

И. В. КОЖАНЧИКОВ

**ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ УГЛЕВОДОВ В ПИТАНИИ ПОЛОВОЙ  
ФАЗЫ НЕКОТОРЫХ HOLOMETABOLA**

(Представлено академиком С. А. Зерновым 23 X 1939)

Питание половой фазы *Holometabola* дает ряд от полноценного у *Coleoptera—Adephaga* и многих *Coleoptera—Polyphaga* (*Chrysomelidae*, *Curculionidae*, *Bruchidae*), которые используют пищу, богатую, помимо многочисленных других компонентов, как белком, так и углеводами, к группам высших насекомых, где питание половой фазы становится односторонним; примесь белка в пище сохраняется у пчелиных (*Apioidea*) и у многих двукрылых (кровь, продукты разложения белка), или питание становится почти целиком углеводным, как то типично для многих *Diptera* и почти всех *Lepidoptera*, питающихся только нектаром. Наконец, у крайних членов ряда наблюдается питание имаго только водой, как то типично для многих *Lepidoptera* (например *Pyrausta nubilalis*), или утрачивается совершенно, также нередко у *Lepidoptera* (*Liparidae*, *Saturniidae*, *Lemoniinae*, *Lasiocampidae*), у *Trichoptera* и ряда других *Holometabola*.

Из приведенного видно, что углеводы играют значительную или даже исключительную роль в питании половой фазы *Holometabola*; доказано, что питание ими имеет большое влияние на плодовитость самок. Источником углеводного питания являются почти исключительно растительные соки—нектар, камеди. Состав нектара различен у разных растений как в отношении количества в нем воды [Остащенко-Кудрявцева (8)], так и химизма слагающих его компонентов. Обычными его составными частями являются глюкоза, фруктоза, сахароза, ароматические соединения (кумарин, эфирные масла), декстрины, следы белка, кислот—щавелевой, яблочной и винной и зольные элементы [Wilson (13); Bonnier (2); Wehmer].

Является вопрос, как усваиваются разные компоненты нектара у антофильных имаго и одинакова ли пищевая их ценность; этот вопрос касается прежде всего углеводов, так как они составляют основную массу нектара (не считая воды). Специализация на питании определенными углеводами может указать пути и возможные связи разных *Holometabola* с определенными группами нектароносов. В природе помимо политрофных антофилов (домашняя пчела, шмели) есть олиготрофные и монотрофные антофилы (пчелы *Andrena*, мухи *Hylemia*, некоторые чешуекрылые). Наряду с вопросом о кормовой специализации знание питательности сахаров для имаго имеет выдающееся значение в изучении плодовитости насекомых.

Исследования по углеводному питанию имаго представлены двумя направлениями: одним по изучению ферментов пищеварительных органов,

другим по пищевой ценности сахаров. Первая группа представлена довольно многочисленными работами [Strauss (11); Evenius (3); Stober (10); Ненюков (7); Wigglesworth (12); Kratky]; эти данные дают, однако, лишь самое общее и косвенное суждение о пищевой ценности разных сахаров. По второму направлению есть лишь одна работа [Phillips (9)], показывающая очень различную пищевую ценность разных углеводов и близких соединений в питании пчел (*Apis*), и мало основательная заметка Fraenkel'я (4), противоречащая этим данным.

Настоящая работа произведена на двух видах: мухах *Calliphora erythrocephala* Meig. и совках *Acronica rumicis* L.; оба объекта были размножены в лаборатории, причем для большей точности работы весь материал по каждому объекту был получен от одной самки. Вышедшие из куколок насекомые помещались на нужную диету в числе 20—35 пар, и у них учитывались длительность жизни и период созревания половых продуктов и плодовитость. Сахара давались или в растворе или сухими; в последнем случае давалась также чистая вода. Термический режим всех серий был один—20° С.

Результаты исследования питания *A. rumicis* приведены в табл. 1.

