

Г. А. МАЗОХИН-ПОРШНЯКОВ

К ВОПРОСУ О ШИРИНЕ СПЕКТРА, ВИДИМОГО НАСЕКОМЫМИ

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 25 III 1954)

Спектральная чувствительность глаза насекомых изучалась только у отдельных видов, прежде всего на примере медоносной пчелы и дрозофилы. Применительно же к множеству других видов этот важный в практическом и теоретическом отношениях вопрос не имеет безупречного экспериментального решения и трактуется по аналогии с пчелой или другими хорошо изученными насекомыми. Это касается прежде всего границ видимости в длинноволновом конце спектра — утверждения о слепоте к красному свету шмелей, ос и большинства насекомых вообще. Р. Шовен ⁽²⁾ указывает, что «большинство насекомых, за исключением *Photinus* и различных бабочек, слепы к красному свету». Поэтому одной из особенностей зрения насекомых он, вслед за другими физиологами, считает ⁽⁵⁾ укороченность видимого спектра, обрывающегося на оранжево-красном.

Такое обобщение опирается, однако, на немногие, притом за исключением работ с медоносной пчелой ^(7, 13), неубедительные исследования. Это опыты с *Bombylus* и *Macroglossum* ^(10, 11), дрозофилой ⁽⁴⁾, осой *Vespa rufa* L. ⁽¹⁵⁾, шмелями ⁽¹²⁾ и другими видами. В то же время в ряде экспериментов с дневными бабочками ⁽⁸⁾, с осами ^(3, 14), с *Dytiscus* ⁽⁹⁾, с дрозофилой ⁽⁶⁾ было установлено, что перечисленные виды чувствительны к красному свету. Из них *Dytiscus* и *Drosophila* видят даже далекий красный, по крайней мере до 700 мμ.

Для установления границы видимости насекомых в длинноволновом конце спектра мы применяли два метода.

Первый из них основан на оптомоторной реакции — движении насекомого (иногда только головы и антенн) в ответ на движение перед ним экрана из чередующихся светлых и темных полос. Насекомых помещали в стеклянную камеру, окруженную вращающимся бумажным цилиндром (рис. 1, Ц), имеющим продольные прорезы, которые чередуются с равными им по ширине и длине промежутками белой бумаги. Внутренняя поверхность экрана (цилиндра) освещалась при помощи фонаря (Ф) и красных светофильтров Шотта: RG-5, пропускающего примерно от 650 мμ, и RG-9, пропускающего от 700 мμ. В фонаре находилась лампа накаливания 55 вт, горевшая иногда с перекалом. Опыт ставился в темном помещении; скорость вращения экрана и интенсивность освещения его варьировались от опыта к опыту. Во всех опытах энергия отраженных экраном лучей не превышала энергию красных лучей, отражаемых красными и пурпурными цветками растений в полуденные часы летом.

Если при движении цилиндра, освещенного каким-либо светом, реакция возникает, значит насекомое отличает данный свет от тьмы. Если же реакции нет, но она тотчас же возникает при изменении цвета освещения (контроль), значит насекомое или совсем не отличает данный свет от черного, или яркостный порог реакции на него очень высок, что говорит о слабой чувствительности насекомого к предлагаемому излучению.

Второй метод, которым изучались границы видимости, основан на рефлексе стремления насекомых к свету. Опыты велись в темной комнате в продолговатом ящике, имевшем асимметрично расположенное окно, часть которого снаружи освещалась монохроматическим светом из монохроматора УМ-2. В осветителе для монохроматора была заключена лампа

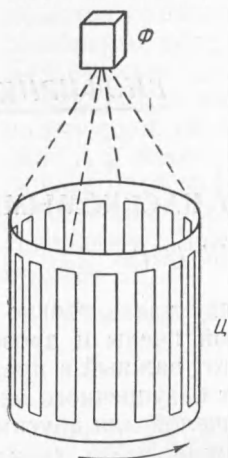


Рис. 1

накаливания 30 вт. На противоположной стенке ящика находилось другое окно, служившее для привлечения насекомых на свет слабой лампы перед каждым «рейсом» насекомых к первому окну. Окна были заклеены папиросной бумагой; сверху ящик был покрыт стеклом. Более подробное описание прибора и его схема опубликованы ранее (1).

Оценка результатов опытов делалась по поведению насекомых: если насекомое подходит к окну и бьется об освещенную половину его, стремясь к источнику света, значит оно отличает освещенную часть окна от оклеенных черной бумагой стенок ящика.

