7–10%. Различия КУ между березой, яблоней, рябиной и черемухой достигают не более 1–2%, что находится в пределах статистической погрешности;

2) эффективность использования потребленной пищи на прирост массы (ЭИП) и усвоенной пищи (ЭИУ) имеет самые высокие значения также на дубе по сравнению с другими кормовыми растениями. Превышение ЭИП на дубе равно 3–5%, ЭИУ – 8–12%.

Полученные значения индексов питания указывают на то, что и для зимней пяденицы дуб является наиболее оптимальным кормовым растением по сравнению с березой, яблоней, рябиной и черемухой. Это находит объяснение в установленном нами биохимическом составе кормовых растений. Лист дуба отличается от листа всех других изученных растений самым высоким содержанием витаминов, первичных метаболитов, макро- и микроэлементов, а высокое содержание таннинов компенсируется самым высоким содержанием аттрактантов, флавоноидов – пирогаллола и пирокатехина.

Таким образом, и у полифага – зимней пяденицы есть излюбленные кормовые растения, такие как дуб, что установлено в наших исследованиях. Если сравнить индексы питания на одних и тех же кормовых растениях у полифагов – лунки серебристой и зимней пяденицы, то следует отметить, что гусеницы лунки серебристой утилизируют и используют пищу на прирост массы более эффективно, чем гусеницы зимней пяденицы. Но гусеницы зимней пяденицы усваивают лист изученных кормовых растений более равномерно, иначе, более или менее одинаково, за исключением листа дуба. Это свидетельствует о более высоком уровне развития детоксикационной системы у гусениц зимней пяденицы по сравнению с гусеницами лунки серебристой. Следовательно, полифаги отличаются, но способность нейтрализовать репелленты листа одних и тех же кормовых растений имеет разный уровень развития детоксикационных систем.

Установленные различия процессов питания у полифагов – лунки серебристой и зимней пяденицы, очевидно, находят объяснения и в различном систематическом положении этих видов. Лунка серебристая относится к семейству Хохлатки (*Notodontidae*), зимняя пяденица – к семейству Пяденицы (*Geometridae*). Это филогенетически удаленные друг от друга систематические группы, и поэтому видовая специфичность, несомненно, оказывает влияние на процессы питания, приводит к возникновению установленных нами различий. Итак, на процессы питания дендрофильных чешуекрылых полифагов кроме пищевой специализации и биохимического состава кормовых растений оказывает влияние и различие в систематическом положении насекомых.

Совка-лишайница (*Moma alpium* Osbreck.) распространена в Европе, Сибири, на Дальнем Востоке. Для нее характерны вспышки массовых размножений в дубравах. Это моноциклический вид, зимует куколка, плодовитость – около 300 яиц. Олигофаг. Кормовые растения: дуб, тополь, рябина, береза [10].

Данных о процессах питания этого вида в литературе нет. Полученные нами значения индексов питания на разных кормовых растениях приведены в табл. 3.

Таблица 3

Индексы питания гусениц совки-лишайницы в зависимости от биохимического состава кормовых растений и трофической специализации

Кормовое растение	Кормовой рацион, г/экз. (сухая масса)	Усвоено корма, г сухой массы/экз.	Коэффициент утилизации, % (КУ)	Эффективность использования на прирост массы, %	
				Потребленного корма (ЭИП)	Усвоенного корма (ЭИУ)
Дуб	2,4±0,02	2,1±0,01	61,6±0,5	26,4±0,4	59,7±0,5
Береза	4,2±0,08	2,08±0,09	49,6±0,3	18,5±0,3	45,8±0,3
Яблоня	6,2±0,01	2,04±0,04	32,9±0,3	13,6±0,1	39,1±0,2
Рябина	5,7±0,02	1,60±0,01	28,0±0,6	8,4±0,10	25,9±0,7
Черемуха	7,9±0,01	1,37±0,02	17,3±0,9	4,9±0,15	21,4±1,2

Значения КУ у гусениц совки-лишайницы, согласно данным табл. 3, указывают на то, что лист дуба усваивается лучше листа всех остальных кормовых растений. КУ на дубе превышает КУ на черемухе в 3 раза, причем усвоение листа в ряду от дуба до черемухи закономерно уменьшается. Следовательно, кормовые растения совки-лишайницы так же, как и у лунки серебристой, можно расположить в ряд по уменьшению утилизации листа – дуб – береза – яблоня – рябина – черемуха. Такая же закономерность наблюдается и в процессах использования пищи на рост гусениц.

