

В. В. Василян

К изучению ЭРГ фасеточного глаза
мальвовой моли (*Pectinophora malvella* Hb.)

(Представлено академиком АН АрмССР В. О. Гулканяном 25/VIII 1961)

Электрический ответ глаза беспозвоночных организмов на освещение впервые наблюдали Дьюар и Мак-Кендрик (1,2). Вслед за этими работами в печати появились исследования Чатина (3), Бекка (4), Пипера (5), Фрелиха (6).

Затем в 1928 году была опубликована работа Хартлайна (7), который более подробно исследовал электрические процессы, происходящие в сложном глазу ряда насекомых.

Аутрум (8) показал, что многих насекомых можно классифицировать в зависимости от электрофизиологических свойств их фасеточных глаз на два типа. Так, муха *Calliphora*, а также *Cynoptera*, *Apis*, *Vespa*, *Bombus* и другие быстро летающие дневные насекомые обладают глазами «быстрого» типа. Ретинальный электрический ответ глаза этого типа представляет двухфазную волну: первоначальная пикообразная положительная — эффект включения («on»), которая появляется вскоре после начала освещения и быстро спадает; и конечная пикообразная отрицательная волна — эффект выключения («off»), которая появляется вскоре после прекращения освещения. Этот тип характеризуется также тем, что в ответ на короткую вспышку света — ЭРГ двухфазна, а в ответ на долгие вспышки — положительные и отрицательные волны связываются прямой линией, которая приближается к нулевому потенциалу.

Ко второму типу насекомых Аутрум относит: *Dixippus*, *Dityscus*, *Periplaneta* и других ночных и водяных или медленно передвигающихся насекомых. Этот тип назван «медленным». Электрический ответ на освещение у этих насекомых представляет монофазную отрицательную волну.

Помимо вышеуказанных двух типов, Аутрум различает также третий тип, свойства которого промежуточны между «быстрым» и «медленным» типами. Примером является глаз *Ligia occidentalis* D., ЭРГ которого состоит из отрицательного пикообразного эффекта включения («on») и конечного положительного, но маленького эффекта выключения («off»).

В отношении *Ligia* аналогичные результаты получены также Рак Филипом и Джаном Теодором (9).

Дальнейшие работы Аутрума показали, что электрические процессы в ганглиозных слоях служат для восстановления способности рецепторов реагировать на свет.

Многочисленными работами, например, Аутрум (8), Вульф (10), Рак Филип (11), Нака Кенъихи (12), доказано, что электроретинограмма ряда насекомых и, в частности, ее величина зависит от интенсивности света, причем, с увеличением интенсивности света увеличивается ЭРГ.

На величину и форму ЭРГ насекомых влияет также длительность освещения и состояния адаптации (11), типы световых раздражений (13).

Объектом наших исследований являлась ночная бабочка мальвовой моли, изучение функции фасеточных глаз которой при помощи электроретинографии впервые ставится в настоящей работе.

Работы велись с бабочками летней генерации (в условиях Армении мальвовая моль развивается в двух полных поколениях).

Для регистрации биоэлектрических потенциалов в сложном глазу мальвовой моли применялась экранированная, с заземлением, темная камера, где помещался микроманипулятор. На нем находился столик, который двигался при помощи регулирующих микровинтов. На столике имелось маленькое углубление с металлическим дном, которое являлось вторым или индифферентным электродом, соединенным с телом насекомого. Живое насекомое фиксировалось энтомологической тонкой иглой и помещалось на металлическую поверхность столика. Сверху опускался серебряный активный электрод, заостренный кончик ($d = 30\mu$) которого вводили в глаз насекомого. Оба электрода (активный и индифферентный) соединялись через усилитель постоянного тока с катодным осциллографом типа ЭНО-1. Превосходство этого осциллографа заключается в том, что он способен воспроизводить без искажений сколь угодно медленные, а также быстро протекающие процессы.

Глаз насекомого освещался светом с интенсивностью 40 люкс. Реакции, наблюдаемые на экране осциллографа, фотографировались обычным фотоаппаратом с близкофокусным объективом.