Параллельное исследование этими двумя методами 20 видов насекомых *: *Vespula rufa* L., *Delichovespula norvegica* F., *Apis mellifera* L., *Bombus agrorum* F., *B. hortorum* L., *B. lapidarius* L., *B. hyagnorum* L., *B. lucorum* L., *Pimpla instigator* F., *Vanessa antiopa* L., *V. urticae* L., *Pyrameis atalanta* L., *Polygonia C-album* L., *Argynnis paphia* L. *, *Gonepteryx rhamni* L., *Pieris napi* L., *Carabus concellatus* L. *, *Melolontha hippocostani* L., *Rhagium mordax* L. * и *Toxotus cursor* L. показало, что все они, за исключением пчелы, чувствительны к красному свету, т. е. граница видимости в длинноволновом конце спектра лежит за пределами 700 мμ. У всех видов, кроме пчелы, можно наблюдать оптомоторную реакцию при освещении цилиндра через красные светофильтры RG-5 и RG-9. Всех их, кроме пчелы, привлекает красный свет длиной волны 650—700 мμ. Предел чувствительности пчелы, как и было известно ранее, лежит у 650 мμ. Оптомоторная реакция у нее не возникает при освещении вращающегося экрана через фильтры RG-5 и RG-9.

Эти новые данные по биофизике зрения насекомых с полной очевидностью опровергают распространенное в литературе представление об укороченности видимого ими спектра.

Основная причина ошибочных выводов о нечувствительности к красному свету, например шмелей или ос, заключается в нестрогой постановке опытов и использовании в них либо пигментных бумаг, либо недостаточно ярких спектральных излучений. В том и другом случаях энергия красных лучей, учитывая резкое падение чувствительности глаза насекомых к длинноволновым лучам (1), могла быть подпороговой, в связи с чем они не отличали их от тьмы или черной бумаги.

Нечувствительность пчелы к длинноволновому красному свету следует считать не общим для многих насекомых явлением, а интересным и биологически непонятным исключением. Слепота пчел к красному свету тем более удивительна, что шмели — близкая по образу жизни и систематически родственная им группа — в тех же экспериментальных условиях положительно реагируют на изучение с длиной волны до 718 мμ (1).

Необходимо отметить, что указанные нами границы спектральной чувствительности насекомых относительны, т. е. верны для тех условий, в которых исключаются сильные источники монохроматических лучей, не встречающиеся в природе, но не говорят об абсолютном пределе чув-

* Звездочкой помечены виды, чувствительность которых к красному свету изучалась только в оптомоторном барабане.

ствительности глаза. Поиски абсолютных границ чувствительности вообще лишены практического смысла, так как для выявления их пришлось бы оперировать с излучениями колоссальной мощности. Например, для установления энергетического порога чувствительности шмелей к свету длиной волны 718 м μ энергию его уже пришлось увеличить в 10^5 раз против пороговой энергии зеленого (525 м μ) и почти в 10^7 раз против пороговой энергии фиолетового света (400 м μ) (1).

Установленный в работе факт чувствительности насекомых к красным излучениям, энергия которых не превышает энергии красных ламп, фонарей и прочих излучателей, используемых человеком в хозяйственной жизни, имеет определенное практическое значение. Все эти источники света могут в известных условиях привлекать насекомых, что до сих пор не учитывалось.

Лаборатория биофизики зрения
Института биологической физики
Академии наук СССР

Поступило
12 II 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. А. Мазохин-Поршняков, ДАН, 96, № 1 (1954). ² Р. Шовен, Физиология насекомых, 1953. ³ L. Armbruster, Naturwiss. Wochenschrift, Neue Folge, 21, 419 (1922). ⁴ L. M. Bertholf, Zs. vergl. Physiol., 18, 32 (1932). ⁵ W. von Buddenbrock, Vergleichende Physiologie, 1, Sinnesphysiologie, Basel, 1952. ⁶ M. Fingerman, F. Brown, Physiol. Zool., 26, No. 1 (1953). ⁷ M. Hertz, Zs. Physiol., 25, 239 (1938). ⁸ D. Ilse, Zs. vergl. Physiol., 8, 658 (1928). ⁹ T. Jahn, V. Wulff, J. New York Entomol. Soc., 56, No. 2 (1948). ¹⁰ F. Knoll, Abh. Zool.-Bot. Ges., Wien, 12, 1 (1921). ¹¹ F. Knoll, ibid., 12, 2 (1922). ¹² H. Kugler, Ergebn. Biol., 19, 143 (1943). ¹³ A. Kühn, Zs. vergl. Physiol., 5, 762 (1927). ¹⁴ A. Molitor, Zool. Anz., 126, 239, 259 (1939). ¹⁵ F. Schremmer, Zs. vergl. Physiol., 28, 457 (1941).