

на прирост массы, но получают определенное преимущество при смене пищевых условий, так как корм для них не является лимитирующим фактором внешней среды, они способны подавлять механизмы защиты растений против насекомых у большинства видов растений.

- 1 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.
- 2 Баранчиков, Ю.Н. Сравнительное изучение питания и роста чешуекрылых – консументов березы с разным уровнем трофической специализации / Ю.Н. Баранчиков // Журн. эволюц. физиол. биохим., 1986. – № 6. – С. 584–586.
- 3 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, N 3. – P. 269–287.
- 4 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, N 1. – P. 1–9.
- 5 Waldbauer, G.P. The consumption and utilization of food by insects / G.P. Waldbauer // Adv. Insect Physiol., 1968. – V. 5. – P. 254–288.

ИЗУЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ ГУСЕНИЦАМИ ШЕЛКОПРЯДОВ

С.И. Денисова, З.Н. Соболев
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

Подавляющее большинство фитотрофных насекомых, в частности практически все виды дендрофильных чешуекрылых умеренной зоны, в той или иной степени трансформируют потребленные с пищей вторичные метаболиты растений и либо утилизируют их, либо выводят с экскрементами. Например, при питании хвоей ели личинки пилильщика *Gilpinia hercynia* Htg. утилизируют шикимовую и хинную органические кислоты на 97,0 и 80,0%, галлокатехин и гликозид пицеин – на 64,0 и 74,0% соответственно [1].

Цель работы – изучение процессов потребления вторичных метаболитов растений гусеницами в зависимости от трофической специализации дендрофильных чешуекрылых. Актуальность исследований обусловлена важностью разработки вопросов питания насекомых для создания эффективных мер борьбы с насекомыми-вредителями древесных пород.

Материал и методы. Исследования проводились на базе биологического стационара «Щитовка» и в лабораториях биологического факультета ВГУ имени П.М. Машерова в период с 2015 по 2017 гг. В качестве объекта исследований использовались китайский дубовый шелкопряд (*Antheraea pernyi* G.-M.) и непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.). Кормовыми растениями вышеуказанных видов служили дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), ива корзиночная (*Salix viminalis* L.). Показатели питания определяли «гравиметрическим» балансовым методом [2].

Результаты и их обсуждение. Нами проведено детальное исследование судьбы фенолов и таннинов, содержащихся в листьях дуба, березы и ивы при питании ими гусениц шелкопрядов. Экскременты гусениц шелкопрядов содержат значительно меньше вторичных метаболитов, чем листья их кормовых растений.

Так, согласно нашим данным, содержание фенолов в экскрементах гусениц первого и второго возрастов дубового шелкопряда при питании листом дуба составляет пятую часть от количества фенолов в июньских листьях дуба. Следовательно, около 80,0% фенолов листа утилизировано, трансформировано в организме гусениц младших возрастов. В экскрементах гусениц III–IV возрастов количество фенолов уменьшается в 9 раз по сравнению с их содержанием в июльских листьях дуба. В экскрементах гусениц V возраста, питавшихся августовским листом дуба, фенолов уже в 14 раз меньше, чем в листьях дуба. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что фенольные соединения предпочитаемого, основного кормового растения дубового шелкопряда – дуба черешчатого усваиваются почти полностью, несмотря на их самое высокое содержание среди представленных кормовых пород. Фенольные соединения листа березы усваиваются и перерабатываются гусеницами дубового шелкопряда хуже, т.к. с экскрементами у гусениц V возраста их выделяется около 35,0%, тогда как при питании листом дуба с экскрементами выделяется лишь около 10,0% фенолов. Фенольные соединения листа ивы перерабатываются гусеницами дубового шелкопряда несколько полнее, чем фенолы березы, но также значительно хуже, чем фенолы листа дуба. Например, гусеницы пятого возраста с экскрементами выделяют около 30,0% фенолов.

