



Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка
Природничо-географічний факультет
Кафедра біології та методики навчання біології
Клуб ім. Сергія Виноградського (Winogradsky Club)
Городоцький краєзнавчий музей (G-MUSEUM)

Міжрегіональна наукова конференція



**Читання–вшанування пам'яті
Сергія Миколайовича Виноградського
(1856-1953)**

24 квітня 2025 року

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

Суми – 2025

УДК 579-051 (477)
Ч 69

*Публікується згідно з рішенням вченої ради
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
(протокол №11 від 26.05.2025 р.)*

Редактор:

Торяник В. М., кандидат біологічних наук, доцент.

**Ч 69 Читання–вшанування пам'яті Сергія Миколайовича
Виноградського (1856-1953)** [Електронний ресурс]: матеріали
Міжрегіональної наукової конференції, м. Суми, 24 квітня 2025 р. / Сумський
державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка; [упорядник.:
В. М. Торяник]. Суми: СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2025. 58 с.

До збірки увійшли матеріали доповідей, в яких відображено результати пошуків авторів щодо життєвого шляху та академічної спадщини видатного українського мікробіолога Сергія Миколайовича Виноградського. За науковий зміст публікацій відповідальність несуть автори. Матеріали опубліковані з максимальним збереженням авторського стилю і редакції.

УДК 579-051 (477)

© Колектив авторів, 2025

© СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2025

ЗМІСТ

Кривий П.А.

Клуб ім.. Сергія Виноградського – соціальна інноваційно-комунікативна платформа відтворення пам'яті про видатного українського мікробіолога, геніального вченого світу Сергія Виноградського 4

Комаров Ю., Котлінський О.

Сергій Виноградський – геніальний український мікробіолог. Нелегкий шлях до свого покликання в науці 15

Івченко С.

Життєвий шлях Сергія Виноградського (1856-1953) 26

Заворотько А.

Сергій Виноградський: життя в еміграції 30

Мингарєєва А.

Сергій Виноградський: відкриття хемосинтезу 37

Брюхова О.

Сергій Виноградський – один із засновників сучасної мікробіології та екології мікроорганізмів 42

Яковенко О.

Сергій Виноградський – один із засновників ґрунтової мікробіології 54

**КЛУБ ІМ. СЕРГІЯ ВІНОГРАДСЬКОГО – СОЦІАЛЬНА
ІННОВАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНА ПЛАТФОРМА ВІДТВОРЕННЯ
ПАМ'ЯТІ ПРО ВИДАТНОГО УКРАЇНСЬКОГО МІКРОБІОЛОГА,
ГЕНІАЛЬНОГО ВЧЕНОГО СВІТУ СЕРГІЯ ВІНОГРАДСЬКОГО**

КРИВИЙ Петро Антонович

керівник Городоцького осередку Клубу імені академіка С.М. Виноградського
(м. Городок, Хмельницька обл.)

За словами академіка НАН України Сергія Комісаренка « Історична пам'ять – це один із головних чинників формування української національної ідентичності. Наше ставлення до видатних особистостей в історії України є критерієм зрілості та якості нашого суспільства. Саме такою особистістю був при житті та постає із минулого зараз видатний український учений-мікробіолог, професор Сергій Миколайович Виноградський. Його доля і творчість, що сповнені внутрішнім драматизмом й дослідницькою свободою, стають зразком і прикладом для нинішніх і майбутніх українських учених».

Та на превеликий жаль, ще донедавна, в українському суспільстві, широкими соціальними верствами, в тому числі й науковими, Сергій Виноградський сприймався як видатний російський або французький мікробіолог, але тільки не український.

Чому так сталося? На нашу думку, через те, що в Україні, в державному й суспільному середовищі, була відсутня історично правдива інформація про життя й наукову діяльність славетного українського вченого. Складалося враження, що на ім'я Сергія Виноградського було накладено невідомо ким своєрідне табу. В це важко повірити. Та коли починаєш гортати сторінки таких видань, як «Енциклопедія українознавства» (гол. ред. В. Кубійович), «100 найвідоміших українців» (Автограф), «Вчені України: 100 видатних імен», АртЕк), «Енциклопедія сучасної України», «Український словник-енциклопедія», «Українська радянська енциклопедія», то в них Виноградський або не згадується, або ж про нього пишуть як російського вченого.

Перші кроки по відродження історичної пам'яті про Сергія Виноградського в Україні

Першим потужним івентом щодо відродження пам'яті про великого вченого на батьківщині у ХХІ сторіччі стало одностайно прийняте рішення 15-17 вересня 2004 року у м. Одесі на Х з'їзді Товариства Мікробіологів України про присвоєння Товариству імені С.М. Виноградського з огляду на виняткову значущість досліджень у галузі мікробіології вченого зі світовим іменем та його українського походження.

Подією, що вперше зібрала суспільство навколо особистості академіка С.М. Виноградського, стала Всеукраїнська науково-краєзнавча конференція «Городок – історичні перспективи. Погляд в минуле й майбутнє», що відбулася у 2008 році в Городку Хмельницької області, де у 1871-1917 рр. знаходився маєток Виноградських – родинне гніздо і джерело життєвого й наукового натхнення великого ученого. Конференція була присвячена 152-й річниці з дня народження Сергія Виноградського. Учасниками та спікерами конференції стали відомі в Україні вчені, історики, краєзнавці, в тому числі член-кореспондент НАН України, доктор медичних наук Богдан Павлович Мацелюх, доктор медичних наук, президент фармацевтичної корпорації «Юрія-Фарм» Микола Іванович Гуменюк.

Саме з того часу в Миколи Івановича Гуменюка та його дружини, теж доктора медичних наук, Галини Львівни Гуменюк виникла ідея про відродження й увічнення в м. Городок пам'яті про видатного земляка. Зрештою, першим кроком на шляху до її втілення стало встановлення 25 травня 2012 року в Городку єдиного в світі пам'ятника з білого мармуру Сергію Виноградському, створеного скульптором, заслуженим художником України, вихідцем із Хмельниччини, Миколою Наумовичем Обезюком за ідейної і фінансової підтримки меценатів Гуменюків. Відкриття пам'ятника з написом «Сергій Виноградський – мікробіолог світу» відбулося за участі делегацій українських наукових мікробіологічних центрів, широкого кола громадськості у сквері, котрий носить ім'я знаменитого вченого. З нагоди відкриття пам'ятника Сергія

Виноградського до Городка надійшли вітання від міжнародних наукових інституцій, в тому числі й від Інституту Пастера. Це була друга велика суспільна подія, що об'єднала науковців і краєзнавців з усієї України навколо історичної постаті Сергія Виноградського.

В цьому також важливу роль відіграли праця канадського мікробіолога українського походження Євгена Рослицького «Сергій Виноградський – мікробіолог світу», серія книг доктора фізико-математичних наук Василя Шендеровського під загальною назвою «Нехай не гасне світ науки», історико-літературний збірник «Променистий і щирий мій краю», публікації в періодичній пресі Г.Л. Гуменюк, Б.П. Мацелюха, П.А. Кривого.

Важливою подією в українському суспільному просторі щодо відтворення пам'яті про славетного українського мікробіолога став у 2013 році вихід у світ документального фільму про Сергія Виноградського «В гармонії неба і землі». Виходу цього фільму передувала поїздка українських науковців Галини і Миколи Гуменюків і Василя Шендеровського до Франції, в містечко Брі-Конт Робер, де тривалий час працював в Інституті Пастера і похований Сергій Виноградський. Завдяки режисеру фільму Леоніду Філонову, меценатам Гуменюкам і доктору фізико-математичних наук Василю Шендеровському вперше в художньому стилі було висвітлено постать великого мікробіолога, його життя, діяльність української і французької спільнот щодо дослідження спадщини та увічнення пам'яті Виноградського.

Заснування Клубу ім. академіка Сергія Виноградського в Городку

Індивідуальна потреба зацікавлених дослідників у поверненні Україні пам'яті про великого вченого у новому десятиріччі XXI століття, трансформувалася в колективну. Спільнота однодумців, за ініціативи доктора медичних наук, професора, голови Громадської спілки UpToFuture Андрія Горбаня, координатора соціальних проєктів UpToFuture в Городку Катерини Гуменної дійшла згоди щодо створення Клубу імені Сергія Миколайовича Виноградського. Перше засідання учасників Клубу було проведено у червні

2020 року і приурочено черговій річниці відкриття явища хемосинтезу. Місія, мета діяльності, основні напрямки роботи Клубу, що структурно зорганізувався як один із соціальних проєктів Громадської спілки UpToFuture, увійшли до положення про Клуб ім. С.М. Виноградського.

Метою діяльності Клубу визначено, насамперед, формування інноваційної високотехнологічної комунікативної платформи для кола однодумців, зацікавлених у дослідженні особистості видатного мікробіолога, які, в рамках діяльності Клубу, створювали б і розвивали соціально-комунікативний осередок для дослідження і популяризації життєвої та професійної спадщини академіка Виноградського на національному й міжнародному рівнях. Його діяльність спрямована, зокрема, на послідовну передачу безцінного досвіду вчених світу – дитячому, юнацькому та студентському поколінням, які беруть участь у програмах соціальних проєктів Громадської спілки UpTo Future і Клубу, а саме: Школа природничого напрямку Городок (G – school) та Національна мережа стартапів природничого напрямку студентів і молодих вчених (G – Hub), формуючи, таким чином, у них прогресивний інноваційний світогляд майбутнього. При цьому, постать великого вченого Сергія Виноградського була обрана як еталон науковості, що знаходиться поза межею часу.

29 травня 2021 р. у м. Городок відбулося офіційне відкриття оновленого Городоцького краєзнавчого музею – надсучасного G-Museum, котрий став головною локацією діяльності Клубу в Україні. Центральною експозицією у G-Museum є відновлена копія лабораторії Сергія Виноградського у м. Брі-Конт-Робер (Франція) з єдиною у світі восковою фігурою вченого. У змісті музейних екскурсій, відео контенті, що транслювався навколо експозиції засобами сучасних мультимедійних технологій, було викладено в популярному стилі результати напрацювань членів Клубу, які узагальнювали десятирічні дослідження про Сергія Виноградського. За 2021 рік близько 11000-ти відвідувачам G-Museum з усієї України, була розкрита систематизована інформація, недоступна до того моменту широкому загалу, про постать і наукові

здобутки великого українського вченого. У тому ж році Клуб відзвітував про свою діяльність у м. Городок, а саме: про проведення циклу лекцій, присвячених С.М. Виноградському для учнів середніх і старших класів шкіл і ліцеїв міста Городок; публікації в газеті «Городоцький вісник» серії статей про життя і діяльність С.М. Виноградського; цикл радіопередач на місцевому радіо; започаткування періодичного видання «Вісник Клубу Сергія Виноградського». Значним досягненням діяльності Клубу в 2021 році щодо популяризації імені вченого на місцевому рівні стало перейменування однієї з вулиць Городка на ім'я Сергія Виноградського, яке відбулося за ініціативи Клубу, і котра була підтримана мешканцями громади та відповідним рішенням міської ради.

Отже, впродовж 2020-2021 років маємо утворення цілісного структурованого продукту роботи організованої спільноти дослідників наукової і життєвої спадщини великого вченого в Україні – Клубу ім. С.М. Виноградського (Serhiy Winogradsky Klub). Поруч із класичними підходами проведення дослідження та оприлюднення їх результатів спостерігаємо зародження і розвиток новаторських підходів, що призводить до розширення сфер популяризації й інструментів, які застосовуються при цьому. Також відбувається трансформація аудиторії – з окремих зацікавлених слухачів і відвідувачів G-Museum, учасників соціальних проєктів, що цікавляться Виноградським, переважно за своєю фаховою спеціальністю, - до кожного пересічного українця, незалежно від віку.

Новий етап в діяльності Клубу

У 2022 році розпочинається новий етап діяльності Клубу у вивченні життєдіяльності вченого та її популяризації. На тлі російської агресії цей рік для України став роком гуртування та відновлення національної ідентичності, роком єднання української нації з Європою й усім вільним світом. Цікаво, що визначений на початку нового десятиріччя спільнотою однодумців символізм особистості Виноградського виявився пророчим в контексті українсько-світової інтеграції, а новаторські підходи в діяльності щодо популяризації спадщини

великого ученого виявились особливо актуальними на тлі повномасштабної військової агресії росії в Україні. В цих умовах діяльність Клубу була виведена у значно більш широкий суспільний інформаційний простір: зокрема, було розроблено новий мультилінгвальний сайт G-Museum за сучасними європейськими стандартами, де центральне місце посідає професійний підбір інформації про С.М. Виноградського на основі проведених досліджень минулих років. Започатковано системну діяльність у соціальних мережах. З'явилися перші творчі розробки друкованої продукції, а саме Календар Виноградського, що вперше ознайомив широкий загал з візуальними образами та науковою спадщиною вченого. На території Городоцької громади членами Клубу для тимчасово переміщених осіб з усієї України було розроблено й проведено туристичні екскурсії «Шляхами Виноградського», в основу інформаційного змісту яких покладено краєзнавчі дослідження локацій історичної пам'яті родини Виноградських. В україномовний та англomовний варіанти інтернет-енциклопедії «Вікіпедія» членами Клубу внесені розширені відомості про життєвий шлях та наукові здобутки Сергія Миколайовича Виноградського. Це дало можливість новим представникам спеціалізованої аудиторії не лише в Україні, а й за кордоном, долучитися до централізованих матеріалів і напрацювань Клубу ім. С.М. Виноградського.

У 2022 і наступних роках відбувається масштабне повернення Клубу до класичних інструментів вивчення і популяризації, а саме до практики публікацій. Так, у Матеріалах XVII Всеукраїнської конференції молодих учених та спеціалістів було опубліковано статтю члена Клубу, кандидата історичних наук С.А. Щура «Професор Сергій Виноградський – видатний український вчений, один із основоположників ґрунтової мікробіології», в якій автор підвів підсумки проведених досліджень про С.М. Виноградського у місті Городок.

Того ж року, в матеріалах іншої – Двадцять сьомої Всеукраїнської наукової конференції молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів за темою: «Молодь в історії науки і техніки: консолідація української нації»

опубліковано статтю С.А. Щура, кандидата історичних наук, і П.А. Залуцького, зберігача фондів G-Museum (на той час): «Городоцький краєзнавчий музей (G-Museum): Сучасний музей науки та інтелектуальної спадщини Сергія Виноградського».

