

Живи електрогенератори

Васил Големански

„Във всички творения на Природата има нещо за възхищение.“

Аристотел

Милиони години преди това обаче електричеството е произвеждано, а някои негови свойства са и използвани от много животни на нашата планета. С някои от тях и техните електрически „способности“ ще ви запознаем в следващите регове.

Един от първите древни учени, в чиито съчинения се съобщават сведения за наличие и използване на електричество от животни, е Аристотел (384 – 322 г. пр.Хр.), който в труда си „История на животните“ описва странното поведение на средиземноморски скатове при улова на жертвите им по следния начин: „Тази риба внезапно вцепенява рибите, които иска да улови, със силен удар, живеещ в нейното тяло“. Тази „ударна сила“, за която пише Аристотел, е била наблюдавана и позната и от други древни учени и естественици, но без обяснения в техните трудове. Клавдий Гален (130 – 200 г. сл.Хр.) използвал средиземноморски електрически скатове за лечение на

Електричеството като физическо явление е открито и описано в науката едва през втората половина на XVI в. За пионери в неговото изучаване се приемат италианският учен Джироламо Кардано (Girolamo Cardano, 1501 – 1576) с неговия труд „De Subtilitate rerum“ (1560) и английският физик Уилям Гилбърт (William Gilbert, 1544 – 1603), който за първи път въвежда понятието *electricus* в труда си „De Magnete“ (1600).

мигрени, ревматични и нервни болести при древните римляни, но е смятал, че скатове те „лекуват“ чрез многократни светкавични удари с опашката си по тялото на болните, които човек даже не можел да забележи. Подробни сведения за загадъчни свойства и

сила на морски скатове се срещат и в някои древногръцки митове и съчинения. По времето на Сократ (469 – 399 г. пр.Хр.) например рибарите вярвали, че морските скатове „омагьосват“ и обездвижват жертвите си преди поглъщането им и могли да нараняват сериозно и непредпазливите рибари, които ги улавяли в мрежите си. По сведения на някои автори те наричали морските електрически скатове „нарке“, което означавало „вцепеняващи риби“.

Митовете за „вцепеняващи“ водни животни се срещат не само при древните гръци и римляни, но и при народи от други страни и континенти. Древните египтяни също са познавали удивителните парализи-



Електрически сом (Malapterurus electricus)

ращи способности на нилския електрически сом (*Malapterurus electricus*), за което говорят неговите изображения върху надгробни паметници отпреди повече от 2500 години. В легендите на древните обитатели на Южна Америка също се говори за риба, наричана „арима“, която лишавала от движение човека при нагазване във водите на големите южноамерикански реки и разливи. Според изображения и разкази от това време е ясно, че това е известната електрическа змиорка (*Electrophorus electricus*), която обитава и днес много от реките на Южна Америка.

Един от първите изследователи на електрически скатове от род Торнего (*Torpedo marmorata*) в Средиземно море е италианският учен Франческо Реди (Francesco Redi, 1626 – 1697 г.). Той извършил аутопсия и изследване на мускулатурата на средиземноморски скатове и през 1671 г. описал „специални“ мускули, групирани в предната гръбна част на рибите, които имали сърцевидна или бъбрековидна форма и по-различни мускулни клетки. А неговият ученик и последовател Стефано Лоренцини (Stefano Lorenzini, 1652 -?) не само потвърдил откритието на Ф. Реди, но направил още по-детайлно проучване на скатове и акули и описал и допълнителни органи на главата на тези риби – т.нар. Ампули на Лоренцини, които играят важна роля като чувствителни електрорецепторни органи в живота им.