В экскрементах гусениц, питающихся листом ивы, самое меньшее содержание выделившихся без изменений гидролизуемых таннинов: КУ у гусениц первого возраста – 47,6%, КУ у гусениц пятого возраста – 63,2%. Для сравнения: КУ (коэффициент утилизации) у гусениц первого возраста на дубе – 19,6%, на березе – 41,6%; у гусениц пятого возраста на дубе – 52,6%, на березе – 61,1%. Наиболее впечатляющая разница в процессах усвоения гидролизуемых таннинов разных кормовых растений у гусениц младших возрастов, к старшим возрастам процессы переработки аллелохимиков становятся более совершенными, но при питании листом дуба даже у гусениц пятого возраста количество трансформированных гидролизуемых таннинов меньше приблизительно на 10% по сравнению с питанием листом березы и ивы. Дубовый шелкопряд при питании своим излюбленным кормом выводит с экскрементами аллелохимики и не тратит на их утилизацию столько же энергии, сколько вынужден тратить при питании листом других, не свойственных для него кормовых растений.

Таким образом, гусеницы дубового шелкопряда лучше всего утилизируют фенольные соединения дуба. На детоксикацию гидролизуемых и конденсированных таннинов листа дуба они затрачивают меньше всего энергии, так как 40,0–50,0% этих соединений выводят из организма в неизменном виде.

Переход к питанию другими кормовыми породами – березой и ивой приводит к необходимости более глубокой переработки их вторичных метаболитов и к дополнительной трате энергии на обезвреживание 60,0–70,0% таких токсикантов, как гидролизуемые и конденсированные таннины.

Рассмотрим, как происходит утилизация вторичных соединений тех же кормовых растений в организме гусениц полифага – непарного шелкопряда. Сразу необходимо отметить, что гидролизуемые таннины листа дуба, березы и ивы утилизируются гусеницами непарного шелкопряда полностью, в экскрементах остаются лишь их следы.

Согласно нашим данным, фенольные соединения практически перерабатываются полностью (КУ – 80,0–95,0%), причем для гусениц младших возрастов характерна очень высокая степень усвоения, обезвреживания фенолов листа всех кормовых растений (КУ – 80,0%) в отличие от гусениц такого же возраста дубового шелкопряда, которые фенолы листа березы и ивы утилизируют лишь на 50,0%, а дуба – на 80,0%.

Гидролизуемые таннины утилизируются полностью в организме гусениц непарного шелкопряда независимо от возраста гусениц и вида кормового растения. Экспериментально доказано особо токсичное действие гидролизуемых таннинов на процессы жизнедеятельности и ингибирование питания насекомых-фитофагов [3–5]. Поэтому можно предположить, что полное обезвреживание этих растительных токсикантов детоксикационными системами гусениц непарного шелкопряда является важной составляющей их повышенной жизнеспособности на разнообразном по химическому составу корме.

По сравнению с гусеницами олигофага – дубового шелкопряда, которые трансформировали лишь половину конденсированных таннинов пищи, гусеницы полифага – непарного шелкопряда практически полностью обезвреживали данное вторичное соединение кормовых растений.

Заключение. Таким образом, полифаг – непарный шелкопряд в отличие от олигофага дубового шелкопряда практически полностью нейтрализуют вторичные метаболиты кормовых растений на протяжении всего периода вегетации, тогда как олигофаг выводит из организма в нетронутым виде около половины аллелохимиков пищи и, следовательно, на детоксикацию пищи олигофаг тратит энергии меньше, чем полифаг.

- 1 Schopf, R. As to the food quality of spruce needles for forest insects 18. Resorption of secondary plant metabolites by the sawfly *Gilpinia hercynia* Htg. (Hym., Diprionidae) / R. Schopf, C. Mignat, P. Hedden // Z. ang. Entomol., 1982. – V.93. – P. 244–257.
- 2 Waldbauer, G.P. The consumption and utilization of food by insects / G.P. Waldbauer // Adv. Insect Physiol. – 1968. – V.5. – P. 254–288.
- 3 Roberts, J.I. Effect of *Euphorbia esula* on growth and mortality of migratory grasshopper nymphs / J.I. Roberts, B.E. Olson // J. Agr. and Urb. Entomol., 1999. – V. 16, N 2. – P. 97–106.
- 4 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, N 3. – P. 509–520.
- 5 Gero, Eck Fiala Brigitte, Linsenmair K.E., Hashim R.B., Proksch P. Trade-of 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, N10. – P. 1979–1996.