

**ТВОРЧІ ПОРТРЕТИ УКРАЇНСЬКИХ НАУКОВЦІВ
В ІСТОРИЧНОМУ ПОСТУПІ ГЕНЕТИКИ У ХХ-МУ СТОЛІТТІ
(ДО 200-Ї РІЧНИЦІ ЗО ДНЯ НАРОДЖЕННЯ
ГРЕГОРА ЙОГАНА МЕНДЕЛЯ)**

Торяник В. М.

ВСТУП

«Наше сприйняття теперішнього великою мірою залежить від знання про минуле, – стверджує Пол Коннертон (Paul Connerton). – Ми сприймає світ, що оточує нас, у контексті, тобто у світлі причинного зв'язку з минулими подіями <...> І ми будемо сприймати наше теперішнє по-різному, залежно від різних версій минулого <...> Це діє як неписане правило»¹.

В умовах сьогодення – кривавої агресії російської федерації проти України, особливо загострюється інтерес суспільства до усього того цінного, що пов'язано з історичною спадщиною батьківщини. Стосується це й глибоких шарів науки, які охоплюють оригінальну творчість вітчизняних вчених, тому що наука є історично зумовленим способом виробництва знань, головними результатами якого є цілеспрямовано зібрані факти та логічно побудовані теорії, що ґрунтуються на певних законах². У широкому розумінні наука – це свідомо діяльність людини, спрямована на одержання позитивних, раціонально представлених і систематизованих знань про навколишній світ, а також сукупність цих знань³. Національна наука, за визначенням, – це сума нових знань, одержаних ученими певної країни (незалежно від їх національності та місця народження) в ході їхньої наукової діяльності на теренах цієї країни⁴. Якщо дотримуватись такого визначення (а з позицій історії науки воно є цілком коректним), то національним ученим треба вважати громадянина певної країни, який своєю науковою, науково-організаційною й викладацькою діяльністю робить внесок у науку цієї країни. Таким чином, історія науки – це не тільки історія ідей, а й людей⁵.

¹ Коннертон Пол. Як суспільства пам'ятають. Київ : Ніка-Центр, 2013. С. 16–17.

² Руда С. П., Храмов Ю. О. Історія України. *Енциклопедія історії України* : Т. 3: Е-Й / Київ : В-во «Наукова думка», 2005. 672 с. URL: http://www.history.org.ua/?termin=Istoriya_nauky (дата звернення: 07.12.2022).

³ Ibid.

⁴ Ibid.

⁵ Ibid.

Різні підходи до дослідження історії науки тісно пов'язані між собою, доповнюють один одного, хоча, залежно від поставленої мети, перевага може віддаватися якомусь із них. Проте частіше історія ідей викладається в контексті наукової діяльності відповідних авторів, а творчість учених розглядається в широкому контексті розвитку теорій, гіпотез, ідей. Поступ науки через творчість її основних діячів, даючи тим самим ще один спосіб її описання – через творчі портрети вчених, реконструйовані в контексті їхньої наукової, організаційної та педагогічної діяльності, а також через наукові школи, процеси їх формування й розвитку, визначення їхнього внеску в науку, розглядає розділ історії науки – біографістика⁶.

Вирішальна роль у розвитку науки належить видатним ученим, творчість яких ставала переломним моментом у розвитку наукових знань. Такими вченим був Грегор Йоган Мендель – чеський природодослідник, засновник сучасної теорії спадковості⁷. З 20 липня 2022 р. світова спільнота відзначає 200-річний ювілей з дня народження Г. Й. Менделя, «відкриття якого не було визнане за життя, але стало одним з найцінніших надбань людства, основою для становлення генетики як науки, та її подальшого розвитку»⁸.

Загальний поступ світової генетики вплинув й на розвиток генетичних досліджень та генетичної освіти в Україні. Проте, процеси становлення генетики в Україні через особливості її історичного розвитку розпочалися зі значним запізненням – в кінці, так званого, першого етапу світової історії генетики (1900–1912) – етапу триумфального розвитку менделізму: підтвердження законів Г. Й. Менделя на різних біологічних об'єктах, внаслідок чого було з'ясовано, що ці закони мають універсальний характер.

Національна історія генетики в Україні неодноразово привертала увагу дослідників і найбільш ґрунтовне висвітлення отримала в працях «Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть» (2001)⁹, «Генетика. Історія. Відкриття. Персоналії. Терміни» (2004)¹⁰, «Історія генетики в

⁶ Руда С. П., Храмов Ю. О. Історія України. *Енциклопедія історії України* : Т. 3: Е-Й / Київ : В-во «Наукова думка», 2005. 672 с. URL: http://www.history.org.ua/?termin=Istoriija_nauky (дата звернення: 07.12.2022).

⁷ Nancy A. Eckardt 1, James A. Birchler and Blake C. Meyers Focus on plant genetics: Celebrating Gregor Mendel's 200th birth anniversary. *Plant cell*. 2022. 34. P. 2453–2454. URL: <https://doi.org/10.1093/plcell/koac123>

⁸ Чень І. Б., Гуменюк Г. Б. Г. Й. Мендель: життя і наукова діяльність (до 200-річчя від дня народження). *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2022. Т. 30. С. 8.

⁹ Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть / редкол.: В. В. Моргун (голов. ред.) та ін. У 4 т. Київ : Логос, 2001. 644 с.

¹⁰ Голда Д. М. Генетика. Історія. Відкриття. Персоналії. Терміни. Київ : Фітосоціо-центр, 2004. 128 с.

Україні» (2009)¹¹, «Розвиток генетики в Національній академії наук. До 90-річчя від часу заснування Української Академії Наук»¹².

У цих наукових працях детально описані етапи становлення і розвитку генетики на прикладі Національної академії наук України та провідних закладів вищої освіти України. Автори, детально описуючи етапи організації та формування кафедр генетики у провідних українських університетах, вказують на те, що «практично кожен викладач, тим чи іншим чином пов'язаний з генетикою, зробив свій внесок у розбудову цієї галузі в Україні»¹³. На нашу думку, це повною мірою стосується і викладачів периферійних закладів вищої освіти, в тому числі й педагогічного профілю. Однак, процес проникнення генетики на периферію є наразі мало дослідженим.

Крім того, як запевняють історики, однозначно ствердної відповіді на запитання, чи можна вичерпно пізнати минуле, жоден серйозний науковець дати не може. Кожен, хто вивчає історичні події, з одного боку відчуває відповідальність за достовірність наведеної інформації, з іншого боку, будь-який дослідник має власну позицію у трактуванні історичних об'єктивностей, що є лише черговою спробою зазирнути за «завісу часу». Такою спробою і є дана стаття, яка висвітлює здобутки українських науковців, що своєю творчою працею забезпечили становлення та розвиток вітчизняної генетики впродовж ХХ-го століття, брали активну участь у підготовці кваліфікованих фахівців для наукової роботи та викладання генетики в різних інституціях країни.

1. Епохальне відкриття Г. Й. Менделя – основа становлення та розвитку сучасної генетики

Здатність живих організмів «передавати» свої ознаки потомству є настільки очевидною, що, без сумніву, є одним з найперших наукових спостережень людини. Однак лише у 1866 р. у збірнику праць Брюннського товариства натуралістів були опубліковані результати експериментів Грегора Йогана Менделя (Gregor Johann Mendel, 20.07.1822–6.01.1884)¹⁴, що стали основою для появи самостійної науки

¹¹ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчий Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. 140 с.

¹² Кунах В. А. Розвиток генетики в Національній академії наук України. До 90-річчя від часу заснування Української Академії Наук. Київ : Академперіодика, 2009. 102 с.

¹³ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчий Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 71.

¹⁴ Oritz J. M., Bianchi D. W. Mendel: Morphologist and mathematician founder of genetics – to begin a celebration of the 2015 sesquicentennial of Mendel's presentation in 1865 of his *Versuche über Pflanzenhybriden*. *Molecular genetics and genomic medicine*. 2015. Vol. 3. № 1. P. 1–7.

генетики, предметом вивчення якої є феномен спадковості, який незмінно супроводжується феноменом мінливості.

Г. Й. Мендель вивчаючи успадкування окремих ознак у гороху (*Pisum sativum*) постулював дискретність факторів спадковості та закони їх розподілу у потомстві. Це відбулося задовго до того, як стало відомо, що таке гени, які і є менделівськими факторами спадковості. Чому саме Г. Й. Мендель, не будучи професійним вченим, зробив це епохальне відкриття? Щоб відповісти на це питання коротко зупинимось на деяких важливих моментах доменделівського періоду наукових уявлень про спадковість.

Великий внесок у розвиток уявлень про спадковість зробив німецький ботанік Йозеф Готліб Кельрейтер (Joseph Gottlieb Kölreuter, 1733–1806)¹⁵, який проводив схрещування різних рослин і супроводжував їх аналізом пилку за допомогою мікроскопу. Він розробив метод напівкастрації квіток і застосовував реципрокні схрещування, встановив рівнозначність пилку та насінного зачатку у передачі спадкових ознак; показав достатність мінімальної кількості пилку для запліднення. В період 1756–1761 рр. йому вдалося отримати гібриди між більш, ніж 50-тма видами з більш, ніж 10-ти родів, зокрема *Nicotiana*, *Dianthus*, *Verbascum*, *Datura*, *Hibiskus*, *Mirabilis*. Зареєстрував подібність гібридів першого покоління від реципрокних схрещувань, що потім використовувалося генетиками як критерій аутосомного типу успадкування. Вперше описав явище гетерозису, хоча й не пояснив його. Вперше застосував аналізуючи схрещування і спостерігав «повернення гібриду до батьківської форми». Зареєстрував розщеплення гібридів, починаючи з другого покоління. Використовував буквенну символіку для позначення чоловічого зачатка (*A* та *a*) та жіночого зачатка (*B* та *b*). Вперше застосував деякі кількісні розрахунки. Однак недоліком його експериментів було те, що він досліджував у гібридів одночасно декілька ознак, а також, здійснював, як правило, міжвидові схрещування, і тому не зміг встановити закономірності спадковості. Менше з тим, роботи Кельрейтера вважаються «фундаментом» сучасної генетики¹⁶.

Методи гібридизації рослин Кельрейтера розвинув в подальшому англійський ботанік Томас Ендрю Найт (Thomas Andrew Knight, 1759–1838)¹⁷. Поряд з плодовими рослинами об'єктом своїх досліджень

¹⁵ URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Йозеф_Готліб_Кельрейтер (дата звернення 15.12.2022)

¹⁶ Кельрейтер Й. Учение о поле и гибридизации растений. М. – Л. : Сельхозгиз. 1940. 251 с.

¹⁷ Романець О. В. Передісторія розвитку генетики: світовий контекст. *Наука і наукознавство*. 2010. № 4. С. 49.

він обрав горох, вважаючи його зручною культурою для експериментів по вивченню явищ спадковості (велика кількість різновидностей гороху з постійними ознаками, однорічність, чіткі характеристики форми, розмірів, забарвлення). Вперше описав явище домінування ознаки. Констатував, як і Кельрейтер, явище гетерозису. Спостерігав явище переважного схрещування в природі рослин одного й того самого виду. Чарльз Дарвін розвинув ці висновки у вигляді «закону Найта-Дарвіна». Однак так само, як і Кельрейтер, Найт не звернув увагу на характер розщеплення ознак у потомства¹⁸.

Ідеї Кельрейтера і Найта розвивали інші ботаніки. Серед них слід особливо виділити французького садівника-практика Огюстена Сажре (Augustin Sageret, 1763–1899)¹⁹ та французького ботаніка Шарля Віктора Нодена (Charles Victor Naudin, 1815–1899)²⁰.

Огюстен Сажре вперше в історії гібридизації він почав вивчати окремі ознаки рослин, підбираючи для схрещування альтернативні пари. Зробив висновок, що спадкові ознаки, зазвичай, не змішуються, не зникають, а в незмінному вигляді переходять потомству. Подібність гібрида з батьківськими формами пояснив розподілом ознак, рівномірним чи нерівномірним, що призводить до комбінаційної різноманітності форм. Таким чином, Сажре правильно трактував поняття спадковості і першим встановив принцип дискретних ознак та їх стійкість при успадкуванні. Тому саме він вважається першим «свідомим попередником» Менделя. Недоліком у роботах Сажре було те, що він не звернув увагу на домінування деяких ознак²¹.

Шарль Віктор Ноден почав свої експерименти з гібридизації рослин у 1854 р., тобто майже одночасно з Менделем і досить близько підійшов до розуміння закономірностей спадковості. Він здійснив велику кількість схрещувань чисельних різновидностей та видів баштанних, садових та декоративних рослин. Схрещуючи різні види дурману (*Datura*) він виявив: одноманітність гібридів першого покоління; у першому поколінні гібридів переважання ознак одного виду (*Datura tatula*) над іншим (*Datura stramonium*), причому домінування ознак *Datura tatula* не залежало від того, використаний цей вид був як материнська чи як батьківська рослина. Встановив наявність розщеплення у другому поколінні. Вперше в описанні дослідів навіть

¹⁸ Auffray Ch., Noble D. Gregor Mendel at the source of genetics and systems biology Celebrating the relevance of Gregor Mendel's experiments on the development of hybrid plants on the occasion of his bicentenary *Biological Journal of the Linnean Society*. 2022. 137. P. 720.

¹⁹ URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Augustin_Sageret.

²⁰ Naudin, Charles Victor. URL: <https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.person.bm000005971>.

²¹ Conway Zirkle. Gregor Mendel & His Precursors. *Isis*. 1951. Vol. 42, № 2. P. 97–104.

цифрові дані. Здогадався, що в основі «безладної» мінливості потомства лежить не лише комбінаційна мінливість, але й інший тип мінливості. Зрозумів існування дискретних одиниць спадковості, які назвав елементами. Недоліком праць Нодена було те, що він переважно проводив міжвидові схрещування, в яких спостерігалася надзвичайно складна картина розщеплення. Крім того, ним були допущені неточності у кількісному аналізі, оскільки він не усі гібриди піддавав цьому аналізу²².

Отже, у другій половині XIX ст. учені і практики, здійснюючи гібридизацію різних видів рослин, правильно помітили такі особливості успадкування ознак як домінування, одноманітність гібридів першого покоління, однаковий результат реципрокних схрещувань, розщеплення ознак у другому поколінні. Г. Й. Мендель був знайомий з працями усіх цих своїх попередників і високо цінував їх. Про це свідчать наявні у бібліотеці монастиря Святого Фоми в місті Брно (Чеська республіка) наукові праці з його численними помітками²³. У своїй статті «Досліди над рослинними гібридами» (*Versuche uber Pflanzen Hybriden*) він писав: «... досі не вдалося встановити загального закону утворення та розвитку гібридів... остаточне вирішення цього питання може бути досягнуте лише тоді, коли будуть виконані детальні дослідження в різних рослинних родинях. Серед чисельних дослідів жодний не був виконаний у тому обсязі і таким чином, щоб можна було б визначити число різних форм, в яких виявляється потомство гібридів, достовірно розподілити ці форми по окремих поколіннях і встановити числові співвідношення»²⁴. Тому, розробляючи план своїх експериментів, він врахував недоліки робіт попередніх дослідників. З методичних прийомів, які вони використовували, він вибрав найбільш прогресивні (напівкастрація квітки, реципрокні та зворотні схрещування, добір батьківських пар з альтернативними ознаками) та вдосконалив гібридологічний метод, доповнивши його кількісним обліком розщеплення ознак та математичним аналізом отриманих результатів.

Усі етапи його експериментальної роботи були ним ретельно продумані та обґрунтовані. Об'єктом дослідження Мендель обрав *Pisum sativum*, оскільки це самозапильна рослина, має багато сортів, що стабільно зберігають свої ознаки у потомстві, і має таку будову квітки, яка дозволяє легко видаляти пиляки і наносити пилок на приймочку

²² Corcos A, Monaghan F. More about Mendel's experiments: where is the bias? *The Journal of Heredity*. 1985. 76 p.