У науковому журналі «Інфузія і Хіміотерапія» опубліковано унікальну статтю авторів: доктора медичних наук, професора Гуменюк Г.Л., керівника проєктів Громадської спілки UpTo Future Братчикової Ю.В. і голови Клубу ім. С.М. Виноградського Кривого П.А. «Сергій Виноградський – великий українець», в якій наведено системні докази й висновки, що узагальнюють 14 років досліджень і переконливо свідчать про те, що Сергій Виноградський за родом і походженням, за волею і прагненням до розвитку, маючи в душі любов до Батьківщини, є великим українцем.

Члени Клубу беруть активну участь в роботі краєзнавчих, науково – практичних конференцій. Зокрема, Гоцуляк Н.В., Щур С.А., Кривий П.А. є авторами науково-краєзнавчих статей: «До окремих сторінок Городоцького краю в період Української Національної революції 1917-1921 рр.», «Микола Виноградський – один із фундаторів банківської справи в Україні», опублікованих в Матеріалах Всеукраїнської науково-практичної конференції «Історія міст і сіл Хмельниччини».

«Вісник Клубу ім. Сергія Виноградського (The Herald of Serhiy Winogradsky Club).

Помітним явищем в житті українського наукового соціуму стала публікація другого номеру щорічного дослідницького звіту «Вісник Клубу ім. Сергія Виноградського (The Herald of Serhiy Winogradsky Club). Дане видання, за словами академіка Сергія Комісаренка «присвячене еволюції поглядів справжнього подвижника науки, його колег та учнів і, зрештою, впливу дослідницької спадщини та ідей Сергія Виноградського на пошуки нових поколінь вчених».

Черговий номер «Вісника», як зазначив у своєму слові солідарності академік НАН України Микола Співак, побачив світ завдяки «поєднанні зусиль

академічних й університетських учених і краєзнавців-подвижників та підтримки достойних меценатів, котрим близькі ідеї С.М. Виноградського», і вкотре «привертає увагу Української і світової наукових спільнот до академічної спадщини і життєвих пошуків видатного мікробіолога й генія природознавства, відкриття і ціннісні пріоритети якого сформовані крізь трагізм двох світових війн». Він високо оцінив наукове й просвітницьке значення цього видання, підкресливши, що кожен, хто його відкриє, чи то академік і молодий вчений, чи то краєзнавець або фахівець-практик, «знайдуть на сторінках «Вісника Клубу Сергія Виноградського» цікаві для сприйняття спроби постановки проблем дослідницькі пошуки й аргументовані інтерпретації авторів, котрі прагнуть заглянути за наукові горизонти...».

У «Віснику», вперше в українській історіографії, поміщено переклад з німецької на українську мову одну зі знакових промов академіка Виноградського «Про організми нітрифікації», яку він виголосив 22 лютого 1891 року на засіданні Товариства Природодослідників у Цюриху.

Науково-просвітницький тур до Франції. Анна Ренуччі

Значною подією в роботі Клубу у 2022 році стало відродження дружніх зв'язків із представниками Франції, а саме з доктором медицини, науковим співробітником археологічних розкопок замку в Брі-Конт-Робер, лідерами громадської активності з дослідження життєдіяльності Сергія Виноградського у Франції Мішелем Пієшачиком та його дружиною Мартіною Пієшачик, котрі були обрані членами Клубу.

Ця подія мала своє продовження в наступному році, коли наукова делегація Клубу в складі академіків Горбаня А.Є., Постоевка В.О., доктора технічних наук Параски О.А., кандидата історичних наук Щура С.А. та інших науковців, керуючої справами виконкому Городоцької міської ради Бистрицької О.І., а також учнів школи природничого напрямку (Winogradsky – school) побували з багатоденним візитом у Франції. Метою клубної делегації була презентація у французьких наукових інституціях щорічного

дослідницького звіту «Вісник Клубу ім. Сергія Виноградського (The Herald of Serhiy Winogradsky Club), відвідання муніципалітету місті Брі-Конт-Робер, в якому тридцять років геніальний українець очолював відділ сільськогосподарської мікробіології інституту Пастера, та могили сім'ї С.М. Виноградського на місцевому кладовищі. Українській делегації, з допомогою французьких друзів, вдалося розшукати й зустрітися з єдиною на сьогодні правнучкою Сергія Виноградського по лінії його дочки Тетяни – Анною Ренуччі.

Та на цьому співпраця Клубу зі французькою стороною не припинилася. Завдяки Асоціації «Друзі Старого замку в Брі-Конт-Робер», (керівник Мішель Пієшачик) та меценатам Гуменюкам у липні 2023-2024 рр. відбулися поїздки української молоді у літній археологічний табір у цьому місті.

У цьому ж році для клубної спільноти відбулася ще одна приємна подія: почесні члени Клубу, професори медицини Галина і Микола Гуменюки а також голова Громадської спілки UpTo Future Андрій Горбань передали до картинної галереї Київського національного університету ім. Т.Г. Шевченка портрет геніального українського мікробіолога Сергія Виноградського, який народився в Києві і навчався в цьому вищому навчальному закладі.

Зміни в структурі Клубу. Перша міжнародна літня школи ім. Сергія Виноградського

Впродовж останніх років відбулася внутрішня структуризація Клубу, результатом якої такі соціальні проєкти як школа природничого напрямку ім. Виноградського (Winogradsky School) та інноваційний Hub молодих дослідників стали органічними складовими Клубу. Це дало можливість Клубу змістити акценти своєї діяльності на роботу з учнівською молоддю, що привело до перших позитивних результатів. Зокрема, 28 грудня 2023 року відбувся обласний конкурс історичних дослідницьких проєктів "Жива історія», де учениця Winogradsky School Гедз Вікторія посіла I місце у номінації "Медіажиттєпис" з роботою під назвою: «Сергій Виноградський - Великий українець».

З метою реалізації нового напрямку діяльності, Клуб, як соціальний проєкт Громадської спілки UpTo Future, взяв участь у підготовці та укладення тристороннього меморандуму про співпрацю з Національним центром «Мала академія наук – державним спеціалізованим закладом позашкільної освіти наукового профілю.

Першим продуктом такої угоди у серпні 2024 року стало проведення Клубом спільно з Малою академією наук Першої міжнародної літньої школи ім. Сергія Виноградського – Winogradsky International Summer School. Метою проєкту було створення сучасної комунікаційної платформи, де учнівська молодь змогла би поринути у вільне науково-творче спілкування, розвинути свої навички дослідницької роботи, самопрезентації, роботі в командах. Отримати надсучасну науково-популярну інформацію про стан розвитку світової науки безпосередньо від топових закордонних спікерів. Заглибитися в історію рідного краю та ознайомитися з науковою спадщиною вітчизняних вчених, відкриття яких визнані у світі.

Лекторами Школи стали професори, доктори наук, науковці, викладачі Малої академії наук України, бізнес-коучі, міжнародні академічні партнери ГС «Up To Future» з Великобританії, Німеччини, Франції, Чехії, Швейцарії та США.

Проєкт втілено за підтримки меценатів - родини професора медицини Миколи Гуменюка, Громадської спілки «Up To Future», Відділу освіти Гороδοцької ОТГ, Кафедри гігієни, соціальної медицини, громадського здоров'я та медичної інформатики Чорноморського національного університету ім. Петра Могили та Кафедри хімії та хімічної інженерії Хмельницького національного університету.

Висновки

Аналізуючи досвід клубної діяльності минулих років ми дійшли до наступних пріоритетних напрямів досліджень у вивченні та популяризації наукової і життєвої спадщини Сергія Виноградського в Україні в XXI сторіччі впродовж 2025-2033 рр., це, насамперед:

1. «Інвентаризація повного переліку наукових відкриттів і здобутків видатного вченого та моніторинг їх еволюції у сучасній науці.

2. Вивчення системного впливу відкриттів й досліджень українського генія природознавства на розвиток усього циклу сучасних природничих наук.

3. Послідовна ідентифікація наукових відкриттів видатного вченого , котрі об'єктивно генерують інноваційні міждисциплінарні технології у різних сферах життєдіяльності людини і є актуальними в процесі еволюції сучасних екосистем.

4. Експлікація ще нерозкритого фундаментального потенціалу відкриттів Сергія Виноградського, зокрема, в екологічній мікробіології та мікробіології ґрунтів, у становленні інституційних основ мікробіології сталого розвитку.

5. Оформлення згідно з чинним інтелектуальним правом належних дозволів і здійснення перекладу та видання фундаментальних академічних і автобіографічних праць Сергія Виноградського українською і англійською мовами для доступу наукових і громадських кіл до творчої спадщини генія природознавства.

6. Створення міждисциплінарного науково-дослідного зв'язку – Serhiy Winogradsky Research Network як екосистеми економічної мобільності, з метою ідентифікації та імплементації інноваційного потенціалу відкриттів Сергія Виноградського у сучасній практиці і природничих наук і сталого розвитку.

Впродовж 2025 року у нас, в цьому напрямі, є вже конкретні напрацювання, котрі знайшли своє відображення в черговому щорічному дослідницькому звіті Клубу, що незабаром побачить світ. Та це вже, надіємося, буде предметом обговорення наступних читань Виноградського, що відбудуться в наступному році.

Використані матеріали

1. Кривий П. (2023). Сергій Виноградський – академік, професор, дійсний статський радник. *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club* . К. : ТОВ «Вістка». С. 114-121.

2. Кривий П., Котлінський О. Життя і наукова діяльність Сергія Виноградського у Брі-Конт-Робер (Франція 1922-1953). (2023). *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club* . К. : ТОВ «Вістка». С. 158-169.

3. Гуменюк Г., Братчикова Ю., Горбань А., Кривий П. (2023). Дослідження спадщини Сергія Виноградського. Український погляд у XXI столітті. *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club*. К. : ТОВ «Вістка». С. 169-175.

4. Інноваційний музей на Хмельниччині G-museum. Social project «Winogradsky Club». (2023). URL: <https://gmuseum.org.ua/v.php?ix=winogradsky-club>.

СЕРГІЙ ВІНОГРАДСЬКИЙ – ГЕНІАЛЬНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ МІКРОБІОЛОГ. НЕЛЕГКИЙ ШЛЯХ ДО СВОГО ПОКЛИКАННЯ В НАУЦІ

КОМАРОВ Юрій

komarovurij334@gmail.com

учасник освітнього проєкту «Школа природничого напрямку (Winogradsky School)» Громадської Співки «Центр інновацій «Сходи в майбутнє» (UpToFuture), здобувач освіти 10-Б класу опорного закладу Городоцький ліцей №4 Городоцької міської ради Хмельницької області
Науковий керівник: ***КОТЛІНСЬКИЙ Олександр***, кандидат економічних наук, вчений секретар Winogradsky Club.

«Дороги, які ми вибираємо!» – назва оповідання відомого американського письменника О'Генрі, котре було опубліковано ще в 1910 році, стала крилатим висловом і набула глибокого філософського змісту. За цим фразеологічним зворотом криється пошук відповіді на одвічне питання, що хвилює молодь, особливо тих юнаків та дівчат, що завершують навчання в школі і стають на порозі самостійного життя: «ким бути»? Яку вибрати професію, що стала би покликанням на все життя, приносила як гарні статки, так і радість, задоволення від кожного прожитого дня?

Такі ж думки навесні 1873 року роїлися в голові 17-ти річного киянина Сергія Виноградського, випускника – золотого медаліста Другої київської гімназії. Його батько, Микола Виноградський, відомий в українській столиці юрист і банкір, а ще власник двох великих подільських маєтків (Городоцький і Кутковецький) наполіг, щоб син вступив на юридичний факультет Університету Св. Володимира, де вже навчався його старший син Олександр.

А що ж Сергій, як він віднісся до батьківської пропозиції? Скажімо

одразу. Він зовсім не переймався кар'єрою юриста. Тоді його єство заповонила музика. Отримавши в дитинстві першокласну домашню музичну освіту по класу фортепіано, Сергій й Олександр марили світовою славою піаністів-віртуозів і мріяли продовжити музичну освіту в Петербурзькій консерваторії (у Києві тоді було лише музичне училище). Та в Сергія було ще одне захоплення – природа. Кожного року він шкільні вакації проводив у Городоцькому маєтку. Мальовничі пейзажі неосяжних полів, романтична гущавина Макарова лісу зачаровували міського юнака. Траплялося, що Сергій верхи цілу добу проводив в городоцьких лісах. Заради справедливості варто зазначити, що це уподобання природи на генетичному рівні передалося йому від батька. Микола Костянтинович, перебуваючи в Києві, посадив великий сад, що дніпровськими кручами спускався до могутнього Славутича. Пізніше Сергій згадував, як батько з благоговінням знімав яблука, груші під час збору врожаю.

Та спочатку Сергію довелося прислухатися до батькової настанови і з 1 вересня 1873 року розпочати навчання на юридичному факультеті Київського університету Святого Володимира. «Став ходити на лекції якихось «прав»: римського, державного, ще якогось. Висиджував добросовісно впродовж мабуть місяця. Результат був плачевний – ніяк не міг розбудити в собі зацікавленість до цих прав... В кінці місяця вирішив перейти на фізико-математичний факультет, природниче відділення» [1, 2].

На цьому факультеті Сергій провчився три навчальних роки. Його багато що цікавило в цьому курсі, але дратувала відсутність належної елементарної гімназійної природничої освіти, а також те, що сама методика викладання предметів здійснювалася без вступу й логічної послідовності, без проведення дослідів і використання наочності (для прикладу, мікроскопу). Ці перепони перетворювали навчальний процес у втомливу й нудну процедуру. Та незважаючи навіть на такі обставини, Сергій по завершенню шостого семестру екзамену здав доволі легко.

В цей час у Києві активізувалося музичне життя. Спочатку в українській столиці запрацював оперний театр (1867 р.), а через рік, на базі музичної

школи, відкрили музичне училище. До Києва повернулися молоді професійні українські музиканти, піаністи-віртуози Григорій Ходоровський і Володимир Пахульський, вихованці відомого польського композитора, піаніста й музичного педагога Теодора Лешетицького. Сергій познайомився з Ходоровським і став відвідувати його уроки по класу фортепіано. Виступ Виноградського з сонатою Бетховена на річному іспиті приємно вразив Григорія Костянтиновича, і він порадив Сергію вступити на навчання до Петербурзької консерваторії до класу гри на фортепіано, заняття в якому проводив Лешетицький.

Сергій Виноградський, закінчивши три курси природничого відділення фізико-математичного факультету Київського університету, 11 вересня 1876 року за власним бажанням звільняється з Київського університету, а вже 16 вересня звертається до директора Петербурзької консерваторії Давидова Карла Юлійовича з наступною заявою: «Бажаю отримати повну музичну освіту і вибрав для спеціального вивчення гру на фортепіано, а тому покійно прошу зарахувати мене до числа учнів Консерваторії» [2].

