

М. О. Кушнірова
ЗЕЛЬМАН ВАКСМАН — ВИДАТНИЙ ВЧЕНИЙ,
ЯКОМУ СВІТ ЗАВДЯЧУЄ ЗА ВІДКРИТТЯ СТРЕПТОМИЦИНУ

Київська міська клінічна лікарня № 8

ЗЕЛЬМАН ВАКСМАН — ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ,
КОТОРОМУ МИР БЛАГОДАРЕН ЗА ОТКРЫТИЕ
СТРЕПТОМИЦИНА

М. А. Кушнірова

Резюме

Зельман Абрахам Ваксман, выходец из украинского села Новая Прилука, является гордостью не одной страны и не одного народа. Ученый прожил достойную жизнь, которую описал в книге "Моя жизнь с микробами" («My life with the microbes»). Ваксман вместе со своими учениками и коллегами работал в США, в лабораториях Раджерского университета. Под его руководством разработано несколько антимикробных препаратов. Но основная заслуга ученого — это открытие в 1943 году первого противотуберкулезного препарата стрептомицина. За это открытие в 1952 Зельману Ваксману была присуждена Нобелевская премия. Кроме нее ученый получил за свою неутомимую работу 66 разных мировых наград. Ученый является автором многих научных работ в области микробиологии. В статье приводятся некоторые биографические данные Нобелевского лауреата, цитаты статей и собственных высказываний.

Ключевые слова: Зельман Ваксман, жизнеописание, стрептомицин, история открытия.

Укр. пульмонол. журнал. 2013, № 2, С. 67–71.

Кушнірова Марія Олександрівна
Київська міська клінічна лікарня № 8, лікар
115, вул. Лароша Гавро, кв.13, 04211, м. Київ
Тел.: 0937641318, naemie@ukr.net

SELMAN WAKSMAN - OUTSTANDING SCIENTIST, WHOM
THE WORLD OWES FOR THE DISCOVERY OF
STREPTOMYCIN

М. О. Kushnerova

Abstract

Selman Abraham Waksman, born in Ukrainian village New Priluka, is a pride of not just one country or one nation. The scientist have lived a decent life, which described in his book "My Life with the microbes". Waksman with his assistants and colleagues worked in the United States, at the laboratories of Rutgers University. There was invented several antibiotics under his guidance. The world thanks to scientist for the discovery of streptomycin - the first antimycobacterial antibiotic, whose existence was revealed in 1943. In this regard, in 1952 Selman Waksman was awarded the Nobel Prize. Also academic received for his tireless work 66 different international awards. The scientist is the author of numerous scientific publications in the field of microbiology. Current report presents some biographical data, citations and statements of the Nobel laureate.

Key words: Selman Waksman, biography, streptomycin, history of discovery.

Ukr. Pulmonol. J. 2013; 2: 67–71.

Mariia O. Kushnerova
Kiev city clinical hospital # 8, physician
115, Laiosh Gavro str., apt. 13, 04211, Kyiv, Ukraine
Tel. 38 0937641318, naemie@ukr.net