Днес е известно, че не само споменатите по-горе животни имат собствени „елек-

трогенератори“ и са способни да произвеждат и използват електрически импулси с различна сила и честота. На съвременната наука са познати над 300 вида животни, главно риби, които имат електрогенериращи и електрочувствителни органи, изучени в различна степен досега. Много сухоземни животни (червеи, насекоми, земноводни, птици и др.) също притежават чувствителни електрорецептори, с които търсят храната или партньорите си, усещат и избягват неприятелите си, ориентират се в пространството при по-далечни миграции и пр. Но истински живи електрогенератори, произвеждащи мощни електрически импулси с убийствена сила или за разубавяване и защита от неприятели притежават само рибите. Някои от най-ярките и добре изучени живи електрогенератори между тях ще ви представим по-подробно:

Електрическата змиорка (*Electrophorus electricus*) е най-популярният представител между рибите, генериращи ток както с цел нападение и улов на жертвите си, така и за ориентация в пространството, разубавяване на жертвите и неприятелите, комуникация между събратията си във водоема. Тя обитава реки, разливи и заблатени водоеми в североизточната част на Южна Америка и се среща особено често в притоците от средното и долното течение на р. Амазонка. Славата ѝ на убиец не само на други риби, с които се храни, но и на по-едри животни и хора е позната отдавна на местното население, но английският натуралист Джон



Електрическа змиорка (Electrophorus electricus)

Уолш (John Wallsh) за първи път през 1772 г. доказва, че тя обезгвижда и убива жертвите си именно с електрически ток, генериран в тялото ѝ. Електрическите змиорки са доста едри риби, нямат преки родствени връзки с европейските змиорки, достигат на дължина до 3 м и маса до 40 kg, с гладка кожа без люспи и масленокафяв цвят. Предпочитат блатисти места с обрасли с растителност водоеми и мътна вода, в която лесно се укриват и дебнат жертвите си. Тъй като разтвореният кислород в такива мътни води е малко, змиорките често подават главата си на повърхността и поемат и атмосферен кислород. Задният край на тялото (опашката) е странично сплеснат, заема над $\frac{3}{4}$ от дължината на тялото и това улеснява плуването в мътната вода. Забележително е, че притежава много голям (до 80 см) плавателен мехур, разположен по дължината на тялото и свързан с него Веберов орган, който осигурява отличен слух на животните. Имат дълга странична линия на тялото, подобно на всички риби, в която има специални електрочувствителни клетки, с които улавят и най-малките промени в движението на водата около тях. Някои изследователи даже смятат, че със своите електрочувствителни клетки по страничната линия на тялото си змиорките могат да усещат даже сърцебиенето на другите риби около тях. Електрогенериращите органи на животните са разположени странично по дължината на тялото и заемат до $\frac{4}{5}$ от дължината на рибите. Състоят се от специални мускулни клетки, наречени електроцити, които изграждат от 6000 до 10 000 електропластинки, разположени в 7 надлъжни колонки, подобно на клетките в обикновените акумулаторни батерии. Предният край на рибата е зареден положително, а задният – отрицателно. Електрическите змиорки могат да генерират електрически ток с напрежение до 1300 волта и сила до 1 ампер, който може да парализира напълно човек и даже доста едри животни с голямата на кон. Обикновено змиорките изчакват жертвите си скрити в мътната

вода между водната растителност. При доближаване на други риби змиорките атакуват внезапно с 4 – 8 кратки електрически заряда за 2 – 3 хилядни от секундата и с напрежение между 300 и 600 волта, които са достатъчни за парализиране не само на набеязаната жертва, но и на други водни животни около нея – раци, жаби и др. С широко отворена уста змиорките бързо поглъщат парализираните наоколо жертви.

Електрическите скатове са хрущялни морски риби, обединени в самостоятелен разред – Torpediniformes, наброяващ около 60 вида. Те имат широко разпространение в моретата и океаните с нормална морска соленост (32 – 35 ‰). В Средиземно море се срещат видове от рода *Torpedo*, които имат електрогенериращи органи и произвеждат по-слаб ток в сравнение с електрическата змиорка. Техни родственици в Черно море са морската лисица (*Raja clavata*) и морската котка (*Trigon pastinaca*), които обаче притежават още по-слаби електрически органи, представляващи по-скоро



Средиземноморски скат *Torpedo marmorata*

електрочувствителни рецептори, с които могат да откриват биотокове при движението на други видове риби. Електрогенериращите органи на средиземноморския скат *Torpedo marmorata* са разположени симетрично в предната гръбна част на тялото и имат бъбрековидна форма. Имат сравнително големи размери и могат да достигнат до $\frac{1}{4}$ от телото на рибите.