Лучшим пищевым материалом является глюкоза; затем примерно одинаковую ценность имеют фруктоза, сахароза, раффиноза и маннит, причем плодовитость при питании ими дает большую изменчивость, чем длительность жизни, и выделяет как более благоприятный режим питание маннитом и раффинозой; питание крахмалом и глицерином неблагоприятно, а лактоза и щавелевая кислота имеют отрицательное влияние; питание ими дает даже сокращение сроков жизни против жизни на голодной диете. Полученные данные согласуются с найденными ранее фактами о питательности глюкозы для имаго *Loxostege*, *Pyrausta* и *Agrotis*; они в общем не противоречат также данным по ферментам для чешуекрылых, для которых указывается наличие амилазы в слюне и инвертазы в кишечнике.

Таблица 1  
Пищевая ценность разных углеводов и некоторых близких соединений в питании самок *A. rumicis* L.

| П и щ а                        | n  | Длительность жизни (в сутках) | Плодовитость (число отложенных яиц) |
|--------------------------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|
| Голод . . . . .                | 18 | 10.0 (4—13)                   | —                                   |
| Вода . . . . .                 | 15 | 11.2 (6—16)                   | 65(0—230)                           |
| Щавелевая кислота 5% . . . . . | 10 | 9.0 (7—10)                    | —                                   |
| Глицерин 20% . . . . .         | 20 | 12.1 (4—18)                   | 27(0—273)                           |
| Маннит 20% . . . . .           | 18 | 16.3 (6—22)                   | 95(0—409)                           |
| Глюкоза 20% . . . . .          | 20 | 20.1 (8—32)                   | 260(0—632)                          |
| Фруктоза 20% . . . . .         | 21 | 17.0(11—20)                   | 94(0—220)                           |
| Сахароза 20% . . . . .         | 19 | 16.8 (5—24)                   | 94(0—360)                           |
| Лактоза 20% . . . . .          | 20 | 9.2 (5—14)                    | 9(0—99)                             |
| Раффиноза 20% . . . . .        | 14 | 17.0 (6—32)                   | 237(0—638)                          |
| Крахмал 3% . . . . .           | 15 | 12.0 (6—18)                   | 28(0—215)                           |

С *Calliphora* были произведены две серии экспериментов: в одном случае мухи получали только безазотистые продукты, в другом наряду с ними давался белок мяса. В обеих сериях пищевая ценность сахаров оставалась почти одинаковой (табл. 2); глюкоза является наилучшим углеводом; затем без белка примерно одинаковый эффект дают фруктоза, сахароза, раффиноза и маннит; значительно худшим является крахмал

и почти непригодны для питания глицерин и лактоза. При наличии белка фруктоза оказывается почти столь же питательной, как и глюкоза, тогда как маннит значительно менее питателен, чем сахароза и раффиноза; лактоза дает те же величины длительности жизни, что и при отсутствии белка, а крахмал и, особенно, глицерин значительно меньше, чем при отсутствии белка; питание только белком дает ничтожную длительность жизни.

Таблица 2

Пищевая ценность разных углеводов и некоторых других веществ в питании самок *Calliphora erythrocephala* Meig.

