

ГРИГОРІЙ АНДРІЙОВИЧ ЛЕВИТСЬКИЙ – УКРАЇНСЬКИЙ ЦИТОГЕНЕТИК ТА КАРІОСИСТЕМАТИК (1878–1943)

Основоположник української каріології і каріосистематики Г.А. Левитський народився у 1878 р. в с. Белкін Черкаського р-ну Київської області (тепер с. Білки Коростенського району Житомирської області) в сім'ї священника. Після закінчення церковно-приходської школи, а потім колегіуму Павла Галагана в Києві Григорій Левитський вступає на природниче відділення Київського університету, де спеціалізується на кафедрі ботаніки фізико-математичного факультету у професорів С.Г. Навашина та М.В. Цингера. В перших же дослідженнях, виконаних під керівництвом М.В. Цингера, Григорій Андрійович детально науково опрацьовує широко дискусійні на той час питання видо- і формоутворення, залучаючи для вирішення флористичних проблемних питань експериментальні методи нової тоді науки – генетики. Дослідження, започатковані в університеті, молодий науковець енергійно продовжує і по його закінченню, працюючи лаборантом у ботанічній лабораторії Київського політехнічного інституту. В перших публікаціях «Про форми, проміжні між *Pulmonaria angustifolia* L. і *P. officinalis* L. (s. l.)» (1903) та «*Pulmonaria molisima* Kern × *P. officinalis* L. (s. l.)» (1905) було розглянуто природну гібридизацію різко відмін-



них видів, яка була причиною стирання видових відмінностей в місцях їх сумісного поширення у природі. На підставі проведених досліджень Г.А. Левитський приходив до висновку про гібридне походження п'яти видів із тринадцяти, належних в той час до роду *Pulmonaria* L. Вивчаючи проміжні форми, молодий дослідник не тільки констатує факти, але й намагається з'ясувати причини і закономірності їх виникнення. Вивчення природного явища мінливості видів рослин захоплює науковця впродовж всього наукового періоду його життя.

Для досліджень він вперше застосовує нові методи. Наприклад, в роботі «Про північну і південну *Pulmonaria officinalis* L. (s. l.) в Росії» (1911) автор застосовує кількісний метод порівняльної оцінки цих видів для виявлення критеріїв їх чіткого розмежування. Роботи М.В. Цингера і Г.А. Левитського в області видоутворення залишили помітний слід в ботаніці. В цей період Г.А. Левитський як соціально активна молода людина бере участь у революції 1905–1906 рр., за що його заарештовують і після восьмимісячного ув'язнення в Бутирській тюрмі висилають за кордон на три роки. Під час вислання Г.А. Левитський у 1909 р. влаштовується працювати на Російську біологічну дослідну стан-

цію Вілла-Франке поблизу Неаполя. Згодом переїжджає у Німеччину до Ботанічного саду Боннського університету, де працює під керівництвом відомого того часу цитолога, професора Е. Страсбургера, продовжуючи раніше розпочаті дослідження мітохондрій (хондріосом), і публікує ряд праць з нехромосомної спадковості. Тут проявився талант науковця та велика працездатність Г.А. Левитського: за порівняно короткий період він провів ряд фундаментальних досліджень і опублікував серію оригінальних робіт. Уже перша з них «Про хондріосоми в рослинних клітинах» (1910) принесла світову відомість її автору. Г.А. Левитський робить відкриття — експериментально доводить наявність мітохондрій у рослинних клітинах. У 1911 р. Г.А. Левитський після висилки повертається із-за кордону до Києва і влаштовується працювати викладачем морфології і систематики рослин у Київському політехнічному інституті. Він активно продовжує дослідження мітохондрій. Для доказу об'єктивності картин, які спостерігаються під мікроскопом, науковець приділяє серйозну увагу методичним питанням. Наприклад, в статті про мітохондрії, надрукованій у 1911 р., він наводить результати порівнянь хондріосом в живих та фіксованих клітинах і доводить тотожність картин, які спостерігаються. Для цього ним був розроблений і застосований в наукових дослідженнях новий фіксатор — хром-формол, який відрізнявся від існуючого фіксатора Навашина, що широко застосовувався в наукових дослідженнях цитогенетиків. Фіксатор Г.А. Левитського вперше дав можливість фіксувати мітохондрії, пластиди та інші органоїди клітини. Фіксатор С.Г. Навашина належить до «ядерних» фіксаторів, які добре фіксують ядро. Фіксатор Г.А. Левитського давав кращі результати при вивченні мітохондрій.