Електроцитите са подредени в призми, плътно наредени една до друга, с диаметър от 4 до 8 мм. При Торпего положително натоварена е гръбната страна, а коремната е отрицателна. Установено е, че произвежданият ток е с ниско напрежение – само до около 60 волта и сила около 50 ампера. Поради това те не са опасни за човека, а парализират главно дребни риби и ракообразни, с които се хранят. В Атлантическия, Тихия и Индийския океан обаче се срещат скатове от рода Торпего с маса до 100 кг, които имат мощни електрогенериращи органи, образувачи ток с напрежение до 220 волта, които представляват опасност и за човека.

Нилският електрически сом (*Malapterurus electricus*) живее в река Нил и други пълноводни реки, езера и блатата в Западна Африка. Размерите на тялото му са по-скромни – от 50 до около 90 см дължина, но има множество електрически органи, разположени под кожата върху цялото му тяло, с изключение на главата. Те могат да генерират ток до



Нилски електрически сом (Malapterurus electricus)

300 волта и парализират всички по-дребни риби, жаби, водни змии и ракообразни, намиращи се в радиус до 5 м от животното. Доказано е, че нилският сом използва електрическите си способности и за отблъскване на неприятелите си – по-едри риби, крокодили и др., чрез серия от силни внезапни електрически импулси при приближаване на враговете му на разстояние, по-малко от 2 – 4 м от тялото му.

Във водите на р. Нил, както и в други по-големи реки, блатата и езера в Северна и Централна Африка от Сенегал до Етиопия се срещат и други хищни риби, които притежават подобни електрогенериращи органи, използвани за търсене и улавяне на храна. Една от тях е т.нар. **африканска риба нож** (*Gymnarchus niloticus*). Наречена е така поради дългото си странично сплесна-



Африканска риба нож (Gymnarchus niloticus)

то елегантно тяло, наподобяващо змиорка. На дължина достига до 1,6 м и маса до 16 – 19 кг. Храни се с по-дребни риби, жаби, ларви на насекоми, червеи и други безгръбначни животни, които търси в гъстите тръстикови и водораслови обраствания на реките и блатата. Плува добре както напред, така и на „заден хог“. Електрическите органи на Гимнархус са разположени в опасната част и са 8 на брой. Те са сравнително къси нишковидни мускулни групи, образувани от по около 150 – 200 пластинки с електроцити, и се използват главно за ехолокация и откриване на жертвите, а не за убиването им. Електроимпулсите, произвеждани от Гимнархус, са само около 6 волта и не могат да убиват. Но благодарение на тях рибите могат да се движат и ориентират добре в мътните води на обраслите с растителност блатата и разливи и да откриват безпогрешно жертвите си. Това обяснява и честото придвижване на животните с опаската напред, както и уметото им промъкване в мътните води и сложния тръстиков лабиринт във водоемите, които обитават.

В големите реки на Северна и Централна Африка живеят и няколко вида риби от рода Мормирус (*Mormirus*), които не са близко родствени с Гимнархус, но имат подобен начин на живот и електрогенериращи органи, създаващи постоянно електромагнитно поле около тях. Те са характерни със своеобразното подвижно удължение на предната част на главата им, наподобяващо хобот. Поради това някои видове от тях са известни с общото популярно име **воден слон** (*Elephant fish*). Мормирусите са едри риби и достигат на дължина до около 1м.



Воден слон (*Elephant fish*)

Живеят по дъното на големите африкански реки и ровят в тинестото дъно с дългия си „хобот“, където търсят ханата си – червеи, мекотели, ларви на насекоми и др. Имат по 4 електрически органа, разположени в опасната част на тялото. Произвеждат ток с ниско напрежение (около 6 волта), който създава електромагнитно поле около тялото на рибата. А на гръбната страна, по средата на тялото, имат чувствителен приемник, който контролира електромагнитното поле около тялото. Когато преминаваща риба или друго животно попадне в електромагнитното поле на водния слон, както и предмети от околната среда – камъни, растения и пр., той веднага усеща това чрез промяната на радиовълните, образувани от електрогенератора в опаската, и реагира чрез

избягване на срещата. Така той умело заобикаля препятствията в мътните дънни води, в които рови за храната си. Това е било забелязано още от древните нилски рибари, които твърдели, че водният слон вижда по-добре с опаската си, отколкото с очите си и затова много рядко попада в техните рибарски мрежи. По-детайлни проучвания върху нервната система на водния слон показали и някои особености в строежа и нервните връзки на електрочувствителния гръбен орган на животните с главния мозък, които липсват при другите сладководни риби и обясняват действието на неговия своеобразен радиолокатор. По експериментален път било установено, че за 1 минута рибата изпраща в пространството около нея около 80 – 100 електрически импулса, чрез които получава много точна информация за външната среда и затова умело се движи и ориентира в мътните речни води.