²³ Помогайбо В. М., Петрушов А. В., Березан О. І. Початок генетики: Грегор Мендель та інші. *Світ медицини і біології*. 2016. Т. 2 (56). С. 199.

²⁴ Mendel G. *Versuche über Pflanzen-Hybriden*. *Verhandlungen des Naturforschenden Vereins zu Brünn*. 1866. № 4. P. 3–47. URL: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.61004>

маточки напівкастрованої квітки. Протягом двох років (1856–1858) перевіряв 34 сорти гороху на константність ознак і в результаті вибрав з них 22 сорти з альтернативними парами ознак. Всього в дослідках Менделя було проаналізовано успадкування семи пар альтернативних ознак в схрещуваннях, в яких батьківські форми відрізнялися за однією, двома, трьома парами альтернативних ознак. На кожну рослину гороху заповнював окрему картку (всього було заповнено 10 000 карток), записував, коли батьківська рослина вирошена, які квітки у неї були, пилом яких батьківських форм зроблене запліднення, які квітки за кольором віночка, коли квітка розпустилася, яке насіння за кольором, формою, поверхнею, скільки насінин відібрано для посіву, коли відбувся посів тощо²⁵. Загалом ним було проаналізовано понад 10 тис. рослин та 300 тис. насінин²⁶.

В усіх схрещуваннях Мендель проводив точний кількісний аналіз усіх рослин гібридів, що відрізнялися за окремими ознаками: потомство від кожної рослини аналізувалося ним індивідуально, а потім обчислювалася сумарна чисельність за кожною ознакою в усій вибірці рослин. Вибірки були великими. В подальшому їх репрезентативність була підтверджена статистичними методами. Так, американський генетик Томас Гант Морган (Thomas Hunt Morgan, 1866–1945)²⁷, коли підсумував дані 15-ти дослідників, що повторили експерименти Менделя, виявив, що за забарвленням сім'ядоль був здійснений 269101 підрахунок. Розщеплення за цією ознакою склало 3,004 : 0,996. За іншими ознаками розщеплення було так само близьким до 3 : 1²⁸.

Вдосконалення гібридологічного методу дозволило Менделю відкрити закономірності успадкування ознак у гороху, які, як з'ясувалося згодом, виконуються для усіх диплоїдних організмів, що розмножуються статевим шляхом. Слід зазначити, що, описуючи результати схрещувань, сам Мендель, не тлумачив встановлені ним факти як закони. Він їх трактував як постулати: 1. Парність спадкових одиниць. 2. Домінантність та рецесивність. 3. Розщеплення. 4. Незалежне

²⁵ Богуславський Р. Л. 150 років відкриттю Грегора Менделя. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 17. С. 101.

²⁶ Блюм Я. Б. Грегор Мендель і його роль у розвитку генетичної науки: до 200-річчя від дня народження. *Вісн. НАН України*, 2022, № 1. С. 30. URL: <https://doi.org/10.15407/vishn2022.11.029>

²⁷ Fairbanks DJ. Demystifying the mythical Mendel: a biographical review. *Heredity*. 2022. 129. P. 4–11.

²⁸ Berger F. Which field of research would Gregor Mendel choose in the 21st century? *Plant Cell*. 2022. 34. P. 2462–2465.

комбінування. Але після їх перевідкриття та підтвердження їх стали називати законами успадкування ознак у гібридів²⁹.

Щоб підтвердити свої постулати Мендель у 1863–1864 рр. провів серію дослідів, на інших рослинах: на фуксії (навіть створив новий сорт), антиринумі, кукурудзі, терені. Не завжди результати підтверджувалися, але наближалися до його висновків. 8 лютого 1965 р. Мендель вперше доповів результати своїх досліджень на засіданні Брюннського товариства натуралістів, зробивши акцент переважно на методику та емпіричні результати. У другій доповіді, зробленій через місяць (8 березня), були вже узагальнення та висновки з цих дослідів. Наприкінці наступного року конспект доповіді, скорочений до 43 сторінок, було опубліковано у черговому томі збірника праць цього товариства під назвою «Досліди над рослинними гібридами». Цей том збірника потрапив до 120 університетських бібліотек світу. Сам Мендель замовив 40 окремих відбитків своєї статті, з яких майже всі розіслав відомим дослідникам-ботанікам, але його робота так і не викликала інтересу у його сучасників³⁰.

У більшості джерел з історії генетики наводиться міркування, що тогочасні біологи не прочитали написану німецькою мовою статтю Менделя а ті, хто прочитали, не зрозуміли значення його математичних викладок³¹. Крім того, висновки Менделя не відповідали тогочасним уявленням про причини мінливості організмів. Вважалось, що мінливість є безперервною, і згідно теорії еволюції Дарвіна-Воллеса³², потомство – «суміш» батьківських фенотипів. Мендель же припустив, що мінливість не безперервна, а обумовлена дискретними спадковими факторами.

Швейцарський та німецький ботанік Карл Вільгельм фон Негелі (Carl Wilhelm von Nägeli, 1817–1891)³³, був чи не єдиним, хто надіслав йому відповідь і порадив підтвердити відкриття на нечуйвітрі (*Hieracium*) –

²⁹ Auffray Ch., Noble D. Gregor Mendel at the source of genetics and systems biology Celebrating the relevance of Gregor Mendel's experiments on the development of hybrid plants on the occasion of his bicentenary *Biological Journal of the Linnean Society*. 2022. 137. P. 725.

³⁰ Блюм Я. Б. Грегор Мендель і його роль у розвитку генетичної науки: до 200-річчя від дня народження. *Вісн. НАН України*. 2022. № 1. С. 32. URL: <https://doi.org/10.15407/visn2022.11.029>

³¹ Peter J. van Dijk, Franz J. Weissing, Noel Ellis T. H. How Mendel's Interest in Inheritance Grew out of Plant Improvement. *Genetics*. 2018. Vol. 210. P. 347–355. DOI: 10.1534/genetics.118.300916.

³² Fairbanks DJ. Mendel and Darwin: untangling a persistent enigma. *Heredity*. 2020. 124. P. 263–273.

³³ URL: https://wiki5.ru/wiki/Carl_Nageli (дата звернення 15.12.2022).

рослині родини айстрових³⁴, та бджолах³⁵. Мендель провів серію дослідів зі схрещування різновидів нечуйвітру (*Hieracium*), а потім – зі схрещування різновидів бджіл. І в обох випадках на нього чекало трагічне розчарування: результати, отримані на горосі, не підтверджувалися на інших видах. Зокрема, у дослідах з нечуйвітром було все навпаки: одноманітність гібридів F_2 та в усіх наступних поколіннях і розщеплення в F_1 . З великою наполегливістю Мендель проводив схрещування різновидностей нечуйвітру протягом трьох років і у 1869 р. змушений був перервати, а у 1871 р. і зовсім припинити свою наукову діяльність, по-перше через погіршення здоров'я, по-друге, через зневіру, що зможе з'ясувати закономірності успадкування ознак у цієї рослини. Причина цього полягала в тому, що механізми запліднення як нечуйвітру, так і бджіл, мали свої особливості (для нечуйвітру характерний апоміксис, а у бджіл трутні завжди є гомозиготними), ще не відомі тогочасній науці (для нечуйвітру характерний апоміксис, а у бджіл трутні завжди є гомозиготними), а в методах схрещування, якими користувався Мендель, ці особливості не враховувалися³⁶.

Світ дізнався про відкриття Менделя у 1900 р., через 16 років після його смерті. Честь перевідкриття та підтвердження закономірностей спадковості Менделя належить австрійському ботаніку і селекціонеру Еріху фон Чермаку-Зейзенеггу (Erich Tschermak-Seysenag, 1871–1962)³⁷, німецькому ботаніку Карлу Корренсу (Carl Franz Joseph Erich Correns, 1864–1933)³⁸ та голландському фізіологу рослин Гуго де Фрізу (Hugo de Vries, 1848–1935)³⁹. Цей рік прийнято вважати роком народження генетики. Через рік англійський біолог Вільям Бейтсон (William Bateson, 1861–1926)⁴⁰ підтвердив менделівські закономірності на курях⁴¹ і зразу ж став найпопулярнішим менделістом, а у 1906 р. запропонував термін «генетика». Бейтсон також є автором терміну «гамети» і «алеломорфи»

³⁴ Nogler G. A. The lesser-known Mendel: his experiments on *Hieracium*. *Genetics*. 2006. 172 (1). P. 1–6. URL: <https://doi.org/10.1093/genetics/172.1.1>

³⁵ Vecerek O. Johann Gregor Mendel as a beekeeper. *Bee World*. 1965. 46 (3). P. 86–96. URL: <https://doi.org/10.1080/0005772X.1965.11095345>

³⁶ PJ van Dijk, Ellis THN E. The full breadth of Mendel's genetics. *Genetics*. 2016. 204. P. 1327–1336.

³⁷ Tschermak E. Über Kunstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. 1900. 18. P. 232–239.

³⁸ Correns C. G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. 1900. 18. P. 158–168.

³⁹ de Vries H. Sur la loi de disjonction des hybrides. *Comptes rendus de l'Acad. des sc. Paris*. 1900. 130 (13). P. 845–847.

⁴⁰ Bateson W. 1902. *Mendel's Principles of Heredity, a Defense*. London: Cambridge University Press.

⁴¹ Bateson W. The progress of genetics since the rediscovery of Mendel's papers. *Progr. Res. Bot.* 1906. № 1. P. 368–418.

(альтернативні ознаки). Пізніше данський біолог Вільгельм Людвіг Йогансен (Wilhelm Ludvig Johannsen, 1857–1927)⁴² спадкові фактори Менделя назвав генами, а термін «алеломорфи» скоротив до «алелі».

Передумовою виникнення генетики як науки стали знаменні відкриття 70–80 р. XIX ст.: механізмів запліднення у рослин (Е. Страсбургер)⁴³ і у тварин (Е. ван Бенеден⁴⁴, О. Гертвіг⁴⁵, 1875); редуційного поділу при утворенні гамет (В. Флеммінг⁴⁶, Е. ван Бенеден, 1879), поведінки хромосом під час поділу клітини. Вільгельм Ру⁴⁷ процеси розподілу хромосом у мітозі та мейозі пояснив тим, що хромосоми є спадковим матеріалом, і, навіть, висловив думку про лінійне розміщення у хромосомах спадкових одиниць (не знаючи, що їх існування вже відкрив Г. Й. Мендель)⁴⁸.

На основі цих відкриттів німецький зоолог Август Вайсманн (Friedrich Leopold August Weismann, 1834–1914)⁴⁹ висунув гіпотезу про існування в організмі особливої субстанції, «зачаткової плазми», при утворенні якої число «спадкових одиниць» зменшується вдвічі, а потім відновлюється при заплідненні. Однак, Вайсманн вважав, що кожна хромосома несе усі «спадкові одиниці», необхідні для побудови цілого організму⁵⁰.

Ця гіпотеза стала широко відомою в останні роки XIX ст. і викликала бурхливу дискусію, через яку були проведені чисельні досліді, які повторювали експерименти Менделя. Одним з головних учасників цієї дискусії був Гуго де Фріз. Він відкинув деякі аспекти гіпотези Вайсмана і доповнив її важливими моментами: кожна «спадкова одиниця» контролює окрему ознаку, і ці одиниці можуть перерозподілятися у потомстві, утворюючи різні комбінації. Щоб перевірити свої припущення де Фріз провів моно- та дигібридні схрещування сортів

⁴² URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вільгельм_Людвіг_Йогансен (дата звернення 16.12.2022).

⁴³ URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Едуард_Адольф_Страсбургер (дата звернення 16.12.2022).

⁴⁴ Hamoir, Gabriel. "La révolution évolutionniste en Belgique: du fixiste Pierre-Joseph Van Beneden à son fils darwiniste Édou. Ard". *Presses Universitaires de Liège*. 2001.

⁴⁵ URL: <https://www.britannica.com/biography/Oskar-Wilhelm-August-Hertwig> (дата звернення 16.12.2022).

⁴⁶ URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вальтер_Флеммінг (дата звернення 16.12.2022).

⁴⁷ URL: <https://www.britannica.com/biography/Wilhelm-Roux> (дата звернення 16.12.2022).

⁴⁸ Стент Г. Молекулярная генетика. М. : Мир, 1974. С. 21.

⁴⁹ URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Август_Вайсманн (дата звернення 16.12.2022).

⁵⁰ Голд Д. М. Вайсманнізм. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=32899 (дата звернення 16.12.2022).

близько 16 видів рослин, зокрема кукурудзи, маку, ентери, і у другому поколінні гібридів спостерігав розподіл доміантних і рецесивних ознак у співвідношенні 3 : 1. Він опублікував ці результати у березні 1900 р. і побіжно зазначив, що ці результати і теоретичні висновки були вже опубліковані Г. Й. Менделем у 1865 році. Однак, за два місяці до появи статті де Фріза, у січні 1900 р., була опублікована стаття Карла Корренса, про аналогічні результати, отримані ним у дослідях з міжлінійної гібридизації кукурудзи. Корренс теж посилався на роботу Г. Й. Менделя, а у травні 1900 р., коли прочитав статтю де Фріза, опублікував іншу статтю, в якій повідомив, що підтвердив результати експериментів Менделя на горосі. Корренс переписувався з австрійським селекціонером чеського походження Чермаком, який з 1889 р. проводив досліді з гібридизації гороху, і практично зразу виявив закономірності успадкування ознак, описані Менделем, але на співвідношення 3 : 1 «наштовхнув» його саме Корренс⁵¹.

Відкриття Гуго де Фріза. Карла Корренса та Еріха Чермака з дивовижною швидкістю були підхоплені іншими ученими, чим був покладений початок бурхливому розвитку генетичних досліджень. Увага наукової спільноти до праці Менделя посилилася, коли у 1902 р. американський генетик і лікар Уолтер Стенборо Саттон, (1877–1916)⁵² та німецький зоолог і анатом Теодор Бовері (Theodor Boveri, 1862–1915)⁵³ опублікували результати незалежних досліджень, в яких констатували, що гени знаходяться в хромосомах, що два алейя, що визначають альтернативні ознаки, під час мейозу розходяться у різні гамети і комбінуються випадковим чином. Таким чином Саттон і Бовері заклали підвалини хромосомної теорії спадковості і показали її зв'язок з менделівською генетикою.

Протягом наступної історії генетика пройшла ряд періодів, кожний з яких характеризувався тими чи іншими відкриттям, і протягом всього одного століття генетика відбулася як фундаментальна наука, досягненнями якої сприяли прискоренню науково-технічного прогресу в біології, а прикладні досягнення у селекції та медицині забезпечили основи Концепції сталого розвитку.

З нагоди дня народження Грегора Йогана Менделя впродовж усього 2022 року міжнародна наукова спільнота, різні дослідницькі інституції, товариства та наукові видання всього світу проводять конференції,

⁵¹ Стент Г. Молекулярная генетика. М. : Мир, 1974. С. 23.

⁵² Sutton W. S. On the morphology of the chromoso group in *Brachystola magna*. The Biological Bulletin. 1902. 4 (1). P. 24–39. URL: <https://doi.org/10.2307/1535510>

⁵³ Boveri T. Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. *Verh. Phys. Med. Gesellschaft Würzburg*. 1902. № 35. P. 67–90.

семінари, публікують спеціальні випуски журналів та організують інші святкові заходи.

3 нагоди дня народження Грегора Йогана Менделя впродовж усього 2022 року міжнародна наукова спільнота, різні дослідницькі інституції, товариства та наукові видання всього світу проводять конференції⁵⁴, нагородження⁵⁵, публікують спеціальні випуски журналів⁵⁶ та організують інші святкові заходи⁵⁷. Національна академія наук України, віддаючи данину непересічному значенню наукової спадщини Грегора Йогана Менделя, на засіданні Президії НАН України 21 вересня 2022 р.⁵⁸ заслухала доповідь академіка НАН України директора ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України Ярослава Борисовича Блюма «Грегор Мендель і його роль у розвитку генетичної науки: до 200-річчя від дня народження» академік НАН України» та виступи президента Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова члена-кореспондента НАН України Віктора Анатолійовича Кунаха⁵⁹ та почесного доктора Університету Менделя⁶⁰ (м. Брно, Чеська республіка) професора Ярослава Долежела (Інститут експериментальної ботаніки Чеської академії наук в Оломоуці)⁶¹.