Призив вченого в армію на початку першої світової війни (1912 р.) перериває його експериментальні дослідження мікроскопічної будови рослинної клітини. Демобілізувавшись у 1915 р., Г.А. Левитський успішно складає іспит при фізико-математичному факультеті в Київському політехнічному інституті і отримує ступінь магістра. Після встановлення радянської влади (1917 р.) Г.А. Левитський приділяє багато уваги просвітницькій і організаторсь-

кій діяльності: у 1918—1920 рр. він читає лекції в Народному університеті при політехнікумі, у 1920—1925 рр. — організатор і завідувач кафедрою морфології і систематики рослин в Київському інституті народного господарства, у 1920 р. — організатор вищих курсів по селекції сільськогосподарських рослин при Сахаротресті, у 1922 р. — один із організаторів Київського наукового інституту селекції (Інститут цукрового буряку УААН), де вчений створює лабораторію морфології і систематики рослин. Відкриття після революції ряду нових кафедр в університетах і нових інститутів спонукало Г.А. Левитського до підготовки підручників, що узагальнювали б досягнення науки і практики та відрізнялися простотою і ясністю викладеного матеріалу. Серед них слід відзначити його книгу «Елементи біометрики» (1922). Вона стала прекрасним посібником з підготовки молодих кадрів генетиків і селекціонерів, озброївши їх математичним методом аналізу явищ спадковості та мінливості.

Другою капітальною працею, що узагальнювала досягнення генетичної науки, є «Матеріальні основи наследственности» (1924).

В цей період вченим започаткований цикл робіт з морфології і цитології однієї із найважливіших сільськогосподарських культур — цукрового буряку (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*). В роботі «До питання про причини спадкових відмінностей в розмірах клітин по спостереженню над буряком» (1923) встановлено закономірності цукронакопичення клітинами кореня цукрового буряку. Ця робота стала теоретичним фундаментом селекції знаменитих радянських сортів цукрового буряку, що послужило основою створення цукрової промисловості в СРСР.

Не менш плідно науковець працює і в галузі фундаментальних досліджень генетики. Так, в роботі «Руководство по материальным основам наследственности» (1924) він переконливо показав мікроскопічну структуру хромосом і звернув увагу на те, що цитологи, які ретельно вивчають будову хромосом, працюють на стику проблем цитології та генетики і формують по суті нову дисципліну. Запропонована ним назва «філогенетика» як розділ генетики, що вивчає перебудову генетичного матеріалу у філогенезі, при його житті не прижилась в науці.

Г.А. Левитський з доступної на той час наукової інформації робить огляд вчення про взаємозв'язок спадкових чинників з ядром, про поведінку хромосом під час поділу клітин, про природу генів та їх функціональні властивості.

Важливий етап наукових досліджень науковця починається у 1925 р., коли на пропозицію М.І. Вавилова він очолює цитологічну лабораторію в Інституті прикладної ботаніки і нових культур в Ленінграді. Тут він працює як науковець над вивченням морфології хромосом, каріосистематики, цитогенетики.

В 20–30-х роках ХХ ст. теоретичну базу каріології і каріосистематики заклали такі відомі російські і українські вчені, як С.Г. Навашин, М.С. Навашин, Л.Н. Делоне, Н.П. Абдулов, а разом з ними і Г.А. Левитський.

С.Г. Навашин запропонував ідею побудови ідіограм хромосомних наборів за принципом групування модельних зображень хромосомних пар від найбільших за розмірами до найменших. Ним же запропонований також термін «ідіограма» (зараз зустрічається і термін «каріограма»).

Термін «ідіограма» С.Г. Навашин визначив як типичний для виду склад ядра (в етапі ядерної пластики), тобто сукупність його метафазних хромосом. Дещо пізніше С.Г. Навашин писав: «... Визначене число і форма хромосом є первинною, тобто найбільш ранньою ознакою виду, так як те і інше розрізняються вже при першому поділі заплідненого яйця». Метафазну стадію поділу ядра, так звану екваторіальну пластину, в якій особливо зручно рахувати хромосоми і розрізнити їх форму, ним запропоновано називати ідіограмою, тобто формулою виду. Звідси, за С.Г. Навашином, «ідіограма» – це хромосомний набір біологічного виду, але в цитогенетичній літературі цей термін набув іншого змісту. Під «ідіограмою» розуміють графічно-модельне зображення каріотипу.

Термін «каріотип» ввели Л.Н. Делоне (1927) і Г.А. Левитський (1924), але в його основу вони заклали різний зміст. За Л.Н. Делоне, термін «каріотип» слід вживати для позначення систематичної одиниці, що об'єднує групу каріологічно однакових видів. Вчений зауважував: «...Каріотип за своїм об'ємом повинен чітко відповідати роду, якщо цей рід встановлений в його природних границях».