Спочатку новоспеченому консерваторцю подобалося вчитися в цьому навчальному закладі. Він слухав багато музики, як не в Консерваторії, то на симфонічних концертах, до відвідування яких мав вільний доступ. Доволі відчутні успіхи в Сергія були з виконавською майстерністю. Сам Лешетицький (в його класі навчався Сергій) відзначав у нього високий рівень чутливості (*sensibilite*), котру професор вважав обов'язковою для музичного розвитку його школи. Та коли розпочалися заняття з теорії композиції, сольфеджіо, натхнення, творчий запал у Виноградського почав поволі зникати. До цього також додалися особливості характеру нашого героя як інтроверта, що негативно впливали на зближення Сергія зі студентським середовищем. «...Прийшлося переконатися і в тому, що музичний рівень консерваторця не має нічого спільного з його рівнем загального розвитку, який несподівано виявився набагато нижчим тодішнього мого скромного рівня. В результаті – відсутність всякого зближення зі середовищем» [2, 3].

Сергію Виноградському спадає на думку, що в його музичних здібностях відсутня «божа іскра», що його довершена в технічному плані гра на фортепіано – це результат не стільки його таланту («божого милості»), скільки невтомної праці. «Чи не вчинив я неприпустимої помилки, залишивши університет? – запитує він себе. В такій невизначеній ситуації вирішальну роль зіграв несподіваний від'їзд Лешетицького до Відня. «Про те, щоби після Лешетицького іти до іншого професора, для мене не могло бути й мови. Становище зрозуміле: сама доля випроваджує мене з Консерваторії і направляє знову до Університету...А так як навчальний рік почався давно, то, щоби не відкладати, поступаю туди вільним слухачем» [2].

Сергій Виноградський повертається до занять на природничому відділенні фізико-математичного факультету, але Петербурзького університету. Хоч з музикою він не пориває, але це захоплення залишається для нього як духовна потреба. Цікавий факт: 19 листопада 1877 році С.М. Виноградський отримав документ, в якому повідомлялося: «Свідectво видано колишньому учню Санкт-Петербурзької консерваторії Сергію Виноградському для подання в Санкт-Петербурзький університет і засвідчує те, що п. Виноградський, після свого вступу до Консерваторії, з вересня 1876 року по теперішній час, відрізнявся бездоганною поведінкою і ні в чому поганому не помічений» [2].

В університеті Виноградський захопився науковою діяльністю французького мікробіолога Луї Пастера й з притаманною йому скрупульозністю намагався відтворити його досліди.



Видатний французький мікробіолог Луї Пастер, II пол. ХХ ст.

Звернемося до «Літопису нашого життя». «Із французьких захопився працями Pasteur'a, завів його апарати, повторював його досліди, а так як крім мене пастерівською наукою (science Pasteurienne) ніхто не захоплювався ні в лабораторії Фамінцина, ні де не будь..., то я здобув деякий авторитет в цій області... Захопившись дослідженнями мікроорганізмів, я зосередився на темі «про вплив зовнішніх факторів на розвиток «*Mycoderma vini* (грибок, що росте тонкою плівкою на поверхні вина й спиртових рідин)» [2].

В даному випадку варто зупинитися більш детальноше на цьому дослідженні, адже це був перший досвід наукової роботи молодого Виноградського, котра багато в чому інспірована працями Пастера. «Дріжджі *Mycoderma vini* (так звана «цвіль вина», по сучасній номенклатурі – *Candida vini*), що розвивається на поверхні вина, були замальовані й описані в деяких працях Пастера, виділені ним «у чистому вигляді». Пастером були вивчені основні особливості фізіології цього організму, а також його взаємовідносини з оцтовокислою бактерією (*Acetobacteraceae*), так званою «оцтовою цвіллю»...

«...Дослідження студента Виноградського стали безпосереднім продовженням праць великого французького вченого й були присвячені впливу органічних речовин і низки мінеральних солей на розвиток і морфологію *M. vini*... Виноградський проводив експерименти з чистою (тобто отриманою з однієї клітини) культурою дріжджів...» [2].

З.А. Ваксман у своїй книзі «С.М. Виноградський: його життя і діяльність. Історія великого бактеріолога» так описує відгуки на це дослідження Виноградського: «Підсумки результатів першої серії досліджень були розглянуті на засіданні ботанічного відділення університету 25 грудня 1883 року. Ботанік Бородін (Іван Парфенійович Бородін, відомий ботанік, академік, професор університету), який був присутній на цьому семінарі, представив резюме доповіді в *Botanisches Centralblatt* і додав коментар: «Я захоплююся чистотою культури, наданою доповідачем із лабораторії Фамінцина» [3].

Для Сергія Виноградського геніальний французький вчений став духовним Учителем. Значно пізніше Сергій Миколайович не випадково свій

перший закордонний період життя розпочне зі Страсбурзького університету, професором хімії якого був з 1849 по 1854 роки Луї Пастер.

Цікавий факт: «Вислів «Пастерівська наука» використовується С.М. Виноградським не випадково. В чернетках до «Літопису» він згадує праці Пастера, присвячені дослідженню мікроорганізмів пива, оцту, вина: «Не дивно, – пише С.М. Виноградський, – що в моїй бібліотеці перше місце зайняли праці Пастера, котрі тоді були новинкою: «Etudes sur la biere, « Etudes sur le vinaigre» «Etudes sur le vin»... стали моїми улюбленими книгами» [3].

Після завершення навчання в університеті у 1881 році, двадцятип'ятирічний Виноградський, який Радою Імператорського Санкт-Петербурзького університету визнаний гідним вченого ступеня кандидата і «зарахований до університету для підготовки до професорського звання» [1] (зрозуміло, бездарним студентам такі пропозиції не пропонували).



Сергій Виноградський, кінець 1880-х рр.

Та здобуття професорського звання, «а потім читати лекції, роками... в обтяжливих ... умовах в Петербурзі» [3] не приваблювала новоспеченого університетського випускника, який мріяв стати новим Луї Пастером. Хоча на ту пору професорська робота гарно оплачувалася в такому елітному вищому навчальному закладі, як імператорський Петербурзький університет. Тим більше, що до успадкування Городка довелося чекати більше 10-ти років, а Сергію Миколайовичу, який на той час був одруженим, батьком однорічної доньки Зіни, потрібно було шукати засоби існування на утримання сім'ї.

У своїх спогадах Виноградський ділиться міркуваннями щодо тодішнього питання вибору: «є начебто потяг до науки». Тому він не готується до захисту професорського звання (перший крок – це підготовка й захист магістерської дисертації), а обирає присвяту науці: «з молодих я один собі штопаю «пастерівську науку» в лабораторії свого наукового керівника А.С.Фамінцина. «Сам Андрій Сергійович, зайнятий своєю книгою «Обмін речовин і перетворення енергії в рослинах» майже там не бував. Здебільшого, я крутився в ній (лабораторії) в повній самотності» [1].

Цікавий факт: «В дипломі, виданому Петербурзьким університетом 30 листопада 1881 року повідомлялося: «Рада Імператорського Санкт-Петербурзького університету при цьому оголошує, що Сергій Миколайович син Виноградський, 25 років від роду, православного віросповідання, зарахований до числа студентів цього університету 16 листопада 1877 року, прослухавши повний курс наук по Природничому розряду Фізико-математичного факультету, показав на іспитах наступні знання: з анатомії людини, фізіології тварин, зоології, мінералогії, ботаніці й фізиці – відмінні; хімії, фізичній географії і французькій мові – хороші, богослов'я – достатні, за які Фізико-математичним факультетом, при наданні дисертації, визнаний гідним ученого ступеня кандидата і ... затверджений в цьому ступені...» [1].

Та ця юнацька самовпевнена самотність, брак досвіду в його перших кроках на шляху науковця-дослідника, і, що головне, відсутність справжнього порадирика-наставника, який зміг би «одушевити, направити» [2] у правильному напрямку, зіграли з Виноградським злий жарт. Його охопило розчарування здійснити кар'єру науковця-дослідника в стінах університету. Несподівано він подумав, а чи не повернутися до Городка, адже «там у Городку так давно гарно живеться! Невже мені там не можна влаштуватися для життя й практичної роботи? А наукову я там буду продовжувати сам один, як і в Петербурзі, влаштувавши лабораторійку. Така ідея жити цілий рік у селі, працювати по господарству, не залишаючи своєї науки, мене, можна сказати, зачарувала» [1]. Настрій: покинути Петербург і переїхати до подільського

містечка посилювався й тим, що дружина, Зінаїда Олександрівна, знаходилася на четвертому місяці вагітності.



Містечко Городок, I пол. ХХ ст.

Влітку 1881 року молоде подружжя Виноградських повернулося до Городка. Та цим планам С.М. Виноградського збутися не судилося. Від господарських справ у маєтку молоде подружжя відразу ж відсторонила мати, Наталія Вікторівна, зі своїм новим чоловіком, Карлом Фішманом, давши зрозуміти, що вони в Городку тимчасово, «...гості на літній сезон. Але як постійні мешканці ми небажані» [1, 2].

Невдалим виявився задум проводити дослідницьку роботу в облаштованій нашвидкоруч лабораторії. «Влаштував собі щось подібне до кабінету для роботи з мікроскопом і намагався розпочати хоч якісь систематичні студії. Але ці спроби в таких первісних умовах ні до чого не приводили». Єдине, що домоглися Виноградські у Городку, то це досить глибоко дослідити місцеву флору. «Збирали рослини по полях, лісах, лугах, визначали, складали гербарій. Зіна не тільки за компанію, а свідомо зацікавилася і захопилася цими флористичними заняттями. Визначала вона майстерно, часто мимохідь, одними пальцями, без лупи і голок вона розпластувала найдрібніші суцвіття, наприклад, злаків, взагалі складних для визначення. Всю місцеву флору вона знала чудово» [1].

Невдоволений, що задум стати водночас сільським поміщиком і науковцем-дослідником у подільському містечку не вдався, Виноградський,

вже вкотре, змінює свої життєві плани. «Вернутися рішуче у Петербург, комфортно влаштуватися, «зарахуватися» до університету, магіструватися – така була програма, прийнята на наступний академічний рік» [2].

Та Сергій Миколайович не міг знати, які випробування чекають на нього та дружину на шляху до професорського звання у Петербурзькому університеті в 1883–1884 роках. Ті роки для подружжя були сповнені драматичних, навіть більше, трагічних подій.

Виноградський інтенсивно працював в університеті над магістерською дисертацією. «Ставив собі «уроки», набирався знань в посиленому темпі; стільки часу пропало даремно, необхідно ж було магіструватися до кінця року, для чого вимагається опрацювати головні літературні джерела, і таке інше. І ось, після денної роботи, просидів за письмовим (столом), поки не було дві години ночі, лягав, але потім не міг заснути» [1].

Тим часом дружина у 1883 році народила третю доньку Тетяну і невдовзі знову завагітніла. Та ця вагітність закінчилася трагічно – аборт. Після цього інциденту Зінаїда Олександрівна захворіла: спочатку підозрювали тиф, потім септичну лихоманку. Хвороба супроводжувалася глибоким психічним розладом. Лікування затягнулося більш як на рік.

Коли ж справи зі здоров'ям дружини стали покращуватися, то Сергій Миколайович «згадав і про свій магістерський екзамен... Головний предмет – ботаніка – був витриманий; додатковий – хімія, ще ні. Довелося взятися за підручник без всякого бажання і з тиждень помучитися. Коли ж він відбувся у вигляді простої формальності, з полегшенням перевів подих: останній! Більше не буде! Удостоївся бути магістрантом. Для отримання вченого ступеня (доктора) буде потрібна ще одна і друга дисертації. Та про них і думати я не хотів».

Для завершення курсу реабілітації Зінаїди Олександрівни Виноградські поїхали до Криму (Ялти), де знаходилися з листопада 1884 по квітень 1885 року. Під час відпочинку подружжя не гаяло часу, і на чудовій ялтинській дачі, серед мальовничої кримської природи «на першому місці... була «лабораторія».

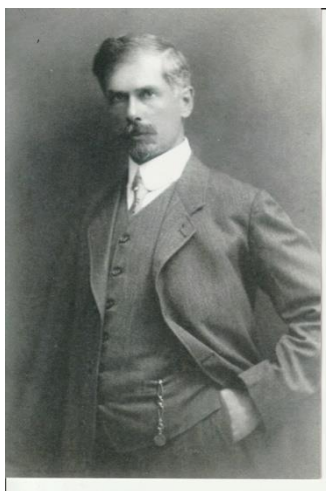
Розвантаживши отримані ящики, влаштував її в одній із кімнат просторої дачі. Хоча у мене був мікроскоп, але я з нетерпіння чекав на іншого, замовленого мною ще в Петербурзі, фірми Zeiss, Iena, вже тоді найбільш відомої. З отриманням його почалася щоденна робота з мікроскопом над морфологією клітини. І це вдвох, із Зіною, щоденно по 4-5 годин» [1].

Як бачимо, хоч на цей час Виноградський і схилявся до професорської кар'єри, та гени експериментатора, дослідника не давали йому спокою. Коли ж подружжя під кінець весни 1885 року повернулося з Ялти до Городка, то в душі Сергія Миколайовича знову заворушилися приглушені мрії, надії щодо шляху науковця. Цьому, як не дивно, посприяв настрій Зінаїди Олександрівни, яка хоч і повеселішала після хвороби, але «часом ставала мовчазною і замисленою. А коли запитували, в чім справа, то відповідала: «Хочу вже чогось конкретного, визначеного, тобто доволі тимчасового стану, час до дітей, щоб жити сім'єю» [1].

Дружина дійсно мала рацію. Адже як мати, вона хвилювалася за сім'ю, дітей, які не бачили подовгу батька й матері, за їхній добробут, а тут у чоловіка навіть немає постійного місця проживання. Чоловік, опора, голова сім'ї, ще до цього часу не знав куди й ким йому працювати. Така ситуація до певної міри підштовхнула Сергія Миколайовича до ухвалення доленосного рішення. «Про повернення до Петербурга і мови не могло бути. Зовсім зблідла для мене академічна кар'єра на тодішній руський лад! Екзамени закінчені, тепер шкрябати і захищати дисертації – магістерську! Докторську! – потім читати який-небудь курсик із року в рік одне і теж, маючи у розпорядженні якусь жалюгідну подобу лабораторії для дослідницької роботи, а то й і цього ні. Чи не податися до Німеччини, подивитися, яка там обстановка із наукою, і якщо вона здається привабливою, то влаштуватися там надовго в статусі приватного ученого (Privatgelehrter) без кар'єрної мети і не заради наукових ступенів, на які махнути рукою [3].