Значения ЭИП уменьшаются в ряду от дуба до черемухи в 5 раз, а значения ЭИУ – в 3 раза. Таким образом, биохимический состав растений сходным образом влияет на процессы питания как у полифагов – лунки серебристой и зимней пяденицы, так и олигофага – совки-лишайницы. Только у полифага – зимней пяденицы это различие в процессах утилизации листа кормовых растений сглажено, выражено не так отчетливо, как у олигофага – совки-лишайницы. Как уже отмечалось, такую пищевую реакцию у гусениц зимней пяденицы можно объяснить более совершенной детоксикационной системой по сравнению с лункой серебристой и совкой-лишайницей. Это еще раз подтверждает несомненное влияние различий в систематическом положении чешуекрылых и их пищевой специализации на процессы питания насекомых.

Пищевая реакция всех трех изученных видов чешуекрылых (лунка серебристая, зимняя пяденица, совка-лишайница) на одни и те же кормовые растения, с одной стороны, сходна, что проявляется в уменьшении значений индексов питания в ряду от дуба к черемухе, с другой стороны, у каждого вида насекомого имеются свои специфические отличия в процессах переваривания пищи и использования на прирост массы. У олигофага – совки-лишайницы наиболее ярко выражено предпочтение листа дуба (КУ на дубе – 61,6%, КУ на черемухе – 17,3%). Увеличение содержания репеллентов (таннинов и фенолов) в листьях яблони, рябины и, особенно, черемухи наряду с меньшим содержанием витаминов и первичных метаболитов по сравнению с листом дуба отрицательно влияет на детоксикационную систему олигофага – совки-лишайницы и ухудшает усвоение листа этих растений.

Малый ночной павлиний глаз (*Eudia pavonia* L.) распространен в Европе, на Кавказе, в Сибири, Монголии, Дальнем Востоке, Северном Китае. Это олигофаг, моноциклический вид, зимует куколка, плодовитость – около 350 яиц. Кормовые растения: крушина, малина, ежевика, вереск, береза, ива, черемуха, голубика [11].

Данных о процессах питания этого вида в литературе не имеется. Полученные нами сведения приведены в табл. 4.

Анализ процессов усвоения листа представленных видов растений продемонстрировал, что лучше всего усваивается лист черемухи (КУ = 56,9%), хуже всего лист дуба (КУ = 12,1%). Основываясь на значениях коэффициентов утилизации можно сделать вывод о том, что гусеницы малого ночного павлиньего глаза отдадут предпочтение растениям семейства Розоцветные. Следовательно, малый ночной павлиний глаз на севере Беларуси является узким олигофагом, лучше всего приспособленным к питанию растениями одного семейства. По нашим данным, яблоня, рябина и черемуха содержат наибольшее количество репеллентов: таннинов и фенолов.

Таблица 4

Индексы питания гусениц малого ночного павлиньего глаза в зависимости от вида кормового растения и пищевой специализации насекомого

Кормовое растение	Кормовой рацион, г/экз. (сухая масса)	Усвоено корма, г сухой массы/экз.	Коэффициент утилизации, % (КУ)	Эффективность использования на прирост массы, %	
				Потребленного корма (ЭИП)	Усвоенного корма (ЭИУ)
Дуб	7,8±0,01	0,94±0,01	12,1±0,5	5,0±0,15	15,3±0,2
Береза	18,3±0,18	6,1±0,013	33,3±0,25	20,7±0,15	45,5±1,3
Яблоня	18,3±0,03	7,5±0,01	40,8±1,1	31,0±0,8	60,2±0,6
Рябина	18,2±0,25	9,2±0,02	50,6±0,3	33,4±0,31	59,2±0,1
Черемуха	19,5±0,1	11,1±0,01	56,9±0,5	37,1±0,17	68,0±0,4

Очевидно, что у гусениц ночного павлиньего глаза в ходе видовой эволюции произошел настрой детоксикационных систем к нейтрализации этих репеллентов, возможно, имеются какие-то неизвестные нам аттрактанты, которые привлекают гусениц к питанию растениями именно семейства Розоцветные. Ряд кормовых растений по предпочтительности у малого павлиньего глаза выглядит так: черемуха – рябина – яблоня – береза – дуб.

