

Л. А. КУЗЬМИНА, Н. Г. ЛОПАТИНА, И. А. НИКИТИНА,
В. В. ПОНОМАРЕНКО, З. Н. САЙФУТДИНОВА

ВЛИЯНИЕ МУТАНТНЫХ ГЕНОВ SNOW И CHARTREUSE-RED НА НЕЙРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ

(Представлено академиком В. Н. Черниговским 2 I 1975)

Изучение поведенческого эффекта мутаций snow (s) и chartreuse-red (ch-r) на медоносной пчеле* и гомологичной мутации vermilion (v), а также мутации cardinal (cd) дрозофилы выявило снижение уровня осуществления разных по сложности двигательных актов — суточной двигательной активности дрозофилы и сложной цепи специализированных рефлекторных актов, составляющих сигнальное поведение — танец — медоносной пчелы (1). Высказано предположение о том, что изучаемые гены оказывают свое действие на поведение, изменяя уровень функциональной активности нервной системы.

Настоящая работа предпринята для изучения нейробиологических особенностей мутантных особей медоносной пчелы s и ch-r. Напомним, что мутации s и ch-r блокируют различные этапы (начальный и конечный) в биохимической цепи образования зрительных пигментов насекомых — оммохромов и, таким образом, в различной степени нарушают обмен триптофана в организме, служащего источником нейромедиатора — серотонина. Эти мутации имеют хорошо выраженный фенотипический эффект (белый или красный цвет глаз), по которому можно судить о соответствующих биохимических нарушениях в организме медоносной пчелы. Мутация s (белые глаза), инактивируя фермент триптофанпирролазу, прерывает начальное звено образования экранирующих пигментов глаза — оммохромов (оммина и ксантооммина), которые придают глазам пчел черный цвет. Оказываются прерванными и некоторые другие пути обмена триптофана, что приводит к его избыточному накоплению в организме. Эта мутация гомологична мутации vermilion (v) у дрозофилы.

Мутация chartreuse-red (ch-r, красные глаза) прерывает процесс образования оммохромов на его последних стадиях. Это создает избыток 3-гидроксикинуренина, который откладывается в пигментных клетках и способствует переходу ксантоомматина в дигидроксантоомматин. Последний и придает глазам красный цвет. У дрозофилы блокирование тех же стадий образования оммохромов вызывает мутация cardinal (cd).

Как было показано нашими прежними исследованиями, одним из признаков, отражающих уровень функциональной активности нервной системы, является возбудимость определенных эфферентных элементов, в частности нервно-мышечного аппарата, участвующих в реализации различных форм врожденного поведения и обучения (2). Этот признак мы исследовали на личинках медоносной пчелы, характеризуя его порогом электрической возбудимости кожного мускульного мешка. В качестве второго нейробиологического признака мы использовали скорость впадения в эфирный наркоз, которая является косвенным показателем состояния синаптической передачи импульсов на локомоторные органы. По нашим

* Мутантных маток медоносной пчелы любезно предоставил в наше распоряжение проф. Харри Лейдлоу (H. Laidlaw, Пчеловодный центр, США), за что авторы приносят ему самую искреннюю и глубокую благодарность.

данным, этот признак коррелирует с уровнем двигательной активности дрозофилы и ритмом танца медоносной пчелы (3).

Влияние каждой мутации на нейрологические признаки выясняли путем их сравнительного изучения у следующих групп пчел: гомозиготных и гетерозиготных по данному гену особей и фенотипически нормальных пчел итальянской расы *Apis mellifera ligustica*, служившей генетическим фоном для этих мутаций. Пчелы двух первых групп, будучи потомством

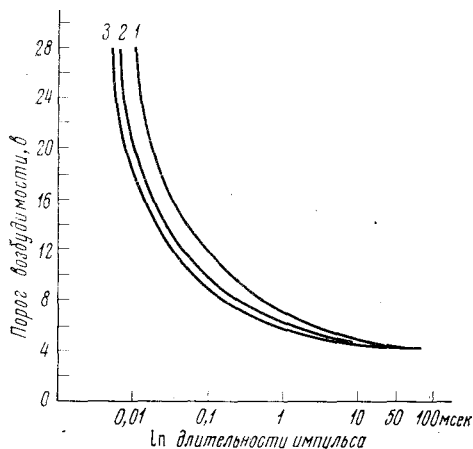


Рис. 1. Кривые напряжения времени: 1 — у гомозиготных по мутантному гену *ch-r* (*ch-r/ch-r*), 2 — гетерозиготных (*ch-r/+*) и 3 — особей дикого типа (+/+) медоносной пчелы итальянской расы

