

**АКИМОВ**

**Ігор Андрійович** — член-кореспондент НАН України, директор Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України

**ХАРЧЕНКО**

**Віталій Олександрович** — кандидат біологічних наук, завідувач відділу паразитології Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України

УДК 616.99

## «ЗНЕХТУВАНА» НАУКА

### Нобелівська премія з фізіології і медицини 2015 р.

*Лауреатами Нобелівської премії в галузі фізіології і медицини 2015 р. стали паразитолог Вільям Келтбелл, біохімік Сатоші Омуро і китайський біолог Юю Ту. Половину премії було присуджено за відкриття авермектинів — нового класу медичних препаратів, які допомогли в битві проти річкової сліпоти (онхоцеркозу) і лімфатичного філяріозу, а також продемонстрували ефективність проти інших паразитарних захворювань. Другу половину премії отримала китайська дослідниця за відкриття артемізініну — препарату, який значною мірою допомагає пацієнтам, що страждають на малярію. Юю Ту стала першим нобелівським лауреатом КНР в галузі фізіології і медицини.*

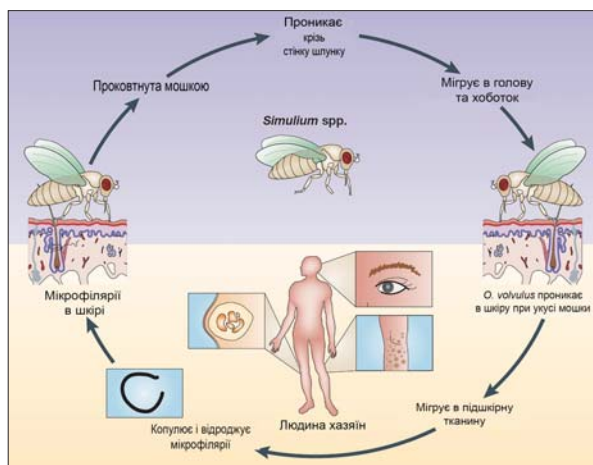
**Ключові слова:** забуті хвороби, онхоцеркоз, гельмінтози, малярія, Нобелівська премія.

Захопивши планету, людина вирішила, що саме вона перебуває на вершині трофічної піраміди, ну, в крайньому разі, — тварини, від яких (на її думку) вона походить: леви, тигри, ведмеді, вовки чи орли. Мусимо вас розчарувати: на вершині трофічної піраміди знаходяться паразити [1, 2]. Вони поруч з нами ще з того часу, коли ми навіть і не усвідомлювали, що стали людьми. Серед них — малярійний плазмодій — збудник малярії, хвороби, що, разом із туберкульозом та СНІДом, належить до визнаних у світі «трьох великих убивць» [3, 4]. Більш як 3,4 млрд людей проживає в зоні поширення малярії. Щороку ця хвороба вражає близько 200 млн чоловік і забирає понад 450 тис. життів, переважно дітей [5].

Разом з малярійним плазмодієм людей оточує безліч інших паразитів, а деякі з них за класифікацією ВООЗ є збудниками так званих «забутих», або «знехтуваних», хвороб (neglected tropical diseases). До них належать і захворювання, що спричинюються гельмінтами. Ці хвороби є різномірною групою інфекційних захворювань, які переважають у тропічних і субтропічних умовах на території 149 країн. Економічні втрати від них сягають мільярдів доларів. Шляхи їх профілактики та лікування добре відомі, але недоступні в країнах, де населення



Людина, хвора на онхоцеркоз (річкову сліпоту) [12]

Цикл розвитку *Onchocerca volvulus* [25]

часто живе в злиднях, без належної санітарії, в тісному контакті з переносниками інфекцій, домашніми тваринами та худобою [3]. «Забуті» хвороби вражають щороку понад мільярд людей, близько півмільйона з яких помирають [6].

Чому ж цими хворобами знехтували? Вважають, це трапилося тому, що багато таких захворювань проходять безсимптомно і мають довгий інкубаційний період. Зв'язок між смертю і хворобою буває важко встановити [7]. На думку такого поважного видання, як Financial Times, причиною ігнорування цих захворювань є їх некомерційність, тобто відсутність стимулів для впровадження інноваційних розробок у цій галузі [8].