Цікаві мотиви Сергія Миколайовича, чому саме він вирішив удосконалити свій фах мікробіолога за кордоном. Причиною від'їзду

Виноградського до Німеччини, на думку академіка АН УРСР Бориса Ісаченко, була безперспективність розвитку мікробіологічної науки в Росії. Виноградський так пише про це у своїх мемуарах: «Вчення про роль мікроорганізмів у повсякденному житті і явищах природи, що отримало обґрунтування в працях Пастера, не знайшло ще в тодішній офіційній Росії визнання. В університетах мікробіологія не викладалась, дослідницьких мікробіологічних лабораторій не існувало» [3].



Сергій Виноградський, 1890-ті рр.

Таким чином, С.М. Виноградський у своїй мікробіологічній діяльності рішуче повернув на тернистий шлях вченого-дослідника, експериментатора. Попереду на нього чекали університети Страсбурга, Цюриха, лабораторія у Брі-Конт-Робер, відкриття епохального явища хемосинтезу в мікроорганізмах, дослідницька діяльність у сфері фіксації азоту вільноживучими бактеріями, заснування нових галузей науки – ґрунтової та екологічної мікробіології.

Список використаних джерел

1. В гармонії неба і землі. (2013). *Фільмотека Леоніда Філонова*. URL: https://youtu.be/G_5UxIKi5zc.
2. Родина видатного мікробіолога. (2021). *Вісник G-Club. Альманах*. Вип. 1. Городок : 154 с.
3. Waksman S.A. (1953)/ Sergey Vinogradsky: his life and work, the story of a great bacteriologist. *Rutgers University Press*. New Brunswick. New Jersey. 150 p.

ЖИТТЄВИЙ ШЛЯХ СЕРГІЯ ВІНОГРАДСЬКОГО (1856-1953)

ІВЧЕНКО Станіслав

Ivchenkostas9@email.com

здобувач освіти 623 групи (спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Психологія) природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка

Сергій Миколайович Виноградський (1856–1953) – один із найвеличніших мікробіологів світу, вчений, який започаткував кілька ключових напрямів у біології. Його відкриття хемосинтезу та дослідження ґрунтової мікрофлори стали основою для сучасної біогеохімії, екологічної мікробіології, а також вплинули на розвиток агрономії, екології та навіть космічної біології. Його життєвий шлях демонструє приклад невтомного пошуку істини, поєднання фундаментальних досліджень з прикладною користю [4].

Народився 23 листопада 1856 року в місті Київ у родині шляхтича Миколи Івановича Виноградського. Освіта у родині мала пріоритетне значення: майбутній вчений з дитинства вивчав іноземні мови, математику, хімію, біологію. Його навчання проходило спочатку у Київському університеті на фізико-математичному факультеті, але у 1875 році він перейшов до Санкт-Петербурзького університету, де продовжив спеціалізацію з природничих наук [1, 2].

Після завершення університету Виноградський працював у Ботанічному саду Санкт-Петербурга, де вивчав водорості, але поступово його інтерес зміщувався до світу бактерій. У 1885 році він виїхав до Франції, де отримав місце у знаменитій лабораторії Луї Пастера. Так розпочався період інтенсивних досліджень, результатом яких стало відкриття Виноградським хемосинтезу – процесу, за якого деякі мікроорганізми здатні утворювати органічні речовини не завдяки фотосинтезу, а за рахунок хімічної енергії окиснення неорганічних сполук. Це відкриття стало науковою сенсацією і докорінно змінило уявлення про можливі джерела життя на Землі.

У 1887–1889 рр. Виноградський вивчав сіркобактерії роду *Beggiatoa*, які

живуть у середовищах з високим вмістом сірководню. Він довів, що ці бактерії не просто виживають у таких умовах, а відіграють активну роль в очищенні середовища, перетворюючи токсичний сірководень у безпечні форми. Це було першим підтвердженням важливості бактерій як екосистемних регуляторів [3].

Його наступне дослідження у 1890–1891 рр. зосереджувалося на нітрифікуючих бактеріях. До цього вважалося, що нітрифікація – єдиний процес, здійснюваний одним видом бактерій. Виноградський довів, що нітрифікація відбувається у два етапи: спочатку амоніак перетворюється на нітрити бактеріями роду *Nitrosomonas*, а потім – на нітрати за участі бактерій роду *Nitrobacter*. Це відкриття мало величезне значення для розуміння циклу нітрогену, агрономії, очищення стічних вод та охорони довкілля [4].

У 1892 році Виноградський вперше офіційно використав поняття «хемосинтез», що стало ключовим поняттям у мікробіології та геохімії. Його теоретичні положення лягли в основу пояснення життя в екстремальних середовищах – глибоководних гідротермальних джерелах, підлідних озерах Антарктиди, імовірного життя на Марсі або супутниках Юпітера (Європа). Виноградський по суті створює базу для астробіології ще в XIX столітті.

У 1892 році Харківський університет удостоїв Сергія Виноградського звання почесного доктора ботанічних наук (*honoris causa*) – як визнання його визначного внеску у розвиток мікробіології та екологічної ботаніки. На той час Виноградський уже прославився відкриттям хемосинтезу та дослідженням нітрифікуючих бактерій, що стали революційними для розуміння кругообігу речовин у природі. Харківський університет, один із провідних освітніх центрів України, став першим, хто відзначив його досягнення такою високою науковою відзнакою [1].

Упродовж 1895–1905 років Виноградський працює у Німеччині, зокрема в місті Бреслау (тепер Вроцлав, Польща), де він викладає, веде лабораторні дослідження, готує молоду наукову зміну. Тут він впроваджує принципи природної екології до мікробіології: вивчення бактерій не в ізоляції, а у взаємодії з середовищем.

У 1902 році Сергія Виноградського обрали кореспондентом Паризької академії наук – однієї з найпрестижніших наукових установ світу. Це стало міжнародним визнанням його новаторських досліджень у галузі мікробіології, зокрема відкриттів у сфері хемосинтезу, нітрифікації та ролі мікроорганізмів у біогеохімічних циклах. Обрання до Академії підтвердило авторитет Виноградського як одного з провідних учених свого часу.

У 1903 році Сергій Виноградський був обраний членом-кореспондентом Національного товариства агрономії в Парижі. Це стало визнанням його вагомого внеску у розвиток агрономічної науки, зокрема досліджень мікроорганізмів, що впливають на родючість ґрунтів і колообіг азоту. Його роботи мали велике практичне значення для сільського господарства, особливо в контексті раціонального використання ґрунтових ресурсів.

У 1913 році виходить його фундаментальна монографія «*Microbiologie du sol*», де вперше систематизовано знання про ґрунтову мікрофлору. Ця книга стала світовим орієнтиром для вчених, які займалися сільським господарством, екологією, хімічною промисловістю [6].

У 1922 році Сергій Виноградський став головним спеціалістом Лабораторії мікробіології Сільськогосподарського інституту Пастера в Брі-Конте-Робер (департамент Сена і Марна, Франція). На цій посаді він продовжив свої фундаментальні дослідження ґрунтових мікроорганізмів, зосереджуючись на їхній ролі в агрономічних процесах. Його наукове керівництво сприяло розвитку прикладної мікробіології та вплинуло на подальші підходи до вивчення родючості ґрунтів у європейському сільському господарстві. Невдовзі Академія наук СРСР обрала Сергія Виноградського почесним членом. Це стало рідкісним прикладом того, як вченого, який багато років жив у «науковій тиші», все ж визнають за його справжній внесок у науку. До самої смерті Виноградський продовжував листуватися з провідними мікробіологами світу, консультував молодих дослідників, публікував замітки у фахових журналах.

У 1924 році Сергія Виноградського обрали членом Інституту Пастера зі званням *Associé étranger de l'Académie des Sciences*

Помер Сергій Миколайович Виноградський 24 лютого 1953 року у віці 96 років у місті Брі-Конте-Робер, Франція [3].

Життя і науковий шлях С.М. Виноградського – приклад поєднання глибокої ерудиції, наукової інтуїції та гуманістичного підходу. Його дослідження не лише дали людству знання, а й стали основою для вирішення практичних проблем людства у сфері харчування, екології, енергетики та охорони довкілля. Його ідеї залишили слід у всіх напрямках природничих наук. Сьогодні його ім'ям названо наукові центри, лабораторії, його постать згадується поруч з Пастером, Кохом, Мечниковим.

Список використаних джерел

1. Гуменюк Г., Кривий П., Братчикова Ю. (2023). Сергій Виноградський – великий українець. *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club*. К. : ТОВ «Вістка». С. 21-26
2. Кривий П.А. (2001). Дитинство і юність Сергія Миколайовича Виноградського.. *Вісник G-Club. Альманах*. Вип. 1. Городок.С. 9–27.
3. Мацелюх Б. П. (2008). Сергій Виноградський – вчений і людина [в:] Сергій Миколайович Виноградський і Городоччина. Збірник матеріалів 2-ї Городоцької науково-краєзнавчої конференції : «Городок – історичні перспективи». *Погляд в минуле і майбутнє*», Бедрихів край, Городок. 22 с.
4. Скрипаль І. Г. (2005). Виноградський Сергій Миколайович. *Енциклопедія Сучасної України* [Електронний ресурс] / редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України. URL: <https://esu.com.ua/article-34092>
5. Шендеровський В. А. (2016). Мікробіолог світу – Сергій Виноградський (до 160-річчя від дня народження). *Світогляд*. № 11 (5). С. 36-41.
6. Waksman S .A. (1953). Sergey Vinogradsky: his life and work, the story of a great bacteriologist. Rutgers University Press. New Brunswick. New Jersey. 150 p.

СЕРГІЙ ВІНОГРАДСЬКИЙ: ЖИТТЯ В ЕМІГРАЦІЇ

ЗАВОРОТЬКО Анастасія

Nastya.zavorotko@gmail.com

здобувачка освіти 632 групи (спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Початкова освіта) природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка

У 1910 р. С. М. Виноградський залишив офіційну роботу і оселився в Україні у своєму родинному маєтку на Хмельниччині в містечку Городок. Нобелівський лауреат Зельман Ваксман про таке рішення свого учителя писав: «... він тужив за рідною Україною і за її безмежними степами і сухим повітрям, де люди зберегли ще певне відчуття волі» [8].

Він став дбайливим і ефективним господарем своєї землі, на користь і добро широких околиць Городка. Але почалася Перша світова війна і родина С. М. Виноградського розсипалася по всіх усядах: сам він опинився на віллі «Пті Крет» у Швейцарії, дружина залишилася в Києві, дочки працювали десь медсестрами, а зять був у війську. У 1917 р. маєток вченого спіткала притаманна тим руйнівним часам доля: більшовики знищили його дощенту, так само як і збудований С. М. Виноградським цукровий завод та електростанцію. Про це свідчать його щоденникові записи: «Будинок знесено. Немає його більше. Вічна йому пам'ять, як дорогому покійнику. Разом із ним розтягнута ферма та оранжерея. Зникла, значить, вся садиба» [6]. Тому того ж року С. М. Виноградський перебрався до Одеси. Писав гострі публіцистичні праці в білогвардійських газетах «Єдина Русь» та «Південне слово», зокрема «Етюди про більшовизм», «День мирного повстання» і «Царство ревідів» (рев[олюційних] ід[іотів]) [6]. В одному зі своїх памфлетів 1919 р. Виноградський дав безпомилкову характеристику більшовицькому режиму, визначивши його місце як «звалища в історії для великих злочинів проти людства».

На початку січня 1920 р., коли більшовицькі орди підступили до Одеси, С. М. Виноградський назавжди покинув батьківщину. Це було зроблено вчасно,

більшовицька влада не встигла його заарештувати, хоча відповідне розпорядження вже було. Причиною переслідування вченого могло стати як ставлення більшовиків до аристократії загалом, так і до поміщицької касті зокрема, представником якої був Сергій Миколайович. Крім того, свою роль могло зіграти і походження С. М. Виноградського, адже він був потомком славетного гетьманського роду Скоропадських [3].

12 січня 1920 р. С. М. Виноградський сів на французький військовий корабель «Дюмон-Дюрвиль», на якому за сприяння французького консула йому виділили місце як члену-кореспонденту Французької академії наук (С. М. Виноградський був дійсним членом-кореспондентом Французької Академії наук від 10 березня 1902 р.), що прямував до Марселя [5].

Так розпочались його еміграційні поневіряння...

Першою зупинкою був Константинополь (Стамбул), потім Марсель, далі – Швейцарія, Кларенс. У 1921 р. С. М. Виноградський переїхав до Белграду – столиці новоствореного Королівства Сербів, Хорватів і Словенців. В лютому 1922 р. йому від керівництва сільськогосподарського факультету Белградського університету надійшла пропозиція щодо надання згоди на обрання його професором факультету. А 15 лютого 1922 р. він отримав повідомлення від ректора університету про те, що наказом його Величності Короля від 5 січня він обраний ординарним («рядовим») професором Белградського університету. Однак С. М. Виноградський відмовився від читання лекцій через те, що на факультеті не було відповідних навчальних посібників і можливості надати йому необхідного наукового обладнання для демонстрації студентам відповідних дослідів. І 14 лютого написав листа директору Інституту Пастера Емілю Ру з пропозицією власних послуг: «...Я б не хотів робити жодного рішучого кроку, не постукавши, як кажуть, у її (Франції) двері. У мене таке відчуття, що я виявлюся доречнішим у вашій країні, чи також у Швейцарії, ніж деінде. І ось я підходжу до мети, чи не скажете ви мені відверто свою думку про можливість оселитися нині у Франції, щоб продовжити свої дослідження...» [8].

П'єр-Поль-Еміль Ру (1853–1933 рр.) – французький бактеріолог, відомий своїми роботами, присвяченими дифтерії та правцю і співпрацею з Луї Пастером з розробки вакцин. У 1878 р. Ру розпочав працювати в його лабораторії при Паризькому університеті, а ще через декілька років, закінчивши університет, здобув науковий ступінь. Займався розробкою методів, що використовуються у розробці вакцин проти таких небезпечних захворювань, як холера птиці, сибірська виразка, сказ тощо. У 1887 р. Еміль Ру став науковим співробітником щойно створеного Інституту Пастера [1].