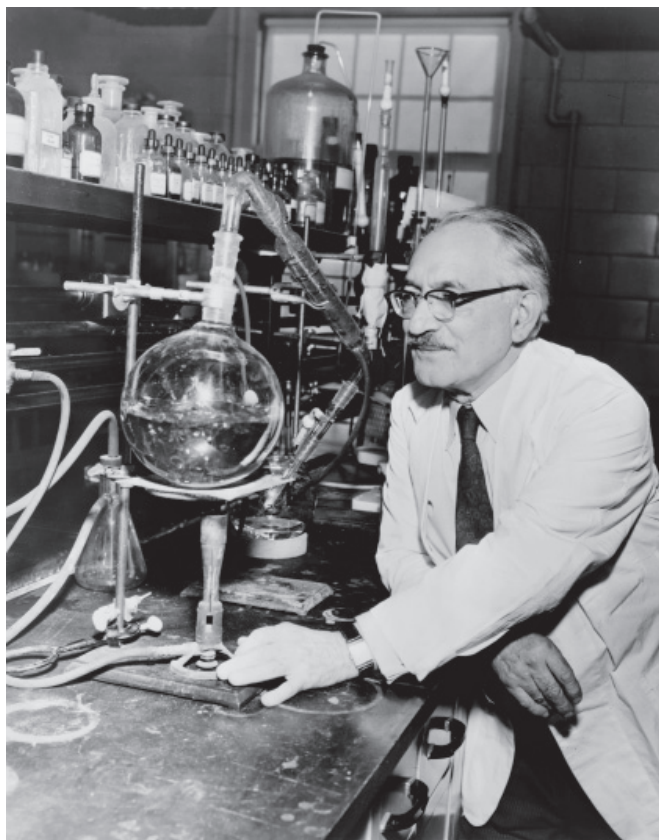
Зельман Абрахам Ваксман — видатний світовий вчений, виходець з українського села Нова Прилука, народився 22 липня 1888 року. Він прожив гідне, альтруїстичне життя, є гордістю не однієї країни та народу. Вчений був людиною простою та окрім науки дуже любив власну сім'ю, багато вільного часу приділяв праці в саду, експериментам з вирощування орхідей та виробництву домашнього вина. Про працю свого життя Ваксман писав у книзі "Моє життя з микробами": "Я присвятив своє життя вивченню микробів, цих безмежно малих форм життя, які грають таку важливу роль в житті людини, тварин та рослин. Коли я вперше дізнався про існування микробів, я сказав собі: "Я маю присвятити їм своє життя". Вони були цікавими для мене, приваблювали мене. Коли я роздивлявся під мікроскопом бактерій, що рухались, коли я бачив, як цвілеві волокна та актиноміцети торкаються цих бактерій, коли я спостерігав, як найпростіші поглинають бактерії або не зачіпають їх, я не міг не дивуватись природою"[1, 10].

Зельман Ваксман виріс у країні безкраїх пшеничних полів, що зростали на благодатному чорноземі, й ще

будучи дитиною, граючись і не усвідомлюючи того, вчений рухався в напрямку справи усього його життя. Основний вплив на Зельмана в дитячі та юнацькі роки мала його мати. Вона мала власний невеличкий торгівельний бізнес, що приносив процвітання її сім'ї. Саме мати сприяла закінченню Ваксманом Одеської гімназії, по закінченні якої він організував у власному селі школу для бідних, в якій викладав російську та єврейську мови, історію та математику.

Окрім батьків у Зельмана Ваксмана була молодша сестра Міріам, яка померла в ранньому дитинстві від дифтерії. Спостерігаючи за тим, як вона вмирала, майбутній вчений вперше в житті зіткнувся з проблемою важливості вчасного впливу лікувального засобу на захворювання та залежність від цього порятунку життя людини. Й оскільки Зельман був єдиною дитиною в сім'ї, яка вижила в важкі часи епохи на зламі століть, батьки робили все для процвітання їхнього сина [1, 8].

В 1910 році, після смерті матері, Зельман Ваксман переїхав до Америки в штат Нью-Джерсі, де його двоюрідний брат мав власну курячу ферму. Ваксман покладався на кузена, який міг сприяти перетворенню майбутнього вченого на американця та його вступу до медич-



Зельман Абрахам Ваксман
(*Selman Abraham Waksman, 1888–1973*)

ної школи, як той бажав. Декілька перших місяців майбутній нобелівський лауреат провів на фермі, ознайомлюючись з проблемами харчування тварин, компостування навозу та пророщування насіння. Потім, за порадою брата, Ваксман відвідав Раджерський коледж де зустрів російського іммігранта доктора Джейкоба Ліпмана, який переконав його займатися в сільськогосподарському напрямку. Згодом Зельман Ваксман вступив до цього закладу й, навчаючись там протягом чотирьох років, вивчав життєдіяльність бактерій у ґрунті. Найбільшу увагу серед мікроорганізмів вчений приділяв плеоморфним ниткоподібним бактеріям — актиноміцетам, дослідження яких стало працею його життя. Протягом не одного десятиріччя він вивчав їхнє виникнення, різноманіття, ролі в ґрунтових процесах, таких, як розкладання рослинних та тваринних решток, формування перегною, взаємодію різноманітних ґрунтових часток. Разом зі своїми студентами та аспірантами Ваксман зрозумів, що майже половина вивчених актиноміцетів мала деяку антагоністичну дію на бактерії та гриби й була спроможна уповільнити ріст інших мікроорганізмів.

