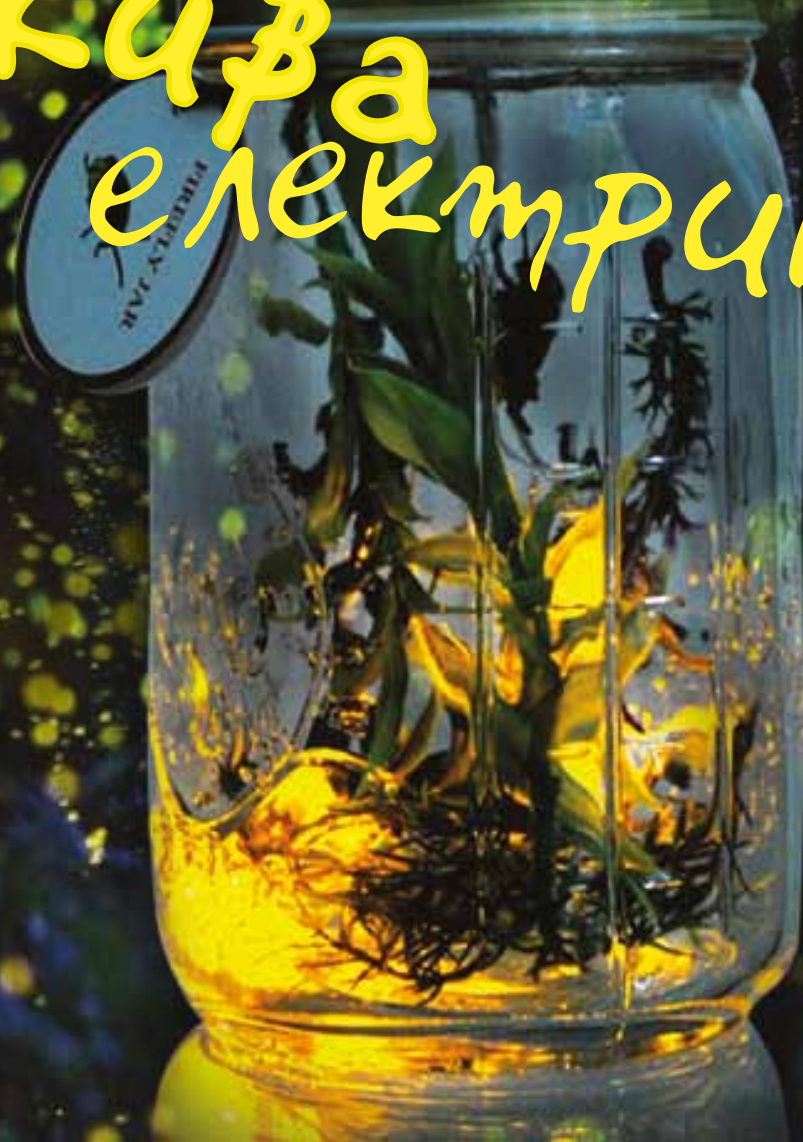




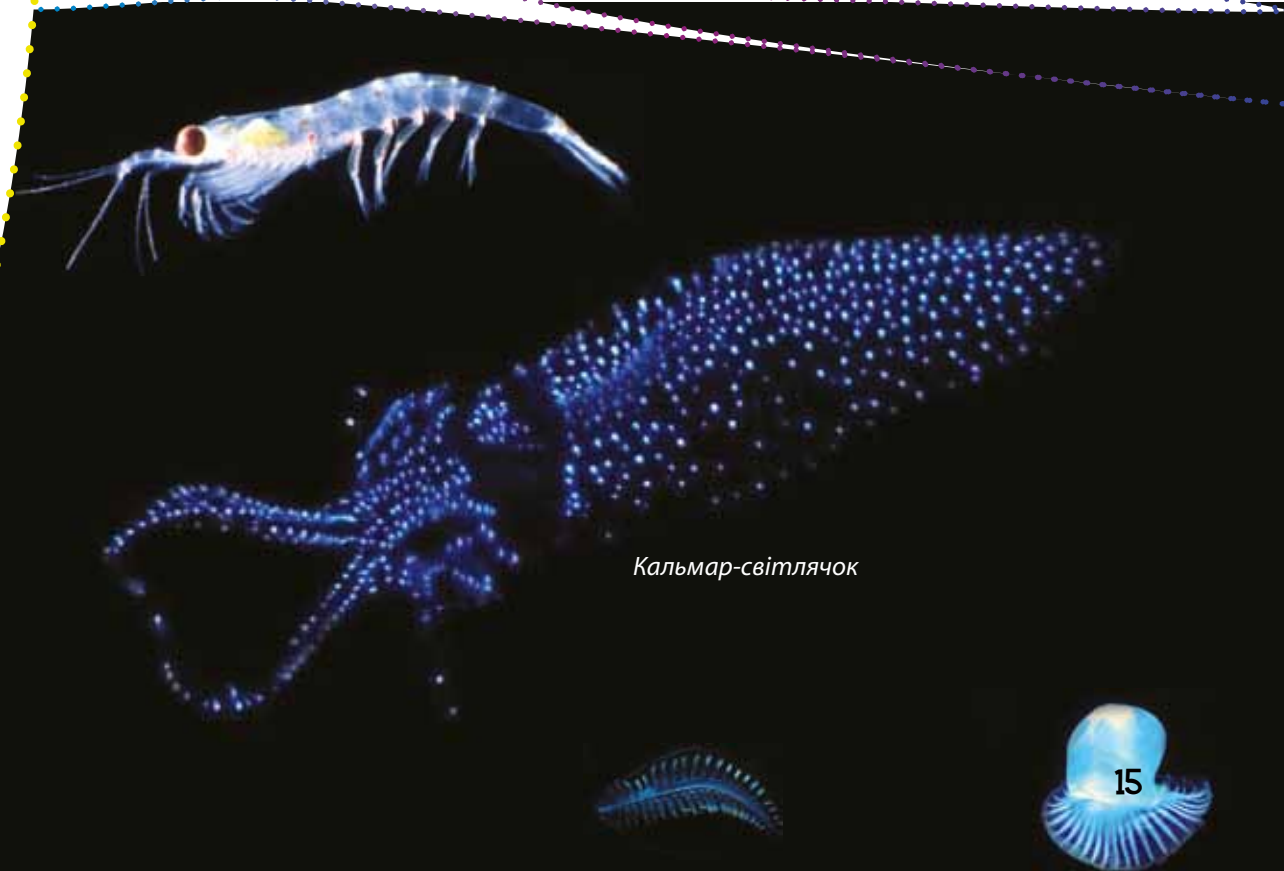
Ірина Пісулінська

Жива електрика



Чим світять тварини?

У світляків є органи свічення – ланternи. Це один великий світловий орган або багато маленьких органів свічення. Світло в них утворюється спеціальними фотогенними клітинами, що продукують світло. Під фотогенними клітинами є клітини, наповнені кристалами хімічних речовин, які відбивають світло. Їхня роль така ж, як у дзеркального шару у фарах або ліхтарику. У процесі утворення „холодного світла” бере участь кисень, який надходить до фотогенних клітин тонесенькими повітроносними трубочками – трахеями. Так відбувається внутрішньоклітинне свічення, воно трапляється частіше у одноклітинних еукаріот, бактерій, у багатоклітинних організмів такі клітини зосереджені в особливих органах – фотофорах. Позаклітинним свіченням природа наділила деяких кальмарів і креветок. Ці тварини викидають назовні слиз, що світиться, і під світловою завісою щасливо втікають від ворога.