У своєму виступі Ярослав Блюм розповів про значення наукової спадщини Грегора Менделя, яка набула надзвичайно широкого звучання і практичного втілення у різних галузях генетики: від загальної генетики до геноміки та синтетичної біології. А також зазначив, що в Україні науки дослідження з різних напрямів генетики здійснюються практично від часу заснування Української академії наук. А нині у «золотий вік» біології генетика та суміжні біологічні науки є надзвичайно важливими для нашої держави і потребують подальшого розвитку. Зокрема, НАН України вже порушувала питання про створення геномного центру та ключових лабораторій для дослідження геномів різної складності організації – від мікроорганізмів, рослин до людини, що сприяло б інноваційному розвитку сучасних біотехнологій, успішному впровадженню та масштабуванню наукових розробок установ.

⁵⁴ Mendel Genetics Conference. URL: <https://www.mendel22.cz/about-conference/>, 2022)

⁵⁵ URL: <https://www.gregor-mendel-stiftung.de/leitidee/>

⁵⁶ URL: <https://academic.oup.com/plcell/issue/34/7>

⁵⁷ Mendel.Brno – Mendel opted for Brno, available at: <https://mendel.brno.cz/en/>, 2022

⁵⁸ URL: <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=9473>

⁵⁹ Говорун Д. М. Кунах Віктор Анатолійович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2016. Т. 16. URL: <http://esu.com.ua/article-51592> (дата звернення 21.12.2022).

⁶⁰ URL: <https://www.mba-magistratura.com/Mendel-University-in-Brno/>

⁶¹ URL: <https://www.wikidata.org/wiki/Q30123274>

Президент Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова член-кореспондент НАН України Віктор Кунах розповів про основні історичні віхи розвитку генетики як науки за часів існування СРСР, а також про історію створення та основні напрями діяльності Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова.

Професор Інституту експериментальної ботаніки Чеської академії наук Ярослав Долежел підкреслив важливе значення університетського навчання в Оломоуці на майбутнє життя Г. Менделя.

Цим засіданням Президія НАН України долучилася до відзначення 200-річчя від дня народження Грегора Йогана Менделя і віддала належне його ролі у становленні та розвитку генетики.

2. Здобутки вітчизняних учених в історії становлення генетичних досліджень та генетичної освіти в Україні

Перші відомості про науку генетику в Україні з'явилися у 1911 р., коли професор Київського університету Сергій Юхимович Кушакевич (1.09.1878–10.01.1920)⁶² повернувся з Мюнхену з наукового стажування у Ріхарда Гертвіга⁶³ і започаткував на кафедрі зоології природничого відділення фізико-математичного факультету курс «учение о наследственности», який став викладати з позицій класичної менделівської генетики⁶⁴. Практично одночасно з С. Ю. Кушакевичем курс генетики у 1912–1915 рр. став читатися у Харківському університеті доцентом кафедри ботаніки Левом Артуровичем Беніке (1884–15.01.1921)⁶⁵, одним з учнів професора тієї ж кафедри Володимира Митрофановича Арнольдї (13.06.1871–22.03.1924)⁶⁶. Він, як і його учитель, зразу оцінив фундаментальне значення менделізму і приступив до експериментальної розробки цитологічних основ менделівських закономірностей. Так почала формуватися харківська генетична наукова школа. У 1912 р. в Одеському університеті курс лекцій на основі авторського підручника «Законы наследственности как основа селекции сельскохозяйственных

⁶² Мазурмович Б. Н. О жизни и деятельности С. Е. Кушакевича (1878–1920). URL: <http://mail.izan.kiev.ua/vz-pdf/1970/6/VZ%201970-6-18-Mazurmovich.pdf>

⁶³ Richard Hertwig. URL: <https://www.wikidata.org/wiki/Q85907>

⁶⁴ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 71.

⁶⁵ Горбулін О. С. Беніке Лев Артурович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2003. Т. 2. URL: <http://esu.com.ua/article-39106> (дата звернення 21.12.2022)

⁶⁶ Догадіна Т. В., Горбулін О. С. Арнольдї Володимир Митрофанович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001. Т. 1. URL: <http://esu.com.ua/article-43289> (дата звернення 21.12.2022)

растений» для студентів-природознавців започаткував Андрій Опанасович Сапегін (11.12.1863–8.04.1946)⁶⁷ – ботанік, в подальшому доктор біологічних наук (1914), професор (1917). У 1913 р. цей курс уперше в колишній Російській імперії отримав назву «Генетика і селекція»⁶⁸.

Перші наукові дослідження з генетики в Україні розпочалися у 1912 р. професором Київського університету Сергієм Гавриловичем Навашиним (14.12.1857–10.12.1930)⁶⁹, на той час вже всесвітньо відомим за відкриття процесу подвійного запліднення у рослин (1898). З використанням авторської техніки фіксації та забарвлення хромосом, він встановив наявність двох плечей у морфологічній структурі хромосом, що деякі хромосоми можуть мати супутник, що кількість та морфологія хромосом у рослин є видоспецифічною ознакою, і характерний для виду морфологічний комплекс хромосом назвав ідіограмою⁷⁰.

Згодом його учнями та послідовниками – Григорієм Андрійовичем Левитським (7.11.1878–20.05.1943)⁷¹, Левом Миколайовичем Делоне (11.05.1891–1.11.1969)⁷², Володимиром Васильовичем Фінном (1.05.1878–13.10.1957)⁷³, Яковом Самуїловичем Модилевським (15.01.1883–8.03.1968)⁷⁴ та ін., були вивчені кількісні та морфологічні особливості хромосомних наборів у ряду видів культурних і диких рослин та мохів⁷⁵. Л. М. Делоне для означення характерних для виду числа та морфологічних особливостей хромосом запропонував термін

⁶⁷ Пушкаренко О. Я., Іваненко П. І. Сапегін Андрій Опанасович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. URL: <http://esu.com.ua/article-77800> (дата звернення 21.12.2022).

⁶⁸ Васильєва Т. В. Андрій Опанасович Сапегін (1883–1946). *Український ботанічний журнал*. 2018. Т. 75. № 3. С. 301.

⁶⁹ Романець О. В. Навашин Сергій Гаврилович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2020. Т. 22. URL: <http://esu.com.ua/article-71406> (дата звернення 21.12.2022).

⁷⁰ Корж В. П. Сергей Гаврилович Навашин: два юбилея. *Цитология и генетика*. 2008. Т. 42, № 3, С. 3–11.

⁷¹ URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-culture/3344824-grigorij-levitskij-genetika-uzmezah-zitta-odnogo-korinca.html>

⁷² Рабинович С. В., Гурєва І. А. Делоне Лев Миколайович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2007. Т. 7. URL: <http://esu.com.ua/article-21363> (дата звернення 21.12.2022).

⁷³ Григорюк І. П., Богач Є. М., Якубенко Б. Є. Професор В. В. Фінн (до 140-річчя від дня народження). *Питання історії науки і техніки*. 2017. № 4. С. 38.

⁷⁴ Романець О. В. Модилевський Яків Самуїлович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2019. Т. 21. URL: <http://esu.com.ua/article-63283> (дата звернення 21.12.2022).

⁷⁵ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 7.

«каріотип»⁷⁶. Г. А. Левитський на основі вдосконаленої ним методики вивчення хромосом С. Г. Навашина разом з Л. М. Делоне провів порівняльне вивчення каріотипу споріднених видів рослин (*Muscari Mill.*, *Bellevalia Lapeyr.*, *Ornithogalum umbellatum L.*) в мікроеволюційному аспекті⁷⁷. За результатами цих досліджень у 1924 р. Г. А. Левитським була видана монографія «Материальные основы наследственности», яка стала першим у світі посібником з цитогенетики, а українська школа з дослідження морфології хромосом стала всесвітньо відомою і отримала назву «класичної». Методики фіксації та вимірювання розмірів хромосом, розроблені Г. А. Левитським, використовувалися в усьому комплексі робіт з порівняльної каріології у галузі систематики та філогенетики рослин, чим було започатковано новий напрям – каріосистематику⁷⁸. Я. С. Модилевський започаткував цитогенетичні дослідження мейозу у ряду рослин. Вивчаючи мікро- та макроспорогенез у гібридів, амфідиплоїдів та гаплоїдів тютюну, він відкрив явище відсутності мейотичної кон'югації у гаплоїдів⁷⁹.

Розробка теоретичних питань генетики і власне генетичні дослідження в Україні розпочалися у 20-х роках. У 1923 р. Іван Іванович Шмальгаузен (23.04.1884–7.10.1963)⁸⁰ як директор Інституту зоології та академік очолив комісію з експериментальної біології та генетики при Академії наук, створену для координації генетичних та селекційних досліджень. Одночасно ним була сформована школа генетиків-еволюціоністів, які розпочали вивчення мутаційної мінливості дрозюфіли, спричиненої рентгенівським опроміненням⁸¹. У 1932 р. за результатами цих досліджень один з аспірантів І. І. Шмальгаузена Пантелеймон Онуфрійович Сітько (9.08.1906–25.09.1985)⁸² захистив першу в Україні кандидатську дисертацію з генетики «Залежність мутабельності від генотипу»⁸³.

⁷⁶ Лев Николаевич Делоне. *Цитология и генетика*. 1970. 4 (3). С. 279–291.

⁷⁷ Там само.

⁷⁸ Кунах В. А. Розвиток генетики в Національній академії наук України (до 90-річчя від часу заснування НАН України). *Вісн. Укр. тов.-ва генетиків і селекціонерів*. 2008. Т. 6. № 1. С. 5.

⁷⁹ Модилевский Я. С. *Цитозембриология высших растений*. Київ: Изд-во АН УССР. 1963.

⁸⁰ Дзевєрін І. І. Шмальгаузен Іван Іванович. *Енциклопедія сучасної України: енциклопедія [електронна версія]*. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. URL: <http://esu.com.ua/article-77808> (дата звернення 21.12.2022).

⁸¹ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. *Історія генетики в Україні*. Київ: Фітосоціоцентр, 2009. С. 16.

⁸² Там само.

⁸³ Там само. С. 1.

До наукової школи І. І. Шмальгаузена у 1921–1924 рр. входив Феодосій Григорович Добржанський (25.01.1900–18.12.1975)⁸⁴ – відомий як основоположник американської школи популяційної генетики, один з фундаторів синтетичної теорії еволюції. Одна зі статей Ф. Г. Добржанського, «Про географічну й індивідуальну мінливість *Adalia bipunctata* та *A. decempunctata*», стала відправною точкою в розвитку геногеографії та аналізу зміщень частот поліморфних ознак у географічних популяціях, інші, зокрема «Про будову статевого апарату деяких мутантів *Drosophila melanogaster*», – задали вектор у вивченні механізмів репродуктивної ізоляції генетично відмінних форм. Ці та подібні праці були провісниками розвитку синтетичної теорії еволюції (СТЕ) як синтезу генетики, морфології та філогенетики, а по суті – синтезу менделізму та дарвінізму⁸⁵.

У 1927–1928 рр. в Україні уперше було застосовано рентгенівське випромінювання для експериментального одержання мутацій у сільськогосподарських рослин, деякі з них були цінними для селекції. Перші результати досліджень з індукції рентгеномутацій у пшениці та ячменю опубліковано у 1928 р. Л. М. Делоне, у 1930 р. – А. О. Сапегіним. Зокрема, Л. М. Делоне одержав велику кількість генних та хромосомних мутацій, виявив серед них спельтоїдні та стерильні форми. У 1934 р. він встановив подібність форм природного і експериментального мутагенезу, відкривши явище паралелізму в мінливості природних та експериментальних мутацій⁸⁶.

Значна кількість генетичних досліджень у 30-ті роки в Україні проводилася в рамках селекції. Так, А. О. Сапегін вперше почав здійснювати селекцію пшениці на генетичній основі, застосував для поліпшення сортів пшениці міжвидову та міжродову гібридизацію, провів генетичні та цитогенетичні дослідження з міжвидової та міжродової гібридизації рослин, на основі яких зробив низку висновків, основоположних для сучасної генетики віддалених гібридів. У 1928–1935 рр. А. О. Сапегін одним із перших у світі застосував іонізуюче випромінювання для отримання штучних мутацій у зернових культур і використав їх у селекції, а також метод варіаційної статистики для оцінки точності результатів досліджень у біології та агрономії. А. О. Сапегін є автором перших підручників із методики польових

⁸⁴ Загороднюк І. В. Феномен Феодосія Добржанського: до 100-річчя зачину його наукових досліджень у Києві (1921–1924). *Вісник Національної академії наук України*. 2021. № 2. С. 50–51.

⁸⁵ Dobzhansky Th. *Genetics and the origin of species*. N. Y. : Columbia University Press, 1937. 380 p.

⁸⁶ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. *Історія генетики в Україні*. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 16.

дослідів, які відіграли значну роль у розвитку вітчизняної та світової селекції⁸⁷. Слід також зазначити, що А. О. Сапегін з 1928 р. був першим директором з наукової роботи Українського генетико-селекційного інституту в Одесі, протягом 1933–1939 рр. відповідав за наукову роботу в Інституті генетики АН СРСР у Києві, і майже одночасно (1934–1946) завідував відділом генетики і селекції рослин Інституту ботаніки АН УРСР у Києві⁸⁸.

Одним з основоположників наукової селекції в Україні вважається Микола Миколайович Гришко (6.01.1901–3.01.1964)⁸⁹. До 1929 р. він працював викладачем генетики, селекції, насінництва та дослідної справи в Майнівському сільськогосподарському технікумі. Поряд з цим викладав природознавство у школі і брав активну участь у ліквідації безграмотності, займався науковими дослідженнями. З 1931 по 1940 рр. М. М. Гришко жив і працював у Глухові (нині районний центр Сумської області), де й сформувався як генетик-селекціонер. У 1933 р. ним був написаний знаменитий «Курс загальної генетики», а пізніше у 1938 р. в співавторстві з Л. М. Делоне «Курс генетики», який, випадково вцілів і зберігається в експозиції історико-педагогічного музею Глухівського національного педагогічного університету ім. О. Довженка⁹⁰.

Свій науковий шлях М. М. Гришко розпочав зі з'ясування мінливості та вивчення особливостей успадкування ознак статі у конопель. Цей науковий напрямок був обраний не випадково. По-перше, М. І. Вавилов звернув увагу на виняткове значення методики селекції ряду найважливіших культурних рослин досліджень статі. По-друге, на той час надзвичайно актуальним було збільшити виробництво коноплепродукції шляхом створення нових сортів⁹¹. За результатами досліджень М. М. Гришко встановив значну мінливість репродуктивних органів і загального фенотипу рослин конопель. У 1929 р. вперше встановив успадкування однодомності у конопель, виявив різні типи однодомності, розробив методику створення сортів з одночасним дозріванням обох статей. Перший такий сорт був створений у 1937 р., за виходом волокна

⁸⁷ Васильєва Т. В. Андрій Опанасович Сапегін (1883–1946). *Український ботанічний журнал*. 2018. Т. 75, № 3. С. 301–302.

⁸⁸ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 9.

⁸⁹ Кохно М. А. Гришко Микола Миколайович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. Т. 6. URL: <http://esu.com.ua/article-31846> (дата звернення 21.12.2022).

⁹⁰ Вировець В. Г., Горшкова Л. М. Академік М. М. Гришко – основоположник наукової селекції. URL: <https://kourier.in.ua/786-akademk-mm-grishko-osnovopolozhnik-naukovoyi-seleksyi.html> (дата звернення 07.12.2022).

⁹¹ Там само.

він перевищував тодішні кращі сорти на 35–50 % і був придатним для механізованого збирання⁹².