Г.А. Левитський, будучи учнем та послідовником С.Г. Навашина, вважав, що термін «каріотип» характеризує специфічні властивості хромосомного набору, включаючи число, розміри і морфологічну будову хромосом. Тому термін «каріотип», на його думку, не належить, конкретно, до якогось таксону, але «... поширює своє значення в різних випадках на особину, расу, вид, рід і т.д.».

Огляд результатів вивчення хромосомного апарату і його мінливості в процесі еволюції був представлений Г.А. Левитським в ряді опублікованих його виступів в пресі та наукових статей: «Каріо- і генотипічні зміни в процесі еволюції» (1925), «Про цитологічний метод в систематиці» (1930), «Каріологічний метод в систематиці і філогенетиці роду *Festuca*» (1927) та ін.

О.О. Прокоф'єва-Бельговська (1978) заключає: «... Якраз в цьому розумінні термін «каріотип» і отримав широке застосування. В сучасній цитології він використовується для морфологічної характеристики хромосомного набору виду. Як і передбачав Г.А. Левитський, введення ним в науку поняття «каріотип» прижилося назавжди і дало змогу систематикам отримати третій рівень наукових досліджень наряду з існуючими «генотипом» і «фенотипом».

В сучасних фундаментальних зведеннях (оглядах) з цитології терміни «каріотип», «ідіограма», «каріограма» характеризуються як однотипні.

За даними О.О. Прокоф'євої-Бельговської, на початок 30-х років ХХ ст. вчені-цитологи вже мали досить солідні знання про хромосоми. Описували їх як білатеральні структури, організація яких визначається точкою прикріплення ниток веретена. Вже були відомі дані, встановлені С.Г. Навашином, про «двоплечість» хромосом, хоча модель двоплечості не була на той час загальноприйнятою. Тільки в 1931 р. були опубліковані узагальнюючі матеріали праць С.Г. Навашина про закономірність двоплечості хромосом. Цьому процесові сприяли роботи Г.А. Левитського.

У сферу каріологічних досліджень в лабораторії Г.А. Левитського увійшли види рослин, які мають практичне значення – жито (*Secale cereale* L.), ячмінь (*Hordeum vulgare* L.), горох (*Pisum sativum* L.), буряк (*Beta vulgaris* L. subsp.

vulgaris), чай (*Thea sinensis* L.). Для вивчення теоретичних аспектів еволюції хромосом ним були проведені важливі дослідження каріотипів родів *Muscari* Miil., *Cyperus* L., *Ricinus* L. та ін.

Першою солідною роботою Г.А. Левитського за певною схемою дослідження каріотипів були дослідження роду *Festuca* (Poaceae). Автор вважав, що випадки поліплоїдного збільшення числа хромосом, виявлені у різних різновидностях виду, є «каріологічними расами». Завдяки зазначеному, на даний час в систематиці судинних рослин з'явилися солідні концепції побудови філогенетичних систем окремих таксонів на основі каріотипічного аналізу.

Накопичені дані про морфологічну будову хромосом дозволили Г.А. Левитському сформулювати ряд важливих для цитогенетики принципів.

1. Двоплечість хромосом — загальна закономірність їх будови.

2. Несиметричність пліч не є відсутність одного із плечей, просто воно дуже сильно вкорочене.

3. В окремих хромосомах певних таксонів може бути вторинна перетяжка.

4. У філогенетично близьких видів каріотипи мають багато спільного і в генетичній структурі. Різниця в розмірах хромосом близьких видів пояснюється теорією будови гена, якщо прийняти концепцію, що «... ген складається із невизначено великої кількості однорідних молекул».

5. Морфологія хромосом може змінюватися у двох варіантах:

а) первинний — завдяки випиранню або привласненню хромосомної речовини на окремих ділянках хромосом, що пов'язані з певними групами генів;

б) вторинний, який виражається в залежності тих чи інших властивостей хромосом від певних генів або їх груп, територіально не пов'язаних з ділянками хромосом, які відповідають за відповідну ознаку.

Зміни першого типу — мутаційні, а другого — комбінаційні.

6. Морфологічно більш примітивними (вихідними) типами є рівноплечі каріотипи; асиметричні каріотипи властиві більш філогенетично просунутим таксонам.

7. Процес елімінації частин тієї хромосоми,

що веде до її вкорочення, починаючись на одному із її плечей, продовжує розвиватися на ньому і далі до якогось максимального рівня.