Онхоцеркоз (річкова сліпота) — захворювання, що характеризується утворенням підшкірних вузлів, ураженням шкіри і очей; спричинюється нематодою з ряду спірурид — *Onchocerca volvulus*. Проміжний хазяїн чи переносник — мошки. Цікаво, що онхоцерка має ендосимбіотичні відносини з бактерією *Wolbachia*. За відсутності *Wolbachia* розвиток личинок з *O. volvulus* порушується або взагалі припиняється [9]. Мікрофілярії потрапляють в організм переносника під час всмоктування крові зараженої людини мошками. Так мікрофілярії першої стадії (L1) проникають у кишечник і мігрують у грудні м'язи мошки. Після линьки в другу стадію (L2) вони мігрують у хоботок і можуть бути знайдені в слині, звідки після линьки в третю стадію (L3) *O. volvulus* під час укусу мошкою потрапляють у кров людини. Далі личинки мігрують у підшкірну тканину, інкапсулюються і дозрівають упродовж 6–12 місяців. Зрілі нематоди покидають капсули і виходять у підшкірну тканину. Після спарювання самиці народжують щодня 1000–3000 мікрофілярій, які чекають у підшкірній тканині на укуси мошки. Дорослий черв'як живе до 15 років, мікрофілярії — 1–2 роки, проте частина їх гине в результаті імунної відповіді хазяїна [10, 11]. У світі майже 17,7 млн осіб заражені цією хворобою [12]. Онхоцеркоз поширений переважно в тропічних регіонах. Понад 99 % інфікованих людей живуть у 31 країні Африки на південь від Сахари. Ця хвороба також трапляється в деяких країнах Латинської Америки — Бразилії, Гватемалі, Мексиці та Венесуелі [10].

Лімфатичний філяріоз спричинюється нематодами надродини *Filarioidea*: 90 % інфекцій викликані нитчаткою Банкрофта (*Wuchereria bancrofti*), а решта — переважно *Brugia malayi*. Людина — специфічний хазяїн *W. bancrofti*. Хоча певні штами *B. malayi* можуть також інфікувати деяких тварин (котячих і мавп), життєвий цикл цих штамів відрізняється від таких у людини. Основні переносники *W. bancrofti* — комарі роду *Culex* (у міських і приміських районах), *Anopheles* (у сільських районах Африки та в інших місцях) і *Aedes* (на островах Тихого океану) [13]. Цикл розвитку збуд-

ників подібний до описаного вище. Більш як 120 млн людей у 73 країнах світу інфіковані лімфатичним філяріозом і близько 1,4 млрд чоловік становлять групу ризику. Ця хвороба найбільш поширена в Африці та Азії і щороку призводить до багатомільярдних економічних втрат [14].

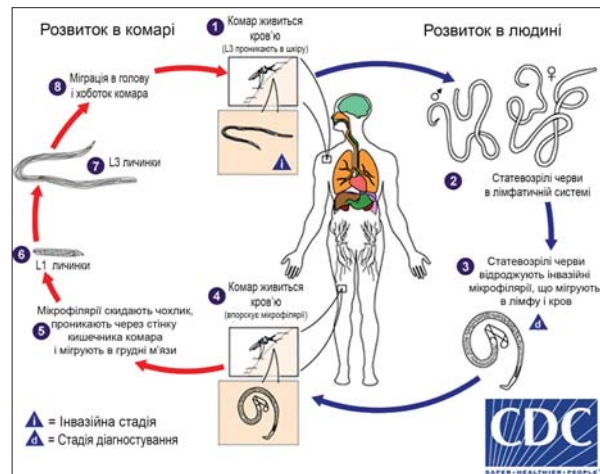
Останнім часом ми стали свідками, а можливо, і винуватцями глобальних змін клімату. Сприятливі для розвитку паразитів території збільшилися. У пошуках кращої долі та гонитві за екзотикою люди метушаться планетою, переносючи із собою паразитів. Нещодавно в Україні було зафіксовано поширення *Dirofilaria repens* [15] та *Echinococcus multilocularis* [16], почастішали випадки захворювання на малярію.