Генетичні особливості ознак статі у шпинату, конопель і ріцини вивчав Юрій Петрович Мірюта (25.02.1905–22.10.1976)⁹³ – видатний вчений-селекціонер і педагог, важливість наукових відкриттів якого довгий час замовчувалася в СРСР, статті не допускалися до друку. Він протягом усього творчого свого життя вів постійну боротьбу з лисенківщиною, відстоював правильне розуміння ідей М. І. Вавилова⁹⁴. У 1936 р. Ю. П. Мірюта встановив, що стать має полігенну природу, зі статтю зчеплені такі ознаки, як потужність розвитку, морфологія та анатомія статевих органів⁹⁵. Відкрив феномен вибіркової кон'югації ідентичних хромосом у рослин поліплоїдів – відомий як «ефект Мірюти», сформулював закон «Періодичної зміни інбридингу і кросбридингу за природного розмноження рослин» і встановив генетичні механізми такої періодичної зміни: гомозиготний стан гаметофітних генів забезпечує за наявності чужого пилку кросбредне потомство, а гогетерозиготний стан усіх або більшості гаметофітних генів зумовлює вибірковість родинного походження пилку при запиленні і спрямовує розмноження у річище інбридингу до настання гомозиготності за гаметофітними генами. Розвиток уявлень про гетерозис, викладених Ю. П. Мірютою, дозволив поставити питання про можливість закріплення гетерозису шляхом подвоєння числа хромосом у високогетерозисних гібридів між формами, які відрізняються великою кількістю ознак⁹⁶.

Наприкінці 1930-х років в Україні почала розвиватися еволюційна генетика. З 1937 р. Сергій Михайлович Гершензон (11.02.1906–7.04.1998)⁹⁷, який очолював відділ генетики Інституту зоології АН України і одночасно кафедру дарвінізму і генетики Київського, у цих двох

⁹² Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 13.

⁹³ Костенко О. І. Мірюта Юрій Петрович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2019. Т. 21. URL: <http://esu.com.ua/article-67903> (дата звернення 21.12.2022).

⁹⁴ Мішкурів Ю. Н., Парій Ф. М., Мірюта Н. Ю. Професор Ю. П. Мірюта – педагог і вчений. *Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2017. Т. 15. № 1. С. 97.

⁹⁵ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 16.

⁹⁶ Прокопенко С. Мірюта Юрій Петрович – видатний вчений вавіловської плеяди вчених. URL: <https://library.udau.edu.ua/novini/miryuta-yurij-petrovich-vidatnij-vchenij-vavilovskoi-pleyadi-vchenih.html> (дата звернення 15.12.2022).

⁹⁷ Труханов В. А. Гершензон Сергій Михайлович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. Т. 5. URL: <http://esu.com.ua/article-29385> (дата звернення 21.12.2022).

установах він організував дослідження природних популяцій дрозофіли. На основі отриманих даних запропонував концепцію, згідно якої основну роль в мікроеволюції відіграють не рецесивні мутації, як вважали раніше, а напівдомінантні та доміантні мутації (1941)⁹⁸. У 1937–1940 рр. С. М. Гершензон здійснив генетичне дослідження природних популяцій хом'яків в Україні⁹⁹. У 1938–1939 рр. С. М. Гершензон почав перевіряти можливість мутагенної дії ДНК і вірусів¹⁰⁰, і першими ж дослідями було показано, що екзогенна ДНК у дрозофіли викликає численні мутації, причому переважно певних генів¹⁰¹.

Однак першим, хто започаткував і провів дослідження у відділі генетики Інституту зоології, в яких експериментально було виявлено явище біологічного мутагенезу, і за результатами яких уперше у світі встановлено мутагенну дію ДНК як здатність спричинювати мутації у багатоклітинних організмів, був Микола Дмитрович Тарнавський (08.06.1908–13.07.1953)¹⁰². Першою сполукою, обраною для таких досліджень, стала ДНК, і це не було випадковістю – Микола Дмитрович вважав ДНК генетично активною речовиною. Мутагенна дія екзогенної ДНК, виділеної із тимусу телят, була досліджена М. Д. Тарнавським на великій кількості експериментального матеріалу у двох серіях дослідів¹⁰³. Висновок щодо здатності чужорідних ДНК спричинювати спрямовані мутації та гіпотеза щодо їхнього впливу на спадковість свідчить про те, що Микола Дмитрович був добре обізнаний із світовою літературою і дотримувався думки про те, що «нуклеїнова кислота становить активний складовий чинник ядра – зокрема хромосом. Отже, очевидно, що штучне порушення балансу нуклеїнових кислот в ядрі буде викликати нові біохімічні взаємовідношення між складовими чинниками як ядра в цілому, так і хромосом зокрема, що і приводитиме до виникнення нових змін»¹⁰⁴. Це було геніальним передбаченням

⁹⁸ Романець О. В. Наукова діяльність ученого-генетика С. М. Гершензона в контексті суспільно-політичних умов (до 100-річчя від дня народження). *Наука та наукознавство*. 2006. № 1. С. 127.

⁹⁹ Гершензон С. М., Полевой В. В. Наследование черной окраски у хомяка (*Cricetus Cricetus* L.). *Докл. АН СССР*. 1940. Т. 29. № 8–9.

¹⁰⁰ Гершензон С. М. Вызывание направленных мутаций у *Drosophila Melanogaster*. *Докл. АН СССР*. 1939. Т. 25. № 3. С. 128.

¹⁰¹ Гершензон С. М., Александров Ю. Н., Малюта С. С. Мутагенное действие ДНК и вирусов у дрозофилы. Київ : Наук. думка, 1975. 160 с.

¹⁰² Голда Д. М., Потопальський А. І., Кацан В. А. Листи у вічність українського генетики Миколи Тарнавського (до 100-річчя від дня народження та 7-річчя першої його публікації про вплив ДНК на генетичні процеси). *Фізика живого*. 2008. Т. 16. № 2. С. 177.

¹⁰³ Тарнавський М. Д. До питання про роль нуклеїнової кислоти при викликанні направлених мутацій. *Доповіді АН УССР*. 1939. № 1. С. 47–49.

¹⁰⁴ Там само.

одного з найважливіших механізмів впливу екзогенних ДНК на спадковість – інформаційно-регуляторного, який набагато пізніше в різних редакціях пропонувався різними дослідниками. Найважливіші нові наукові положення, сформульовані в наукових дослідженнях М. Д. Тарнавського, виконаних на дрозофілі – виявлення впливу екзогенних ДНК на кросинговер, відкриття мутагенної дії ДНК як здатності спричинювати спрямовані мутації та експериментальне підтвердження взаємодії негомологічних хромосом під час кон'югації¹⁰⁵. М. Д. Тарнавський мав сучасні погляди на геном як на єдине ціле та на гени як на пластичні структури, робота яких залежить від стану метаболізму та довкілля. І це висловлювалося в ті часи, коли крайніми полюсами уявлень про природу спадковості були погляд на гени як щось незмінне і абсолютну детермінованість ними ознак організму або взагалі заперечення існування генів як одиниць, що детермінують спадковість, і уявлення про формування ознак організму виключно під впливом довкілля...¹⁰⁶

Одночасно з науково-дослідницькою роботою, М. Д. Тарнавський читав курс лекцій з генетики та дарвінізму в Київському педагогічному інституті; займався просвітницькою роботою, постійно публікуючи науково-популярні статті з біології в періодичних виданнях; з 1938 р. по 1948 р. вів велику організаційну роботу на посаді вченого секретаря Інституту зоології. У 1940 р. Микола Дмитрович започаткував в Україні дослідження з селекції китайських шовкопрядів, створив лабораторію дубового шовкопрядя в Інституті зоології і був її першим керівником¹⁰⁷.

У серпні 1948 р. відбулася сумнозвісна серпнева сесія ВАСГНІЛ, після якої генетичні дослідження в СРСР були загальмовані впродовж майже двадцяти років. Учених-генетиків було звільнено від викладання у закладах вищої і середньої спеціальної освіти, розформовано генетичні лабораторії. Натомість почала розвиватися так звана «народна селекція», згідно якої в основу вузівського курсу генетики було покладено псевдонаукові погляди¹⁰⁸. Так, у виданому в 1938 р. в Москві російськомовному підручнику М. М. Гришка та Л. М. Делоне «Курс генетики»,

¹⁰⁵ Тарнавський М. Д. Вивчення впливу різних доз тимонуклеїнової кислоти на процес кон'югації хромосом. *Збірник праць з генетики Інституту зоології АН УРСР*. 1941. № 4–5. С. 259–267.

¹⁰⁶ Голда Д. М., Потопальський А. І., Кацан В. А. Листи у вічність українського генетики Миколи Тарнавського (до 100-річчя від дня народження та 7-річчя першої його публікації про вплив ДНК на генетичні процеси). *Фізика живого*. 2008. Т. 16. № 2. С. 179–180.

¹⁰⁷ *Ibid.* С. 181.

¹⁰⁸ Гершензон С. М. Трудные годы развития советской генетики и уроки лысенковщины. *Очерки истории естествознания и техники*. Київ: Наук.думка, 1988. Вып. 35. С. 47–59.

основою якого значною мірою слугував український підручник М. М. Гришка «Курс загальної генетики» (1933), зник виклад робіт і законів, відкритих М. І. Вавиловим, значно обережніше було викладено основні положення менделізму й інші основоположні закони генетики, наводилися доречно й недоречно приклади робіт І. В. Мічуріна, нерідко вирвані з контексту цитати з праць Ч. Дарвіна та К. Тімірязєва, і особливо багато цитат Т. Лисенка, як «вірного дарвініста, мічурінця і прогресивного вченого». Тобто у змісті підручника були об'єднані два антагоністичні напрями – класична генетика (менделізм) та вульгарний ламаркізм (лисєнкізм)¹⁰⁹. Період стангнації генетики за радянської влади тривав до 1964 року¹¹⁰.

3. Здобутки вітчизняних учених в історії відродження та розвитку генетичних досліджень та генетичної освіти в Україні

Відновлення генетики в Україні в 60-ті роки ХХ ст. пов'язане з діяльністю В. П. Зосимовича, І. М. Полякова, П. К. Шкварнікова, С. М. Гершензона¹¹¹. В Інституті ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України під керівництвом члена-кореспондента НАН України Володимира Павловича Зосимовича (18.10.1899–10.01.1981)¹¹² було започатковано видання наукового збірника «Цитологія і генетика» (1964), який незабаром, у 1967 р., перетворився на журнал¹¹³. Сьогодні журнал «Цитологія і генетика» (головний редактор – академік НАН України Я. Б. Блюм) є одним з найбільш рейтингових видань НАН України, що входить до таких відомих наукометричних баз даних, як *Scopus* та *WoS*¹¹⁴. Ще однією важливою подією 1967 р. було заснування В. П. Зосимовичем, І. М. Поляковим (3/16.10.1905–4.11.1976)¹¹⁵ та

¹⁰⁹ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 21.

¹¹⁰ Там само. С. 19.

¹¹¹ Романець О. В. Періодизація розвитку генетики в Україні. *Наука і наукознавство*. 2011. № 2. С. 167.

¹¹² Кунах В. А. Кілька слів про вчителя – члена-кореспондента НАН України В. П. Зосимовича (до 120-річчя від дня народження). *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2019. Т. 25. С. 10–13.

¹¹³ Кордюм Е. Л. Сборник «Цитология и генетика». *Цитология і генетика*. 2017. Т. 51. № 2. С. 12–13.

¹¹⁴ Blume Y. B. Double helix of the journal Cytology and Genetics: 50 years later. *Cytology and Genetics*. 2017. 51 (2). P. 83–86. URL: <https://doi.org/10.3103/S0095452717020098>

¹¹⁵ Ожерельєва В. М. Ілля Михайлович Поляков: тернистий шлях науковця. *Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ»*. Харків : НТУ «ХПІ». 2014. № 59 (1101). С. 102–108.

П. К. Шкварніковим (12.07.1906–6.07.2004)¹¹⁶ Українського товариства генетиків і селекціонерів¹¹⁷.

Але ще у часи політизації науки та дискредитації генетики учені вишукували можливості працювати в межах наукових тематик, які ними розроблялися. Так, С. М. Гершензон у 1949–1954 рр. в Інституті зоології розпочав дослідження ентомопатогенних вірусів і уперше в світі (1953) виявив самозбирання патогенного вірусу із нуклеїнової кислоти та білка, а також уперше показав можливість трансдукції вірусами спадкових властивостей багатоклітинного організму (тутового шовкопряда); на той час це явище було відоме лише у мікроорганізмів¹¹⁸. У 1957–1963 рр. він очолив відновлений відділ генетики Інституту зоології АН України. Одразу ж у 1957 р. поновив і розширив дослідження мутагенної дії екзогенної ДНК, які показали, що екзогенна ДНК є мутагеном не лише для дрозофіли, а й для бактерій, грибів, вищих рослин, ссавців. Виявивши, що віруси можуть чинити мутагенну дію, як і ДНК, вчений висловив ідею щодо значення вірусів у еволюції живих організмів (1967)¹¹⁹. У 1960 р. під керівництвом С. М. Гершензона розпочалися дослідження можливості передачі генетичної інформації від РНК до ДНК і у серії експериментів з вірусами комах вперше в світі було похитнуто центральну догму молекулярної біології, було одержано дані про можливість зворотної транскрипції. Ці роботи публікувалися за кордоном, звідки надходили позитивні відгуки, однак вітчизняними колегами були сприйняті вкрай негативно. Дослідження не вдалося завершити, оскільки частина науковців, що працювали під керівництвом Гершензона, через критику вирішили змінити напрямок роботи. Крім того, для ефективних досліджень не вистачало необхідного обладнання та реактивів, не було можливостей співпрацювати з закордонними колегами. Усе це стало причиною того, що Нобелівську премію за відкриття зворотної транскрипції (1975) отримали американські вчені Г. Тьомін (Temin Howard Martin, 1934–1994)¹²⁰ і Д. Балтімор (Baltimore

¹¹⁶ Кунах В. А. Професор Петро Климентійович Шкварніков (1906–2004). *Біополімери і клітина*. 2004. Т. 20. № 4. С. 355–356.

¹¹⁷ Труханов В. А. Генетиків і селекціонерів Українське товариство ім. М. І. Вавилова. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. Т. 5. URL: <http://esu.com.ua/article-29065> (дата звернення 21.12.2022).

¹¹⁸ Гершензон С. М. Про причини епізоотії жовтяниці дубового шовкопряда. *Екологія дубового шовкопряда*. Київ : Вид. АН УРСР. С. 90–135.

¹¹⁹ Гершензон С. М., Александров Ю. Н., Малюта С. С. Мутагенное действие ДНК и вирусом у дрозофилы. Київ : Наук. Думка. 1975. 160 с.

¹²⁰ Sankaran Neeraja Temin, Howard Martin. URL: <https://doi.org/10.1038/npg.els.0002929>

David, 1938)¹²¹, які отримали аналогічні дані, а також відкрили фермент, що уможливило процес зворотної транскрипції¹²².

С. М. Гершензон залишив величезну наукову спадщину: близько 300 наукових публікацій, декілька монографій. З-під пера вченого вийшли цікаві історико-наукові та науковопопулярні видання. До прикладу, метою книги, присвяченій такому біологічному явищу, як мейоз, він вважав «у можливо найбільш доступній формі розповісти читачам про різноманітне біологічне значення мейозу і познайомити їх з найбільш значними успіхами сучасної науки в дослідженні мейозу»¹²³. З метою популяризації знань у галузі генетики видав книгу, присвячену біологічному явищу мутацій¹²⁴. В історико-науковій книзі, присвяченій передісторії розвитку еволюційної теорії, розглянуто зародження і розвиток ідей щодо еволюції органічного світу від античності до часу появи дарвінізму¹²⁵. Вченому належить авторство ґрунтового підручника з генетики¹²⁶. Отже, С. Г. Гершензон належав до того типу вчених, які не обмежуються лише кабінетною науковою діяльністю, а й намагаються активно популяризувати її результати. Низка напрямків досліджень, у котрих працював С. М. Гершензон, були новітніми для свого часу і сприяли подальшому розвитку генетичних досліджень. Ученого нагороджено медаллю ім. Г. Менделя за видатні досягнення у галузі загальної біології¹²⁷.

