

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

**ВЛИЯНИЕ МУТАНТНЫХ ГЕНОВ SNOW И CHARTREUSE-RED,
КОНТРОЛИРУЮЩИХ ОБМЕН ТРИПТОФАНА В ОРГАНИЗМЕ,
НА СИГНАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ**

(Представлено академиком В. Н. Черниговским 3 I 1975)

Одной из актуальных проблем современной генетики поведения является выявление особенностей генетической детерминации поведения животных различных филогенетических уровней. Для решения этой проблемы может быть использован экспериментальный подход, предложенный В. В. Пономаренко, который предусматривает исследование влияния гомологичных генов с известным биохимическим механизмом их действия на поведение и нейрофизиологические особенности животных с различной степенью сложности организации нервной системы (^{1, 2}). Благодарный объект для подобных исследований представляют насекомые. Так для дрозофилы известны мутации, блокирующие определенные стадии в цепи синтеза некоторых веществ. Найдепы их гомологи у некоторых других видов насекомых, в частности у медоносной пчелы, обладающей по сравнению с дрозофилой более сложными формами поведения, хорошо развитым индивидуальным опытом (условно-рефлекторной деятельностью, сопоставимой по уровню с таковой у птиц) и сложными формами общественного сигнального поведения. В наших исследованиях мы используем уникальное сочетание особенностей поведения, биохимии и генетики этих видов насекомых, у которых мутации, блокирующие определенные этапы обмена ароматических кислот триптофана и фенилаланина, служащих в организме источником нейрореактивных веществ, сопровождаются видимыми морфологическими изменениями — нарушением синтеза некоторых пигментов.

В данной работе изучалось действие мутаций snow (S) и chartreuse-red (ch-r) * на сложную форму общественного (сигнального) поведения медоносных пчел, служащего для передачи информации о наличии и месте расположения пищи («танец») (^{3, 4}). Эти мутации блокируют начальный и конечный этапы в биохимической цепи образования зрительных пигментов — оммохромов и в различной степени нарушают обмен в организме триптофана, служащего источником нейромедиатора серотонина. Мутация S (белые глаза), вызывая потерю активности фермента триптофан-пирролазы, прерывает начальное звено цепи образования экранирующих пигментов глаза — оммохромов (оммина и ксантооммина), придающих глазам пчел черный цвет, и некоторые другие пути обмена триптофана, что приводит к его избыточному накоплению в организме. Мутация ch-r (красные глаза) прерывает цепь образования оммохромов на последних стадиях, приводя к избытку 3-гидроксикинуренина, который, откладываясь

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

в пигментных клетках мутантных особей, способствует переходу ксантоомматина в дигидроксантоомматин, придающий глазам красный оттенок. Эффект каждой мутации на сигнальное поведение выяснялся путем сравнительного изучения параметров, характеризующих уровень осуществления «танца» у трех групп пчел: нормальных пчел итальянской расы *Apis mellifera lequistica*, которая служила генетическим фоном для обеих мутаций; гомозиготных и гетерозиготных по данному гену особей. Пчелы двух последних групп будучи потомством гетерозиготной пчелиной матки, оплодотворенной гомозиготным трутнем, являлись полными сибсами. Это позволяло выяснить эффект мутации в максимально выравненных условиях одной пчелиной семьи.

Таблица 1

Характер сигнального поведения медоносной пчелы различных генотипов

| Генотипы | Число пчел в опыте | Ритм танца (число циклов за 15 сек.) | Число танцующих пчел, % | Число подкреплений до появления танца |
|----------|--------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| S/S | 20 | 5,83±0,22 | 42±1,11 | 3,2 |
| S/+ | 20 | 7,41±0,26 | 56±1,11 | 2,6 |
| ch/ch | 40 | 7,75±0,31 | 42±0,61 | 3,4 |
| ch/+ | 40 | 8,44±0,53 | 66±0,60 | 2,4 |
| +/+ | 50 | 9,00±0,25 | 100 | 1,5 |

Глазные пигменты насекомых выполняют в омматидах экранирующую функцию — их недостаток изменяет реакцию на свет, ухудшает ориентацию животных в пространстве. Пчелы, в глазах которых отсутствуют пигменты, вылетев из улья, не могут в него возвратиться. В связи с этим опыты проводили в закрытом помещении, где гетерозиготные особи (фенотипически не отличимые от нормальных) ориентировались хорошо, гомозиготных же особей после каждого вылета приходилось собирать со стен и пола камеры и помещать обратно в улей. Поэтому источник пищи (кормушка с 50% сахарным сиропом, имеющим запах шиповника) располагали на удлиненной прилётной доске наблюдательного улья с тем, чтобы гомозиготные пчелы могли находить пищу, не летая. Пчела приучалась посещать кормушку, постепенно отодвигаемую от выхода из улья (максимальное расстояние — 50 см). За поведением пчелы-сборщицы, вернувшейся в улей со взятком, наблюдали через прозрачную переднюю стенку улья. Регистрировалось число циклов танца и время их исполнения в течение 10 последовательных возвращений пчелы на соты (ритм танца). Помимо этого учитывалось число посещений кормушки, необходимое для появления первого танца и отношение танцующих особей к общему количеству пчел, не менее 10 раз получивших подкрепление сахарным сиропом. Результаты опытов приведены в табл. 1. Как видно из табл. 1, оба мутантных гена оказывают угнетающее влияние на сигнальное поведение, не только в гомозиготном, но и в гетерозиготном состоянии. Более сильно этот эффект выражен для мутации S. У дрозофилы гомологичная ей мутация *vermillion* (потеря активности триптофанпирролазы) также более сильно подавляет двигательную активность, чем мутации *scarlet* и *cardinal*, нарушающие цепь образования оммохромов на последних стадиях (5). Угнетающее действие этих мутаций нельзя объяснить наличием одного лишь сенсорного дефекта, так как мутация V, имеющая то же фенотипическое проявление, что и остальные мутации (отсутствие коричневых пигментов глаза), сильнее подавляла активность мух. Гетерозиготные особи медоносной пчелы, глаза которых фенотипически не отличаются от нормальных, также имеют более низкий уровень осуществ-

ления сигнальной деятельности. В связи с этим можно думать, что общность поведенческих эффектов изученных гомологичных генов объясняется угнетающим действием их на функциональную активность нервной системы.

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

Поступило
21 XII 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. В. Пономаренко, Г. О. Иванова и др., В кн.: Второй съезд Всесоюз. общ-ва генетиков и селекционеров им. Н. И. Вавилова, М., 1972, стр. 77. ² Н. Г. Лопатина, Е. Г. Чеснокова, В кн.: XXIV Всесоюз. совещ. по проблемам высшей нервной деятельности. Матер. секционных заседаний, М., 1974, стр. 308. ³ К. Фриш, Из жизни пчел, М., 1966. ⁴ Н. Г. Лопатина, Сигнальная деятельность в семье медоносной пчелы, Л., 1971. ⁵ Р. Ю. Касимов, В. Г. Маршин и др., В кн.: XXIV Всесоюз. совещ. по проблемам высшей нервной деятельности. Матер. секцион. заседаний, М., 1974, стр. 303.