Таким образом, у малого ночного павлиньего глаза хорошо выражены видовая специфичность по отношению к кормовым растениям, которая проявляется в порядке предпочтительности, а также пищевая специализация, которая состоит в возникновении узкой олигофагии по отношению к растениям семейства Розоцветные на северо-востоке Беларуси.

Зеленая дубовая листовёртка (*Tortrix viridis* L.) является опасным вредителем дубовых насаждений. Она распространена в Европе, Северной Африке, Иране, Израиле, на Кипре. Кормовым растением в Беларуси является дуб, по сведениям О.И. Мержеевской. По данным Б.Р. Стригановой и А.А. Захарова [12], зеленая дубовая листовёртка может питаться кленом, березой, грабом, тополем. То есть в Беларуси она монофаг, в других местообитаниях может быть олигофагом. Это моноциклический вид, зимует на стадии яйца, плодовитость – около 300 яиц.

В наших исследованиях гусеницы зеленой дубовой листовертки питались листом дуба и показали самую высокую усвояемость корма (КУ – 85,1%) и самую высокую эффективность использования пищи на прирост массы (ЭИП – 58,6%, ЭИУ – 78,4%) по сравнению с другими видами чешуекрылых (табл. 5).

Таблица 5

Индексы питания гусениц зеленой дубовой листовертки в зависимости от вида кормового растения

Кормовое растение	Кормовой рацион, г/экз. (сухая масса)	Усвоено корма, г сухой массы/экз.	Коэффициент утилизации, % (КУ)	Эффективность использования на прирост массы, %	
				Потребленного корма (ЭИП)	Усвоенного корма (ЭИУ)
Дуб	4,1±0,01	3,4±0,01	85,1±0,5	58,6±0,5	78,4±0,7
Береза	5,6±0,03	1,08±0,01	19,4±0,3	5,7±0,03	22,1±0,5
Яблоня	–	–	–	–	–
Рябина	–	–	–	–	–
Черемуха	–	–	–	–	–

Из остальных кормовых растений гусеницы сделали попытку поедать листья березы, но значение КУ – 19,4% указывает на очень низкую усвояемость листа березы, сходную с усвояемостью листа дуба (КУ – 12,1%) гусеницами малого ночного павлиньего глаза. Для гусениц малого ночного павлиньего глаза дуб – неблагоприятное кормовое растение, а для зеленой дубовой листовертки неблагоприятным кормовым растением является береза. Листом яблони, рябины и черемухи гусеницы зеленой дубовой листовертки питаться отказались.

Таким образом, на основании наших данных, согласно классификации Кригера [1], зеленую дубовую листовертку можно отнести к монофагам в условиях Беларуси. Тот факт, что гусеницы зеленой дубовой листовертки утилизируют лист дуба лучше полифагов и олигофагов в нашем эксперименте, служит весомым доказательством того, что зеленая дубовая листовертка является монофагом. В процессе эволюции данный вид лучше всех адаптировался к биохимическому составу листа дуба и научился максимально использовать все кормовые качества листа дуба на прирост биомассы.

Заключение. Сравнительный анализ КУ показал, что полифаг – лунка серебристая проявляет пищевую избирательность. Минимальное значение КУ – 40,5% характерно для черемухи, максимальное – 74,5% для дуба. Кормовые растения по степени их оптимальности для лунки серебристой можно расположить в ряд: дуб – береза – рябина – яблоня – черемуха. Лист дуба, по нашим данным, содержит самое большое количество витаминов, свободных аминокислот, пирогаллола, макро- и микроэлементов, он усваивается лучше листа березы, яблони, рябины, черемухи, т.е. по биохимическому составу является наиболее оптимальным кормовым растением.