Еміль Ру відповів С. М. Виноградському 23 лютого із запрошенням зайняти посаду завідувача агробіологічного відділу цього інституту: «Дорогий пане Виноградський. Мої колеги і я будемо вдячні Вам, якщо Ви зволите приїхати і співпрацювати в Інституті Пастера. Озброївшись багажем Ваших великих наукових знань, Ви зможете продовжувати Ваші блискучі дослідження без всяких прикрощів. Ми будемо щасливі бачити в своїх рядах, у своєму середовищі не тільки Мечникова, а й Виноградського. Для нас Ви будете метром в області ґрунтової мікробіології. Незважаючи на труднощі цього часу, ми Вас влаштуємо в лабораторії і в умовах, гідних Вас. Я сподіваюся, Ви зможете незабаром підтвердити Ваші слова про свою згоду. Прошу Вас прийняти запевнення у моїй відданості» [3]. На той час Інститут Пастера був центром мікробіології в Європі, і запрошення до роботи в ньому для С. М. Виноградського стало великою честю і позбавленням від повоєнного лихоліття.

Із Белграда до Парижа С. М. Виноградський прибув у липні 1922 р., зупинився неподалік Інституту Пастера, чекаючи, коли Ру обере місце за межами Парижа, де могла б проживала сім'я С. М. Виноградського, та могла б розміститися лабораторія, в якій би він міг працювати. У пошуках такого місця влітку Ру разом з С. М. Виноградським подорожували на автомобілі паризьким регіоном, і 1 серпня 1922 р. за 30 кілометрів від Парижа виявили підходящий маєток площею 12 га у Брі-КонтРобер – маленькому містечку з 2700 мешканцями. У маєтку ніхто не жив після смерті його власниці. Маєток складався з особняка ХІХ ст., старого фермерського будинку з ганком і окремо

розташованої будівлі початку ХХ ст., прикрашеної мозаїчним фризом, незвичним для цього регіону. У «Хроніці нашого життя» С. М. Виноградський так описував своє перше знайомство з цим куточком французького Брі: «...побачивши покинутий, але чудовий особняк, що належав інституту, ми вирішили заснувати там філію лабораторії сільськогосподарської мікробіології, обладнавши для цього один з двох павільйонів під лабораторію, а інший залишити під житлове приміщення. Останнє було заповнене всілякими меблями, домашнім начинням, шафами з дамськими сукнями, капелюшками та білизною, робочими столами з гудзиками, нитками та вишивкою. У нас склалося враження, що мешканці щойно покинули свої будинки, залишивши все як є...»[2]. Окрім того, дивлячись на фасад головного будинку, С. М. Виноградський з подивом помітив, що симетричний зовнішній вигляд навколо центрального корпусу з низьким дахом нагадує силует набагато масивнішого будинку з його колишніх володінь біля Городка.

Як колишній землевласник, С. М. Виноградський одразу оцінив потенціал землі, що оточувала цей будинок: «...Я почав ходити по Брі-Конт-Робер. Я ходив парками та старими лісами, багато сухостою (берести), старих викривлених фруктових дерев. Я планував, як це все прибрати, все спиляти чи викорчувати, посадити. Ось тут і знадобився мій садівничий та лісовий досвід. Я зацікавився, згадав свою роботу у місті. Чи не послала мені доля якийсь ерзац на подібні Городка?!» [2], «...парк, чудова тиша, відчуття повного «вдома», атмосфера життя у знайомій обстановці, в улюбленому селі – це особлива милість долі. Будинок швидко упорядкували, найняли садівника і розпочали роботи з обладнання другого павільйону під лабораторію», «...в зимовий період ми доглядали сад і парк. Дикі лісові чагарники косили, орали та рекультивували. У парку налічувалося понад сотню мертвих в'язів, які були зрубані та продані кілками (в колодах). Було зібрано кілька тисяч франків. Старі покручені груші та яблуні викорчували. Протяжність і вдале планування стін, що оточують садибу з північного боку, стали приводом для великого проекту з суцільної висадки яблунь і груш кращих сучасних сортів» [2].

Урочисте відкриття лабораторії відбулося 27 травня 1923 р. в день святкування 100-річчя з дня народження Луї Пастера. Так, в останній французький період життя з 1923 по 1953 рр., Інститут Пастера та особисто Еміль Ру посприяли поверненню Виноградського до великої науки.

В лабораторії С. М. Виноградський розпочав розробку нових методів дослідження ґрунтової мікробіоти, екологічного напрямку в дослідженнях мікробіології ґрунтів, вивчення фізіології представників ґрунтової мікробіоти. Його цікавили не лише питання морфології і фізіології ґрунтових мікроорганізмів в умовах чистих культур, що також було необхідно, але й дослідження їх в природних умовах, у взаємодії з різноманітними факторами довкілля.

У 30-х роках С. М. Виноградський знову повернувся до дослідження різноманітності нітрифікаторів і значно розширив дві вже відомі на той час групи нітрифікуючих бактерій. Також займався дослідженнями хімізму процесу азотфіксації. Він багато писав і публікував критичні огляди як щодо загальноприйнятих в мікробіології, так і нових оригінальних методів досліджень. Найважливіші концепції ґрунтової мікробіології найповніше сформульовані С. М. Виноградським у доповіді на I Міжнародному мікробіологічному з'їзді, що відбувся у Парижі у 1930 року. Вони фактично свідчили про створення нового напрямку науки – екології мікроорганізмів. Цій самій темі була присвячена і програмна доповідь С. М. Виноградського на I Міжнародному з'їзді франкомовних мікробіологів, що відбувся у Парижі у 1938 року, і мала назву «Екологічна мікробіологія – її основи і метод». Ця доповідь стала своєрідним науковим заповітом. С. М. Виноградський згадував: «На цей раз, ймовірно, останній, я вирішив *frapper un grand coup* – резюмувати сутність моєї наукової діяльності: вихідний пункт, розвиток, головні результати, роль в історії мікробіологічної науки, починаючи з пастерівської ери, нарешті, вплив, який вона зробила на дослідження грандіозних мікробіологічних процесів у природі. В результаті моїх робіт створилася нова гілка мікробіологічних наук, яку я назвав *Microbiologie oecologique* і їй покладено надійну основу. Текст цієї

останньої в житті Виноградського доповіді склав згодом заключний розділ його монографії «Мікробіологія ґрунту», в якій він підвів підсумки своєї більш ніж 60-річної наукової діяльності [7].

У 1924 р. Французька академія наук запросила його стати «іноземним членом». Ще раніше Англійське Королівське товариство також прийняло його як «чужоземного члена». Зважаючи на великий міжнародний авторитет С. М. Виноградського, у 1923 р., попри його гетьманське походження, еміграцію та критичне ставлення до радянської влади, яку він визначав як «звалище в історії для великих злочинів проти людства» (статті «Етюди про більшовизм», «День мирного повстання», «Царство ревідів», надруковані у 1919–1920 рр. у Одесі в білогвардійських газетах «Єдина Русь» та «Південне слово»), він був обраний почесним членом Російської академії наук (АН СРСР). І це унікальний випадок в історії цієї установи [3].

Останні роки життя С. М. Виноградського були нелегкими. У вересні 1939 р. померла його дружина. У цьому ж році розпочалася друга світова війна, яка обірвала його зв'язки з сім'єю доньки Катерини, яка проживала поблизу Варшави. Під час німецької окупації Франції наукові дослідження проводити було неможливо через відсутність нормальних умов праці (не було опалення, реактивів, газу тощо), тож С. М. Виноградський багато писав, аналізував своє наукове життя. У цьому йому допомагала донька Олена. У 1949 р. Сергій Миколайович завершив рукопис своєї знаменитої монографії «Мікробіологія ґрунту. Проблеми і методи». Проте видати її на той час виявилось не просто. Ні Інститут Пастера, ні Французька Академія Наук не мали коштів на придбання паперу і друк. Видати монографію допоміг Зельман Ваксман. Він звернувся до Американської Національної Академії Наук із проханням виділити необхідні кошти, а коли папір був уже у Франції, перераховав свій гонорар за відкриття стрептоміцину за друк монографії. Зі спогадів Зельмана Ваксмана: «...я не міг уявити собі нічого кращого, як використати ці фонди для публікації праці визначного мікробіолога» [8]. Науковий світ побачив монографію у 1949 р., і ця подія мала неабиякий резонанс, оскільки в монографії були цілісно

представлені напрями і результати досліджень вченого.

Остання зустріч Ваксмана і Виноградського відбулася у 1950 р. На той час здоров'я С. М. Виноградського вже було дуже слабким. Він доживав свій вік на чужині, у крайній бідності, тож Ваксман іноді надсилав посилки його дочці, щоб хоча б трохи підтримати свого старого доброго друга і учителя.

Сергій Миколайович Виноградський прожив у Франції понад 30 років, де й знайшов спочинок 24 лютого 1953 року.

На вшанування Сергія Виноградського у 2006 р. у Франції відбувся симпозіум: «Серж Виноградський сьогодні». Мета заходу полягала в тому, щоб показати фундаментальну роль, яку сьогодні відіграють відкриття великого мікробіолога у розвитку новітніх технологій у галузі очищення стічних вод, у трьох основних розділах:

- презентація стану сучасних технологій з використанням досліджень та відкриттів Сергія Виноградського;
- об'єднання спеціалістів з дисциплін з використанням досліджень та відкриттів Сергія Виноградського (довкілля, питна вода, стічні води, сучасна бактеріологія, сільське господарство та ін.);
- результат симпозіуму є даниною поваги Сергію Виноградському з нагоди 150-ї річниці від дня його народження, першовідкривачеві Автотрофії в Страсбурзі та члену Інституту Пастера з 1922 по 1953 рр., який помер і похований у Франції» [4].

У 2006 р. на пропозицію професора історії міста Брі-Конт-Робер та муніципальних радників місто вирішило назвати його ім'ям нову дорогу, безпосередньо навпроти будинку та лабораторії, де жив і працював С. М. Виноградський упродовж 30 років [1].

Слід зазначити, що Франція ніколи не мала претензій називати Сергія Виноградського французьким мікробіологом. Сергій Виноградський є видатним українським науковцем, який змушений був жити і творити на чужій землі. Але він пильно стежив за науковим життям на батьківщині, допомагав вітчизняним вченим порадами і консультаціями. Він любив Україну і мріяв

відвідати місце своєї юності та становлення як вченого, але стан здоров'я не дозволив йому це зробити [6].

Список використаних джерел:

1. Залуцький П. (2023). Вплив видатних французьких науковців – Луї Пастера та Еміля Ру – на науковий шлях Сергія Виноградського. *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club* . К. : ТОВ «Вістка». С. 123–127.
2. Кривий П., Котлінський О. (2023). Життя і наукова діяльність С.М. Виноградського у Брі-Конт-Робер (Франція, 1922-1953 рр.). *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club* . К. : ТОВ «Вістка». С. 158–169.
3. Мацелюх Б.П. (2008). Сергій Виноградський – вчений і людина [в:] Сергій Миколайович Виноградський і Городоччина. Збірник матеріалів 2-ї Городоцької науково-краєзнавчої конференції «Городок – історичні перспективи. Погляд в минуле і майбутнє», Бедрихів край, Городок. С. 15–22.
4. Пісшачик М. Віднайдена спадщина. Спільна спадщина. *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club* . К. : ТОВ «Вістка». С. 54-61.
5. Руда С. П. Сергій Миколайович Виноградський (до 150 річчя від дня народження). *Наука та науковознавство*. № 4. С. 104-107. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/49634/15-Ruda.pdf?sequence=1>.
6. Шендеровський В. А. (2016). Мікробіолог світу – Сергій Виноградський (до 160-річчя від дня народження). *Світосгляд*. № 11 (5) С. 36-41.
7. Dworkin M., Gutnick D. (2012). Sergei Winogradsky: a founder of modern microbiology and the first microbial ecologist FEMS Microbiology Reviews. 36(2). P. 364–379. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00299.x>
8. Waksman S .A. (1953). Sergey Vinogradsky: his life and work, the story of a great bacteriologist. Rutgers University Press. New Brunswick. New Jersey. 150 p.

СЕРГІЙ ВІНОГРАДСЬКИЙ: ВІДКРИТТЯ ХЕМОСИНТЕЗУ

МИНГАРЕЄВА Анастасія

mingareeva.anastasia@gmail.com

здобувачка освіти 623 групи (спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Психологія) природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка

Сергій Миколайович Виноградський (1856–1953) є однією з ключових постатей у розвитку мікробіології. Його науковий прорив – відкриття хемосинтезу – суттєво розширив межі розуміння біологічних процесів на планеті. Цей процес, який дозволяє організмам синтезувати органічні речовини за рахунок енергії хімічних реакцій, без участі світла, став основою нових

уявлень про автотрофне живлення [1, 4].

До моменту його досліджень вважалося, що утворення органічної речовини можливе виключно шляхом фотосинтезу. Проте результати спостережень і експериментів Виноградського переконливо довели: існує ще один, альтернативний механізм енергозабезпечення для живих істот – хемосинтез.

Кінець XIX століття став переломним у розвитку біологічних наук. Саме в цей період зароджувалась мікробіологія як окрема наукова галузь. Відкриття хвороботворних бактерій Пастером та Кохом спрямувало увагу на медичну мікробіологію. Натомість роль мікроорганізмів у природних середовищах залишалась малодослідженою. Виноградський розпочав свою наукову діяльність у цьому науковому кліматі.

Після здобуття вищої освіти та перших дослідів у росії, він переїжджає до Страсбурга, де працює у лабораторії видатного ботаніка Ентоні де Барі. Саме там він вперше звертає увагу на незвичайні мікроорганізми, які мешкають у болотах, зокрема на бактерії роду *Beggiatoa*, що «процвітають у сірчаних умовах» без доступу світла, і розпочинає дослідження «загадкових на той час сіркобактерій та залізобактерій, щодо фізіології яких існували помилкові уявлення». До прикладу, сіркобактеріям необґрунтовано приписували ключову роль у виробництві сірководню. Припущення про утворення сірководню в результаті життєдіяльності сіркобактерій у 1864 році висловив авторитетний на той час німецький хімік Лотар Маєр. Сам Виноградський під час відвідування у 1880-х роках сірководневого джерела на півдні Німеччини був свідком того, як лікар і директор місцевого лікувального закладу з гордістю демонстрував «пишний килим» сіркобактерій на дні цього джерела, стверджуючи, що адміністрація ретельно його охороняє тому що сіркобактерії утворюють сірководень [11].