Започатковані С. М. Гершензоном напрямки досліджень продовжили представники його наукової школи, зокрема І. П. Кок, С. С. Малюта, Ю. М. Александров, Т. І. Бужієвська, І. С. Карпова, Л. Л. Лукаш, В. Ю. Каннюка, А. Є Карпов, О. В. Підпала, А. В. Риндич, В. М. Кавсан, О. П. Соломко, І. Н. Скуратовська, Л. М. Добровольська, Л. І. Строковська, О. П. Гудзь-Горбань, В. Д. Мілосердова, С. В. Міжерін¹²⁸.

¹²¹ URL: <https://royalsociety.org/people/david-baltimore-11028/>

¹²² Романець О. В. Наукова діяльність ученого-генетика С. М. Гершензона в контексті суспільно-політичних умов (до 100-річчя від дня народження). *Наука та наукознавство*. 2006. № 1. С. 124–132.

¹²³ Гершензон С. М. Многообразие значения мейоза для проблем общей биологии. Київ : Наук. думка, 1996. 138 с.

¹²⁴ Гершензон С. М. Мутации. Київ : Наук. думка. 111 с.

¹²⁵ Гершензон С. М. Еволюційна ідея до Дарвіна. Київ : Наук. думка. 1974. 197 с.

¹²⁶ Гершензон С. М. Основы современной генетики. Київ : Наук. думка. 1983. 558 с.

¹²⁷ Barshteyn V. Ju. The founder of genetics Gregor Mendel and his scientific heritage in medallic art. *Scientific journal of the National Pedagogical University named after M. P. Drahomanova. Series 20. Biology*. 2012. Vol. 4. P. 224–232.

¹²⁸ Романець О. В. Наукова діяльність ученого-генетика С. М. Гершензона в контексті суспільно-політичних умов (до 100-річчя від дня народження). *Наука та наукознавство*. 2006. № 1. С. 124–132.

У 1973 р. за ініціативи С. М. Гершензона замість Сектора молекулярної біології і генетики було створено Інститут молекулярної біології і генетики АН України (ІМБіГ). У відділі біосинтезу нуклеїнових кислот під керівництвом майбутнього члена-кореспондента НАН України Вадима Мусійовича Кавсана (17.06.1939–8.10.2014)¹²⁹ було відкрито спеціальну лабораторію для виробництва зворотної транскриптази з вірусу мієлобластозу; фермент у 1970–1980-х роках постачали майже в усі країни Східної Європи та деякі країни Азії. У зазначеному відділі вперше у колишньому СРСР синтезовано еукаріотний ген – ген глобіну кроля¹³⁰.

З'явилася значна кількість різних наукових проєктів: з пошуку зворотної транскриптази в різних вірусах і тканинах, з характеристики зворотної транскриптази та пошук її інгібіторів, з вивчення структури геномів онковірусів та інших вірусів, закономірностей їх інтеграції з геномом хазяїна, з встановлення структури ядерних попередників інформаційних РНК. Розпочалися дослідження в галузі практичного використання зворотної транскриптази, зокрема, синтез гена інтерферону та одержання інтерферону генноінженерним способом (це досягнення захищене першим у галузі генної інженерії в СРСР Авторським свідоцтвом № 1144376 (заявка № 365867, пріоритет винаходу 27 жовтня 1983 р.). Одержано перші результати аналізу нуклеотидних послідовностей генів ВІЛ-1 у крові українських пацієнтів, знайдено варіант ділянки V3 (що рідко зустрічається) гена *env* цього вірусу. Проведено трансгенез – перенесення бактеріальних генів у клітини вищих організмів, успішна генетична трансформація кукурудзи. Досліджувалися біологічні ефекти екзогенних РНК¹³¹. Проводилися дослідження з визначення ролі мутацій у процесі малігнізації клітин. Вперше доведено, що саме онкоген аденовірусу відповідальний за індукцію мутацій в соматичних клітинах ссавців¹³². На мишах вперше показано біологічні наслідки трансплантації зародків ранніх стадій розвитку (бластоцист)¹³³. Чимало досліджень проведено з вивчення мейозу поліплоїдів культурних рослин для виявлення причин аномалій

¹²⁹ Тукало М. А. Кавсан Вадим Мусійович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2011. Т. 11. URL: <http://esu.com.ua/article-12020> (дата звернення 21.12.2022).

¹³⁰ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 27.

¹³¹ Ibid. С. 28.

¹³² Ibid. С. 29.

¹³³ Ibid.

цього процесу – головної причини зниження насінневої продуктивності поліплоїдів¹³⁴.

Під керівництвом одного з фундаторів генетики в Україні П. К. Шкварнікова (першого керівника створеного у 1967 р. Сектору генетики при АН УРСР, який в 1968 році було реорганізовано у Сектор молекулярної біології і генетики, а в 1973 р. – в Інститут молекулярної біології і генетики АН УРСР) продовжувалася розробка методів експериментального одержання та практичного використання індукованих мутацій у пшениці та курудзи, був напрацьований багатий вихідний матеріал цінних мутантних форм рослин, які використовували для створення перших в Україні сортів і гібридів на мутаційній основі. Ці дослідження дістали широке міжнародне визнання¹³⁵. З 1986 р. ці дослідження успішно продовжуються в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України (ІФРiГ), створеного на базі Інституту фізіології рослин та відділів експериментального мутагенезу, генетичних основ гетерозису, цитогенетики і поліплоїдії, молекулярної генетики ІМБiГ (очільником ІФРГ донині є академік Володимир Васильович Моргун (10.03.1938))¹³⁶.

У 1962 р. в ІФРГ було створено відділ біофізики і радіобіології, який очолив доктор біологічних наук, з 1990 р. – академік НАН України Дмитро Михайлович Гродзинський (05.08.1929–10.08.2016)¹³⁷. Нині цей відділ є підрозділом Інституту клітинної біології і генетичної інженерії НАН України. У відділі досліджували ефекти опромінення рослин, зокрема мутагенну дію іоні-зуючої радіації. Коли 1986 року трапилася найбільша в історії людства техногенна аварія на Чорнобильській АЕС, унаслідок якої сформувалося радіонуклідне забруднення значних територій країни, з перших днів аварії співробітники відділу всебічне дослідження наслідків підвищеного рівня опромінення для біоти. Ними вперше встановлено, що малі рівні потужностей доз іонізуючого випромінювання сприймаються організмом як сигнал цитогенетичних стресів, і організм активно реагує на цей сигнал підвищенням інтенсивності тих процесів, котрі сприяють зростанню мінливості. За участю професора П. К. Шкварнікова створено унікальну колекцію чорнобильських мутантів озимої пшениці, що налічує понад дві тисячі

¹³⁴ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 27.

¹³⁵ Ibid. С. 37.

¹³⁶ Національна академія наук України. Інститут фізіології рослин і генетики. URL: <https://www.nas.gov.ua/UA/Org/Pages/default.aspx?OrgID=0000332>

¹³⁷ Гудков І. М. Академік Д. М. Гродзинський – видатний радіобіолог, педагог, громадський діяч (за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 16 травня 2018 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2018. № 7. С. 25–32.

змінених форм, серед яких є донори цінних властивостей цієї культури, що широко використовуються в селекції пшениці. На клітинах пилкових зерен у співдружності з Оксфордським університетом (професор Д. Осборн) показано високу вразливість механізмів репарації ДНК. Результати цих досліджень широко відомі світовій науковій спільноті. Вони опубліковані у монографіях Д. М. Гродзинського «Надежность растительных систем»¹³⁸ та «Радиобиология растений»¹³⁹. У 1991 р. за редакцією академіка Д. М. Гродзинського вийшла друком колективна монографія «Биологическое действие антропогенной радионуклидной аномалии»¹⁴⁰, в якій було опубліковано, серед іншого, і всі одержані на той час дані щодо генетичних наслідків Чорнобильської аварії. Книга відразу стала бібліографічною рідкістю.

У 1960-ті роки в Україні почала бурхливо розвиватися біохімічна генетика. Співробітники Селекційно-генетичного інституту УААН під керівництвом академіка Олексія Олексійовича Созінова (26.04.1930–4.08.2018) був розроблений ефективний метод розділення запасних білків пшениці і ячменю. На основі генетичного аналізу широкого експериментального матеріалу О. О. Созінов розробив принцип використання алейних варіантів кластерів родинних генів як генетичних маркерів. Аналіз за допомогою цих маркерів дав змогу встановити закономірності формування стійкості асоціацій генів, які зумовлюють адаптацію генотипів до певних умов життя, а також виявити сполученість алейних варіантів блоків компонентів запасних білків із рівнем вираження господарсько-цінних ознак. Ці дослідження стали основою для розробки нових підходів до цілеспрямованого одержання вихідного матеріалу та відбору генотипів у процесі селекції, а також у вивченні еволюції злаків. О. О. Созінов сформулював гіпотезу міжлокусних асоціацій, зокрема для запасних білків пшениці, що ввійшла у світовий фонд загальної генетики. Його розробки маркування молекулярно-генетичними маркерами різних сортів є принциповим моментом у сучасному сортовипробуванні. О. О. Созінов дослідив особливості формування коадаптивних асоціацій генів у геномах культурних та диких злаків. Опрацьована вченим генетична класифікація проламінів здобула міжнародне визнання, а спосіб ідентифікації генотипів сортів і форм культурних рослин за локусами запасних білків є важливим моментом сучасного насінництва і

¹³⁸ Гродзинський Д. М. Надежность растительных систем. Київ : Наук. думка, 1983. 367 с.

¹³⁹ Гродзинський Д. М. Радиобиология растений. Київ : Наук. думка, 1989. 384 с.

¹⁴⁰ Гродзинський Д. М. Биологическое действие антропогенной радионуклидной аномалии. Київ : Наук. думка.

сортовипробування¹⁴¹. Саме цими дослідженнями в Україні започатковано новий напрям у генетиці, селекції і біотехнології – застосування молекулярних генетичних маркерів, на першому етапі розвитку – білкових, а з кінця 1970-х років – ДНК- і РНК-маркерів. В останні роки О. О. Созінов активно працював над проблемами геноміки, агросфери ХХІ ст., збереження біорізноманіття і довкілля у контексті сталого розвитку, обґрунтування необхідності дослідження агросфери України як єдиної системи, що визначає якість умов життя її населення¹⁴².

З 1974 р. за ініціативи авторитетних українських вчених під керівництвом академіка Костянтина Меркурійовича Ситника (3 червня 1926 – 22 липня 2017)¹⁴³ (на той час директора Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного, віце-президента АН УРСР) було розроблено Всесоюзну наукову програму «Геном рослин» (слід зазначити, що на кілька років раніше порівняно з подібними програмами на Заході). Завдяки цій програмі за досить короткий термін рівень досліджень геному рослин в Україні наблизився до світового. Визначено розміри геному рослин і встановлено його особливості порівняно з геномом тварин. Встановлено, що в злаках гени переважно не є унікальними, а мають декілька копій¹⁴⁴.

У 80-х рр. у зв'язку з розвитком ДНК-технологій в Україні були розроблені генно-інженерні технології детекції бактеріального раку рослин, визначення цитоплазми соняшника, детекції низки вірусних хвороб, добору рослин за рівнем гомеостатичності (Ю. М. Сиволап)¹⁴⁵; створений перший генетично модифікований вітчизняний гібрид цукрового буряку, стійкий до гербіциду (М. В. Роїк)¹⁴⁶; проведено дослідження з генетичної трансформації і отримання трансгенних бобових рослин, а також рослин продуцентів важливих для медицини рекомбінантних білків (М. В. Кучук)¹⁴⁷.

¹⁴¹ Вергунов В. А. О. О. Созінов – видатний український агробіолог та організатор вітчизняної сільськогосподарської дослідної справи. *Вісник аграрної науки*, 2020 № 5 (806), С. 86.

¹⁴² Ibid.

¹⁴³ 80-річчя академіка НАН України К. М. Ситника. *Вісн. НАН України*. 2006. № 6 С. 67–68. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/38332179.pdf>

¹⁴⁴ Енциклопедія сучасної України. Генетика рослин. URL: <https://esu.com.ua/article-29063>

¹⁴⁵ Сиволап Ю. М. Молекулярные маркеры и селекция. *Цитология и генетика*. 2013. Т. 47. № 3. С. 71–80.

¹⁴⁶ Національна академія аграрних наук України. Роїк Микола Володимирович. URL: <http://en.naas.gov.ua/academi/1/70/>

¹⁴⁷ Kuchuk N. V. Cell genetic engineering: Transmission genetics of plants. *Cytology and Genetics*. 2017. V. 51 Is. 2. P. 103–107.

1970–1980 рр. в Україні, як і в усьому світі були роками надзвичайно інтенсивних досліджень у галузі культури рослинних клітин. У 1975 р. в Інституті ботаніки ім. М. Г. Холодного за ініціативи К. М. Ситника було організовано лабораторію цитофізіології та конструювання рослинних клітин, яку очолив Юрій Юрійович Глеба (13.06.1949)¹⁴⁸ – доктор біологічних наук, професор, академік НАН України, організатор, а нині – почесний директор Інституту клітинної біології і генетичної інженерії НАН України, автор понад 200 наукових статей та книг, 50 патентів у галузі біотехнології та генної інженерії, отриманих у 25 країнах. Його наукові праці присвячено клітинній інженерії рослин. Він сформував в Україні, зокрема у Києві, всесвітньо відому наукову школу з біотехнології рослин, серед його учнів понад 40 кандидатів і докторів наук. Ним засновані та успішно функціонують кілька біотехнологічних компаній в США, ФРН та Литві, що в співпраці з українськими вченими розробляють нові виробничі процеси на основі рослин як продуцентів препаратів для медицини, харчування, та нові біоматеріали. «Київський період» наукової роботи Ю. Ю. Глеби був присвячений розробці фундаментальних основ клітинної інженерії рослин та першим у світі аналізам генетичних процесів, що супроводжують гібридизацію клітин. Основні досягнення пізнішого періоду пов'язані з розробкою транзйентних процесів виробництва рекомбінантних білків у рослинах, що характеризуються максимальною швидкістю і рівнем продуктивності, та розробкою нових біотехнологічних продуктів, таких як зареєстровані в США неантибіотикові білки, що дозволяють контролювати патогенні бактерії, які є стійкими до всіх відомих антибіотиків.

Ю. Ю. Глеба – засновник фундаментальних досліджень в галузі клітинної та генетичної інженерії рослин. Разом зі своїми колегами, учнями та послідовниками отримав пріоритетні результати в таких напрямках клітинної та генетичної інженерії рослин як створення асиметричних гібридів та цибридів томатів, картоплі, ріпаку, деяких видів родини бобових, отримання та аналіз рекомбінантних форм з новими наборами генів цитоплазми, гібридизація філогенетично віддалених видів рослин, вивчення організації та експресії генетичного матеріалу в гібридах, розробив методи мікроклонального розмноження *in vitro* для ріпаку, картоплі, пшениці, винограду, волоського горіху, розробив методіку виділення та культивування протопластів деяких лікарських рослин – продуцентів біологічно-активних речовин,

¹⁴⁸ Банникова М. О. Глеба Юрій Юрійович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. Т. 5. URL: <http://esu.com.ua/article-30389> (дата звернення 21.12.2022).

генетичної трансформації вищих рослин. Уперше в СРСР отримав трансгенні рослини тютюну з використанням як *Agrobacterium tumefaciens*, так і прямої трансформації протопластів препаратами плазмідної ДНК. Окрім того, ним було розроблено оригінальні методи генетичної трансформації рослин з застосуванням мікроін'єкцій рослинних тканин плазмідними ДНК. Цю методику запатентовано в різних країнах світу, даний патент є першим патентом з України в країнах Заходу в галузі генетичної інженерії рослин. В останні роки Ю. Ю. Глеба велику увагу приділяє новому напрямку біотехнології – пошуку нових фізіологічно активних речовин, які синтезуються рослинами. Такі речовини можуть стати основою нових фармацевтичних препаратів. Для здійснення такого пошуку під керівництвом Ю. Ю. Глеби створено банк зародкової плазми та колекцію екстрактів Світової флори.