Значения КУ гусениц полифага – зимней пяденицы показали, что лист кормовых растений утилизируется приблизительно одинаково, кроме дуба. КУ на дубе выше, чем на других растениях, приблизительно на 7–10%. Эффективность использования потребленной пищи на прирост массы (ЭИП) и усвоенной пищи (ЭИУ) имеют самые высокие значения на дубе по сравнению с другими кормовыми растениями. Превышение ЭИП на дубе равно 3–5%, ЭИУ – 8–12%. Для зимней пяденицы дуб также является наиболее оптимальным кормовым растением. По значению индексов питания кормовые растения также можно расположить в ряд: дуб – береза – яблоня – рябина – черемуха. Но лист этих кормовых растений гусеницы зимней пяденицы усваивают более равномерно по сравнению с гусеницами лунки серебристой.

Значения КУ у гусениц олигофага – совки-лишайницы продемонстрировали, что лист дуба усваивается лучше листа всех остальных кормовых растений. КУ на дубе превышает КУ на черемухе в 3 раза. Усвоение листа в ряду от дуба до черемухи закономерно уменьшается. Следовательно, кормовые растения, совки-лишайницы можно расположить в ряд: дуб – береза – яблоня – рябина – черемуха. Такая же закономерность наблюдается и в процессах использования пищи на рост гусениц. Следовательно, биохимический состав растений сходным образом влияет на процессы питания как у полифагов – лунки серебристой и зимней пяденицы, так и у полифага – совки-лишайницы.

Олигофаг – малый ночной павлиний глаз, по нашим данным, отдает предпочтение растениям семейства Розоцветные, поэтому в условиях Беларуси является узким полифагом. Гусеницы малого ночного павлиньего глаза лучше всего усваивают лист черемухи (КУ – 56,9%), хуже всего – лист дуба (КУ – 12,1%). Ряд кормовых растений по предпочтительности у малого ночного павлиньего глаза выглядит так: черемуха – рябина – яблоня – береза – дуб.

Гусеницы зеленой дубовой листовертки выявили самую высокую утилизацию листа дуба (КУ – 85,1%) и самую высокую эффективность использования пищи на прирост массы (ЭИП – 58,6%, ЭИУ – 78,4%) по сравнению с другими изученными видами чешуекрылых. Из остальных кормовых растений гусеницы сделали попытку поедать листья березы (КУ – 19,4%), листом яблони, рябины, черемухи гусеницы питаться отказались. Согласно полученным данным в условиях Беларуси зеленая дубовая листовертка относится к монофагам, она утилизирует лист дуба лучше полифагов и олигофагов. Этот вид лучше всех адаптировался к биохимическому составу листа дуба.

Таким образом, сравнительный анализ процессов питания полифагов – лунки серебристой и зимней пяденицы, олигофагов – совки-лишайницы и малого ночного павлиньего глаза и монофага – зеленой дубовой листовертки показал, что утилизация листа одних и тех же кормовых растений зависит от их биохимического состава, трофической специализации чешуекрылых и их систематического положения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранчиков, Ю.Н. Трофическая специализация чешуекрылых / Ю.Н. Баранчиков. – Красноярск, 1987. – 170 с.
2. Waldbauer, G.P. The consumption and utilization of food by insects / G.P. Waldbauer // *Adv. Insect Physiol.* – 1968. – Vol. 5. – P. 229–288.
3. Slansky, F. Food consumption and utilization / F. Slansky, J.M. Scriber // *Compr. insect physiol. biochem. pharmacol.* – 1985. – Vol. 4. – P. 87–164.
4. Singh, A.K. Growth and induction in food consumption of *Helicoverpa armigera* Hbn. (Lep., Noctuidae) larvae on chickpea, soybean and maize diets / A.K. Singh // *J. Appl. Entomol.* – 1999. – Vol. 123, N 6. – С. 335–339.
5. Slansky, F. Selected bibliography and summary of quantitative food utilization by immature insects / F. Slansky, J.M. Scriber // *Entomol. Soc. Am. Bull.* – 1982. – Vol. 28, N 1. – P. 43–55.
6. 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. – Vol. 68, N 1. – P. 13–37.
7. Лозинский, В.А. Лунка серебристая – вредитель лесов и меры борьбы с ней / В.А. Лозинский. – Киев: АН Украинской ССР, 1954. – С. 1–35.
8. Маслов, А.Д. Защита леса от вредителей и болезней: справочник / А.Д. Маслов, Н.М. Ведерников, Г.И. Андреева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 414 с.
9. Беляев, Е.А. Бабочки – вредители сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока / Е.А. Беляев. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. – 288 с.
10. Костюк, Ю.О. Фауна Украины. – Киев: Наукова думка, 1980. – Т. 15, вып. 10. – С. 193–680.
11. Мерживская, О.И. Чешуекрылые (Lepidoptera) Беларуси / О.И. Мерживская, А.Н. Литвинова, Р.В. Молчанова. – Минск: Наука и техника, 1976. – 128 с.
12. Стриганова, Б.Р. Пятиязычный словарь названий животных: Насекомые (латынь – русский – английский – немецкий – французский) / Б.Р. Стриганова, А.А. Захаров. – М.: Руссо, 2000. – 210 с.