Як доволі високоорганізовані створіння, паразити, зокрема гельмінти, досить ефективно протидіють зусиллям людини позбутися їх, переважно через резистентність до лікарських засобів, яка швидко розвивається в них. Починаючи з 1960-х років антгельмінтики, такі як бензімідазоли, левамізол, пірантел і морантел, змінили стратегії контролю нематод у тваринництві та ветеринарній практиці [17]. Проте в останні десятиліття в усьому світі, в тому числі й в Україні [18, 19], спостерігається зростання резистентності гельмінтів до цих препаратів. Сьогодні в деяких груп нематод іноді виявляється резистентність і до івермектину [20]. *Caenorhabditis elegans* стає надзвичайно резистентним до івермектину після мутацій у трьох генах, що кодують різні, але споріднені функції закриття хлорид-іонних каналів під дією глутамату [20]. Враховуючи інсектицидні властивості івермектину, його почали використовувати також проти переносників малярії [21].

114-й нобелівський тиждень у Стокгольмі розпочався 5 жовтня 2015 р. з оголошення Нобелівським комітетом при Каролінському медичному інституті лауреатів Нобелівської премії з фізіології та медицини – найпрестижнішої нагороди в галузі біології. Церемонія нагородження лауреатів відбулася у Стокгольмі 10 грудня, в день смерті засновника премії, шведського підприємця й винахідника Аль-



Людина, хвора на лімфатичний філяріоз [Foto: www.nasional.republika.co.id]



Цикл розвитку *Wuchereria bancrofti* [Image: www.cdc.gov]

фреда Нобеля. Отже, нобелівськими лауреатами з фізіології і медицини 2015 р. стали паразитолог Вільям Кемпбелл (William C. Campbell) з американського Університету Дрю (Drew University, New Jersey), біохімік Сатоші Омуро (Satoshi Ōmura) з Університету Кітасато (Японія) і китайський біолог Юю Ту (Youyou Tu) з Китайської академії традиційної китайської медицини. Премію присуджено саме за розроблення новітніх протипаразитарних препаратів. Розмір Нобелівської премії в 2015 р., як і в попередні два роки, становив 8 млн шведських крон, або 950 тис. доларів США.

Вважаємо, це стало знаменною подією для всіх паразитологів світу, і кожен з нас трішеч-



Вільям Кемпбелл

ки відчув свою причетність до цієї відзнаки. До цього часу Нобелівську премію за дослідження в галузі паразитології вручали лише чотири рази, причому востаннє — майже 90 років тому. Так, у 1902 р. премію було присуджено британському лікарю-паразитологу Рональду Россу (Ronald Ross) за його праці, присвячені вивченню малярії, в яких він показав, як її збудник потрапляє в організм, і тим самим заклав основу для подальших успішних досліджень у галузі розроблення методів боротьби з цією хворобою. У 1907 р. нобелівським лауреатом став французький військовий лікар, один із піонерів дослідження тропічних хвороб Шарль Луї Альфонс Лаверан (Charles Louis Alphonse Laveran) за дослідження ролі найпростіших у виникненні захворювань. У 1926 р. Нобелівську премію присудили данському мікробіологу і патологоанатому Йоханесу Фібігеру (Johannes Andreas Grib Fibiger) за відкриття карциноми, що спричинюється паразитами *Spiroptera*. А в 1928 р. премію вручили французькому лікарю і паразитологу Шарлю Ніколю (Charles-Jules-Henri Nicolle) за його роботи, пов'язані з висипним тифом. Він встановив, зокрема, що переносником цього гострого інфекційного захворювання є платяна воша.

За традицією, напередодні нобелівського тижня Thomson Reuters, світовий лідер у галузі інтелектуальної інформації, зробив власний прогноз щодо можливих лауреатів Нобелівської премії, оснований на результатах цитувань окремих учених у науковій періодиці. Починаючи з 2002 р. Thomson Reuters правильно назвав імена 37 нобелівських лауреатів, однак цього разу помилився. Отже, за даними Thomson Reuters, претендентами на Нобелівську премію в галузі фізіології і медицини в 2015 р. були [22]:

- Джеффри Гордон (Jeffrey I. Gordon) з Університету Вашингтона в Сент-Луїсі (США) — за демонстрування взаємозв'язку між мікрофлорою кишечника людини та її фізіологією, метаболізмом і харчуванням;