В 1916 році Зельман Ваксман став громадянином США та одружився з односельчанкою Деборою Митник, що приїхала з ним до Америки. В цьому ж році вони переїхали до Берклі, де Ваксман влаштувався аспірантом до Каліфорнійського університету. Перший час вчений вишукував для себе підробітки, щоб заробити достатньо коштів для існування його сім'ї. В липні 1917 року вченому вдалося влаштуватися на додаткову роботу в лабораторію Каттера, яка займалася виробництвом анаток-

синів, вакцин та сироваток. Восени 1917 року Зельман Ваксман завершив свої основні дослідження в Каліфорнійському університеті та підготував дисертацію, що мала назву: "Дослідження протеолітичної активності мікроорганізмів ґрунту, зокрема грибів". Вчений захистив її 22 листопада 1917 року. Вченою президією на захисті цієї роботи були професори Т. Б. Робертсон, І. К. Холл, Дж. Г. Хілденбранд, Ч. Б. Ліпман та інші. У цей день Зельман Ваксман отримав ступінь доктора філософії [1, 8].

Після захисту дисертації вчений майже весь свій час присвячував роботі в приватній лабораторії. Там він займався розробкою та дослідженням нового пептонного середовища, яке використовувалось у виробництві анатоксинів. За два роки роботи в Каліфорнії в Ваксмана з'явилися нові ідеї для подальшого вивчення мікробіології, і весною 1918 року він повернувся до Раджерсу.

Паралельно вчений влаштувався на роботу до лабораторії Текемайн, що в Кліфтоні, де до його обов'язків належало визначення токсичності препаратів (зокрема сальварсану, препарату, відкриття якого колись було проривом в лікуванні сифілісу). Щоденно Ваксман перевіряв кожну порцію хіміопрепарату та контролював методику вирощування грибів й отримання з них ферментів. В цей час він працював п'ять днів на тиждень у промисловій лабораторії й лише один день у Раджерсі. Такий графік роботи вчений мав кожного тижня протягом двох років. Також з 1918 по 1920 роки Зельман Ваксман займався процесом реорганізації університетської лабораторії. Тоді ж разом із колегами Джоффе та Старкі в лабораторії Ваксмана було відкрито *Thiobacillus thiooxidans*, яка окислювала сірку [1, 8].

В кінці 1923 року Ваксман з сім'єю вирушив у шестимісячну мандрівку Європою, під час якої відвідав багато місць, університетів, познайомився з багатьма вченими. Також він завітав і до рідного села, де його радо зустріли друзі дитинства, давні знайомі та родичі, проте побачений ним занепад рідної землі неабияк засмутив вченого. Ваксман приїжджав до Нової Прилуки в 1929 та в 1930. Під враженням від поїздки в 1924 році вчений написав працю "Мікробіологія ґрунту: спроба аналізу та синтезу".

9 серпня 1925 року Зельман Ваксман був призначений ад'юнктом-професором Раджерського університету. В 1927 році лабораторію Ваксмана було нарешті остаточно реорганізовано, і були поставлені задачі подальшої роботи. Серед них: взаємодія, симбіоз та антагонізм різних мікроорганізмів, розподіл мікроорганізмів в ґрунті, механізм розкладання мікроорганізмами решток тварин та рослин, проблеми виготовлення компостів, вивчення чорноземів та ін. Поряд з Ваксманом в лабораторії працювали його учні, серед яких Г. Сандон, Р. Дюбо, який під час роботи в Раджерсі відкрив *Bacillus brevis* та її продукт — тріоцидин, Р. Старкі [8].

В 1926 році Зельман Ваксман закінчив роботу над однією з перших монографій "Принципи мікробіології ґрунту". Видавці рекомендували скоротити текст праці вдвічі — до 500 сторінок, бо були впевнені, що вона не викличе особливого інтересу в публіки. Та попри прогнози публіцистів, після редагування та першого виходу в світ книга мала не одне перевидання [8].

В 1927 та в 1930 роках Ваксман брав активну участь у Міжнародних конгресах ґрунтознавців. На першому конгресі він виступав у ролі одного з організаторів події.