REFERENCES

1. Baranchikov Yu.N. *Troficheskaya spetsializatsiya cheshuyekrylykh* [Trophy Specialization of Lepidoptera], Krasnoyarsk, 1987, 170 p.
2. Waldbauer, G.P. The consumption and utilization of food by insects / G.P. Waldbauer // *Adv. Insect Physiol.* – 1968. – Vol. 5. – P. 229–288.
3. Slansky, F. Food consumption and utilization / F. Slansky, J.M. Scriber // *Compr. insect physiol. biochem. pharmacol.* – Oxford: Plenum, 1985. – Vol. 4. – P. 87–164.
4. Singh, A.K. Growth and induction in food consumption of *Helicoverpa armigera* Hbn. (Lep., Noctuidae) larvae on chickpea, soybean and maize diets / A.K. Singh // *J. Appl. Entomol.* – 1999. – Vol. 123, N 6. – С. 335–339.
5. Slansky, F. Selected bibliography and summary of quantitative food utilization by immature insects / F. Slansky, J.M. Scriber // *Entomol. Soc. Am. Bull.* – 1982. – Vol. 28, N 1. – P. 43–55.
6. 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. – Vol. 68, N 1. – P. 13–37.
7. Lozinski V.A. *Lunka serebristaya – vreditel lesov i mery borby s nei* [Lunka Serebristaya – a Forest Pest and Ways of Combating it], Kiev: AN Ukrainskoi SSR, 1954, pp. 1–35.
8. Maslov A.D., Vedernikov N.M., Andreyeva G.I. *Zashchita lesa ot vreditel'ei i boleznei* [Protection of Forests from Pests and Diseases], M.: Agropromizdat, 1988, 414 p.
9. Belyayev E.A. *Babochki – vrediteli selskogo i lesnogo khoziaistva Dal'nego Vostoka* [Butterflies – Far East Agriculture and Forest Economy Pests], Vladivostok: DVO AN SSSR, 1988, 288 p.
10. Kostyuk Yu.O. *Fauna Ukrainy* [Fauna of Ukraine], Kiev: Navukova dumka, 1980, 15(10), pp. 193–680.
11. Merzhvinskaya O.I., Litvinova A.N., Molchanova R.V. *Cheshuyekrylyye (Lepidoptera) Belarusi* [Lepidoptera of Belarus], Mn.: Nauka i tekhnika, 1976, 128 p.
12. Striganova B.R., Zakharov A.A. *Piatyazychny slovar nazvanii zhivotnykh: Nasekomiye (latyn, russki, angliiski, nemetski, frantsuzski)* [Five-Lingual Animal Name Dictionary: Insects (Latin, Russian, English, German, French)], M.: Russo, 2000, 210 p.

Поступила в редакцию 22.11.2019

Адрес для корреспонденции: e-mail: kzoolog@vsu.by – Денисова С.И.