сечением 2 мм²). Электрический ток для раздражения подавался от импульсного стимулятора ИЭС-1. Использовались одиночные импульсы разной длительности в нисходящем порядке: 50; 10; 1; 0,1; 0,01 мсек. Сокращение личинки наблюдали под бинокулярной лупой при увеличении 8X. После опыта личинку водворяли в ячейку сот с тем, чтобы при достижении ею стадии имаго определить, была ли она гомо- или гетерозиготной по данному гену (критерием для определения служит цвет глаз). Скорость впадения в эфирный наркоз является в определенной мере отражением тех событий, которые разыгрываются на синаптическом уровне и, таким образом, отражают функциональное состояние синаптической передачи на локомоторные органы. Для определения скорости наркоза пчелу помещали в плексигласовый стаканчик, в верхнюю часть которого, отгороженную пористой пластинкой от нижней, вносилась капля эфира (0,02 мл). Эта доза создавала в стакане 1% концентрацию паров эфира. Секундомером отмечали время полного обездвиживания пчелы.

Нервно-мышечная возбудимость гомозиготных и гетерозиготных по гену *ch-r*, а также нормальных особей медоносной пчелы отражена на рис. 1. Как можно видеть, в области применения коротких по длительности импульсов электрического тока (0,1 мсек. и 0,01 мсек) нервно-мышечная возбудимость у гомозиготных по гену *ch-r* особей медоносной пчелы достоверно снижена по сравнению с гетерозиготными и нормальными пчелами. Та же зависимость наблюдалась и у особей, гомозиготных по гену *s*. Эти данные подтверждают мысль о снижении возбудимости нервной системы, как о возможном физиологическом канале действия исследуемых мутаций. К сожалению, нервно-мышечная возбудимость мутантов дрозофилы не изучалась.

Биохимические сдвиги, вызываемые в организме медоносной пчелы мутантными генами *s* и *ch-r*, не отразилась на скорости эфирной нарко-

лизации, которая для всех изученных групп пчел составляла в среднем 8,7—9,0 мин. У дрозофилы гомологичная мутация *v* и мутация *cd*, наряду с поведенческим эффектом, вызывали значительное изменение в скорости эфирной паркозизации. Мутация *v* ускоряла, а *cd* замедляла скорость впадения в паркоз по сравнению со среднепопуляционными величинами, характерными для *Drosophila melanogaster*. Сейчас трудно сказать, с какими явлениями может быть связана эта разница: с какими-либо специфическими особенностями функционирования синапсов или же со спецификой биохимических обменных процессов у разных видов насекомых. Однако она не удивительна, поскольку известно, что характер плеiotропного действия гена зависит от генетической среды при неизменном выражении основного эффекта мутации (в данном случае цвета глаз). В связи с этим можно предположить и совершенно иной поведенческий эффект изучаемых нами мутаций у одного и того же вида насекомых с различной генетической основой. Это требует осторожности в интерпретации получаемых результатов и изучения конкретных физиологических приводов, определяющих поведенческий эффект тех генов, которые включаются в контроль уровня функционирования нервной системы.

Институт физиологии им. И. П. Павлова
Академии наук СССР
Ленинград

Поступило
24 XII 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. В. Пономаренко, Г. О. Иванова и др., В кн.: XXIV Всесоюз. совещ. по проблемам высшей нервной деятельности. Матер. секцион. засед., М., 1974, стр. 308.
² В. В. Пономаренко, В. Б. Савватеев, Г. П. Смирнова, В кн.: Генетика поведения, Л., 1969, стр. 43. ³ Т. Н. Андреева, Н. Г. Лопатина и др., В кн. XXIV Всесоюз. совещ. по проблемам высшей нервной деятельности. Матер. секцион. засед., М., 1974, стр. 302.