| Диета                      | n  | Длительность жизни (в сутках) | Плодовитость (число отложенных яиц) |
|----------------------------|----|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1-я серия<br>(без белка)   |    |                               |                                     |
| Голод . . . . .            | 35 | 2.6 (2— 3)                    | —                                   |
| Вода . . . . .             | 35 | 3.7 (3— 5)                    | —                                   |
| Глицерин 25% . . . . .     | 35 | 5.0 (2— 8)                    | —                                   |
| Маннит (сух.) . . . . .    | 34 | 20.0 (4— 50)                  | —                                   |
| Глюкоза » . . . . .        | 35 | 28.3 (5— 50)                  | —                                   |
| Фруктоза » . . . . .       | 34 | 19.0 (8— 29)                  | —                                   |
| Сахароза » . . . . .       | 34 | 19.2 (6— 36)                  | —                                   |
| Лактоза » . . . . .        | 35 | 4.5 (3— 9)                    | —                                   |
| Раффиноза » . . . . .      | 34 | 21.0 (3— 51)                  | —                                   |
| Крахмал 1% . . . . .       | 35 | 8.0 (4— 16)                   | —                                   |
| 2-я серия<br>(с белком)    |    |                               |                                     |
| Голод . . . . .            | 35 | 2.6 (2— 3)                    | —                                   |
| Белок и вода . . . . .     | 25 | 5.0 (4— 7)                    | —                                   |
| Глицерин + белок . . . . . | 35 | 3.9 (2— 5)                    | —                                   |
| Маннит + » . . . . .       | 31 | 24.0 (4— 50)                  | 15(0—127)                           |
| Глюкоза + » . . . . .      | 35 | 50.3(10— 77)                  | 194(0—556)                          |
| Фруктоза + » . . . . .     | 35 | 56.4 (8—105)                  | 120(0—302)                          |
| Сахароза + » . . . . .     | 34 | 41.0 (2— 83)                  | 34(0—320)                           |
| Лактоза + » . . . . .      | 34 | 4.5 (3— 6)                    | —                                   |
| Раффиноза + » . . . . .    | 35 | 37.7 (6— 65)                  | 62(0—148)                           |
| Крахмал 1%+ » . . . . .    | 34 | 5.7 (3— 10)                   | —                                   |

Для *Calliphora* полученные данные также почти согласуются с указаниями на наличие ферментов; для этих мух указываются амилаза, мальтаза, инвертаза и раффиноза [Strauss (11)]. Но и в этом случае, как и для бабочек, несмотря на наличие мальтазы, крахмал имеет ничтожную пищевую ценность. Далекое не равноценны также между собой, как видно, и сахара, несмотря на наличие разрушающих их ферментов.

Несмотря на громадную разобщенность систематического положения обоих объектов, наблюдается большое сходство полученных результатов; совки показывают лишь большую специализацию на глюкозе, тогда как для мух питательность фруктозы почти равна глюкозе. Сравнение полученных данных с результатами Phillips'a (9) для пчел показывает также большое сходство и с этими насекомыми; для них также лактоза, несмотря на указание на наличие лактазы, непригодна для питания, равно как и крахмал; лучшим пищевым материалом являются глюкоза, фруктоза и сахароза. Пчелы, однако, более ограничены в использовании углеводов и близких соединений, ибо у них раффиноза и маннит также не усваи-

ваются, в противоположность тому, что найдено для политрофных антофилов из чешуекрылых и мух.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что помимо сложности строения молекулы сахаров и наличия адекватных ферментов в их использовании имеют большое значение даже детали строения молекулы. Сравнение питательности углеводов и близких соединений и сравнение их молекул показывают, что чем более вещество уклоняется по строению от глюкозы, тем меньше его питательность для имаго; это видно из ряда: глюкоза, фруктоза, маннит, глицерин. Этот факт показывает, что пищевая специализация антофильных насекомых помимо специфики морфологического строения ротовых органов и цветков, посещаемых видом, может иметь основную и химизм нектара разных групп растений.

Поступило  
26 X 1939

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> L. Bonpoure, C. R. Acad. Sci. Paris, **152**, 189—193 (1911). <sup>2</sup> G. Bonnier, Ann. Soc. Nat. Bot., (6), 8 (1878). <sup>3</sup> J. Evenius, Arch. Bienenkunde, 8 (1927). <sup>4</sup> G. Fraenkel, Nature, London, 137 (1936). <sup>5</sup> И. Рожанчиков, Зоол. журн., № 16 (1937). <sup>6</sup> N. Kosmin u. G. Komarek, ZS. vergl. Physiol., 17 (1932). <sup>7</sup> Д. Ненюков, Защита растений, 4 (1927). <sup>8</sup> А. Остащенко-Кудрявцева, Нектароносность культурных и дикорастущих растений (1937). <sup>9</sup> E. Phillips, Journ. Agr. Res., 35 (1927). <sup>10</sup> W. Stober, ZS. vergl. Physiol., 6 (1927). <sup>11</sup> J. Strauss, ZS. Biol., 52 (1909). <sup>12</sup> V. Wigglesworth, Parasitology, 21 (1929). <sup>13</sup> A. Wilson, Chem. News, 38—93 (1878).