УКРАЇНСЬКИЙ
БОТАНІЧНИЙ
ЖУРНАЛ

Історія науки

АКАДЕМІК, ПРОФЕСОР КИЇВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ ім. Св. ВОЛОДИМИРА СЕРГІЙ ГАВРИЛОВИЧ НАВАШИН

(до 150-річчя з дня народження)

2 грудня 2007 р. виповнилося 150 років від дня народження академіка Сергія Гавриловича Навашина, ім'я якого широко відоме у світовій науці. Як справедливо писав І.П. Бородін, тріада наукових відкриттів — халазогамія, подвійне запліднення та супутники хромосом, — обезсмертила ім'я класика морфології рослин С.Г. Навашина. Два з них — відкриття подвійного запліднення (1898 р.) і супутників хромосом (1912 р.) С.Г. Навашин зробив, коли завідував кафедрою морфології і систематики рослин Київського університету ім. Св. Володимира (1895—1915 рр.). Відкриття постійного морфологічного розчленування хромосом (супутників хромосом) у 1912 р. у *Galtonia candicans* внесло «новий наочний морфологічний доказ індивідуальності хромосом» (В.М. Арнольді, 1923), «показало можливість точного опізнання індивідуальних хромосом на основі морфологічного аналізу» (М.С. Навашин, О.М. Герасимова-Навашина, 1973) і, таким чином, 1912 рік справді може вважатися «датою заснування сучасної морфології хромосом». С.Г. Навашин (1914 р.) встановив ще один факт — наявність перетяжок хромосом — одного з «елементів організації хромосоми, постійні місця прикладання полярних сил мітозу, а не випадкові утворення або артефакт». Як підкреслював Г.А. Левитський (1931 р.), ілюстрації до праць С.Г. Навашина відзначалися особливою витонченістю зображення деталей будови хромосом, що не мала собі рівних у цитологічній літературі тих часів. На основі вивчення морфології хромосом у *Galtonia candicans* і *Fritillaria tenella* С.Г. Навашин вводить термін «ідіограма»

© Є.Л. КОРДЮМ, 2007

(1921 р.) — «формула виду» (1929 р.), що означає типовий для виду склад ядра. Праці Сергія Гавриловича у галузі морфології хромосом поставили «на реальний ґрунт питання про ознаки організму та їх носіїв — хромосом», — зазначав В.М. Арнольді (1923 р.). — «...Дані Навашина вже підготували ґрунт та проклали шлях для найширшої постановки цього питання в рослинному царстві».

Про відкриття подвійного запліднення С.Г. Навашин уперше повідомив 24 серпня (за старим стилем, 6 вересня — за новим) 1898 р. на X З'їзді російських природознавців та лікарів у Києві, у доповіді «Новые наблюдения над оплодотворением у *Fritillaria tenella* і *Lilium martogon*»: 1) з пилкової трубки входить у зародковий мішок не одне, а обидва генеративні ядра; 2) одне з ядер проникає в яйцеклітину, друге ж копулює з верхнім полярним ядром зародкового мішка; 3) тільки після цього зливаються одне з одним верхнє та нижнє полярні ядра, а продукт злиття цих трьох ядер ділиться як звичайно, даючи початок ендосперму; 4) таким чином, ендосперм, як і зародок, утворюється шляхом злиття статевих ядер (опубліковано німецькою мовою в «Известиях» Академії наук (Bull. Acad. Sci. St.-Petersburg, vol. 9, N 4, Novembre 1898, p. 377—382) за назвою «Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium martagon* und *Fritillaria tenella*»). Відкриття С.Г. Навашина незабаром підтвердив J.L. Guignard (1899 р.) у *Lilium martagon* і *L. pirenaicum*. Англійською мовою термін «double fertilization» (подвійне запліднення) вперше з'явився у заголовку статті E.N. Thomas та в тексті статті E. Sargant (1900). Результати подальших досліджень С.Г. Навашиним процесу запліднення у дводольних та однодольних рослин опубліковані у працях «Об оплодотворении у сложноцветных и орхидных», «О процессах оплодотворения у некоторых двудольных», «О самостоятельной подвижности мужских половых ядер у некоторых покрытосеменных растений», «Подробности об образовании мужских половых ядер у *Lilium martagon*», «К истории развития халацогамных *Juglans nigra* и *Juglans regia*» (спільно з В.В. Фінном), «Опыт структурного изображения свойств половых ядер». У цих працях розглядаються питання щодо суті злиття другого спермія з центральною клітиною зародкового мішка, природи ендосперму, будови статевих елементів у зв'язку з їх функціями, руху сперміїв тощо.