- Казутоші Морі (Kazutoshi Mori) з Кіотського університету (Японія) і Пітер Вальтер (Peter Walter) з Каліфорнійського університету (США) — за незалежне один від одного встановлення механізму, за допомогою якого незгорнуті білки в ендоплазматичному ретикулумі можуть бути виявлені та виправлені;

- Александр Руденський (Alexander Y. Rudensky) з Медичного інституту Говарда Х'юза (США), Шимон Сакагучі (Shimon Sakaguchi) з Університету Осаки (Японія) та Ітан Шевач (Ethan M. Shevach) з Національного інституту охорони здоров'я, алергії та інфекційних хвороб (США) — за їх основоположні відкриття, що стосуються природи і функцій регуляторних Т-клітин і транскрипційного фактора Foxp3.

Не виключено, що хтось із них стане нобелівським лауреатом у наступні роки. Однак повернемося до лауреатів Нобелівської премії в галузі фізіології і медицини 2015 р.

Вільям Кемпбелл народився в 1930 р. в м. Рамелтон (Ірландія). Після здобуття ступеня бакалавра в Трініті-коледжі Дублінського університету він переїхав до США і за три роки захистив дисертацію на PhD ступінь в Університеті Вісконсину. З 1957 по 1990 р. він працював в Інституті терапевтичних досліджень компанії Merck Sharp & Dohme. На сьогодні В. Кемпбелл є науковим співробітни-

ком і почесним професором Університету Дрю в Медісоні (штат Нью-Джерсі, США).

Сатоші Омура народився в 1935 р. в префектурі Яманасі (Японія). Він закінчив університет Яманасі, у 1968 р. здобув ступінь доктора філософії з фармацевтичних наук в Університеті Токіо, а в 1970 р. — ступінь доктора наук з хімії у Токійському університеті науки (Токуо University of Science). Починаючи з 1975 р. і до нині він є професором Університету Кітасато.

Юю Ту народилася в 1930 р. в китайській провінції Чжецзян і є громадянкою Китаю. У 1955 р. вона закінчила факультет фармацевтики Пекінського медичного інституту, у 1965—1978 рр. була доцентом Китайської академії традиційної китайської медицини, з 1985 р. — професором, а з 2000 р. — головним професором цієї академії [5]. У 2011 р. за свої дослідження Юю Ту була удостоєна премії Ласкера, другої за престижністю нагороди в галузі фізіології і медицини.

Вільям Кемпбелл і Сатоші Омура відкрили новий лікарський препарат — авермектин. Його похідні, зокрема івермектин, дозволили радикально знизити захворюваність на онхоцеркоз і лімфатичний філяріоз. Ці ліки виявилися також високоефективними проти широкого спектра нематодозів людини та свійських тварин, а також проти кліщів і комах. Юю Ту відкрила артемізинін (artemisinin) — препарат, який значно зменшує смертність від малярії і є ефективним проти багатьох плоских червів класу трематод, у тому числі *Schistosoma japonicum*, *S. mansoni*, *S. haematobium*, *Clonorchis sinensis*, *Fasciola hepatica*, *Opisthorchis viverrini*. Впровадження в клінічну практику цих препаратів для поліпшення здоров'я і благополуччя мільйонів людей важко переоцінити.

Робота над пошуком нових антгельмінтиків проводилася в рамках угоди про співпрацю між Інститутом Кітасато (Kitasato Institute) в Японії та дослідницькою лабораторією Merck Sharp & Dohme (MSD) у Сполучених Штатах. Єдиною причиною для пошуку антипаразитарної активності продуктів ферментації була віра Сатоші Омури в їх широкий терапевтичний спектр дії та готовність паразитологічної гру-



Сатоші Омура

пи MSD ризикнути, інвестувавши в цей проект [17]. Сатоші Омура, японський мікробіолог і фахівець з виділення натуральних продуктів, спеціалізувався на актиноміцетах *Streptomyces*, які живуть у ґрунті і виробляють широке коло речовин з антибактеріальною активністю.