В 1931 році Зельман Абрахам Ваксман став професором Раджерського університету. У цьому ж році, у співавторстві з Р. Старкі була написана ще одна монографія під назвою "Ґрунт та мікроби". В той час лабораторія досліджувала проблеми походження, розкладання гумусу в компостах, морях та торф'яниках. В 1932 році на прохання Національної туберкульозної асоціації та Національного наукового суспільства вчений розпочав очолювати проект щодо життєдіяльності мікобактерії туберкульозу, в результаті якого дійшов висновку, що вищевказаний не живе довго у воді та ґрунті. Логічним поясненням цьому факту на думку Ваксмана та його студентів було те, що там містяться якісь невідомі мікробні антагоністи, під дією яких мікобактерії гинуть. З 1929 по 1939 роки Ваксман вивчав торф'яні болота в США, мандруючи Європою — торф'яники усіх країн від Швеції до Швейцарії. Вчений довів, що гумус — це частково рослинні та органічні рештки, важливі для підтримання ґрунтових процесів та родючості. З 1925 по 1943 роки Ваксман написав 35 статей на тему гумусу, які видавались в різних журналах у всьому світі, з результованим написанням книги "Гумус. Походження, хімічний склад та значущість в природі". В 1938 році вчений відвідав Ізраїль з метою розробки рекомендацій щодо освоєння торф'яників, знайдених у цьому регіоні.

Кожного літа з 1931 року по 1943 роки Ваксман працював в Океанографічному інституті, вивчаючи бактерії моря. В ці роки лабораторія Зельмана Ваксмана поступово ставала самостійним відділом мікробіології ґрунту з власним бюджетом та студентсько-аспірантським складом [1, 8].

В 1935 році, коли Ваксман із Ліпманом брали участь у третьому Міжнародному конгресі ґрунтознавців, німецькою делегацією було запропоновано провести четвертий конгрес в 1940 році в Берліні. Усі учасники заходу були згодні окрім Ліпмана та Ваксмана, посилаючись на те, що проведення конгресу в Німеччині слугуватиме нацистській пропаганді. Щоб показати свій супротив фашистському та нацистському режимам, Ваксман з 1930 року відмовився від публікацій у журналах Німеччини [8].

В 1941 році Зельман Ваксман був обраний президентом Товариства американських мікробіологів. В 1942 році він очолив воєнний комітет товариства. В 1943 році в Раджерському університеті була створена кафедра мікробіології, і вчений став її першим завідувачем.

Лабораторія Ваксмана розпочала роботу над виділенням антибіотиків в 1939 році. Щоб довести, що актиноміцети можуть продукувати речовини, які пригнічують ріст мікроорганізмів, Ваксману та його групі знадобилося докласти до розвитку ідеї немало зусиль. Треба було виділити з ґрунту тисячі різних мікроорганізмів, культивувати їх на різних субстратах та тестувати здатність цих мікроорганізмів до вироблення речовин, що інгібують ріст інших мікроорганізмів.

Спочатку працівники лабораторії досліджували організм, що продукував піоціаназу та піоціанін (всім

відомий під назвою *Pseudomonas aeruginosa*). Це дало можливість Ваксману апробувати методики виділення та очистки активних речовин. Зрозумівши, що ці речовини не можуть бути корисними для боротьби з захворюваннями, група перейшла до вивчення актиноміцетів й у 1940 році відкрила актиноміцин. В результаті співпраці з лабораторією Мерк і Ко були визначені його хімічна природа та механізм дії. Актиноміцин був високоефективним проти великого спектру грамнегативних організмів, стійких до пеніциліну, але був надзвичайно токсичним, тому після проведення деяких досліджень іншими лабораторіями актиноміцин почав використовуватись як цитостатичний препарат.

В 1941 році були відкриті клавацин (менш токсичний засіб) та фумігацин (малотоксичний та низькоефективний засіб, виділений з культури *Aspergillus fumigatus*) [1, 8, 11]. В 1942 році з культури *Actinomyces lavendure*, виділеної Вальтером Кохольном, був отриманий перший водорозчинний антибіотик — стрептотрицин. Після винайдення стрептотрицину лабораторія Ваксмана обрала напрямок роботи — вивчення антибіотиків. Менше, ніж через півроку, в 1943 році, коли було протестовано багато різних культур актиноміцетів, вчені виявили мікроорганізм, здатний продукувати потрібний за властивостями антибіотик. Цей мікроорганізм був ідентичний до культури мікроорганізмів, яких Ваксман відкрив у 1916 році, що мала назву *Actinomyces griseus* [14]. Згідно класифікації 1943 року (Ваксман та Хенріці), назву культури було змінено на *Streptomyces griseus*, й відповідно антибіотик було названо стрептоміцином [12]. Цей антибіотик мав майже всі бажані якості: був подібний до стрептотрицину за спектром дії та нетоксичний відносно організмів тварин. Вперше про стрептоміцин Ваксман з учнями Шатцом та Бугі розповіли в січні 1944 року в журналі "Експериментальна біологія та медицина" в статті, що мала назву "Стрептоміцин — субстанція, що має антибіотичну активність проти грампозитивних і грамнегативних бактерій".