Таким чином, завдяки відкриттю С.Г. Навашиним подвійного запліднення встановлено поліплоїдну природу ендосперму покритонасінних, що створило основу для подальшого розвитку уявлень про біологічну роль ендосперму у формуванні насінини і плода, зокрема, дало змогу пояснити виникнення ксеній у кукурудзи. Сергій Гаврилович обґрунтував положення щодо енантіоморфізму (дзеркальна подібність) сперміїв, яка виникає внаслідок клітинного поділу. Це сприяло створенню низки нових гіпотез щодо природи та джерела руху сперміїв у зародковому мішку, тобто щодо розходження сперміїв у протилежних напрямках після потрапляння у щілину між яйцевим апаратом і центральною клітиною. Як професор Київського університету, С.Г. Навашин заснував школу українських ембріологів та цитологів рослин, серед яких передусім слід згадати члена-кореспондента НАН України Я.С. Модилевського, професорів В.В. Фінна, Г.А. Левитського, М.В. Черноярова, Л.М. Делоне.

Відкриття С.Г. Навашиним подвійного запліднення та подальше його виявлення майже в усіх досліджених з цього погляду видів покритонасінних засвідчило спільність та унікальність явища подвійного запліднення для квіткових рослин. Воно глибоко вплинуло на ботанічну науку загалом, сприяло всебічному развитку ембріології та цитології рослин. Досить згадати, що унікальність явища подвійного запліднення для покритонасінних стала одним з основних аргументів на користь монофілетичного походження цього найбільш високоорганізованого відділу рослинного світу. Проте слід зауважити, що питання походження жіночого гаметофіта і ендосперму покритонасінних залишається відкритим, а численні гіпотези стосовно вихідного типу зародкового мішка і ендосперму та їхніх похідних у сучасних покритонасінних рослин багато в чому є дискусійними. Кладистика і молекулярно-біологічні підходи не усувають наявних труднощів, хоча дають змогу розглянути «старі» проблеми з нових позицій, розширюючи межі пізнання, підтверджуючи досягнуте чи спростовуючи його, що породжує нові дискусійні питання у такій складній проблемі, як історія та еволюція унікальних особливостей генеративних органів покритонасінних рослин.

У наш час дослідження в галузі ембріології рослин, зокрема процесів запилення — запліднення, збагатилися методами електронної та флуоресцентної мікроскопії, імуноцитохімії, цитофотометрії і, що особливо важливо, культури ізольованих насінних зачатків, ізольованих сперміїв, яйцеклітин і навіть центральних клітин зародкових мішків, які поєднуються з успішним заплідненням in vitro і стали можливими завдяки розробці та застосуванню відповідних живильних середовищ і прийомів ізоляції чоловічих та жіночих гамет. Удосконалену техніку «запліднення у пробірці» широко використовують для подолання несхрещуваності у разі віддаленої гібридизації та самонесумісності. Саме такий підхід відкриває нові можливості для вивчення ролі молекул впізнавання при злитті спермія з яйцеклітиною та полярних ядер зі спермієм, механізму, який перешкоджає поліспермії, а також для розуміння молекулярної біології подвійного запліднення, формування зародка та ендосперму на ранніх стадіях.

Наприкінці зауважимо, що вже нагромаджено багатий матеріал з ембріології рослин, висвітлено цитологічні аспекти статевого процесу в широкому розумінні цього слова у покритонасінних рослин. Проте дуже мало відомо про молекулярні процеси, які контролюють розвиток і функціонування жіночого гаметофіта та спорофіта на ранніх етапах онтогенезу. Останніми роками проводяться роботи з ідентифікації генів, які експресуються у процесах мікро- та макрогаметогенезу, запліднення і формування насіння, регуляції їх активності з використанням мутантів *Arabidopsis thaliana*, методів ізоляції чоловічих та жіночих структур і культури *in vitro*. Саме вивчаючи молекулярні механізми, на яких ґрунтується репродукція рослин, можна очікувати значного прогресу вже найближчими роками.

Є.Л. КОРДЮМ