Володіючи унікальними методами великомасштабного культивування та ідентифікації цих мікроорганізмів, Омура виділив нові штамми *Streptomyces* зі зразків ґрунту, взятих на полі для гольфу неподалік від Іто-Сіті в префектурі Сідзуока, і успішно культивував їх у лабораторії. З багатьох тисяч різних культур він вибрав близько 50 найперспективніших для подальшого аналізу їх бактерицидної дії. Одна з них містила *Streptomyces avermitilis* [5]. Цей штам мав прекрасну антигельмінтну дію проти *Nematospiroides dubius* у лабораторних мишей [23], а також проти анкілостом та шлунково-кишкових і легеневих нематод великої рогатої худоби [24]. До цього часу *Streptomyces avermitilis* в природі більш ніде не було знайдено.

Вільям Кемпбелл, експерт з біології паразитів, працюючи тоді в MSD, дослідив ефективність культури *Streptomyces*, яку він отримав від Омури. Кемпбелл показав, що один із компонентів культури є ефективним проти



Юю Ту

паразитів домашніх і сільськогосподарських тварин. Біоактивну речовину виділили, очистили і назвали авермектин. Він виявився в 25 разів ефективнішим, ніж доступні на той час антгельмінтики. Згодом авермектин хімічно модифікували у ще більш ефективну сполуку — івермектин, який випробували на людях з паразитарними інфекціями і встановили, що цей препарат є дієвим проти личинок збудника річкової сліпоти (мікрофілярій).

Спільна робота Омури і Кемпбелла привела до відкриття ендектоцидів — нового класу препаратів з надзвичайною ефективністю проти паразитарних захворювань [5, 25]. Сьогодні івермектин використовується в усіх частинах світу, де поширені паразитарні захворювання. Він є ефективним проти цілого ряду паразитів, має незначні побічні ефекти і доступний за ціною. Лікування івермектином людей, що страждали на річкову сліпоту і лімфатичний філяріоз, виявилось настільки успішним, що є надія на повну ліквідацію цих захворювань, що буде ще одним великим досягненням в історії медицини [5].

Авермектини — це комплекси 16-членних макроциклічних лактонів. Ферментація *S. aver-*

*mitilis* призводить до утворення суміші з восьми авермектинових сполук ( $A_{1a}$ ,  $A_{1b}$ ,  $A_{2a}$ ,  $A_{2b}$ ,  $B_{1a}$ ,  $B_{1b}$ ,  $B_{2a}$  і  $B_{2b}$ ). Модифікація процесу ферментації дозволила В. Кемпбеллу змінити співвідношення компонентів і зменшити їх токсичність для ссавців. Отриманий у результаті 22,23-дигідро- $B_1$ -комплекс (у вигляді суміші 80 %  $B_{1a}$  і 20 %  $B_{1b}$ ) було відібрано для подальшого комерційного розвитку під загальною назвою *ivermectin*. Потім аналізи показали, що івермектин є також високоефективним проти кліщів, гедзів та інших ектопаразитів, які спричинюють значні економічні втрати у тваринництві. Дослідники MSD виявили, що ця сполука чудово діяла проти енто- і ектопаразитів у коней, великої рогатої худоби, свиней і овець. Івермектин успішно використовують для лікування від личинок дирофілярій, а також корости у собак. Однак він жодним чином не впливає на плоских червів, найпростіших, бактерії та гриби. У 2003 р. в Університеті Кітасато встановили послідовність генів у геномі *S. avermitilis*, і він отримав назву *S. avermectinius*. На сьогодні це найбільша послідовність бактеріального геному серед усіх розшифрованих. Аналіз геному дав змогу виявити гени, що беруть участь у виробництві івермектину [25].