Розпочавши дослідження Виноградський констатував, що бактерії роду *Beggiatoa* складно культивувати у лабораторних умовах за допомогою традиційних методів. Але він знайшов вихід – став використовувати спеціальні

мікрокамери, подібні до камер Гейслера. Спостерігаючи в реальному часі реакцію бактеріальних клітин під мікроскопом, Виноградський помітив, що клітини *Beggiatoa*, які були щойно вилучені з природного середовища, містили численні гранули сірки. А це свідчило про те, що сірководень відіграє ключову роль у життєдіяльності цих бактерій [2].

Щоб з'ясувати цю роль, у 1887 році Виноградський провів експеримент: одні клітини *Beggiatoa* помістив в культуральне середовище з сірководнем (H_2S), інші – у воду з сульфатом кальцію ($CaSO_4$). У першому досліді упродовж доби бактерії накопичували гранули сірки, у другому досліді – гинули. Подальші експерименти показали, що після вилучення H_2S з культурального середовища гранули сірки клітинах бактерій зникали, що свідчило про їх окиснення або метаболічне використання. На основі цих експериментів Виноградський зробив висновок: накопичення сірки у клітинах бактерій відбувається виключно внаслідок окиснення H_2S [2, 8].

Після досліджень сіркобактерій Виноградський перейшов до вивчення бактерій, здатних окиснювати неорганічні сполуки азоту. А саме, у 1890 році він успішно виділив два роди бактерій, завдяки життєдіяльності яких відбувається процес природної нітрифікації в ґрунті: перший – *Nitrosomonas*, здатний перетворювати амоній у нітрити, другий – *Nitrobacter*, здатний перетворювати нітрити на нітрати. Дослідження цих родів бактерій показали, що обидва здатні до автотрофного живлення, тобто використовують неорганічний вуглець (CO_2) для побудови своєї клітинної маси, а енергію для цього отримують з хімічних реакцій окиснення амонію чи нітриту [6, 7].

Таким чином, на основі результатів досліджень сіркобактерій і нітрифікуючи бактерій Виноградський сформулював нове біологічне поняття – хемолітотрофія, тобто здатність живих організмів отримувати енергію для життя не від сонячного світла чи органічних сполук, а за рахунок окиснення неорганічних речовин, зокрема сірководню або амонію. Це відкриття стало основою для перегляду класичних уявлень про джерела енергії для живих організмів [2, 3].

Результати досліджень були опубліковані у 1890 році в журналі «*Annales de l'Institut Pasteur*». І саме в цій публікації Виноградський вперше використав термін «хемосинтез». Але реакція наукової спільноти на це відкриття була стриманою. Ідеї Виноградського були занадто новаторськими. Його теорія хемосинтезу отримала визнання лише після відкриття відкриття гідротермальних джерел, зокрема «чорних курців» або «black smokers» в рифтових зонах Світового океану, вода яких насичена сполуками металів та сірки, внаслідок чого має чорний колір, і виявлення у 1977 році біля них бактерій, які живуть завдяки хемосинтезу [11].

Відкриття Сергієм Виноградським хемосинтезу – це не лише наукове відкриття, це нове розуміння життя – життя, що можливе поза світлом. Тобто, хемосинтез є важливим для природи процесом пластичного обміну, що здійснюється без світла з використанням кисню. І хоча у планетарному масштабі хемосинтез становить не більш ніж 1% фотосинтезу, проте значення хемотрофів є важливим в природі, оскільки вони забезпечують колообіг речовин (нітрифікуючі бактерії), беруть участь в утворенні гірських порід (сіркобактерії, які утворюють вільну сірку), спричиняють корозію металів (залізобактерії) [4, 5]. Хемоавтотрофні організми можуть жити в океанах на великих глибинах, де є отруйний сірководень. Вони окиснюють його і отримують органічні речовини для життєдіяльності. Хемосинтезуючі бактерії, що окиснюють сполуки Феруму, Мангану, поширені й у прісних водоймах. Імовірно, що саме за їх участі упродовж мільйонів років на дні боліт й озер утворилися поклади залізних та манганових руд [10].

Сучасні дослідження хемолітотрофів мають практичне застосування в екології (очистка вод, ґрунтів), у біотехнологіях (мікробне вилучення металів), у розробці екосистем для космічних місій. Відкриття хемосинтезу залишається актуальним в концепції екосистем, що не залежать від сонячного світла, зокрема NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) використовує концепцію хемосинтезу для пошуку життя на Європі – супутнику Юпітера [9].

Важливо зазначити, що експерименти, в яких Виноградський відкрив

хемосинтез, вважаються прикладом точності, інтуїції та наукової етики, філософії наукового пошуку. Його логіка мислення – від спостереження до висунення гіпотези, від ретельного експерименту до наукового узагальнення – стала зразком наукового методу. І хоча Сергій Виноградський не отримав Нобелівської премії, його учні продовжили його дослідження, і тому ідеї видатного українського мікробіолога живуть, розвиваються і приносять користь людству понад століття потому.

Список використаних джерел

1. Бабенко Л. Г., Петренко Л. О. (2013). Мікробіологія з основами імунології. Харків: ХНМУ, 207 с.
2. Відкриття хемосинтезу. (2022). Вікіпедія. Вільна Енциклопедія.. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B7>.
3. Параска О., Горбань А., Мацелюх Б., Шендеровський В. (2023). Хемосинтез як екосистема інновацій. *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club* . К. : ТОВ «Вістка». С. 29-34.
4. Шевелєва М. (2021). Сергій Виноградський: біля витоків концепції біосфери. *Український інтерес*. URL: <https://uain.press/blogs/sergij-vynogradskyjbilya-vytokiv-kontseptsiiyi-biosfery-1328737>.
5. Ackert L. (2013). Sergei Vinogradskii and the cycle of life: From the thermodynamics of life to ecological microbiology 1850-1950. *Archimedes 34. Springer Science and business media Dordrecht*. 189 p.
6. Barney B.M. (2020). Aerobic nitrogen-fixing bacteria for hydrogen and ammonium production: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 104 (4). P. 1383–1399.
7. Frigaard NU., Dahl C. (2009). Sulfur metabolism in phototrophic sulfur bacteria. *Adv. Microb. Physiol.* Vol. 54. P. 103–200.
8. Imhoff J.F. (2020). Biology of Green Sulfur Bacteria. *Encyclopedia of Life Sciences, Wiley, Chichester*. P. 21–33.
9. NASA. (2017). Life Without the Sun [Електронний ресурс]. NASA. URL: https://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/life_without_sun.html
10. Smith C. (2012). Chemosynthesis in the deep-sea: life without the sun. *Biogeosciences Discuss.* 9. P. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.
11. Sogin E.M., Leisch N., Dubilier N. (2020). Chemosynthetic symbioses. *Current Biology*. 5, 30 (19). P. 1137–1142.

СЕРГІЙ ВІНОГРАДСЬКИЙ – ОДИН ІЗ ЗАСНОВНИКІВ СУЧАСНОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ МІКРООРГАНІЗМІВ

БРЮХОВА Ольга

bruхова.ола@gmail.com

здобувач освіти 624 групи (спеціальність 091 Біологія та біохімія) природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка

Сергій Миколайович Виноградський – один з найвідоміших українських вчених-мікробіологів, який увійшов до історії світової науки як засновник екології мікроорганізмів, котрий заклав фундамент ґрунтової мікробіології і є автором багатьох унікальних й вражаючих відкриттів та методів у галузі загальної мікробіології. Заслуги Сергія Миколайовича Виноградського у галузі мікробіології є всесвітньо визнаними, його ім'я знаходиться в одному ряду з іменами Пастера, Коха, Мечникова, Беєрінка. Ім'я С. М. Виноградського носить низка інститутів, лабораторій, а також Товариство мікробіологів України.

Своє перше експериментальне дослідження С.М. Виноградський провів у період 1881–1884 рр., працюючи в лабораторії фізіології рослин. Дослідження було присвячене впливу зовнішніх умов на розвиток дріжджів *Micoderma vini* [8]. Тоді він вперше застосував мікроскопічну камеру для спостережень за однією одноклітинним мікроорганізмом і детально дослідив його морфологічні і культуральні особливості. Зокрема, використовуючи живильне середовище відомого складу та змінюючи одну з його складових, йому вдалося встановити, що магній є необхідним для розвитку мікодери, у той час як відсутність кальцію не відображається на морфології й фізіологічних особливостях гриба.

У 1886–1888 рр. працюючи у Ботанічній лабораторії Страсбурзького університету (під час стажування під керівництвом видатного німецького ботаніка і мікробіолога, основоположника мікології та фітопатології Генріха Ентоні де Барі) і досліджуючи нитчасті ковзні бактерії групи *Beggiatoa-Thiothrix*, які живуть у місцях, багатих сульфідами Виноградський спробував виділити чисту культуру цих бактерій за допомогою на той час класичних методів. Але спроба закінчувалися невдачами. І тоді він, спираючись на досвід

роботи з *Micoderma vini* створив мікрокультури, подібні до камер Гейслера, які використовував у роботі з мікодермою (рис. 1).

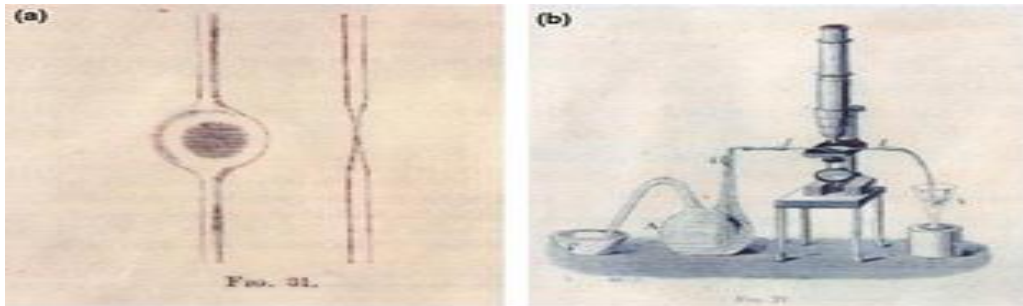


Рис. 1 Камера Гейслера (Пастер,). (а) Камера – це пласка скляна трубка, через яку можуть повільно проходити культуральні рідини.
(б) Камера Гейслера з мікроскопом [4]

Нитки *Beggiatoa* щільно приклеювалися до сторін камери Гейслера, що дозволяло промивати клітини повторно свіжим середовищем, змиваючи таким чином більшість забруднень. Також це дозволило змінювати компоненти середовища і спостерігати під мікроскопом за реакцією бактеріальних клітин. Цими експериментами Виноградський з одного боку підтвердив вже відомі на той час спостереження, що клітини, щойно вилучені зі сірчаних джерел, були завантажені гранулами сірки, з іншого зробив епохальні висновки: «Формування гранул сірки відбувається лише під час окиснення H_2S », «... сірка в цих організмах є єдиним джерелом дихання і в цьому сенсі відіграє ту саму роль, що і вуглеводи в інших організмах» [9] (рис. 2).

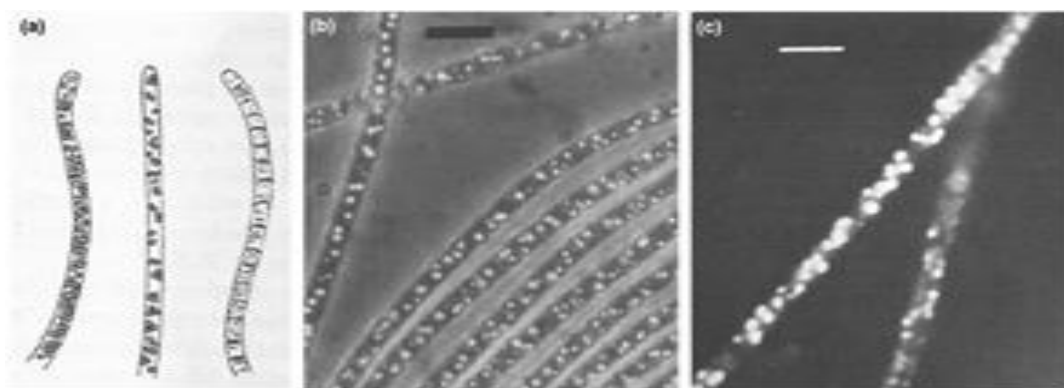


Рис. 2 Малюнок Виноградського: (а) гранул сірки в клітинах *Beggiatoa* (Winogradsky); (б) *Beggiatoa* з гранулами сірки з фазовим контрастом; (с) темне поле. Смути: 10 мкм (Strohl & Larkin) [4]

Потім аналогічні висновки він зробив, досліджуючи залізобактерії, які окислювали закис заліза перетворюючи його на окис. За результатами цих досліджень Виноградський сформулював концепцію хемолітотрофії як здатності бактерій отримувати енергію шляхом окиснення відновлених неорганічних сполук, таких як H_2S , Fe^{2+} (пізніше, в ході досліджень з нітрифікуючими бактеріями це стало поняттям автотрофії). Ось основні висновки, зроблені Виноградським у статті, що вийшла в 1887 р.: «...окиснення сірки сіркобактеріями, що супроводжується утворенням сірчаної кислоти, еквівалентне по енергетиці дихальному акту, тобто тому акту, який відомий у організмів, що живуть за рахунок енергії, акумульованій у молекулі органічної речовини... З усього викладеного випливає, що сіркобактерії є новим фізіологічним типом, існування якого виявилось несподіваним. Енергетика цих мікроорганізмів відрізняється від енергетики панівного типу організмів, а їх життєвий цикл протікає за схемою набагато простішою: енергія, необхідна цього процесу, отримується в результаті реакції з області неорганічної хімії – реакції окиснення сірки» [9]. Це відкриття визначило напрям його наукової роботи у майбутньому і розрослося у новий розділ мікробіології.

Слід зазначити, що в дослідженнях сіркобактерій Виноградський вперше в історії мікробіології застосував винайдений ним метод елективних культур. В його основі знаходиться вибіркова потреба певного виду мікроорганізмів у специфічних умовах розвитку. За створення відповідних умов можна добитися домінуючого розвитку потрібного мікроорганізму внаслідок пригнічення супутньої мікробіоти [17].

Крім того, з'ясувавши особливості розвитку сіркобактерій і використанням ними сірки як запасної речовини, Виноградський описав і систематизував, на основі морфологічних ознак чималу кількість пурпурних бактерій, які також накопичують сірку в клітинах, хоча, як з'ясувалося пізніше, вона виконує іншу функцію – участь в аноксигенному фотосинтезі.

Загалом до «Визначника бактерій Бергі» 1934 р. увійшло 17% родів,

описаних Сергієм Миколайовичем Виноградським [20].