Ю. Ю. Глеба працював зав. відділом біотехнології компанії American Cyanamid, Princeton, USA (1992–1999). Був засновником і виконавчим директором (1999–2015) компанії Айкон Дженетикс у м. Халле, ФРН (Icon Genetics GmbH, Halle, Germany). З 2008 р. – засновник і виконавчий директор компанії Номад Байосаєнс та Намбеван Біотех м. Халле, ФРН (Nomad Bioscience GmbH, Nomerone Biotech, Halle Germany). Під час роботи в Україні велику науково-організаційну роботу провів як академік-секретар Відділення загальної біології НАН України (1988–1998), член Міжнародної консультативної ради Міжнародного фонду Сороса, радник з наукових питань при Президенті України, член Державного комітету України по Державних преміях з науки і технологій, віце-президент та член Президії УТГіС. Ю. Ю. Глеба є членом низки редакційних колегій та редакційних рад авторитетних наукових журналів, у тому числі й українських, таких як «Цитология и генетика», «Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів», “Bitechnologia Acta” тощо. Активно працював та керував багатьма міжнародними науковими фондами: у Програмі ЮНЕСКО з біотехнології рослин (Париж), Міжнародному фонді Сороса (Нью-Йорк, Москва), Міжнародній Соросовській науково-навчальній програмі (Вашингтон-Москва), фонді Відродження (Київ), INTAS (Брюсель), EPSO (Брюсель) тощо. Член Європейської академії (1990), Німецької академії Леопольдіна (1991), Баварської академії наук (1992), Світової академії мистецтва та наук (1993)¹⁴⁹.

У 90-ті рр. в Інституті клітинної біології та генетичної інженерії НАНУ (ІКБГІ) групою науковців під керівництвом Я. Б. Блюма

¹⁴⁹ До 70-річчя від дня народження Академік НАН України. Юрій Юрійович Глеба. *Вісн.Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2019. Т. 17 (1) С. 119–120.

(8.04.1956)¹⁵⁰ започатковані дослідження молекулярної організації і механізмів функціонування цитоскелета клітин вищих рослин; вивчалася роль посттрансляційної модифікації ядерних білків в регуляції надмолекулярної структури хроматину¹⁵¹. У липні 2008 р. Я. Б. Блюм призначений директором Інституту харчової біотехнології та геноміки НАН України (ІХБГ), до складу якого невдовзі було переведено очолюваний ним відділ геноміки та молекулярної біотехнології ІКБГІ. Наразі Я. Б. Блюм концентрує увагу на дослідженні ролі цитоскелетних структур у відповіді рослин на вплив абіотичних факторів із застосуванням методів функціональної геноміки для розробки біотехнологічних підходів адаптації клітин до даних факторів. Зокрема, він виявив здатність УФ-випромінювання спричиняти явище запрограмованої загибелі клітин рослин та продемонстрував участь цитоскелету в опосередкуванні дії ультрафіолету, розшифрував механізми участі мікротрубочок та посттрансляційних модифікацій їхніх білків у розвитку аутофагії. Я. Б. Блюм проводить дослідження у галузі структурної біоінформатики. За його участю вперше відтворено тривимірні моделі FtsZ-білків рослин та мікроорганізмів, тубулінів рослин та низки протеїназ, залучених до процесів їхнього фосфорилування. Ці розробки дозволили розробити високопропускні системи віртуального скринінгу речовин із біологічною активністю, зокрема з гербіцидною, фунгіцидною, антитуберкульозною, антипротозойною, антигельмінтною та протипухлинною. Він розробив і втілює у життя концепцію використання нових маркерних систем на основі мутантних генів тубуліну для селекції трансгенних ліній рослин в умовах *in vitro*. До кола його наукових інтересів входить також розробка нових підходів щодо створення трансгенних ліній культурних рослин, пошук генів для підвищення стійкості рослин до дії гербіцидів та абіотичних чинників (ультрафіолет, холод, засуха) та наукове обґрунтування безпечного використання генетично модифікованих рослин у практичних цілях¹⁵².

В 90-ті р. в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України під керівництвом члена кореспондента НАНУ Богдана

¹⁵⁰ Ємець А. І. Блюм Ярослав Борисович. Енциклопедія сучасної України: енциклопедія [електронна версія]. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2016. Т. 3. URL: <http://esu.com.ua/article-35568> (дата звернення 21.12.2022).

¹⁵¹ До 60-річчя від дня народження. Ярослав Борисович Блюм. *Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2016. Т. 14. № 1. С. 134.

¹⁵² Там само.

Павловича Мацелюха (2.10.1932)¹⁵³ виконано низку досліджень з генетики актиноміцетів, зокрема побудовано кільцеву карту геному одного з видів актиноміцетів, яка за повнотою інформації була другою картою актиноміцетів у світі¹⁵⁴. У співавторстві з професором Ю. Рором (Інститут органічної хімії Геттінгенського університету, ФРН) встановлено молекулярну структуру ландоміцину Е, що за даними Національного інституту раку США пригнічує *in vitro* ріст 60 ліній ракових клітин людини різного походження, особливо лейкемії¹⁵⁵. За співпраці з вченими Інституту біології клітини НАН України та Інституту досліджень раку Віденського університету було з'ясовано механізм протиракової активності даного антибіотика¹⁵⁶. За допомогою мутагенезу та генної інженерії селекціоновані промислові продуценти поліміксину В і бета-каротину: *Bacillus polymyxa* та *Blakeslea trispora*, які було продано у вигляді ліцензій закордонним фірмам¹⁵⁷.

Інші наукові, організаційні і педагогічні успіхи та досягнення українських учених в галузі генетики на кінець ХХ ст. найбільш повно висвітлені у чотиритомному зібранні наукових праць «Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть», підготовленому до VII зїзду УТГіС ім. М. І Вавилова (2002), де було підсумовано досягнення генетиків і селекціонерів за майже 100-літню історію розвитку генетики в Україні.

4. Науково-освітня діяльність викладачів Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка в історії генетичних досліджень та генетичної освіти в Україні

Історія генетики у Сумському державному педагогічному університеті імені А. С. Макаренка, одному з найстаріших (1924 р. заснування) педагогічних закладів вищої освіти України пов'язана з історією нинішнього природничо-географічного факультету, а у 1930 р. агробіологічного відділення Сумського інституту соціального виховання, що складалося з двох кафедр – ботаніки і зоології, та секція хімії¹⁵⁸.

¹⁵³ Скрипаль І. Г. Мацелюх Богдан Павлович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2018. Т. 19. URL: <http://esu.com.ua/article-67171> (дата звернення 21.12.2022).

¹⁵⁴ Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. С. 42.

¹⁵⁵ Ibid. С. 43.

¹⁵⁶ Ibid.

¹⁵⁷ Ibid. С. 44.

¹⁵⁸ Корж-Усенко Л. В. Історія становлення і розвитку Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка. Суми, 1999. С. 15.

Відлік історії викладання генетики і селекції та науково-дослідницької роботи у цих галузях біологічної науки починається з 1965 р., коли курс «Генетика з основами селекції» вперше був включений до навчальних програм підготовки учителів біології у педагогічних інститутах, до яких на той час належав і Сумський педагогічний інститут ім. А. С. Макаренка. Викладати курс стала завідувачка кафедри ботаніки, кандидатка біологічних наук Ніна Іванівна Дегтярьова¹⁵⁹.

Ніна Іванівна Дегтярьова народилася (15.03.1928–17.05.2022) у Путивльському районі Сумської області. Вищу освіту отримала у Київському державному університеті ім. Т. Г. Шевченка (1948–1953 рр.), який закінчила з відзнакою, отримавши кваліфікацію біолога-ботаніка. Згодом, працюючи викладачем на кафедрі природничих дисциплін Вінницького педінституту ім. М. Островського, навчалася в аспірантурі Київського університету, і у 1959 р. захистила дисертацію на тему «Особенности роста и развития махорки при рядовом и квадратно-гнездовом способах размещения растения» та здобула науковий ступінь кандидата біологічних наук. У 1961 р. на виконання вимог міністерства освіти щодо посилення кадрового складу кафедр природничого факультету Сумського педінституту випускниками класичних університетів з науковими ступенями Н. І. Дегтярьову було призначено на посаду завідувачки кафедри ботаніки, яку вона обіймала до 1976 р. включно¹⁶⁰.

Протягом 1961–1964 рр. Н. І. Дегтярьова викладала ботаніку і дарвінізм, а з 1965 р., як уже зазначалося, стала викладати курс «Генетика з основами селекції», оскільки мала деякі базові знання, отримані під час навчання в університеті.

Передували цьому загально відомі події: у грудні 1964 р. після Пленуму ЦК КПРС, на якому було «реабілітовано» генетику, були означені конкретні заходи, спрямовані на відновлення генетики в системі Академії наук СРСР і УРСР. У 1965 р. генетику повернули до навчальних програм біологічних спеціальностей класичних університетів і включили до навчальних програм підготовки вчителів біології педагогічних інститутів, у 1966 р. до навчальних програм з біології середніх загальноосвітніх шкіл був введений курс загальної біології, одним з розділів якого став курс «генетика і селекція». Але, зі зрозумілих причин, вчителі біології всього Радянського Союзу виявилися неготовими до викладання цього курсу. Для вирішення цієї проблеми з

¹⁵⁹ Торяник В. М. Історія генетики в Сумському педуніверситеті. *Матеріали ІХ Всеукраїнської історико-краєзнавчої конференції з міжнародною участю* (24–25 листопада 2011 р.). Суми : Вид-во СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2011. С. 317.

¹⁶⁰ Матеріали особової справи Н. І. Дегтярьової, що зберігаються у архіві Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.

1966 року при кафедрі генетики Московського державного університету стали систематично проводити курси підвищення кваліфікації викладачів генетики університетів та педінститутів¹⁶¹. На такі курси у 1966 р. була направлена й Н. І. Дегтярьова. Протягом семестру вона слухала лекції провідних вчених-генетиків, М. В. Тимофеева-Ресовського¹⁶², М. П. Дубініна¹⁶³, В. М. Столетова¹⁶⁴, Б. Л. Астаурова¹⁶⁵ та ін., пройшла дрософільний і цитогенетичний практикуми. Закінчивши курси Н. І. Дегтярьова вперше за наказом Міністерства освіти УРСР як єдиний у регіоні фахівець провела підготовку з генетики вчителів Сумської області й частково сусідніх областей. Такі курси підвищення кваліфікації учителів потім стали регулярно проводитися нею аж до 90-х років.

Оволодівши методиками розведення і схрещування дрософіли, аналізу гібридних поколінь, Ніна Іванівна ввела відповідні розділи у лабораторні заняття з «Генетики з основами селекції», для чого створила кафедральну колекцію ліній дрософіл, яка існує й донині та використовується на лабораторних заняттях загального курсу «Генетика з основами селекції» та спецкурсу «Генетичний аналіз». Методичним забезпеченням викладання курсу «Генетика з основами селекції» став написаний нею «Лабораторний і польовий практикум з генетики»¹⁶⁶. Перше україномовне видання цього навчального посібника з грифом Міністерства освіти УРСР відбулося у 1973 р., а у 1979 р. за клопотанням перед Міністерством освіти СРСР викладачів генетики з інших республік посібник був перевиданий російською мовою. Слід зазначити, що «Лабораторний і польовий практикум з генетики» Н. І. Дегтярьової й наразі не втратив своєї актуальності і активно використовується, про що свідчать посилання на нього як на першоджерело у сучасних науково-методичних публікаціях. Крім того, Н. І. Дегтярьова є співавтором державних навчальних програм «Учебно-полевая практика по генетике» (1975), «Генетика з основами селекції» (1991)¹⁶⁷.

¹⁶¹ Голда Д. М., Моргун В. В., Труханов В. А. 3 історії генетики. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Т. 1. Київ : Логос, 2001. С. 11–22.

¹⁶² Гудков І. М. Хто Ви, професоре М. В. Тимофеев-Ресовський, – зоолог, генетик, радіобіолог, еколог, еволюціоніст. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2020. Т. 26. С. 29–35. URL: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v26.1237>

¹⁶³ Dubinin N. P. URL: <http://www.nasonline.org/member-directory/deceased-members/46721.html>

¹⁶⁴ Stoletov V. M. URL: <https://www.wikidata.org/wiki/Q4442885>

¹⁶⁵ Astaurov B. L. Nature Vol. 251 October II 11)74 H/ 558 <https://www.nature.com/articles/251558a0>

¹⁶⁶ Дегтярьова Н. І. Лабораторний і польовий практикум з генетики. Київ : Вища шк., 1973. 272 с.

¹⁶⁷ Закорко Н. Г. Історія кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка до 80-річчя з дня заснування. Суми : Редакційно-видавничий відділ СумДПУ, 2010. С. 22.

Загалом Н. І. Дегтярьова має понад 100 наукових і науково-методичних праць. Наукові праці 60–70-х років присвячені селекційно-генетичним дослідженням картоплі, зокрема проблемі цитоплазматичної чоловічої стерильності цієї культури. В межах цієї теми проводилося електронно-мікроскопічне вивчення пилкових зерен, досліджувались порушення мейотичного поділу клітин у пиляках при утворенні мікроспор та пилку, вивчався вплив біогенних та хімічних стимуляторів росту на фертильність пилку. Одночасно проводилося випробування різних сортів картоплі (в окремі роки випробування проходили 24 сорти) у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Результати сортовипробування надсилалися до Українського науково-дослідного інституту картоплярства¹⁶⁸.

До науково-дослідницької роботи доцент Дегтярьова широко залучала студентів. Результати регулярно розглядалися на засіданнях студентського ботанічного гуртка, лягали в основу курсових і дипломних робіт з генетики і селекції.

Проведена у 1966 р. велика навчально-методична робота з учителями визначила педагогічне спрямування усієї подальшої наукової діяльності Н. І. Дегтярьової, змістом якої стало вдосконалення теоретичної та методичної підготовки учителя-біолога у педвузі. За її авторства у 1976 р. був виданий, а у 1984 р. перевиданий посібник для вчителів «Лабораторні заняття та екскурсії із загальної біології»¹⁶⁹, що мав гриф Міністерства освіти УРСР і у 1977 р. за результатами конкурсу від Республіканської Ради Педагогічного товариства УРСР отримав «Почесну грамоту».

З 70-х до 90-х рр. Н. І. Дегтярьова була членом науково-методичних рад з біології Міністерств освіти УРСР та СРСР, у комісії із загально-біологічних дисциплін представляла викладачів генетики від усіх педінститутів Радянського Союзу. У 1976 р. вперше серед викладачів педінститутів виступила з доповіддю «Генетика в школі та педвузі» на III з'їзді генетиків і селекціонерів України (м. Київ), а у 1977 р. – на III з'їзді «Всесоюзного общества генетиков и селекционеров им. Н. И. Вавилова» (м. Ленінград)¹⁷⁰. У 1982 р. нею була опублікована

¹⁶⁸ Загорко Н. Г. Історія кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка до 80-річчя з дня заснування. Суми: Редакційно-видавничий відділ СумДПУ, 2010. С. 22.

¹⁶⁹ Дегтярьова Н. І. Лабораторні заняття та екскурс із загальної біології. Київ: Радянська школа. 1984. 168 с.

¹⁷⁰ Торяник В. М., Міронєць Л. П. Освітні та наукові аспекти історії генетики і селекції у Сумському державному педагогічному університеті імені А. С. Макаренка. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2021. Т. 28. С. 173. URL: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v28.1396>

монографія «Теоретические основы содержания общебиологической подготовки учителя-биолога в пединституте»¹⁷¹.

Як член всесоюзного товариства «Знання» з 1958 р. Н. І. Дегтярьова активно пропагувала наукові знання з генетики та селекції серед населення України, а у 1967 р. у складі всесоюзної групи лекторів-пропагандистів читала лекції про досягнення селекції рослин у СРСР для спеціалістів сільського господарства Німецької демократичної республіки¹⁷².