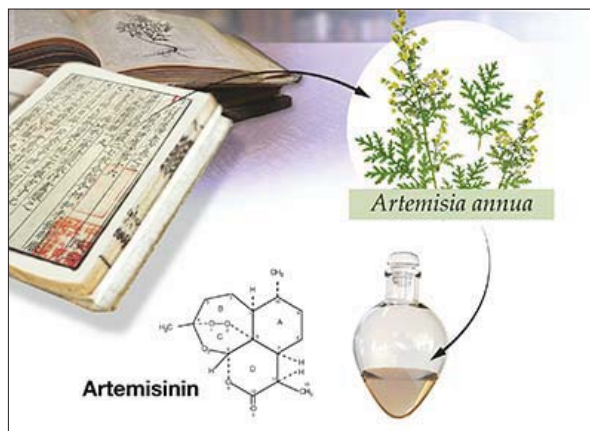
З огляду на швидку і специфічну антипаразитарну й антгельмінтну дію препарату, спочатку припустили, що івермектин протидіє передачі нервового імпульсу. Згодом експериментальні дослідження підтвердили цю гіпотезу, засвідчивши, що механізм дії івермектину пов'язаний з хлорид-іонними каналами нервових і м'язових клітин, які відкриваються під дією глутамату. Івермектин перешкоджає їх закриттю. Мембрани синапсу стають набагато більш проникними для хлорид-іонів, спричиняючи гіперполяризацію мембрани нейрона і в такий спосіб зменшуючи або взагалі припиняючи передачу нервового імпульсу. Це, у свою чергу, призводить до паралічу соматичних м'язів, зокрема стравоходу, внаслідок чого паразит гине. Хлорид-іонні канали, які функціонують під дією  $\gamma$ -аміномасляної кислоти (ГАМК), є тільки у нематод, комах і кліщів, і пригнічує їх лише висока концентрація препа-

рату. У ссавців рецептори ГАМК і нейрони знаходяться в центральній нервовій системі, тоді як у членистоногих і нематод — у периферичній. Саме цей факт, разом із відносно низькою концентрацією необхідної дози, гарантує ссавцям високий ступінь безпечності прийому івермектину [26, 27]. Проте на сьогодні є свідчення про його токсичність для деяких порід собак [20]. Щороку у світі івермектину продається на мільярд доларів і з моменту появи цього препарату на ринку в 1981 р. він залишається лідером продажів, незважаючи на появу нових ендектоцидів [25].

Традиційно малярію лікували хлорохініном або хініном, однак поступово, з розвитком резистентності до препаратів, шанси на успіх зменшувалися. Наприкінці 1960-х років стало очевидним, що зусилля з викорінення малярії не дають очікуваного результату, а кількість хворих зростає. У цей період на прохання лідерів Північного В'єтнаму Мао Цзедун видав наказ розпочати в Китаї широкомасштабні дослідження з пошуку ефективних засобів проти малярії — так званий проект 523, під час виконання якого й було відкрито артемізинін. Китайська дослідниця Юю Ту проводила дослідження різних рослин, що зазвичай використовувалися в традиційній китайській медицині. У стародавньому медичному трактаті IV ст. — рецептах Ге Конгу вона знайшла згадку про застосування соку полину однорічного (*Artemisia annua*) для лікування малярії. Протестувавши екстракт холодного віджиму з листя цієї рослини, Юю Ту виявила активну речовину, артемізинін, яка в експериментах на мишах давала позитивний результат.

Артемізинін є новим класом протималярійних засобів, який швидко вбиває малярійних паразитів на ранній стадії їх розвитку, чим і пояснюється його безпрецедентна ефективність при лікуванні важких форм малярії. Тепер артемізинін використовується всюди, де люди страждають від цієї хвороби.

Так у чому ж полягає причина успіху нобелівських лауреатів? Насамперед слід зазначити, що була проведена колосальна робота з пошуку нових дієвих препаратів. Позитивний результат



Юю Ту, розробляючи нові методи лікування малярії, шукала інформацію в давніх книгах з фітотерапії, і полин однорічний виявився цікавим кандидатом. Дослідниця виділила з цієї рослини активну речовину артемізинін — ефективний препарат проти малярії [5]

було отримано в одному з десятків тисяч досліджених зразків, що свідчить про талант і щасливу вдачу вчених. Крім того, дослідження забезпечували великі наукові організації, які в разі успіху мали всі можливості для масштабного впровадження результатів. Так, у 1987 р., отримавши згоду Університету Кітасато, компанія MSD оголосила, що івермектин (під торговою назвою *мектизан*) безкоштовно надаватиметься для лікування річкової сліпоты «доти, доки це буде необхідно». Саме цей крок зробив можливим викорінення річкової сліпоты [25].