У 70-80-ті роки XIX сторіччя в мікробіології розвернулася дискусія щодо еволюційної мінливості мікроорганізмів. Намітилися два протилежні напрями – мономорфізм і плеоморфізм. Мономорфісти – Ф. Кон, Е. де Барі, М.С. Воронін, Р. Кох та ін. – відстоювали стабільність родів і видів бактерій [2, 3]. Плеоморфісти – К. Негелі, К. Цопф, Л.С. Ценковський та інші – вважали, що різні форми бактерій є тимчасовим станом одного й того ж виду. Останні, будучи класичними ботаніками, не уявляючи ступеню бактеріального різноманіття, наполягали на тому, що існує лише кілька типів бактерій, які виявляють численні форми. Виноградський, прагнучи розібратися в цьому питанні, провів детальне вивчення морфології та фізіології сіркобактерій, з якими працював і користувався для доказів своєї точки зору плеоморфіст К. Цопф. Сергій Миколайович був першим дослідником, який підійшов до вирішення цієї проблеми не шляхом вивчення фіксованих препаратів, а проводячи безпосередні спостереження живих клітин у висячій краплі. У результаті цих досліджень йому вдалося показати, що сіркобактерії мають регулярний чіткий цикл розвитку і не виявляють хаотичних морфологічних змін. Іншими словами, зміни в морфології сіркобактерій свідчать не про перехід одного виду в інший, як вважали плеоморфісти, а є особливостями їх життєвих циклів в різних умовах середовища. Крім того, вивчаючи культуру сіркобактерій, яку використовував К. Цопф, Виноградський виявив, що вона є сумішшю різних мікроорганізмів. Отже, Сергій Миколайович не підтвердив висновки К. Цопфа і таким чином піддав критиці погляди плеоморфістів щодо еволюції видів. Свої думки стосовно морфологічної мінливості бактерій виклав у двох статтях: «Про плеоморфізм бактерій» (містила відповідь І.І. Мечникову, прихильнику вчення про плеоморфізм) та «Вчення про плеоморфізм в бактеріології» (містила критичний огляд дискусійних матеріалів про морфологічну мінливість мікроорганізмів) [4].

Упродовж 1888–1891 рр. Виноградський продовжив наукову підготовку в Цюріху в Швейцарському політехнічному інституті, який славився своїми

хімічними лабораторіями [7]. Значну частину свого часу він проводив у Цюрихській лабораторії санітарії і гігієни, якою керував Ернст Шульц – відомий фахівець з фізичної хімії, де вивчав і вдосконалював аналітичні методи, які він мав використовувати у своїх дослідженнях нітрифікації. Таким чином почалися монументальні дослідження нітрифікації, які надали чіткі докази процесу бактеріальної автотрофії та її ролі в колообігу речовин у природі. А в особистому сенсі це ознаменувало перехід Виноградського від фізіолога рослин до еколога мікроорганізмів. Акерт [1] зазначав, що Сергія Виноградського можна вважати не лише першим екологом мікроорганізмів, але й засновником цієї наукової галузі.

Дослідження нітрифікації Виноградський розпочав з оптимізації умов для вирощування бактерій: змінив характер і концентрацію амонієвих солей, рН, природу інокулянта, визначив дію органічних речовин, що додавалися у культуральне середовище. І зрештою отримав середовище, в якому нітрифікація відбувалася швидко. Це, по суті, було винаходом збагаченої культури мікроорганізмів, методики, яка зарекомендувала себе як потужний інструмент для виділення конкретних фізіологічних типів мікроорганізмів. Проте надалі він зустрівся зі значними труднощами. Неодноразові спроби отримати ріст колоній нітрифікаторів на твердому желатиновому середовищі (на той час лише желатин використовували як ущільнювач), призвели лише до збільшення кількості органотрофних забруднювачів. Потім Виноградський ретельно очистив свій скляний посуд, піддаючи його повторному промиванню кислотою, використав чисту воду і навіть спалив солі амонію, які, незважаючи на твердження виробника, він виявив забрудненими органічними матеріалами. Нарешті, нанесення покриття на желатинове середовище, що містило лише солі амонію як передбачуване джерело енергії, показало лише один стійкий тип колоній (який не зміг здійснювати нітрифікацію). І тут Виноградський виявив експериментальну винахідливість. Він виконав те, що потім назвав оберненою вибраною культурою. Вчений помітив, що в рідких неорганічних солях середовища розвиток культури бактерій відбувався у вигляді зооглеєвої маси на

дні колби, де шар нерозчинних кристалів карбонату магнію був покритий товстим шаром бактерій. Він припустив, що це і є нітрифікатори. Він відібрав кілька таких кристалів, ретельно промив їх стерильною дистильованою водою і помістив на поверхню желатинового середовища. Після шести днів інкубації він оглянув місця, на яких наніс кристали і вибрав ті з них, де не росли колонії. Ймовірно, вони могли містити збережені нітрифікатори, але не забруднювачі. Ці фрагменти твердого середовища, що не містили колоній, але, гіпотетично могли мати нітрифікуючі бактерії, були повторно поміщені в рідкі середовища, після чого відбувся розвиток бактерій і перетворення солей амонію в нітрат. Виноградський вважав, що йому вдалося таким чином виділити нітрифікуючий мікроорганізм. Проте цей висновок був помилковим. На той час Р. Варінгтон ще не опублікував свою роботу, в якій було показано, що нітрифікація проходить у два етапи, тому Виноградський все ще вважав, що отримана ним культура нітрифікатора складається з одного нітрифікуючого організму. Швидше за все, це був домінуючий чи, можливо, єдиний видимий у мікроскоп організм у культурі [10–14].

Але потім Виноградський зміг підтвердити наявність обох процесів нітрифікації у культурі з представленням переконливих доказів. Він також показав, що нітрифікувальні бактерії здатні засвоювати вуглець у формі карбонату, синтезуючи органічні речовини за відсутності органічного вуглецю. Таким чином, до свого відкриття, яке свідчило, що сіркобактерії могли отримувати енергію від окиснення неорганічних субстратів, тобто літотрофії, він додав концепцію автотрофії, – здатності нітрифікуючих бактерій синтезувати органічні речовини виключно з CO₂. Використовуючи у дослідженнях пластини з силікагелем Виноградський зміг виділити бактерії, які перетворювали аміак у нітрит. Йому також вдалося ізолювати бактерії, що окиснюють нітрити.

За результатами досліджень Виноградський зробив наступні висновки, які у 1890 р. публікує у статті «*Sur les organismes de la Nitrification*» [15]:

- Нітрифікація є насправді біологічним процесом.

- Це відбувається у два етапи: перетворення аміаку в нітрит і нітриту в нітрат.

- Кожен із них здійснюється фізіологічно специфічною групою організмів, точна природа яких може змінюватися від ґрунту до ґрунту.

- Динаміка нітрифікації та взаємодії між двома групами бактерій відрізняються в ґрунті та у рідкій культурі. Але це, безперечно, є відображенням фізичних відмінностей між ґрунтом і лабораторною культурою.

Таким чином, процес нітрифікації – ще один приклад описаної Виноградським для сіркобактерій хемолітотрофії, але і здатність бактерій поєднувати окиснення неорганічної солі з фіксацією вуглекислого газу – у автотрофії⁸. Ідея про те, що існують організми, які не містять хлорофілу, але можуть синтезувати весь свій клітинний матеріал із неорганічних компонентів, була новою парадигмою в біології та вразила наукове співтовариство. Виноградський назвав цей процес «хемосинтез», щоб відрізнити його від фотосинтезу. Роботи по нітрифікації забезпечили Виноградському широке визнання серед бактеріологів. Досліди Виноградського були настільки деталізованими і точними, що наступні дослідження інших науковців упродовж півстоліття не додали нічого нового до вже відомого про особливості процесу нітрифікації. Ці відкриття Виноградського поставили його у перший ряд науковців світу. За словами З. Ваксмана, вони забезпечили йому престиж, який до нашого часу залишився неперевершеним [6].

У 1892 р. С. М. Виноградський довів існування анаеробних бактерій-азотфіксаторів. Виділив чисту культуру цих бактерій, що розмножувалися на безазотному поживному середовищі, і назвав ці бактерії *Clostridium pastorianum* – на честь Луї Пастера. За допомогою бездоганних хімічних аналізів він підтвердити здатність *Clostridium pastorianum* до зв'язування атмосферного азоту [15].

Проводячи дослідження з азотобактером Виноградський вперше запропонував використовувати тести на ріст цієї бактерії як реакцію на певні хімічні сполуки і, відповідно, рекомендує використовувати цю особливість для

встановлення потреб ґрунтів у добривах. Він показав, що азотні добрива негативно впливають на розвиток азотобактера, оскільки за наявності в ґрунтах мінеральних форм азоту зникає потреба в фіксації атмосферного азоту. Також Виноградський запропонував методику визначення відносної кількості цього мікроорганізму, користуючись вологими ґрунтовими пластинками. Пізніше цей метод у різних модифікаціях буде використовуватися багатьма поколіннями дослідників мікробіології ґрунту. Працюючи з азотобактером, Виноградський виділив представників ще одного роду азотфіксуючих бактерій – *Azomonas*, які найчастіше зустрічаються у природних водних середовищах [16].

Як і у випадку з нітрифікаторами, це відкриття принесло Виноградському широке визнання і заслужену повагу. Своїми дослідженнями Виноградський вперше ввів у науку сучасне уявлення про роль мікроорганізмів у колообігу речовини в природі і доказав, що ґрунт повинен вивчатися як інтегрований живий організм, який залучає свої елементи з неорганічного світу і повертає все взяте назад.

З 1923 р. Виноградський у філії лабораторії сільськогосподарської мікробіології Інституту Пастера у передмісті Парижа. Основні питання, якими в новій лабораторії почав займатися Сергій Миколайович, – це розробка нових методів дослідження ґрунтової мікробіоти, створення екологічного напрямку в дослідженнях мікробіології ґрунтів, вивчення фізіології представників ґрунтової мікробіоти. Його цікавили не лише питання морфології і фізіології ґрунтових мікроорганізмів в умовах чистих культур (що також необхідно), але й пізнання їх стану в природних умовах, у взаємодії з низкою чинників довкілля. Виноградський рішуче розрізняв те, що він називав «загальною мікробіологією» і «мікробіологією ґрунту», яку вважав окремим підрозділом мікробіології. Загальна мікробіологія цікавиться взаємодією між різними мікроорганізмами і різними факторами зовнішнього середовища взагалі, абстрагуючи ці поняття. Ґрунтова мікробіологія досліджує певні мікроорганізми або їх угруповання і певні фактори або групу факторів у природних умовах. Він визнавав необхідність вивчення чистої культури

мікроорганізму для розуміння фізіологічної природи та можливостей бактерій, але підкреслював існуючі методологічні обмеження при вивченні їх діяльності у природних умовах [17]. Він зазначав, що справжню картину про якість мікробного складу ґрунту можна отримати тільки методами безпосереднього обстеження. Неймовірна різноманітність ґрунтових мікроорганізмів, яка пов'язана з фізичними особливостями ґрунтів, надзвичайно ускладнює прямі обстеження як і непереборні труднощі в обґрунтуванні нових методів. Коли додати до ґрунту якусь органічну сполуку чи змінити її фізичний або хімічний стан у будь-який інший спосіб, розхитуємо мікробіологічну рівновагу на користь одних та на шкоду інших. Саме тому Виноградський запропонував користуватися «допоміжними культурами», наприклад, плитками силікагелю, просякнутими тими сполуками, які є в тому ж ґрунті. С.М. Виноградський розробив так званий «прямий метод» вивчення мікробіології ґрунту.

На початку 30-х років він почав пропагувати ідею розглядати ґрунт не як масу мертвих органічних та неорганічних уламків, а скоріше як «... середовище життя, як колективне утворення, яке володіє характерними функціями живого організму» [18]. Його «прямий метод» був спробою методологічно підійти до вирішення проблеми, що насправді відбувається у складному біологічному світі, саме у ґрунті. Так зародилася екологія мікроорганізмів. Цій темі була присвячена програмна доповідь Виноградського на I Міжнародному з'їзді франкомовних мікробіологів (Париж, 1938 р.) під назвою «Екологічна мікробіологія – її основи і метод», яку можна вважати його науковим заповітом. Виноградський згадував: «На цей раз, ймовірно, останній, я вирішив *frapper un grand coup* – резюмувати сутність моєї наукової діяльності: вихідний пункт, розвиток, головні результати, роль в історії мікробіологічної науки, починаючи з пастерівської ери, нарешті, вплив, який вона зробила на дослідження грандіозних мікробіологічних процесів у природі. В результаті моїх робіт створилася нова гілка мікробіологічних наук, яку я назвав *Microbiologie ecologique* і їй покладено надійну основу. Текст цієї останньої в житті Виноградського доповіді склав згодом заключний розділ книги С.М.

Виноградського «Мікробіологія ґрунту», що підводить підсумки його більш ніж 60-річної наукової діяльності [19].