В одній зі статей, написаних роком пізніше, вони разом з К. Рейлі писали: "Як виявилось, різні штами одного й того ж виду бактерій сильно відрізняються за їхньою чутливістю до антибіотику. Це явище має велике значення для використання речовини з хіміотерапевтичною метою, де знання про чутливість конкретного штаму має першорядну важливість. Чутливість різних штамів одного й того ж організму до певного антибіотику може також залежати від морфологічних і фізіологічних характеристик штамів, як це показано для чутливості спорують і неспороують штамів *Actinomyces griseus* до стрептоміцину. Цей антибіотик був обраний через його специфічну здатність пригнічувати ріст грамнегативних та грампозитивних бактерій та через його хіміотерапевтичні можливості" [13].

9 лютого 1945 року Зельман Ваксман та його учень А. Шатц подали сумісну заяву до Патентного бюро США для отримання патенту на відкриття стрептоміцину. Заявка на патент антибіотику була зроблена згідно договору між компанією Мерк і Ко та Раджерським університетом. У зв'язку з великою потребою в стрептоміцині в світі компанія відмовилась від монопольного права на

виробництво антибіотику та передала усі права Дарчому фонду Раджерса. Патент № 2449866, що мав назву "Стрептоміцин та процес його виготовлення, винахідники З. Ваксман та А. Шатц" надійшов з Патентного бюро до фонду 21 вересня 1948 року. [1,8]

Проте антибіотик почав застосовуватись раніше, ніж був офіційно запатентований. Перше клінічне випробування було проведено на базі туберкульозного санаторію Мінеральних джерел, що в Міннесоті, в листопаді 1945 року лікарями Хіншоу та Пфутцем, а 12 травня 1945 року відбулося перше його успішне застосування. В 1946 році в зв'язку з тим, що препарат почав широко застосовуватись по всьому світі, його почали виробляти в багатьох країнах. Доступність також проявлялась в невеликій ціні на стрептоміцин. Після впровадження в практику застосування антибіотику Ваксман розпочав серію мандрівок по всьому світу, де спостерігав за процесом лікування. Скрізь його зустрічали багато вдячних пацієнтів, яким винахід вченого врятував життя.

Про дієвість винаходу лабораторії Ваксмана свідчили не тільки листи вдячності від тих, хто одужав, а й статистика. Так, зокрема, в Сполучених Штатах Америки, де стрептоміцин був найдоступнішим внаслідок територіального розташування першовиробника препарату — компанії Мерк і Ко, смертність від туберкульозу значно зменшилась. В порівнянні з дострептоміциновим 1944 роком, коли вона становила 42,9 осіб на 100000 населення [2], після початку застосування антибіотику в повсякденній практиці, в 1947 році смертність зменшилась до 33,5 на 100000 населення, а ще через три роки, в 1950 — до 22,2 [3]. Подібні дані можемо спостерігати в різних країнах. Так, смертність в індійських містах зменшувалась за таким же принципом, що можна побачити на прикладі Делі, де в 1941 році вона становила 132 особи на 100000 населення, а в 1950 — 36 [9]. Також позитивну відсоткову динаміку можна побачити в Гонконгу — з 1947 по 1952 роки смертність зменшилась на 14,22 % (з 38,33 % до 24,11 %) [5]. В Англії ці показники становили 50,6; 43,3; 25,3; 18,6 на 100000 населення в 1945, 1947, 1950 та 1953 роках відповідно. Маючи гарний рівень лікування туберкульозу, за даними 2012 року смертність в Англії становила 1 на 100000 населення [7]. Але на початку стрептоміцинової ери далеко не кожен хворий мав можливість отримати належне лікування. Так, за даними Канадських статистичних служб, в 1948 році лише 7,2 % хворих отримували стрептоміцин. Та до 1953 року цей показник підвищився до 77 % [6]. Спостерігаючи такі дані, можна сказати, що поява стрептоміцину зменшила смертність від туберкульозу майже в двічі, не кажучи про те, скільком людям подарувала радість здорового життя. Отримавши такі та інші подібні дані, професор Каролінського інституту Нанна Шварц висунула кандидатуру Зельмана Ваксмана, як персону, що зіграла головну роль у відкритті стрептоміцину, на здобуття Нобелівської премії.