Під час роботи над артемізиніном було розроблено метод комбінованої терапії, який дозволяє зменшити смертність від малярії більш ніж на 20 %, а у дітей — на 30 %. Лише для Африки це понад 100 тис. врятованих життів щороку [5].

Після десятиліть неквапного поступу в лікуванні паразитарних захворювань відкриття нобелівських лауреатів 2015 р. докорінно змінили ситуацію [5]. Дослідження обох препаратів тривають і сьогодні. Відстежуються випадки резистентності до них, вивчається їх вплив на довкілля. Встановлено, що макроциклічні лактони майже повністю виводяться з організму. Івермектин не токсичний для імаго комах, од-

нак їхні личинки можуть гинути протягом 2–3 тижнів з моменту лікування худоби. Гній обробленої великої рогатої худоби є високотоксичним для личинок двокрилих [28].

Як відомо, в 1948 р. Нобелівську премію з фізіології і медицини було присуджено швей-

царському хіміку Паулю Герману Мюллеру за відкриття інсектицидних властивостей ДДТ, і ми знаємо, яку колосальну роль відіграла ця речовина в боротьбі з малярією, але водночас ми також добре пам'ятаємо наслідки широкого використання ДДТ.

## REFERENCES

1. Sukhdeo M.V. Where are the parasites in food webs. *Parasites & Vectors*. 2012. **5**: 239.
2. Sukhdeo M.V. Food webs for parasitologists: a review. *J. Parasitol.* 2010. **96**(2): 273.
3. World Health Organization. Neglected tropical diseases. [http://www.who.int/neglected\\_diseases/diseases/en/](http://www.who.int/neglected_diseases/diseases/en/).
4. Naghavi M., Wang H., Lozano R., Davis A., Liang X., Zhou M., Vollset S.E., Ozgoren A.A., Abdalla S., Abd-Allah F. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2015. **385**(9963): 117.
5. The 2015 Nobel Prize in Physiology or Medicine. Press Release. [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/2015/press.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2015/press.html).
6. Neglected tropical diseases. [https://en.wikipedia.org/wiki/Neglected\\_tropical\\_diseases#cite\\_note-1](https://en.wikipedia.org/wiki/Neglected_tropical_diseases#cite_note-1).
7. Fenwick A. The global burden of neglected tropical diseases. *Public Health*. 2012. **126**(3): 233.
8. Neglected diseases fall outside the market. <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/07bfe8f2-5e05-11e4-bc04-00144feabdc0.html#axzz3MMnaQdHZ>.
9. Saint André A., Blackwell N.M., Hall L.R., Hoerauf A., Brattig N.W., Volkmann L., Taylor M.J., Ford L., Hise A.G., Lass J.H. The role of endosymbiotic Wolbachia bacteria in the pathogenesis of river blindness. *Science*. 2002. **295**(5561): 1892.
10. World Health Organization. Onchocerciasis. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs374/en/>.
11. Onchocerca volvulus. [http://en.wikipedia.org/wiki/Onchocerca\\_volvulus](http://en.wikipedia.org/wiki/Onchocerca_volvulus).
12. Acharya M. Onchocerciasis. <http://www.hxbenefit.com/onchocerciasis.html>.
13. World Health Organization. Epidemiology. [http://www.who.int/lymphatic\\_filariasis/epidemiology/en/](http://www.who.int/lymphatic_filariasis/epidemiology/en/).
14. World Health Organization. Lymphatic filariasis. [http://www.who.int/lymphatic\\_filariasis/en/](http://www.who.int/lymphatic_filariasis/en/).
15. Salamatin R.V., Pavlikovska T.M., Sagach O.S., Nikolayenko S.M., Korniyushin V.V., Kharchenko V.O., Masny A., Cielecka D., Konieczna-Salamatin J., Conn D.B., Golab E. Human dirofilariasis due to *Dirofilaria repens* in Ukraine, an emergent zoonosis: epidemiological report of 1465 cases. *Acta Parasitol.* 2013. **58**(4): 592.
16. Kharchenko V., Korniyushin V., Varodi E., Malega O. Occurrence of *Echinococcus multilocularis* (Cestoda, Taeniidae) in red foxes (*Vulpes vulpes*) from Western Ukraine. *Acta Parasitol.* 2008. **53**(1): 36.
17. Geary T.G. Ivermectin 20 years on: maturation of a wonder drug. *Trends Parasitol.* 2005. **21**(11): 530.
18. Borgsteede F., Dvojnós G., Kharchenko V. Benzimidazole resistance in cyathostomes in horses in the Ukraine. *Vet. Parasitol.* 1997. **68**(1): 113.
19. Kuzmina T.A., Kharchenko V.O. Anthelmintic resistance in cyathostomins of brood horses in Ukraine and influence of anthelmintic treatments on strongylid community structure. *Vet. Parasitol.* 2008. **154**(3–4): 277.
20. Campbell W.C. Ivermectin: an update. *Parasitol. Today*. 1985. **1**(1): 10.
21. Chaccour C.J., Kobylinski K.C., Bassat Q., Bousema T., Drakeley C., Alonso P., Foy B.D. Ivermectin to reduce malaria transmission: a research agenda for a promising new tool for elimination. *Malar. J.* 2013. **12**: 153.
22. Thomson Reuters Forecasts Nobel Prize Winners. <http://thomsonreuters.com/en/press-releases/2015/september/thomson-reuters-forecasts-nobel-prize-winners.html>.
23. Burg R.W., Miller B.M., Baker E.E., Birnbaum J., Currie S.A., Hartman R., Kong Y.-L., Monaghan R.L., Olson G., Putter I., Tunac J.B., Wallick H., Stapley E.O., Oiwa R., Omura S. Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: producing organism and fermentation. *Antimicrob. Agents Chemother.* 1979. **15**(3): 361.
24. Egerton J., Ostlind D., Blair L., Eary C., Suhayda D., Cifelli S., Riek R., Campbell W. Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: efficacy of the B<sub>1a</sub> component. *Antimicrob. Agents Chemother.* 1979. **15**(3): 372.
25. Omura S., Crump A. The life and times of ivermectin — a success story. *Nat. Rev. Microbiol.* 2004. **2**(12): 984.
26. Campbell W.C. *Ivermectin and abamectin*. (Springer Science & Business Media, 2012).