У 30-х роках Виноградський знову повернувся до дослідження нітрифікаторів. Упродовж чотирьох десятиліть після публікації його перших праць з'явилося кілька сотень статей на цю тему. Але, незважаючи на незвичайну важливість цього біологічного процесу в ґрунті та значення для фізіології рослин, справжнього поступу у цій ділянці, за виключенням енергетики процесу, не було. Виноградський вирішує дослідити різноманітність нітрифікаторів і незабаром він значно розширює дві вже відомі групи нітрифікувальних бактерій. До окиснювача амонію *Nitrosomonas* він додає рід *Nitrocystis*, представники якого найчастіше зустрічаються в лісових ґрунтах та каналізаційних осадах та *Nitrospira* – бактерії, яка виявлялась майже виключно у цілинних ґрунтах із вищим рівнем кислотності на відміну від бактерій роду *Nitrosomonas*, які були більше поширені в «нормальних» ґрунтах. Дочка Виноградського Олена, яка працювала разом з батьком, додала до цих трьох родів також і представників *Nitrosoglea* з кількома видами, які вона виділила з каналічних осадів. Як і у випадку окиснювачів амонію, так само й у групі окиснювачів нітриту їхнє число набагато збільшилося. На додаток до *Nitrobacter*, до групи окиснювачів нітриту Виноградський додав рід *Bactoderma* та *Nitrosoglea*. Значний інтерес також представляють роботи С.М. Виноградського з фізіології бульбочкових бактерій, виконані разом з дочкою Оленою. З самого початку досліджень симбіотичної азотфіксації вважалося, що домінантна роль у симбіозі належить рослині, а бактеріям приписували лише продукування певної субстанції (гормону), яка спонукала рослини фіксувати атмосферний азот. Навіть М. Беєрінк, першовідкривач бульбочкових бактерій, визнавав домінантну роль рослини в азотфіксуючому симбіозі. Виноградський дотримувався протилежної точки зору, а саме: активними фіксаторами є не рослини, а бактерії. Це він підтвердив незабаром своїми дослідженнями, де показав, що фіксаторами є бактерії у бульбочках на коренях рослин, а бактерії продовжують цей процес навіть у бульбочках, відірваних від

коренів. Ці результати Виноградський отримав, створивши нові методи надтонкого хімічного аналізу, що дозволяло встановити наявність азоту в незначних кількостях. Саме застосування нових методів дозволило виявити аміак у азотфіксувальних бульбочках. Досліджуючи угруповання ґрунтових мікроорганізмів, Виноградський розділив його на дві частини: автохтонні (типові, які зустрічаються завжди) і алохтонні, або зимогенні (розвиток яких пов'язаний зі збільшенням концентрації органічної речовини в ґрунті). Такий поділ Виноградський обґрунтовує на основі тривалих спостережень. Він приходить висновку, що впродовж тисячоліть ґрунт є цвинтарем рослинного й тваринного світів, і постійним джерелом поживи для різноманітних мікроорганізмів, розмноження та фізіологічна активність яких залежить від хімічних складових поживи. Іншими словами, значна кількість мікроорганізмів знаходиться в стані летаргічного очікування на необхідну поживу, а коли вона з'являється, то стає поштовхом до руху різного роду мікробів, фізіологічна активність яких спонукає до дії інші роди мікроорганізмів. У світлі цього необхідно розрізняти пасивну і динамічну частини мікроорганізмів ґрунту. Про це Виноградський говорив на Першому мікробіологічному конгресі в Парижі: «Це організований колектив, який завжди виявляє максимальну реакцію до збудників і до зовнішнього внесення енергії. Цей максимум є, так само тут, як і всюди, результатом принципу розподілу праці, що виявляє себе окремим молекулярним тяжінням чи сприятливістю складу мікрофлори» [19].

Виноградський залишив грандіозний науковий спадок. Його численні наукові праці і результати багаторічних досліджень, витримавши випробування часом, є класичним зразком експериментальної майстерності, а ідеї покладені в основу сучасної мікробіології. Ось що про нього писав Зельман Ваксман, ще один великий спеціаліст у галузі ґрунтової мікробіології, якого також народила українська земля: «Ті, кому пощастило працювати під керівництвом Виноградського, винесли з собою незабутні згадки про нього як про безмежно розумну людину і блискучу особистість, як про глибокого мислителя і справжнього вченого-експериментатора. Ім'я Виноградського посідає визначне

місце у світовій бактеріології завдяки величезному впливу його досліджень на наступний розвиток мікробіології» [6].

З'ясування Виноградським ролі мікроорганізмів у природних перетвореннях азоту та сірки призвело до визнання ідеї про те, що природні матеріали, як органічні, так і неорганічні, зазнавали циклів окислення та відновлення. Це неминуче призвело до уявлення про цикли життя та до оцінки ролі мікроорганізмів у цих перетвореннях. Ідеї Виноградського привели до самої ідеї «екосистеми». Сьогодні більшість початкових курсів з мікробіології включають побудову «колонки Виноградського», яка, по суті, є мікробною екосистемою в колонії. Це був інтелектуальний тектонічний зсув; те, що Кун пізніше назвав «революційною наукою» [5]. Крім того, експерименти Виноградського з бактеріями включили експериментальну методологію в те, що досі було суто історичним, і ці нові парадигми дали новий потужний підхід до практичних аспектів агрономії та ґрунтознавства.

Робота Виноградського з прямого мікроскопічного дослідження ґрунту в певному сенсі була попередником використання метагеноміки для виявлення та вивчення складних природних популяцій. Сьогодні – це спроби зрозуміти динаміку взаємодії складних мікробних популяцій за допомогою все більш складного системного аналізу.

За оцінками Сергій Миколайович Виноградський випередив свій час на 100 років. Він був би в захваті, якби сьогодні побачив мікробіологію та екологію мікроорганізмів.

Список використаних джерел

1. Ackert L (2007). The «Cycle of Life» in Ecology: Sergei Vinogradskii's Soil Microbiology: 1885–1940. *J Hist Biol* 40: 109–145
2. Cohn F. (1875). Untersuchungen über Bacterien II. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen* 1: 141–207
3. Cramer A. (1870). *Dr. Ch. Müller Chem. Phys. Beschreibung der Thermen von Baden in der Schweiz.*
4. Dworkin M., Gutnick D. (2012). Sergei Winogradsky: a founder of modern microbiology and the first microbial ecologist FEMS Microbiology Reviews. 36(2). P. 364–379. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00299.x>
5. Kuhne M.W. (1890). Kieselsäure als Nährboden für Organismen. *Z Biol* 9: 172–179.
6. Waksman S .A. (1953). Sergey Vinogradsky: his life and work, the story of a great

bacteriologist. Rutgers University Press. New Brunswick. New Jersey. 150 p.

7. Warington R. (1890). Note on the isolation of the nitrifying organism. *Chem News* 51: 135–136, No. 1582 March 21.

8. Winogradsky S. (1884). Ueber die Wirkung äusserer Einflüsse auf die Entwicklung von *Mycoderma vini*. *Bot Zentralbl* 20: 165–167.

9. Winogradsky S. (1887). Ueber Schwefelbakterien. *Bot Zei* 45: 489–610.

10. Winogradsky S. (1890). Recherches sur les organismes de la nitrification. *Ann Inst Pasteur* 1: 213–231.

11. Winogradsky S. (1890). Recherches sur les organismes de la nitrification. *Ann Inst Pasteur* 2: 257–275.

12. Winogradsky S. (1890). Recherches sur les organismes de la nitrification. *Ann Inst Pasteur* 3: 76–777.

13. Winogradsky S. (1890). Recherches sur les organismes de la nitrification. *Ann Inst Pasteur* 4: 92–100.

14. Winogradsky S. (1891). Recherches sur les organismes de la nitrification. *Ann Inst Pasteur* 5: 577–616.

15. Winogradsky S. (1893). Sur l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère par les microbes. *C R Acad Sci* 116: 1385–1388 & 118: –355.

16. Winogradsky S. (1913). *Letter from Winogradsky to Hope Sherman, U. of Chicago, Nov. 18, 1913; from the Winogradsky Honorary Member File, ASM Archives.*

17. Winogradsky S. (1923). Sur la méthode directe dans l'étude microbiologique du sol. *C R Acad Sci* 177: 1001–1004.

18. Winogradsky S. (1931). «*La biologie du sol*» *Le Mans*. Imprimerie Monnoyer, Paris.

19. Winogradsky S. (1949). *Microbiologie du Sol. Problèmes et Méthodes*. Masson, Paris.

20. Winogradsky S. (1952). Sur la classification des bactéries. *Inst Pasteur* 82: 125–131.

СЕРГІЙ ВІНОГРАДСЬКИЙ – ОДИН ІЗ ЗАСНОВНИКІВ ҐРУНТОВОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ

ЯКОВЕНКО Олеся

yakovenko.olesia1@gmail.com

здобувачка освіти 623 групи (спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Психологія) природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка

Сергій Миколайович Виноградський займає ключове місце в історії мікробіології завдяки своїм піонерським відкриттям у царині мікроорганізмів, що мешкають у ґрунті та беруть участь у кругообігу хімічних елементів. Його наукова діяльність заклала підвалини нової дисципліни – ґрунтової мікробіології – як синтезу біохімії, мікробіології, агрохімії та екології. Дослідження Сергія Виноградського мали безпрецедентний вплив на формування уявлень про функціональну роль мікроорганізмів у природних

екосистемах, зокрема в процесах кругообігу вуглецю, азоту, сірки та заліза.

Ґрунт у другій половині ХІХ століття розглядався здебільшого як фізико-хімічне середовище. Лише поодинокі дослідники звертали увагу на його біологічну активність. Виноградський став одним із перших учених, хто зміг довести, що ґрунт – це насамперед динамічна біогеохімічна система, у якій мікроорганізми є рушіями фундаментальних геохімічних перетворень. Його методологічний підхід полягав у тому, щоб досліджувати мікробів не ізольовано, а в контексті їх природного середовища – ґрунту, що визначає тип і спрямованість їхніх метаболічних процесів [1, 4].

Сергій Виноградський увійшов у науку як хімік і мікробіолог, вихованець Петербурзького університету, а також стажер лабораторій у Страсбурзі та Цюриху. Його зацікавлення мікроорганізмами почалося з вивчення сіркобактерій у сірчаних джерелах. Саме під час цих досліджень він відкрив здатність деяких бактерій здійснювати хемосинтез – тобто синтез органічної речовини з неорганічної, за рахунок енергії хімічних реакцій, а не світла. Це відкриття зруйнувало монополію фотосинтезу як єдиного механізму первинної продукції та стало революційним у біології. Виноградський довів, що хемолітотрофні бактерії можуть бути основою біопродуктивності у відповідних екосистемах, зокрема ґрунтових [4].

Одним з ключових відкриттів Виноградського стало вивчення нітрифікації – процесу окислення амонію до нітратів. До його робіт цей процес вважався суто хімічним. У своїх експериментах він виокремив дві групи мікроорганізмів, відповідальних за різні етапи нітрифікації: бактерії, що перетворюють аміак у нітрити, і бактерії, що окислюють нітрити до нітратів. Це не лише змінило уявлення про колообіг азоту, але й стало основою для практичного використання мікроорганізмів у сільському господарстві та очищенні стічних вод. Завдяки цьому відкриттю закладено основу прикладної агрономічної мікробіології [6].

Окремої уваги заслуговує так званий «колонний метод Виноградського», який став класичним експериментом у мікробіології. У вертикальному циліндрі

з ґрунтом і водою за рахунок створення градієнтів кисню, сірководню та світла виникають різні мікробні ніші. Це дозволяє спостерігати, як формується просторово-структурована мікробна спільнота. Метод має не лише дидактичне, а й дослідницьке значення, оскільки дозволяє моделювати екологічні взаємодії мікроорганізмів у ґрунті [3, 5].

У своїх пізніших роботах Виноградський акцентував увагу на понятті мікробіального метаболізму як функції екологічної ніші. Він обґрунтував важливість вивчення фізіології природних мікроорганізмів у ненасичених, аеробних та анаеробних умовах. Саме він одним із перших підкреслив, що ґрунтові мікроорганізми не є випадковими елементами середовища, а формують його фізико-хімічні властивості, впливають на трофіку рослин, водний режим, структуру гумусу. Зокрема, хемосинтезуючі бактерії, які він досліджував, сприяють збагаченню ґрунтів на азот, що має фундаментальне значення для сільського господарства [7].

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України у своїх публікаціях відзначає вплив Виноградського на формування української наукової школи в галузі ґрунтової мікробіології. В його честь у 2023 році видано окремий том «Вісника клубу ім. Сергія Виноградського», в якому дослідники аналізують значення його ідей у контексті сучасних проблем зміни клімату, вуглецевого балансу та деградації ґрунтів [2].

У сучасному контексті праці Виноградського є надзвичайно актуальними. Саме на його ідеях базується сучасна біогеохімія мікробних процесів у ґрунтах, яка є основою розробки екологічно безпечного землеробства. Біофертилайзери, мікробіологічні засоби рекультивації земель, контроль викидів парникових газів – все це має під собою науковий фундамент, закладений ще Виноградським. У рецензії FEMS Microbiology Reviews (2012) наголошується, що його внесок у розуміння мікробного екологічного функціоналізму не поступається за значенням відкриттям у генетиці та молекулярній біології XX століття [3].

Значення праць Виноградського виходить за межі мікробіології. Він

заклав ідеологію екосистемного мислення у біології. Його дослідження формували нову парадигму — мікроорганізм як екосистемна одиниця, а не тільки як патоген чи модельний об'єкт. Цей підхід є основою для розвитку сучасної мікробної екології, метагеноміки, а також екологічної інженерії, де враховується роль мікробів у циклі біогенних елементів.

Завдяки своїм відкриттям Виноградський став не лише засновником ґрунтової мікробіології, а й одним з фундаторів екологічного напрямку у мікробіології загалом. Його ім'я носить науковий клуб, лабораторії, наукові нагороди. У ХХІ столітті, коли людство стикається з деградацією ґрунтів, екологічними кризами та потребою у відновленні природної родючості, ідеї Виноградського не просто не втрачають актуальності – вони стають основою для пошуку нових рішень.

Список використаних джерел

1. Іутинська Г.О. (2006). Ґрунтова мікробіологія: Навчальний посібник. К.: Арістей, 284 с.
2. Христенко С. І. Ґрунтові мікроорганізми. *Енциклопедія сучасної України* URL: <https://esu.com.ua/article-25843>
3. Широбоков В., Димент Г. (2023). Роль видатного українського вченого С.М. Виноградського у формуванні та розвитку вчення про планетарний мікробом. *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club* . К. : ТОВ «Вістка». С. 16–21.
4. Щур С. (2023). Сергій Виноградський – основоположник ґрунтової мікробіології. Історичний нарис. *Щорічний дослідницький звіт / Вісник клубу ім. Сергія Виноградського/ Annual Research Report. The Herald of Serhiy Winogradsky Club* . К. : ТОВ «Вістка». С. 121–123.
5. Falkowski, P. G., Fenchel, T., & Delong, E. F. (2008). The microbial engines that drive Earth's biogeochemical cycles. *Science*. 320(5879). P. 1034–1039.
6. Sergei Winogradsky: A founder of modern microbiology. (2012). *FEMS Microbiology Reviews*. URL: <https://academic.oup.com/femsre/article/36/2/364/565076> (дата звернення: 16.04.2025)
7. Winogradsky S. (1890). Sur la nitrification. *Comptes Rendus Acad. Sci.* 110, P. 1013–1016.

Електронне наукове видання

**Читання–вшанування пам'яті
Сергія Миколайовича Виноградського
(1856-1953)**

МАТЕРІАЛИ
Міжрегіональної наукової
конференції
24 квітня 2025 року

*Матеріали надруковано
з максимальним збереженням авторської редакції*

Комп'ютерне складання: *В.М. Торяник*
Комп'ютерне верстання: *О.М. Король*

Суми: СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2025 р.
Свідоцтво ДК № 231 від 02.11.2000 р.

СумДПУ імені А.С. Макаренка
40002, м. Суми, вул. Роменська, 87