З 1945 по 1953 рік Зельман Ваксман опублікував 9 книг, в яких йшлося про мікробні організми, актиноміцети й антибіотики. Серед них: "Мікробний антагонізм та

антибіотичні субстанції" 1945 року, "Стрептоміцин — його природа та практичне застосування" 1949 року, "Актиноміцети. Їх природа, поширеність, діяльність та значущість" 1953 року, та інші [1, 8].

В 1949 році Зельман Ваксман запропонував створити Інститут Мікробіології на базі Раджерського університету. В 1954 році формування підрозділу було завершено, і на честь відкриття відбулося посвячення та урочистий симпозиум, в якому взяли участь багато видатних мікробіологів. Інститут існував за рахунок 80-відсоткових гонорарів від стрептоміцинового патенту, які віддавав університету. Зельман Ваксман був першим його директором. Серед його послідовників були такі вчені: Дж. О. Лампен, Д. Прамер та Джоакім Мессігн, що головує закладом з 1988 року й понині. Зараз інститут проводить дослідження з приводу мікробної молекулярної генетики, розвитку молекулярної генетики, молекулярної генетики рослин та структурної та обчислювальної біології [4].

В 1951–1952 роках Ваксман проводив роботу з антибіотиками та був задіяний в будівництві інституту мікробіології. 23 жовтня 1952 року Каролінський інститут сповістив вченого про присудження йому Нобелівської премії. Як до, так і після вручення найвищої світової нагороди вчений невтомно працював. До вручення премії Ваксман видавав майже всі свої роботи в співавторстві з колегами та учнями, та після премії вчений звучав одноосібно. Його досягнення вже давно стали надбанням усього людства. Будучи всесвітньовідомим вченим, Зельман Ваксман продовжував працювати в напрямку досліджень, відвідував різні країни, спілкувався з багатьма вченими. В 1954 році він написав та видав власну автобіографічну книжку "My Life with the microbes", яка потім була перекладена багатьма мовами та видана в різних країнах [10].

За все життя Зельман Ваксман отримав 36 різних медалей, серед яких: Медаль двохсотріччя Принстона в 1946 році, Медаль академії охорони здоров'я, Рим та Медаль Академії медичних наук, Гранада - в 1950 році, Медаль Папи Пія XII, в 1950 році, Медаль Левенгука Нідерландської академії наук в 1951 році, Медаль Бразильського Червоного Хреста в 1963 році, Медаль Рудольфа Вірхова від Медичного Суспільства Нью-Йорка в 1965 році, та багато інших.