8. Чим більш редуковане одне плече хромосоми, тим сильніше зачіпається тим же процесом і інше.

9. Вторинна перетяжка є результат еволюції даної хромосоми. З врахуванням результатів каріотипічного аналізу різних таксонів було встановлено, що в деяких таксонах високого рангу всі види, а інколи і роди мають досить стабільний каріотип (наприклад, роди *Nigella* і *Garidella*), але інколи близькі за походженням види суттєво різняться в будові їх каріотипу. Наприклад, у родів *Tulipa*, *Ornithogallum*, у видів *Vicia narlonensis* і *Vicia fola*; *Cucumis sativa* і *Cucumis melo* Г.А. Левитський робить наступні допущення: в першому випадку еволюція йшла на основі головним чином фенотипічних (факторіальних) змін, у другому — різко зміненої морфології хромосом, залишаючи мало зміненим генотип в цілому. Тут перебудова каріотипу йде за рахунок транслокацій, фрагментацій і асоціацій.

10. При перебудові морфології хромосом основна роль належить центромєри: «Фрагменти, що не мають кінчної перетяжки, напевне, не передаються в наступні генерації клітин і таким чином виключаються із набору. Про це говорить відсутність нерозділених (центромєрою) фрагментів в аномальних пластинках, які ми спостерігали через місяць після опромінення».

Як бачимо, Г.А. Левитський був дуже близьким до сучасного розуміння функціональної ролі центромєри — первинної перетяжки. Через рік з'явилась робота М.С. Навашина (1932), в якій була викладена дислокаційна теорія перетворень хромосом. Звідси фрагменти хромосом, які не мають центромєри, називати хромосомами не варто. Наведені, далеко не повні, закономірності каріотипічного характеру, встановлені Г.А. Левитським та його учнями, і понині є основою теорії каріосистематики.

Крім того, як багатогранний видатний науковець Г.А. Левитський одним із засновників радіаційної генетики рослин.

Досліджуючи і аналізуючи дані про вплив рентгенівських променів на структуру хромосом, Г.А. Левитський встановив, що опромінен-

ня рентгенівськими променями рослин викликає появу хромосомних мутацій всіх типів: фрагментацій, транслокацій, делецій та ін. Г.А. Левитський так описує цитологічну картинку опромінення об'єктів: «Перед очима цитолога, що жив до цього часу в атмосфері строгих і міцно встановлених внутрішньо-ядерних співвідношень, розгортається при дослідженнях рентгенізованих корінців незвична і страхітлива картина причудливих (чудернацьких), насправді, калейдоскопічних перетворень матеріальних носіїв спадковості. Зміни, які раніше проходили за довгі еволюційні епохи, цілі системи послідовних, розгалужених на філогенетичне дерево перетворень ядерного апарату концентруються в межах життя одного корінця...».

Уже перша робота в цьому напрямку — «Перетворення хромосом під впливом рентгенівських променів» (сумісно з А.Г. Араратяном) (1931) демонструє надзвичайну інтенсивність каріотипічних змін, що виникають при опроміненні, і відкриває широкі перспективи пізнання механізмів каріофілогенетичної еволюції. Автор припустив, що в основі виникнення структурних мутацій хромосом лежить поява фрагментів. На даний час ця гіпотеза під назвою теорія «розриву—возз'єднання» загальноприйнята. Вона отримала своє підтвердження на молекулярному рівні сучасних наукових досліджень.

Як в зазначеній роботі, так і в статті «Experimentally induced alterations of the morphology of chromosomes» (1931), опублікованій в цей же період в американському журналі «American naturalist» Г.А. Левитським (сумісно з А.Г. Араратяном, І. Марджанішвілі та Є.М. Шепельвою), розкрита цитологічна картина експериментального мутагенезу у рослин. Наступні наукові роботи «Про закономірності і перетворення хромосом, викликаних X-променями» (1934), «Нові каріотипічні раси, виведені від нащадків рентгенізованих рослин» (1934), «Нові дані про закономірності у перетвореннях хромосом, викликаних X-променями в *Strepis capillaris* Wallr.» збагачені новими даними у вивченні питань мутагенезу рослин.

Наряду з дослідницькою роботою Г.А. Левитський в Ленінграді здійснював велику педагогічну роботу. В 1930—1932 рр. він профе-

сор на кафедрі морфології і систематики рослин у Молочно-городному інституті в Царському Селі, а з 1934 р. — на кафедрі генетики Ленінградського університету, у 1938—1941 рр. — на кафедрі генетики Пушкінського сільсько-господарського інституту.