У 1988 р. Н. І. Дегтярьовій було присуджене вчене звання професора. З посади професора кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету у 2005 р. вона вийшла на заслужений відпочинок, а 17 травня 2022 р. на 95 році життя відійшла у вічність.

31 вересня 1964 р. за конкурсом на посаду старшого викладача кафедри ботаніки Сумського пединституту, очільницею якої була Н. І. Дегтярьова, був обраний кандидат сільськогосподарських наук Михайло Іванович Стеблянко (17.11.1923–01.02.2008). Через рік його вже було обрано на посаду декана природничого факультету. Як декан природничого факультету, М. І. Стеблянко опікувався розвитком агробіостанції, створенням генетичного відділу, колекційної ділянки, плодового саду, парникового господарства. З вересня 1976 року до вересня 2000 року спочатку доцент, а потім професор Стеблянко завідував кафедрою ботаніки природничо-географічного факультету¹⁷³.

Наукові інтереси М. І. Стеблянка стосувалися питань особливостей вирощування сільськогосподарських культур в Сумській області, обсягів їх виробництва, видової та сортової різноманітності. Але, в основному, були спрямовані на дослідження агротехніки та селекції кукурудзи. За допомогою методу хімічного мутагенезу М. І. Стеблянком отримані 3 мутанти кукурудзи – «Сумський 3», «Сумський 4», «Сумський 5». Ці мутанти були передані до генетичної колекції кукурудзи ордена Леніна й ордена Дружби народів науково-дослідного інституту рослинництва ім. М. І. Вавилова (ВІР), а 22 квітня 1983 р. Михайло Іванович отримав на них сертифікат за підписами директора інституту професора В. Л. Вітковського та завідувача відділом кукурудзи ВІРу доктора сільськогосподарських наук професора Г. Е. Шамраєва. В сертифікаті було зазначено, що мутанти кукурудзи: «Сумський 3», «Сумський 4», «Сумський 5» мають велику цінність як

¹⁷¹ Дегтярева Н. И. Теоретические основы содержания общебиологической подготовки учителя-биолога в пединституте. Киев : Вища школа. 1982. 127 с.

¹⁷² Загорко Н. Г. Історія кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка до 80-річчя з дня заснування. Суми : Редакційно-видавничий відділ СумДПУ, 2010. С. 23.

¹⁷³ Ibid. С. 33.

вихідний матеріал для селекції кукурудзи на ранню стиглість та високу продуктивність¹⁷⁴.

З 1980 р. на кафедрі ботаніки Сумського педінституту почала працювати на посаді доцента Клавдія Дем'янівна Гончарова. Вона народилася на Хмельниччині 22 квітня 1932 р., а вищу освіту здобувала у Білоруському держуніверситеті, який закінчила у 1964 р. за фахом «біолог-ботанік». З 1970 р. К. Д. Гончарова навчалася у аспірантурі Інституту луб'яних культур у місті Глухові Сумської області, а у 1977 р. захистила кандидатську дисертацію з проблеми цитоплазматичної чоловічої стерильності конопель¹⁷⁵.

Наукові інтереси Клавдії Дем'янівни були пов'язані з біотехнологічними методами селекції рослин, зокрема картоплі. Під керівництвом К. Д. Гончарової, на умовах співпраці, студенти природничо-географічного факультету виконували курсові і дипломні роботи з селекції картоплі на базі науково-виробничої системи (НВС) «Меристема» при Сумському філіалі Харківського сільськогосподарського інституту ім. В. В. Докучаєва (на тепер Сумський національний аграрний університет, СНАУ)¹⁷⁶, керівником якої був її рідний брат – доктор сільськогосподарських наук, професор, Лауреат Державної премії СРСР в галузі науки і техніки (1974), Заслужений діяч науки і техніки України (1999), Заслужений професор Сумського НАУ (2002) Микола Дем'янович Гончаров (1929–2004)¹⁷⁷. До 1990 р. НВС «Меристема» була державним центром Сумської області з виробництва еліти картоплі на оздоровлений основі в умовах Північного Сходу України, а також використовувалась як навчальна база для студентів, як полігон для проведення науково-дослідної роботи студентами, магістрами, аспірантами та викладачами. НВС «Меристема» в 1999 році стала основою для створення Науково-дослідного Інституту проблем картоплярства північно-східного регіону України в складі СНАУ, засновником і першим директором якого також був професор М. Д. Гончаров¹⁷⁸. З 2005 року ІПК

¹⁷⁴ Голубченко В. Ю. Освіта Сумщини в іменах : науково-педагогічний довідник. Суми : Університетська книга, 2012. С. 342–344.

¹⁷⁵ Загорко Н. Г. Історія кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка до 80-річчя з дня заснування. Суми : Редакційно-видавничий відділ СумДПУ, 2010. С. 48.

¹⁷⁶ Гончаров Микола Дем'янович : бібліограф. Показчик наук. праць за 1664–2004 рр. / уклад. Л. Д. Петрова. Суми, 2015. С. 10.

¹⁷⁷ Ibid. С. 5–7.

¹⁷⁸ Кожушко Н. С. Становлення та розвиток селекції та насінництва картоплі в північно-східному лісостепу України. *Гончарівські читання: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 88-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (25–26 травня 2017 р.)*. Суми, 2017. С. 10.

СНАУ очолила доктор сільськогосподарських наук, професор Неллі Семенівна Кожушко¹⁷⁹.

У 1988 р. колектив кафедри ботаніки поповнився ще одним кандидатом біологічних наук за спеціальністю «генетика». Це була Майя Гаврилівна Шульга (30.05.1937–16.10.2020). Вона народилася у місті Золотоноша Черкаської області. Протягом 1954–1959 рр. навчалася на біологічному факультеті Ленінградського державного університету ім. А. А. Жданова, який закінчила, отримавши спеціальність «біолог-фізіолог»¹⁸⁰. Про існування науки генетики взнала у 1957 р. на 4-му курсі університету від професора фізіології М. Ю. Лобашова, який тоді напівлегально почав читати лекції з генетики і готувати перший післявоєнний підручник з генетики.

Друга зустріч М. Г. Шульги з генетикою відбулася через 7 років, коли їй у бібліотечі Луганського міськводоканалу, де вона працювала бактеріологом, потрапила на очі монографія Стента «Генетика вірусів бактерій» та монографія Жакоба і Вольмана «Стать і генетика бактерій». Саме з них почалася підготовка до вступу до аспірантури Інституту генетики АН СРСР, створеного наприкінці 1965 р. на базі лабораторії радіаційної біології АН СРСР, директором якої був призначений видатний радянський генетик М. П. Дубінін. Навчання проходило у лабораторії молекулярної генетики, штат якої спочатку складала усього два молодих кандидати наук, випускники Московського фізико-технічного університету В. К. Равін та Ю. І. Голуб. Наукова тема лабораторії полягала у вивченні шляхів передачі спадкової інформації у мікроорганізмів за допомогою модельного об'єкта – бактеріофага λ . Однак, В. К. Равін невдовзі виділив із міських стоків помірний бактеріофаг N_{15} , і М. Г. Шульга почала працювати над створення генетичної карти цього бактеріофага та експресії його генів. Крім того, за участю М. Г. Шульги у лабораторії було відкрито те, що бактеріофаги можуть перебувати в клітинах бактерій у стані профага, не рекомбінуючись з їхньою ДНК. Результати цих досліджень були опубліковані у журналі “*Virology*” і, згодом, лягли в основу кандидатської дисертації М. Г. Шульги «Фізіологічна генетика бактеріофага N_{15} », успішний захист якої відбувся 7 січня 1969 року. Невдовзі

¹⁷⁹ Кожушко Неллі Семенівна : біобібліограф. покажчик наук. праць за 1968–2018 рр. / уклад. : Л. Д. Петрова. Суми, 2019. С. 6.

¹⁸⁰ Загорко Н. Г. Історія кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка до 80-річчя з дня заснування. Суми : Редакційно-видавничий відділ СумДПУ, 2010. С. 52.

бактеріофаг *N₁₅* стали використовувати в якості вектора у генетичній інженерії¹⁸¹.

Так склалася доля, що після закінчення аспірантури і захисту дисертації Майя Гаврилівна викладала хімію, мікробіологію, фізіологію людини в Луганському філіалі Донецького інституту радянської торгівлі, потім працювала старшим науковим співробітником і заступником завідувача Лабораторії медико-біологічних проблем Півночі при Інституті фізіології Сибірського відділення АМН СРСР (місто Сургут Ханті-Мансійського автономного округу Тюменської області, Росія), і до генетики повернулася лише у 1988 р., коли прийшла працювати на кафедру ботаніки Сумського педінституту, і де протягом 1988–2003 рр. викладала курс «Генетика з основами селекції» для студентів природничо-географічного факультету спеціальності «географія-біологія». Наукові інтереси її, в основному, були пов'язані з популяційною та медичною генетикою¹⁸².

У 1989 р. трудову діяльність на кафедрі ботаніки Сумського державного педагогічного інституту ім. А. С. Макаренка розпочала на посаді лаборанта після закінчення з відзнакою цього вишу і я, автор цієї статті. У 1993 р. За рекомендацією кафедри вступила до аспірантури за спеціальністю «03.00.15 – генетика» до Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Кандидатську дисертацію виконувала під керівництвом директора інституту, доктора біологічних наук, професора, академіка НАН України, відомого вченого в галузі генетики і селекції рослин, експериментального мутагенезу, генетичної інженерії, біотехнології та фізіологічної генетики, засновника і керівника відомої в Україні наукової школи з експериментального мутагенезу рослин Володимира Васильовича Моргуна. Під час навчання в аспірантурі мені пощастило спілкуватися і працювати з багатьма видатними науковцями. Особливий досвід отримала від знайомства з генетиком світового рівня, енциклопедистом у біології С. М. Гершензоном. У 1997 р. успішно захистила кандидатську дисертацію на тему «Спонтанна мутаційна мінливість озимої пшениці у різних еколого-географічних регіонах України» і повернулася працювати на кафедру ботаніки спочатку викладачем, а потім доцентом. Паралельно з викладацькою діяльністю постійно займаюся науковою і науково-методичною роботою за

¹⁸¹ Торяник Торяник В. М., Міронєць Л. П. Освітні та наукові аспекти історії генетики і селекції у Сумському державному педагогічному університеті імені А. С. Макаренка. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2021. Т. 28. С. 174. URL: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v28.1396>

¹⁸² Торяник В. М. Сторінка пам'яті. Майя Гаврилівна Шульга (30.05.1937–16.10.2020). *Актуальні проблеми природничо-математичної освіти*. 2020. Т. 1 (15). С. 164–165.

наступною тематикою: «Генетичні наслідки забруднення довкілля», «Фенотипічний поліморфізм популяцій», «Медико-генетичні проблеми регіону», «Теоретичні і практичні аспекти селекції пшениці м'якої озимої на підвищення адаптивного потенціалу для умов північного Лісостепу України», є членом Українського товариства генетиків і селекціонерів, головою осередку товариства у Сумському державному педагогічному університеті імені А. С. Макаренка.

ВИСНОВКИ

Геній Грегора Йогана Менделя, а також вдосконалення ним гібридологічного метода попередників, доповнення його математичним аналізом результатів схрещувань, дозволили йому обґрунтувати механізм успадкування ознак у гібридів, зокрема, дискретність спадкових факторів та їх комбінаторику як причину розщеплення ознак у потомстві. Інтуїтивно висловивши ідею дискретності та бінарності спадкових факторів, Г. Й. Мендель створив підґрунтя для розуміння, а потім і для відкриття генів як матеріальних носіїв спадковості, що визначило магістральний шлях розвитку генетики у ХХ столітті.

На тлі триумфального поступу світової генетики у ХХ ст. становлення і розвиток генетики в Україні значно затримували політичні та науково-організаційні процеси в колишньому СРСР. Розвиток вітчизняної генетики та її інституалізація відбувалися завдяки самовідданій творчій праці видатних вчених, серед здобутків яких є досягнення світового значення: встановлення мутагенної дії екзогенної ДНК (Д. М. Тарнавський, С. М. Гершензон), відкриття зворотної транскрипції (С. М. Гершензон), роботи в галузі поліплоїдії рослин (А. О. Сапегін, В. П. Зосимович), виведення конопель з одночасним дозріванням статей (М. М. Гришко) тощо. Більшість видатних вітчизняних вчених-генетиків брали активну участь у розбудові генетичної освіти в тодішніх українських університетах та інститутах.

Окрему сторінку історії генетичної освіти в Україні складають події, що відбувалися у педагогічних інститутах, зокрема у Сумському педагогічному інституті ім. А. С. Макаренка (на тепер Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка), викладачі якого протягом своєї багаторічної професійної діяльності здійснили підготовку з генетики тисяч учителів біології, частині своїх студентів проклали шлях у генетичну науку.

Усі разом і кожний окремо українські науковці-генетики і викладачі генетики – частина історії української науки, якою ми пишаємося, і яку маємо досліджувати і оприлюднювати!

АНОТАЦІЯ

Публікація висвітлює видатні здобутки українських науковців, що своєю творчою працею забезпечили становлення і розвиток вітчизняної та світової генетики впродовж ХХ-го століття, брали активну участь у підготовці кваліфікованих фахівців для наукової роботи та викладання генетики в різних інституціях країни.

Робота написана на вшанування 200-ї річниці зо дня народження засновника сучасної теорії спадковості Грегора Йогана Менделя.

Література

1. Auffray Ch., Noble D. Gregor Mendel at the source of genetics and systems biology Celebrating the relevance of Gregor Mendel's experiments on the development of hybrid plants on the occasion of his bicentenary *Biological Journal of the Linnean Society*. 2022. 137. 720–736.

2. Банникова М. О. Глеба Юрій Юрійович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. Т. 5. URL: <http://esu.com.ua/article-30389> (дата звернення 21.12.2022)

3. Barshteyn V. Ju. The founder of genetics Gregor Mendel and his scientific heritage in medallic art. *Scientific journal of the National Pedagogical University named after M. P. Drahomanova*. Series 20. Biology. 2012. Vol. 4. P. 224–232.

4. Bateson, W. 1902. Mendel's Principles of Heredity, a Defense. London : Cambridge University Press.

5. Bateson W. The progress of genetics since the rediscovery of Mendel's papers. *Progr. Res. Bot.* 1906. 1. P. 368–418.

6. Berger F. 2022. Which field of research would Gregor Mendel choose in the 21st century? *Plant Cell*. 34. P. 2462–2465.

7. Boveri T. Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. *Verh. Phys. Med. Gesellschaft Würzburg*. 1902. 35. P. 67–90.

8. Богуславський Р. Л. 150 років відкриттю Грегора Менделя. *Генетичні ресурси рослин*. 2015. № 17. С. 101.

9. Блюм Я. Б. Грегор Мендель і його роль у розвитку генетичної науки: до 200-річчя від дня народження. *Вісн. НАН України*, 2022, № 1. С. 29–38. DOI: <https://doi.org/10.15407/vsn2022.11.029>

10. Васильєва Т. В. Андрій Опанасович Сапегін (1883–1946). *Український ботанічний журнал*. 2018. Т. 75. № 3. С. 301.

11. Vecerek O. Johann Gregor Mendel as a beekeeper. *Bee World*. 1965. 46 (3). P. 86–96. DOI: <https://doi.org/10.1080/0005772X.1965.11095345>

12. Вергунов В. А. О. О. Созінов – видатний український агробіолог та організатор вітчизняної сільськогосподарської дослідної справи. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 5 (806). С. 83–88.

13. Вировець В. Г., Горшкова Л. М. Академік М. М. Гришко – основоположник наукової селекції. URL: <https://kourier.in.ua/786-akademk-mm-grishko-osnovopolozhnik-naukovoyi-selekcyyi.html> (дата звернення 07.12.2022)

14. 80-річчя академіка НАН України К. М. Ситника. *Вісн. НАН України*. 2006. № 6 С. 66–68. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/38332179.pdf>

15. Hamoir, Gabriel. “La révolution évolutionniste en Belgique: du fixiste Pierre-Joseph Van Beneden à son fils darwiniste Édou. Ard”. *Presses Universitaires de Liège*. 2001.