Також вчений отримав 26 різних премій та нагород, серед яких найвідоміша — Нобелівська премія в 1952 році, а також став кавалером 4 орденів, таких, як: Орден почесного легіону, Франція — в 1950 році, Орден Зірки Сонця, що Сходить, Японія — в 1952 році, Орден Великий Хрест суспільної охорони здоров'я, Іспанія — в 1954 році та Командорський орден Південного Хреста, Бразилія — в 1963 році. Всього вчений отримав 66 різних нагород по всьому світі [1, 8]. Помер Зельман Ваксман 16 серпня 1973 року в Вудс-Холі, Масачусетс, США. Вченого пам'ятають і шанують скрізь. На його честь влаштовують різноманітні конференції, читання. 22 липня цього року світ відзначає 125 річницю з дня народження Зельмана Ваксмана.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кучер, В. А. Зельман Абрахам Ваксман. Жизнь. Вдохновение. Слава. [Текст] / В. А. Кучер // — Винница: Континент-прим, 2005. — 294 с.
2. Dempsey, M. Current Tuberculosis Statistics in the United States. [Text] / M. Dempsey // Am J Public Health Nations Health. 1945. — Vol.35. — Issue 3. — pp. 248-250.
3. Enterline, P. Group chest x-ray examinations and the tuberculosis death rate. [Text] / P. Enterline // Public Health Rep. 1952. — Vol. 67. — Issue 8. — pp. 762-766.
4. History of Waksman Institute of Microbiology. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.waksman.rutgers.edu>
5. Notification & death rate of tuberculosis (all forms), 1947-2012. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.chp.gov.hk>
6. Time Line of TB in Canada. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.lung.ca>
7. Tuberculosis mortality and mortality rate, England and Wales, 1913-2011. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.hpa.org.uk/>
8. Hotchkiss, R. D. Biographical memoir of Selman Abraham Waksman. [Text] / R. D. Hotchkiss // National Academy of Sciences, Washington, D. C. — 2003. — Vol. 83. — pp. 320-343.
9. Nair, S.S. Morbidity and mortality statistics regarding tuberculosis in India. [Text] / S.S. Nair // Indian Journal of Tuberculosis. — 1954. — Vol.2. — Issue 1. — pp. 30-34
10. Waksman, S. A. My Life with the Microbes. [Text] / S. A. Waksman // New York: Simon and Schuster, 1954. — 320 p.
11. Waksman, S. A. Purification and antibacterial activity of fumigacin and clavacin. [Text] / S. A. Waksman // Science. — 1944. — Vol. 99. — Issue 2568. — P. 220-221.
12. Waksman, S.A., Henrici, A.T. The Nomenclature and Classification of the Actinomycetes. [Text] / S. A. Waksman, A. T. Henrici // J Bacteriol. — 1943. — Vol. 46. — Issue 4. — P. 337-341.
13. Waksman, S. A., Reilly, H. C., Schatz, A. Strain Specificity and Production of Antibiotic Substances: V. Strain Resistance of Bacteria to Antibiotic Substances, Especially to Streptomycin. [Text] / S. A. Waksman, H. C. Reilly, A. Schatz // Proc Natl Acad Sci U S A. — 1945. — Vol. 31. — Issue 6. — P. 157-164.
14. Schatz, A., Waksman, S. A. Strain Specificity and Production of Antibiotic Substances: IV. Variations Among Actionomycetes, with Special Reference to Actinomyces Griseus. [Text] / A. Schatz, S. A. Waksman // Proc Natl Acad Sci U S A. — 1945. — Vol. 31. — Issue 5. — P. 129-137.

REFERENCES

1. Kucher VA. Zelman Abrakham Waksman. Zhizn. Vdokhnoveniye. Slava (Selman Abraham Waksman. Life. Inspiration. Glory). Vinnitsa: Kontinent-prim, 2005. 294 p.
2. Dempsey, M. Current Tuberculosis Statistics in the United States. Am J Public Health Nations Health. 1945;35(3):248-250.
3. Enterline P. Group chest x-ray examinations and the tuberculosis death rate. Public Health Rep. 1952;67(8):762-766.
4. History of Waksman Institute of Microbiology. Available at: <http://www.waksman.rutgers.edu>
5. Notification & death rate of tuberculosis (all forms), 1947-2012. Available at: <http://www.chp.gov.hk>
6. Time Line of TB in Canada. Available at: <http://www.lung.ca>
7. Tuberculosis mortality and mortality rate, England and Wales, 1913-2011. Available at: <http://www.hpa.org.uk/>
8. Hotchkiss RD. Biographical memoir of Selman Abraham Waksman. National Academy of Sciences, Washington, D. C. 2003;83:320-343.
9. Nair SS. Morbidity and mortality statistics regarding tuberculosis in India. Indian Journal of Tuberculosis. 1954;2(1):30-34.
10. Waksman SA. My Life with the Microbes. New York: Simon and Schuster, 1954. 320 p.
11. Waksman SA. Purification and antibacterial activity of fumigacin and clavacin. Science.1944;99(2568):220-221.
12. Waksman SA, Henrici AT. The Nomenclature and Classification of the Actinomycetes. J Bacteriol. 1943;46(4):337-341.
13. Waksman SA, Reilly HC, Schatz A. Strain Specificity and Production of Antibiotic Substances: V. Strain Resistance of Bacteria to Antibiotic Substances, Especially to Streptomycin. Proc Natl Acad Sci U S A.1945;31(6):157-164.
14. Schatz A, Waksman SA. Strain Specificity and Production of Antibiotic Substances: IV. Variations Among Actionomycetes, with Special Reference to Actinomyces Griseus. Proc Natl Acad Sci U S A. 1945;31(5):129-137.