У 1932 р. Г.А. Левитського обирають членом-кореспондентом АН СРСР, у 1934 р. постановою Президії АН СРСР йому присуджено науковий ступінь доктора генетики, постановою Президії Всесоюзної академії сільсько-господарських наук ім. В.І. Леніна — доктора біологічних наук.

Наряду з визнанням його заслуг як вченого в житті Г.А. Левитського настав найважчий період. Так, у 1933 р. він стає жертвою переслідувань «лисенківщини». Його заарештовують та висилають на трирічне заслання у м. Ачинськ разом з іншими вченими-генетиками. Дякуючи особистому клопотанню М.І. Вавілова та іноземних вчених через рік його звільняють. У 1937 р. Г.А. Левитського знову заарештовують, але скоро відпускають, та 28 червня 1941 р. НКВС знову і в останнє його заарештовує. Під час перебування в тюрмі м. Златоуст 20.05.1943 р., згідно з офіційним повідомленням, Г.А. Левитський пішов з життя.

За видатні досягнення в розвитку науки та у зв'язку з 220-річчям Академії наук СРСР Г.А. Левитського в 1945 р. посмертно нагороджують орденом Трудового Червоного Прапора.

За свій життєвий шлях Г.А. Левитський опублікував понад 80 наукових праць у радянських та зарубіжних виданнях. Це фундаментальні наукові праці щодо питання будови та поведінки мітохондрій, морфології і еволюції хромосом, каріосистематики, використання цитологічних методів в селекції.

Г.А. Левитський є класиком науки в галузі цитогенетики та каріосистематики. Враховуючи час, що пройшов після опублікування Г.А. Левитським своїх праць, небагато його наукових тверджень не відповідають сучасним баченням. Так, автор, вірно допускає відношення мітохондрій до спадкових елементів в цитоплазмі. Однак його висновок про аналогію в будові хромосом і мітохондрій носить тільки загальний характер. Тепер доведено, що спільність обох структур пов'язана з наявністю в них молекул ДНК. Але це не впливає

на значимість для світової біологічної науки (цитогенетики, каріосистематики та ін.) праць Г.А. Левитського.

Науковий спадок Г.А. Левитського свідчить про нього як про видатного дослідника з світовим визнанням, одного із основоположників нових напрямків в цитології і цитогенетиці, чия діяльність залишила глибокий слід в біологічній науці. Спільно з класичними роботами С.Г. Навашина, М.С. Навашина, Л.Г. Делоне та ін. вони є золотим фондом людства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Бабий Т.П., Коханова Л.Л. и др. Биологи : Биограф. справочник. – К.: Наук. думка, 1984. – 814 с.
- Голда Д.М. Генетика. Історія. Відкриття. Персоналії. Терміни. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 127 с.
- Делоне А.Н. Применение кариологического анализа к решению вопросов специальной систематики // Сб. им. С.Г. Навашина. – М., 1928. – С. 1–14.
- Історія Академії наук Української РСР. В 2-х т. – К.: Наук. думка, 1967.
- Історія Академії наук УРСР. – К.: Наук. думка, 1979. – 836 с.
- Левитский Г.А. Материальные основы наследственности. – К.: Гос. издат. Украины, 1924. – 166 с.

- Левитский Г.А. Pulmonaria molissima Kern × P. officinalis L. (s. l.) // Труды Ботанического музея имп. Академии наук, 1905, вып. 2.
- Левитский Г.А. О северной и южной Pulmonarii officinalis L. (s. l.) в России // Там же, 1910, вып. 8.
- Левитский Г.А. Элементы биометрики : Общедоступное руководство для натуралистов и аграрников. – К.: Сахаротрест, 1922.
- Левитский Г.А. Морфология хромосом. История. Методика. Факты. Теория // Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1931. – 27, № 1. – С. 19.
- Левитский Г.А. Морфология хромосом и понятие «кариотипа» в систематике // Там же. – С. 187.
- Левитский Г.А. Цитологические основы эволюции // Природа. – № 5.
- Левитский Г.А. Цитология растений // Избранные труды АН СССР / Ин-т общей генетики, Всесоюз. об-во генетиков и селекционеров им. Н.И. Вавилова. – М.: Наука, 1976. – 351 с.
- Левитский Г.А. Цитогенетика растений // Там же. – 1978. – 351 с.
- Энциклопедический словарь юного биолога / Сост. М.Е. Аспид. – М.: Педагогика, 1986. – 352 с.

М.В. ВЕЛИЧКО, В.І. СТЕФАНИК