Подобни електрогенериращи и чувствителни органи, използвани основно за разузнаване и ориентация в пространството, притежава и **рибата нож** (*Eingenmania virescens*), която обитава много реки и езера в Централна и Южна Америка и често съжителства с електрическата змиорка. Размерите на рибата нож са по-скромни – около 40 – 60 см, и през деня обикновено се крие в дупки около коренищата на крайбрежни дървета или под камъни. Опашната част на тялото е много дълга, сплесната и заострена като нож, откъдето идва и името на рибата. И в този случай електрогенериращият орган е разположен в опасната част и излъчва импулси, които създават електромагнитно поле около тялото. Имат и електрочувствителен орган, контролиращ това поле. Животните се движат еднакво добре както с главата напред, така и с опаската напред – т.е. „на заден ход“. През деня обикновено се крият и излизат нощем да се хранят. Но при опасност бързо се устремяват към скривалищата си, и то с опасния край напред, който активно се движи наляво-на-

гясно и „опипва“ пространството. В дупките си се пхат също с опашката напред, на която се доверяват повече, отколкото на слабо развитите си очи. И при рибата нож използването на електрически импулси и контролирането им е по-надежден способ за ориентация и движение в непрогледните мътни води на големите реки и блата, отколкото очите и слухът.

В крайбрежните води на Атлантическия океан, които мият бреговете на Северна Америка, също живее една риба – убиец чрез електрически органи, наречена **морски звездоброец**



Морски звездоброец (Astroscopus guttatus)

гоброец (Astroscopus guttatus). Той има плоско тяло, по-широко в предната си част, и води придънен начин на живот. Размерите му са скромни – дължина до 40 – 50 см и тегло до 8 – 9 кг. Поради това, че се придържа постоянно към пясъчното, тинесто или каменисто морско дъно, очите на звездоброеца са разположени на горната страна на главата. В спокойно състояние лежи неподвижно на дъното с леко вдигната нагоре

глава и полуотворена уста, като че ли гледа небето, и поради това му е дадено и странното име. В близост до очите, странично от тях, са разположени електрическите органи на звездоброеца, които генерират електрически ток с напрежение около 50 волта. Макар и слаб, този ток е достатъчен да парализира и убие по-дребни риби, охлюви или ракообразни, които плуват над звездоброеца и попаднат в неговото електрическо поле.

Както посочихме в началото, броят на животните, за които днес е известно, че могат да произвеждат и използват електрически ток за различни цели, е вече над 300 вида от различни таксономични групи – от червеите до рибите и птиците. Това явление, познато на човека още от древността, продължава да учудва учените и досега поради голямото разнообразие в устройството на електрогенериращите органи и широкото приложение на електричеството в живота на много далечни в родствено отношение организми. Особено голям интерес от фундаментално и приложно действие предизвикват в последните десетилетия „Ампулите на Лоренцини“, открити при някои електрически скатове и акули още през XVII в. Съвременни изследвания показват, че те се срещат в предната част на главата на почти всички съвременни акули и скатове и изграят важна роля като чувствителни електрически рецептори. Нещо повече, те възприемат и електромагнитните промени във водната среда, както и най-малки промени в температурата и движението на средата, а това е от важно значение за точната ориентация на животните при търсенето на храна или ловни партньори, за по-далечни миграции и намиране на подходящи райони за лов и пр. Електрогенериращите органи на животните и високочувствителните „Ампули на Лоренцини“ днес са обект на изучаване от много институти и лаборатории в опити за разгаждане на техните тайни и търсене на възможности за използването им за практически цели от човека. ■