ЭРГ мальвовой моли при регистрации на режиме постоянного тока имеет форму быстро развивающегося монофазного потенциала (фиг. 1), который достигает «плато» и остается на повышенном уровне все время, пока происходит освещение глаза. С прекращением освещения потенциал нередко дает очень малое увеличение (волна — «d») и затем медленно спадает вплоть до исходного уровня в темноте (фиг. 2).

При регистрации на режиме переменного тока, при освещении фасеточного глаза длительностью в 2 сек. получается ЭРГ (фиг. 3), в которой положительные («on» — эффект) и отрицательные («off» — эффект) волны связываются прямой линией, которая приближается к нулевому потенциалу.

Изучение динамики развития ЭРГ мальвовой моли в процессе темновой адаптации показало (фиг. 4), что при этом реакция фасеточного глаза на освещение увеличивается по амплитуде, достигая своего максимума (в наших опытах $126\mu\text{v}$), а затем наблюдается тенденция к некоторому



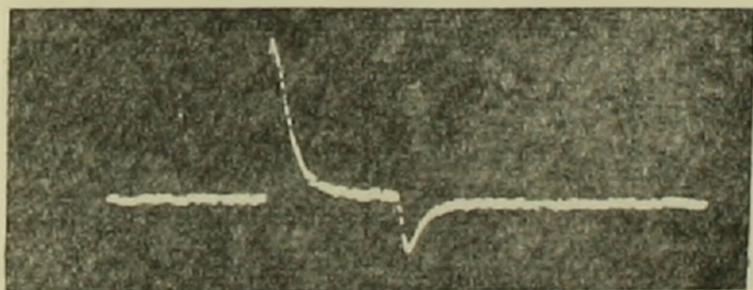
Фиг. 1. ЭРГ мальвовой моли при регистрации в режиме постоянного тока, освещение 2 сек.



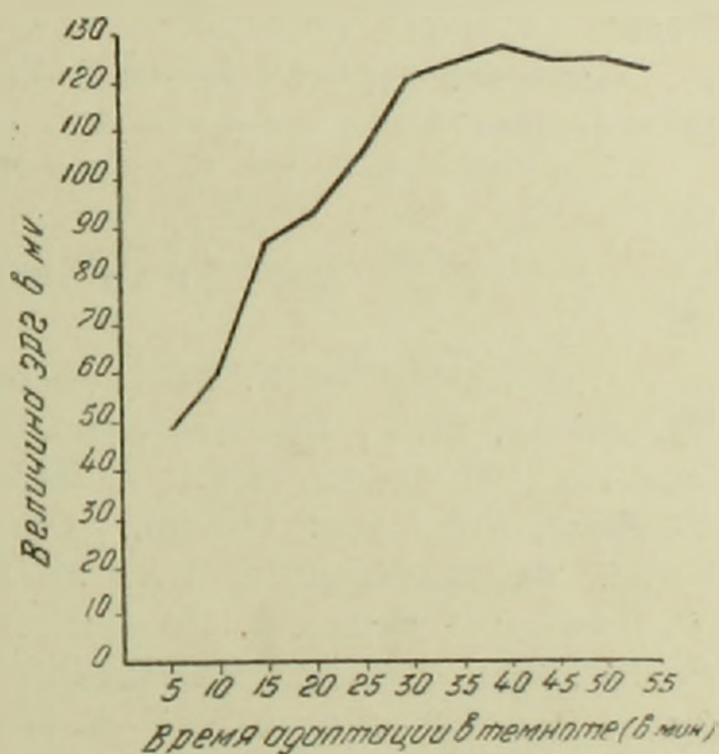
Фиг. 2. ЭРГ мальвовой моли при регистрации в режиме постоянного тока, освещение 2 сек., с "d" волной (в конце реакции маленький положительный зубец).

ослаблению силы реакции. Обращает на себя внимание небольшая величина электрического ответа ($126\mu\text{v}$). Мы связываем это с малой освещенностью глаза, использованной в наших опытах (40 люкс).

Если сопоставить форму полученной нами ЭРГ мальвовой моли с известными в литературе данными, то можно предполагать, что фасеточный глаз мальвовой моли относится к „медленному“ типу, по



Фиг. 3. ЭРГ мальвовой моли при регистрации в режиме переменного тока, освещение 2 сек.