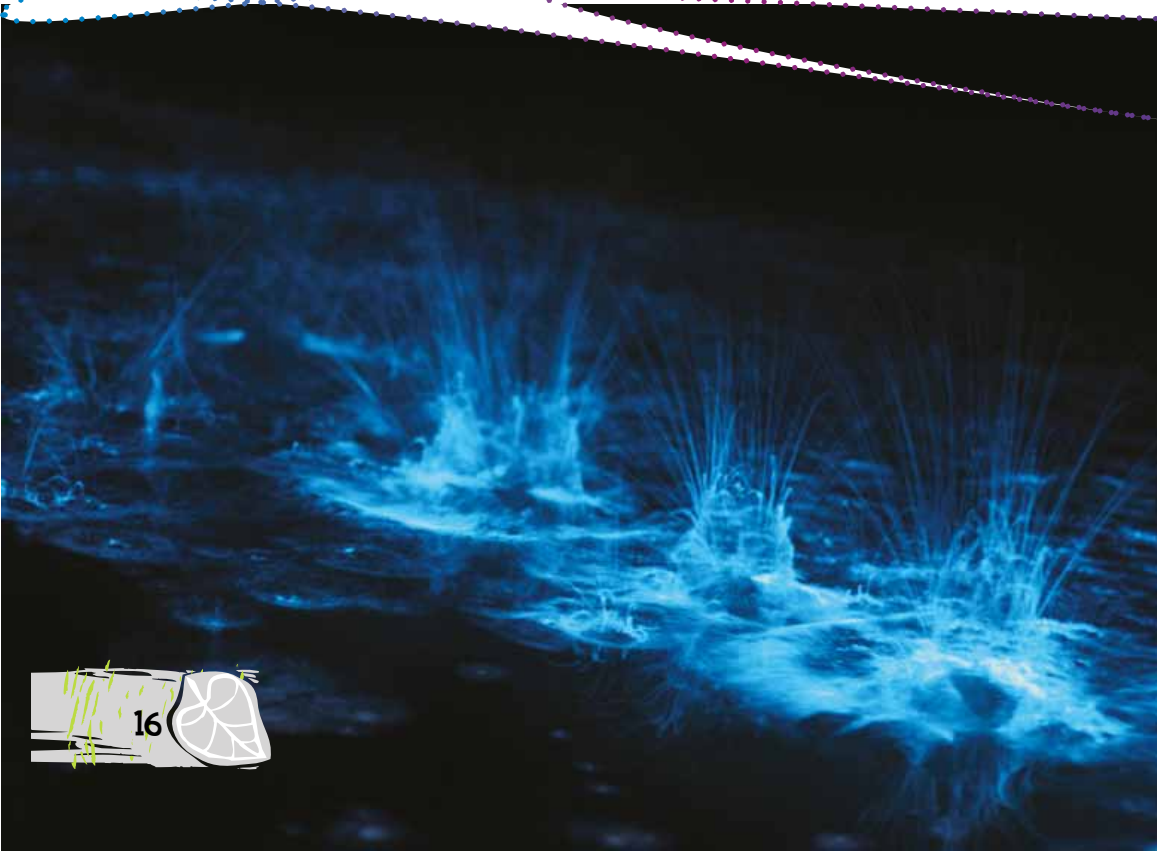


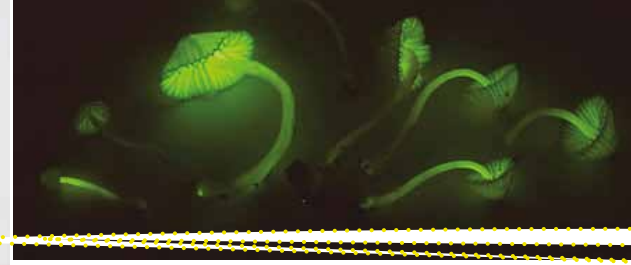
Кальмар-світлячок



Біоломінесценція

Процес біоломінесценції у тварин є надзвичайно складний. Але спробуємо у ньому розібратися. У спеціальних гранулах цитоплазми фотогенних клітин є речовина люциферин („lux” – „світло”, „ferre” – „приносити”), яка взаємодіючи з киснем, утворює оксилюциферин. Під час переходу атомів оксилюциферину зі збудженого стану у стан спокою виділяється світло. Реакція між люциферином і киснем відбувається дуже повільно, та її прискорює люцифераза. Цей фермент впливає на реакцію так, що енергія виділяється не у вигляді тепла, а у вигляді світла. Люциферин у всіх світлячків однаковий, а ось фермент люцифераза у різних видів різний. Схематично реакція з виділенням світла виглядає так:





Глибоководні хитроці

У процесі свічення використовується енергія універсальної енергетичної речовини АТФ, беруть участь білки-ферменти, статеві гормони, йони Mg^{2+} тощо. Залежно від стану цитоплазми оксильоциферин генерує світло від жовто-зеленого (якщо у цитоплазмі більше нерозчинних речовин) до червоного (якщо більше розчинних речовин). На колір свічення впливає і температура, і кислотність середовища (pH).

Є й інші способи „посвітитися”. Свічення у глибоководних медуз відбувається в результаті взаємодії лише одного білка – екварину – з іонами Кальцію, а кисень участі у цій реакції не бере.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) організму, здатного до свічення, надзвичайно високий. На світло перетворюється 80–90 % (і навіть більше) витраченої енергії. Фактично, кожна молекула люциферину у процесі біолюмінесценції випромінює квант світла. Такий досконалий механізм виникнув у процесі еволюції, яка тривала мільйони років. Людина теж вдосконалювала джерела світла. Для порівняння: ККД звичайної електричної лампи складає 4–5 %, а економічних ламп, які набули широкого вжитку в останні роки – не менше 70 %. Вчимося у природи!

Зорі глибин

На великих глибинах світло використовується за призначенням: щоб побачити, треба підсвітити. Вам цікаво, що саме побачити? А цікавих на глибинах їдять! На світлового живця тут ловлять здобич. Світловими „вибухами” тварина засліплює переслідувача і рятується від загибелі. Тварини одного виду збираються косяками, утворюючи підводні „сузір’я”.

Але мова йде про „любов”! Так, так. І тут, на глибинах, особини протилежної статі підморгують одне одному вогниками, „фліртують” і знаходять собі пару.

Глибоководні тварини можуть мати власне світло (як світлячки), яке продукують світні клітини, або користуватися люмінесцентними бактеріями, надаючи їм у своєму „ліхтарику” притулок, захист і поживу. І у першому, і у другому випадку механізм свічення такий, як ми розглядали вище: завдяки утворенню і розкладанню оксильоциферину. Вироблення власного світла регулюють нервова система і гормони, а бактерії світяться безперестану. Отже, щоб керувати „ліхтариками”-бактеріями, господар повинен вчасно сховати їх (наприклад, у складки шкіри), адже виключити таке джерело світла неможливо.