27. Campbell W.C. Ivermectin, an antiparasitic agent. *Med. Res. Rev.* 1993. **13**(1): 61.  
 28. *NRA special review of macrocyclic lactones*. (Canberra: National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemicals, 1998).

Стаття надійшла 18.11.2015.

*И.А. Акимов, В.А. Харченко*

Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины (Киев)

«ОТВЕРГНУТАЯ» НАУКА

Нобелевская премия по физиологии и медицине 2015 г.

Лауреатами Нобелевской премии в области физиологии и медицины 2015 года стали паразитолог Уильям Кэмпбелл, биохимик Сатоши Омуро и китайский биолог Юю Ту. Половина премии была присуждена за открытие авермектинов — нового класса медицинских препаратов, которые помогли в битве против речной слепоты (онхоцеркоза) и лимфатического филяриатоза, а также продемонстрировали эффективность против других паразитарных заболеваний. Вторую половину премии получила китайская исследовательница за открытие артемизинина — препарата, который в значительной степени помогает пациентам, страдающим малярией. Юю Ту стала первым нобелевским лауреатом КНР в области физиологии и медицины.

**Ключевые слова:** «забытые» болезни, онхоцеркоз, гельминтозы, малярия, Нобелевская премия.

*I.A. Akimov, V.A. Kharchenko*

Schmalhausen Institute of Zoology of National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv)

«NEGLECTED» SCIENCE

Nobel Prize in Physiology and Medicine for 2015

The Nobel Prize winners in Physiology and Medicine for 2015 became parasitologist William Campbell, biochemist Satoshi Omura and biologist Youyou Tu. Half of the prize was awarded for the discovery of avermectin — a new class of medications contributed to combat with river blindness disease (onchocerciasis) and lymphatic filariasis, and also were shown to be effective against other parasitic diseases. The second half of the prize was conferred to a Chinese researcher for the discovery of artemisinin — the medicine that is of great help for patients suffering from malaria. Youyou Tu became the first Nobel Prize winner in Physiology and Medicine from China.

**Keywords:** “neglected” diseases, onchocerciasis, helminthoses, malaria, Nobel Prize.