Фиг. 4. Динамика изменений величины потенциалов по ходу темновой адаптации (отведение биопотенциалов через каждые пять минут темновой адаптации).

классификации Аутрума. Это доказывается также тем фактом, что по своим биологическим особенностям мальвовая моль обладает „медленным“ типом полета и ведет ночной образ жизни.

Институт земледелия МСХ Армянской ССР,
Институт физиологии им. Л. А. Орбели
Академии наук Армянской ССР

**Տուղտացեցի (*Pectinophora malvella* Hb.) ֆասետային
աչքերի էլեկտրաոեոինոգրամայի ուսումնասիրման ցուցը**

Միջատների բարդ աչքերի լուսավորումն առաջ է բերում էլեկտրական պատասխան
որի գրանցումը կոչվում է էլեկտրաոեոինոգրամա (ЭРГ):

Տուղտացեցի ֆասետային աչքերի ֆունկցիաների ուսումնասիրումը էլեկտրաոեոինո-
նոգրաֆիայի սղնթյամբ առաջին անգամ տրվում է ներկա աշխատանքում:

Հաստատուն հոսանքի պայմաններում էլեկտրաոեոինոգրաման ունի արայ գարգա-
ցող մոնոֆազ պոտենցիալի ձև, որը հասնում է որոշ բարձրության և մնում է այդ բարձ-
րության վրա այնքան ժամանակ, որքան ժամանակ միջատի աչքը լուսավորվում է: Աչքի
լուսավորումը դադարեցնելուց հետո պոտենցիալը հաճախ տալիս է շատ փոքր ավելացում
(„d“-ալիք) և որից հետո դանդաղ իջնում է մինչև մթության մեջ սկզբնական աստիճանը:

Փոփոխական հոսանքի պայմաններում գրանցելիս ակնթարթային (2 վրկ.) լուսա-
վորման դեպքում ստացվում է էլեկտրաոեոինոգրամա, որտեղ գրական և բացասական ա-
լիքները միմյանց հետ միանում են մոտավորապես դերո պոտենցիալին հավասար ուղիղ
դժով: Այս դեպքում գրական ալիքն իրենից ներկայացնում է „on“-էֆեկտ (միացման
էֆեկտ), իսկ բացասականը „off“-էֆեկտ (անջատման էֆեկտ):

Եթե տուղտացեցի ֆասետային աչքերից ստացված էլեկտրաոեոինոգրաման համե-
մատելու լինենք գրականության մեջ եղած տվյալների հետ, ապա կարելի է դալ այն ել-
րակացություն, որ այն պատկանում է բոտ Աուտրուսի սխտեմատիկայի «դանդաղ»
տիպին:

Այդ ապացուցվում է նաև այն փաստով, որ տուղտացեցը իր բիոլոգիական առանձ-
նահատկություններով պատկանում է գիշերային կյանք վարող միջատների խմբին:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

¹ Ж. Дьюар, Ж. Г. Мак-Кендрик, Trans. Roy. Soc. Edinb. 27, 141—166, 1873.
² Ж. Дьюар, Ж. Г. Мак-Кендрик, Anat. Physiol., 7, 275—282, 1873. ³ Ж. Чатин, C. r. acad. sci, 90, 41—43, 1880. ⁴ А. Бекк, Pflüg, Arch. ges. Physiol., 78, 129—167, 1889.
⁵ Н. Piper, Arch. Anat. Physiol., Leipzig, 453—474, 1904. ⁶ Ф. В. Фрелих, Z. Sinnes-physiol., 48, 28—64, 1914. ⁷ Х. К. Хартлайн, Amer. J. Physiol., 83, 466—483, 1928.
⁸ Г. Аутрум, Umschau, 4, 103—105, 1954. ⁹ Ф. Рак, Т. Джан, J. Gen. Physiol. 37, 6, 825—849, 1954. ¹⁰ В. Ж. Вульф, Physiol. Reviews, 36, 2, 1956. ¹¹ Ф. Рак, J. insect. Physiol. 2, 4, 261—274, 1958. ¹² К. Нака (Реф. журнал, сер. „Биология“, 1960, № 14, 71264). ¹³ Б. Гассенштейн, J. insect. Physiol., 1, 2, 124—130, 1957.