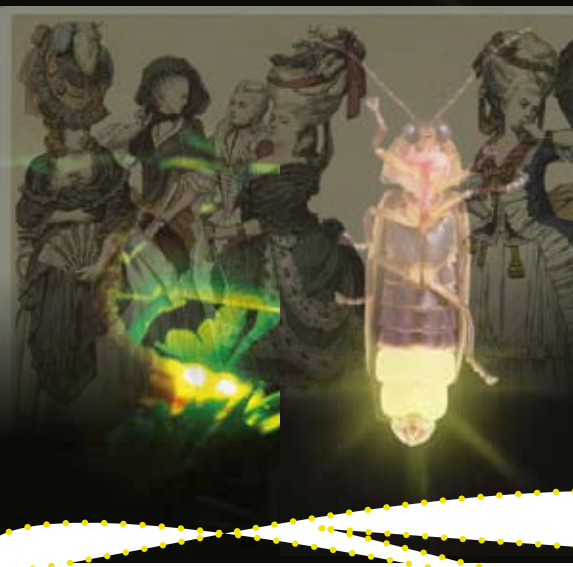
Різні тварини надають перевагу світлу певного кольору. Тому фотофори „оснащені” природною технікою: рефлекторами (як у світляків), лінзами для фокусування променів, діафрагмами для регулювання світлового потоку, кольоровими фільтрами. Червоний, жовтий, блакитний чи синій – вибирай на свій смак. Блакитний і жовтенький полюбують бактерії, губки, медузи. Червоний, білий, синьо-зелений – уподобання риб, кальмарів, рачків. Кількість, розміщення світних органів і колір їхнього свічення є видовими ознаками.

Мрія дядечка Скруджа

Здатність бактерій і тварин до свічення захоплює нас не лише тому, що це красиве явище, а й тому, що ми цього не вміємо. Щоправда, знаменитий лікар Парацельс зауважив, що рани людей інколи світяться в темряві. Але це світяться бактерії, які викликали нагноєння рани.

А пам’ятаєте селезня Скруджа Макдака з мультфільму „Качині історії”? Він мріяв розбагатіти, торгуючи плодами, що світилися. Такими





Утагава Ісію „Хлопчики, що ловлять світлячків пагонами бамбука і плоскими віялами утіва”



собі лампочками на деревах! Але у природі немає рослин, які б світилися. У Південній Америці перші європейські поселенці знайшли жуків, здатних до свічення, – кукухо¹ (*Pyrophorus noctilucus*) – і освітлювали ними приміщення. Ви думаєте, що від світлячків не надто багато світла? Насправді можна навіть читати газету! А ще люди наповнювали світляками лампадки перед іконами – і світять, і вогнебезпечно. А до чого додумалися жінки! Ну, звичайно, використати світло жуків-світляків за їхнім природним призначенням – для приваблення протилежної статі. Мексиканські, а згодом і європейські жінки прикрашали себе живими „ліхтариками”, щоб ловити захоплені погляди чоловіків. „Зорі” на капелюшках, на вечірніх сукнях, у вигляді коралів – на заздрість старому дядечкові Скруджеві.

Під час Другої світової війни японські офіцери, щоб не бути поміченими противником, змочували на долонях розтерті в порошок скелетики рачків остракодів і при слабенькому світлі читали донесення. Висушені хітинові панцери цих рачків зберігають здатність світитися протягом тридцяти років, достатньо їх лише змочити.

Якби люди навчилися так ефективно, як тварини, використовувати енергію, ми б зекономили величезні кошти на освітлення автострад, помешкань, робочих місць на підприємствах... Жити стало би світліше, дешевше, з меншою шкодою для довкілля. Першими цьому винаходу зраділи б шахтарі, адже зменшився би ризик вибухів, хірурги оперували б у місцях, не оснащених електрикою, любителі екзотичних мандрівок теж були б не проти освітити непрохідні джунглі чи глибокі печери.

¹Про кукухо читай у журналі „КОЛОСОК”, № 11/2012.

Тварини, що живуть у печері, мають пристосування до темряви. Ця „галактика” – тисячі маленьких живих вогників. Печеру Світлячків Вайтомо на північному острові Нової Зеландії населяють світлячки *Arachnocampa luminosa*. Вони прядуть з шовку нитки-тента, які звисають зі стелі печери. Личинки світяться і приваблюють здобич у пастку. Голодна личинка світиться яскравіше, ніж та, яка щойно поїла. Стеля печери з мірадами личинок схожа на зоряне небо.

А, може, цей винахід здійснить хтось з вас?