16. Говорун Д. М. Кунах Віктор Анатолійович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2016. Т. 16. URL: <http://esu.com.ua/article-51592> (дата звернення 21.12.2022)

17. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть* / редкол.: В. В. Моргун (голов. ред.) та ін. У 4 т. Київ : *Логос*, 2001. 644 с.

18. Гершензон С. М. Вызывание направленных мутаций у *Drosophila Melanogaster*. *Докл. АН СССР*. 1939. Т. 25. № 3. С. 128.

19. Гершензон С. М. Еволюційна ідея до Дарвіна. Київ : *Наук. думка*, 1974. 197 с.

20. Гершензон С. М. Многообразие значения мейоза для проблем общей биологии. Київ : *Наук. думка*, 1996. 138 с.

21. Гершензон С. М. Мутации. Київ : *Наук. думка*. 111 с.

22. Гершензон С. М. Основы современной генетики. Київ : *Наук. думка*, 1983. 558 с.

23. Гершензон С. М. Про причини епізоотії жовтяниці дубового шовкопряда. *Екологія дубового шовкопряда*. Київ : Вид. АН УРСР. С. 90–135.

24. Гершензон С. М. Трудные годы развития советской генетики и уроки лысенковщины. *Очерки истории естествознания и техники*. Київ : *Наук. думка*, 1988. Вып. 35. С. 47–59.

25. Гершензон С. М., Александров Ю. Н., Малюта С. С. Мутагенное действие ДНК и вирусом у дрозофилы. Київ : *Наук. думка*, 1975. 160 с.

26. Гершензон С. М., Александров Ю. М., Малюта С. С., Бужієвська Т. І, Карпова І. С., Ларченко К. А. Мутагенна дія нуклеїнових кислот і вірусів. Київ : *Знання*, 1999. 29 с.

27. Гершензон С. М., Полевой В. В. Наследование черной окраски у хомяка (*Cricetus Cricetus L.*). *Докл. АН СССР*. 1940. Т. 29. № 8–9.

28. Голда Д. М. Вайсманнізм. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=32899 (дата звернення 16.12.22)
29. Голда Д. М. Генетика. Історія. Відкриття. Персоналії. Терміни. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. 128 с.
30. Голда Д. М., Моргун В. В., Труханов В. А. З історії генетики. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. Т. 1. Київ : Логос, 2001. С. 11–22.
31. Голда Д. М., Потопальський А. І., Кацан В. А. Листи у вічність українського генетики Миколи Тарнавського (до 100-річчя від дня народження та 7-річчя першої його публікації про вплив ДНК на генетичні процеси. *Фізика живого*. 2008. Т. 16. № 2. С. 177–183.
32. Голубченко В. Ю. Освіта Сумщини в іменах : педагогічний довідник. Суми : Університетська книга, 2018. 399 с.
33. Гончаров Микола Дем'янович : бібліограф. Показчик наук. праць за 1664–2004 рр. / уклад. Л. Д. Петрова. Суми, 2015. 73 с.
34. Горбулін О. С. Беніке Лев Артурович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2003. Т. 2. URL: <http://esu.com.ua/article-39106> (дата звернення 21.12.2022)
35. Григорюк І. П., Богач Є. М., Якубенко Б. Є. Професор В. В. Фінн (до 140-річчя від дня народження). *Питання історії науки і техніки*. 2017. № 4. С. 38.
36. Гродзинський Д. М. Надежность растительных систем. Київ : Наук. Думка. 1983. 367 с.
37. Гродзинський Д. М. Радиобиология растений. Київ : Наук. Думка. 1989. 384 с.
38. Гродзинський Д. М. Биологическое действие антропогенной радионуклидной аномалии. Київ : Наук. Думка. 1991.
39. Гудков І. М. Академік Д. М. Гродзинський – видатний радіобіолог, педагог, громадський діяч (за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 16 травня 2018 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2018. № 7. С. 25–32.
40. Гудков І. М. Хто Ви, професоре М. В. Тимофеев-Ресовський, – зоолог, генетик, радіобіолог, еколог, еволюціоніст Фактори експериментальної еволюції організмів 2020. Том 26. С. 29–35. URL: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v26.1237>
41. de Vries H. Sur la loi de disjonction des hybrides. *Comptes rendus de l'Acad. des sc. Paris*. 1900. 130 (13). P. 845–847.
42. Дегтярева Н. И. Лабораторні заняття та екскурсії із загальної біології. Київ : Радянська школа. 1984. 168 с.

43. Дегтярьова Н. І. Лабораторний і польовий практикум з генетики. К. : Вища шк. 1973. 272 с.
44. Дегтярева Н. И. Теоретические основы содержания общебиологической подготовки учителя-биолога в пединституте. Киев : Вища школа. 1982. 127 с.
45. До 70-річчя від дня народження Академік НАН України. Юрій Юрійович Глеба. *Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2019. Т. 17 (1). С. 119–120.
46. До 60-річчя від дня народження. Ярослав Борисович Блюм. *Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2016. Т. 14. № 1. С. 133–135.
47. Дзевєрін І. І. Шмальгаузен Іван Іванович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. URL: <http://esu.com.ua/article-77808> (дата звернення 21.12.2022)
48. Догадіна Т. В., Горбулін О. С. Арнольдї Володимир Митрофанович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001. Т. 1. URL: <http://esu.com.ua/article-43289> (дата звернення 21.12.2022)
49. Ємець А. І. Блюм Ярослав Борисович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2016. Т. 3. URL: <http://esu.com.ua/article-35568> (дата звернення 21.12.2022)
50. Загороднюк І. В. Феномен Феодосія Добржанського: до 100-річчя зачину його наукових досліджень у Києві (1921–1924). *Вісник Національної академії наук України*. 2021. № 2. С. 49–68.
51. Закорко Н. Г. Історія кафедри ботаніки Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка : до 80-річчя з дня заснування. Суми : Редакційно-видавничий відділ СумДПУ. 2010. 100 с.
52. Кельрейтер Й. Учение о поле и гибридизации растений. М., Л. : Сельхозгиз. 1940. 251 с.
53. Кожушко Неллі Семенівна : біобібліограф. покажчик наук. праць за 1968–2018 рр. / уклад. Л. Д. Петрова. Суми. 2019. 127 с.
54. Кожушко Н. С. Становлення та розвиток селекції та насінництва картоплі в північно-східному лісостепу України. *Гончарівські читання : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 88-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (25–26 травня 2017 р.)*. Суми, 2017. 174 с.
55. Conway Zirkle. Gregor Mendel & His Precursors. *Isis*. 1951. Vol. 42, No. 2. P. 97–104.

56. Коннертон Пол. Як суспільства пам'ятають. Київ : Ніка-Центр. 2013. 183 с.
57. Кордюм Е. Л. Сборник «Цитология и генетика». *Цитология і генетика*. 2017. Т. 51. № 2. С. 12–13.
58. Корж В. П. Сергей Гаврилович Навашин: два юбілея. *Цитология и генетика*. 2008. Т. 42. № 3. С. 3–11.
59. Корж-Усенко Л. В. Історія становлення та розвитку Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка Суми, 1999. 88 с.
60. Correns C. G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. 1900. 18. P. 158–168.
61. Corcos A, Monaghan F. More about Mendel's experiments: where is the bias? *The Journal of Heredity*. 1985. 76. P. 84.
62. Костенко О. І. Мірjuta Юрій Петрович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2019. Т. 21. URL: <http://esu.com.ua/article-67903> (дата звернення 21.12.2022)
63. Кохно М. А. Гришко Микола Миколайович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. Т. 6. URL: <http://esu.com.ua/article-31846> (дата звернення 21.12.2022)
64. Кримський С. Наука. *Філософський енциклопедичний словник*. Київ : Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України : Абрис, 2002. 742 с.
65. Кунах В. А. Кілька слів про вчителя – члена-кореспондента НАН України В. П. Зосимовича (до 120-річчя від дня народження). *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2019. Т. 25. С. 10–13.
66. Кунах В. А. Розвиток генетики в Національній академії наук України. До 90-річчя від часу заснування Української Академії Наук. Київ : Академперіодика, 2009. 102 с.
67. Кунах В. А., Демидов С. В., Козерецька І. А., Топчій Н. М. Історія генетики в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2009. 140 с.
68. Кунах В. А., Чугункова Т. В. Зосимович Володимир Павлович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2011. Т. 11. URL: <http://esu.com.ua/article-14488> (дата звернення 21.12.2022)
69. Kuchuk N. V. Cell genetic engineering: Transmission genetics of plants. *Cytology and Genetics*. 2017. V. 51 Is. 2. P. 103–107.
70. Лев Николаевич Делоне. *Цитология и генетика*. 1970. № 4 (3). С. 279–291.

71. Мазурмович Б. Н. О жизни и деятельности С. Е. Кушакевича (1878–1920). URL: <http://mail.izan.kiev.ua/vz-pdf/1970/6/VZ%201970-6-18-Mazurmovich.pdf>

72. Модилевский Я. С. Цитоэмбриология высших растений. К. : Изд-во АН УССР, 1963.

73. Mendel G. Versuche über Pflanzen-Hybriden. *Verhandlungen des Naturforschenden Vereins zu Brünn*. 1866. 4. P. 3–47. URL: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.61004>

74. Мішкурів Ю. Н., Парій Ф. М., Мірюта Н. Ю. Професор Ю. П. Мірюта – педагог і вчений. *Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів*. 2017. Т. 15. № 1. С. 97–106.

75. Nancy A. Eckardt 1, James A. Birchler and Blake C. Meyers Focus on plant genetics: Celebrating Gregor Mendel’s 200th birth anniversary. *Plant cell*. 2022. 34. P. 2453–2454. URL: <https://doi.org/10.1093/plcell/koac123>

76. Nogler G. A. The lesser-known Mendel: his experiments on *Hieracium*. *Genetics*. 2006. 172 (1): 1–6. URL: <https://doi.org/10.1093/genetics/172.1.1>

77. Opitz J. M., Bianchi D. W. Mendel: Morphologist and mathematician founder of genetics – to begin a celebration of the 2015 sesquicentennial of Mendel’s presentation in 1865 of his Versuche über Pflanzenhybriden. *Molecular genetics and genomic medicine*. 2015. Vol. 3. № 1. P. 1–7.

78. Peter J. van Dijk, Franz J. Weissing, Noel Ellis T. H. How Mendel’s Interest in Inheritance Grew out of Plant Improvement. *Genetics*. 2018. Vol. 210. P. 347–355. URL: [doi:10.1534/genetics.118.300916](https://doi.org/10.1534/genetics.118.300916).

79. Помогайбо В. М., Петрушов А. В., Березан О. І. Початок генетики: Грегор Мендель та інші. Світ медицини і біології. 2016. Т. 2 (56). С. 198–204.

80. Прокопенко С. Мірюта Юрій Петрович – видатний вчений вавіловської плеяди вчених. URL: <https://library.udau.edu.ua/novini/miryuta-yurij-petrovich-vidatnij-vchenij-vavilovskoi-pleyadi-vchenih.html> (дата звернення 15.12.2022)

81. PJ van Dijk, Ellis THN E. The full breadth of Mendel’s genetics. *Genetics*. 2016. 204. P. 1327–1336.

82. Пушкаренко О. Я., Іваненко П. І. Сапегін Андрій Опанасович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. URL: <http://esu.com.ua/article-77800> (дата звернення 21.12.2022)

83. Рабинович С. В., Гурева І. А. Делоне Лев Миколайович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2007. Т. 7. URL: <http://esu.com.ua/article-21363> (дата звернення 21.12.2022)

84. Романець О. В. Модилевський Яків Самуїлович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2019. Т. 21. URL: <http://esu.com.ua/article-63283> (дата звернення 21.12.2022)

85. Романець О. В. Навашин Сергій Гаврилович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2020. Т. 22. URL: <http://esu.com.ua/article-71406> (дата звернення 21.12.2022)

86. Романець О. В. Наукова діяльність ученого-генетика С. М. Гершензона в контексті суспільно-політичних умов (до 100-річчя від дня народження). *Наука та наукознавство*, 2006. № 1. С. 124–132.

87. Романець О. В. Передісторія розвитку генетики: світовий контекст. *Наука і наукознавство*. 2010. № 4. С. 48– 60.

88. Романець О. В. Періодизація розвитку генетики в Україні. *Наука і наукознавство*. 2011. № 2. С. 156–172.

89. Руда С. П., Храмов Ю. О. Історія України [Електронний ресурс]. *Енциклопедія історії України*: Т. 3: Е-Й. К. : В-во «Наукова думка», 2005. 672 с. URL: http://www.history.org.ua/?termin=Istoriya_nauky

90. Скрипаль І. Г. Мацелюх Богдан Павлович. Енциклопедія сучасної України : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2018. Т. 19. URL: <http://esu.com.ua/article-67171> (дата звернення 21.12.2022)

91. Стент Г. Молекулярна генетика. М. : Мир, 1974. 536 с. С. 21.

92. Sutton W. S. On the morphology of the chromoso group in *Brachystola magna*. *The Biological Bulletin*. 1902. 4 (1). P. 24–39. URL: <https://doi.org/10.2307/1535510>

93. Сиволап Ю. М. Молекулярные маркеры и селекция. *Цитология и генетика*. 2013. Т. 47. № 3. С. 71–80.

94. Гарнавський М. Д. Вивчення впливу різних доз тимонуклеїнової кислоти на процес кон'югації хромосом. *Збірник праць з генетики Інституту зоології АН УРСР*. 1941. № 4–5. С. 259–267.

95. Гарнавський М. Д. До питання про роль нуклеїнової кислоти при викликанні направлених мутацій. *Доповіді АН УРСР*. 1939. № 1. С. 47–49.

96. Торяник В. М. Історія генетики в Сумському педуніверситеті. Матеріали ІХ Всеукраїнської історикокраєзнавчої конференції з міжнародною участю (24–25 листопада 2011 р.). Суми : Вид-во СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2011. С. 316–322.

97. Торяник В. М. Сторінка пам'яті. Майя Гврилівна Шульга (30.05.1937.–16.10.2020). *Актуальні проблеми природничо-математичної освіти*, 2020. Т. 1 (15). С. 164–165.

98. Торяник В. М., Міронєць Л. П. Освітні та наукові аспекти історії генетики і селекції у Сумському державному педагогічному університеті імені А. С. Макаренка. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2021. Т. 28. С. 171–175. URL: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v28.1396>

99. Труханов В. А. Генетиків і селекціонерів Українське товариство ім. М. І. Вавилова. *Енциклопедія сучасної України* : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. Т. 5. URL: <http://esu.com.ua/article-29065> (дата звернення 21.12.2022)

100. Труханов В. А. Гершензон Сергій Михайлович. *Енциклопедія сучасної України* : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2003. Т. 1. URL: <http://esu.com.ua/article-29385> (дата звернення 21.12.2022)

101. Tschermak E. Uber Kunstliche Kreuzung bei Pisum sativum. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. 1900. 18. P. 232–239.

102. Тукало М. А. Кавсан Вадим Мусійович. *Енциклопедія сучасної України* : енциклопедія [електронна версія]. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2011. Т. 11. URL: <http://esu.com.ua/article-12020> (дата звернення 21.12.2022)

103. Fairbanks DJ. Demystifying the mythical Mendel: a biographical review. *Heredity*. 2022. 129. P. 4–11.

104. Fairbanks DJ. Mendel and Darwin: untangling a persistent enigma. *Heredity*. 2020. 124. P. 263–273.

105. Чень І. Б., Гуменюк Г. Б. Г. Й. Мендель: життя і наукова діяльність (до 200-річчя від дня народження). *Фактори експериментальної еволюції організмів*, 2022. Т. 30. С. 8–12.

Information about the author:

Torianyk Valentyna Mykolaivna,

Candidate of Biology Sciences, Associate Professor,

Associate Professor

at the Department of Biology and Teaching Methods of Biology
Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko
87, Romenska str., Sumy, 40002, Ukraine