

В. М. ГАМАЛІЯ, канд. іст. наук: ЦДПІН ім. Г. М. Доброва НАН України, Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФІТОГОРМОНІВ НА МІКРООРГАНІЗМИ ВЧЕНИМИ КИЇВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ ТА ІНСТИТУТУ МІКРОБІОЛОГІЇ НАН УКРАЇНИ

В роботі простежено основні етапи становлення вчення М. Г. Холодного про фітогормони та розробки фітогормональної теорії Холодного-Вента. Приділено увагу спільним дослідженням М. Г. Холодного та К. Г. Бельтюкової, спрямованим на з'ясування дії речовин типу фітогормонів на морфологічні та патогенні властивості збудників бактеріозів рослин.

The article shows the main stages of phytohormone's studies by M.G.Kholodny and investigations of Kholodny-Vent phytohormone theory. The attention is dedicated to general researches of M.G.Kholodny and K.G.Beltyukova, devoted to identification of phytohormone substance's activity on morphological and pathogenic properties of moribific microorganisms of plant's bacteriosis.

Вивчення закономірностей росту та розвитку рослинних організмів є центральною проблемою фізіології рослин. Незважаючи на багаторічні пошуки вчених, механізми росту і розвитку і донині не вивчені у достатній мірі. В цьому плані одним із актуальних напрямів фізіології ростових процесів виступає дослідження фітогормонів – природних регуляторів росту та розвитку рослин [1].

Поняття “гормон” вперше було введено до наукового обігу англійським фізіологом Старлінгом у 1905 р. Воно об'єднує групу різнорідних у хімічному відношенні речовин, які продукуються самим організмом і здатні скеровувати або регулювати хід різних фізіологічних процесів. Перші відомості про гормони були отримані в результаті досліджень над тваринними організмами. Про гормональні явища у рослин до другого десятиріччя ХХ століття існувало значно менше даних, хоча час від часу з'являлися певні ідеї щодо існування гормонів і у світі рослин. Нині вже остаточно визнано, що фітогормони (від грецької *phytón* – рослина та *hormáō* – збуджую, рухаю) – фізіологічно активні речовини, які виробляються протопластом рослинних клітин і впливають на ростові та формотворні процеси. До фітогормонів належать ауксини, цитокініни, гібереліни і гормони гальмуючої дії [2, с. 194]. Засновником вчення про фітогормони є український ботанік, фізіолог рослин та мікробіолог М. Г. Холодний. Проте передісторія їх відкриття почалася задовго до розгортання його робіт в цій галузі.

Велике значення хімічним речовинам рослин як одному із факторів їх нормального та патологічного морфогенезу надавав Чарльз Дарвін. Його дослідження, присвячені орієнтовним рухам рослин – тропізмам (від грецької *trópos* – поворот, напрям) – відіграли значну роль у становленні вчення про

фітогормони. Робота Ч. Дарвіна «Способность к движению у растений», що вийшла у 1880 р., помітно вплинула на подальший розвиток фізіології руху та росту рослинного організму. Проте, як відмітив М. Г. Холодний, виступаючи на VII щорічних Тимірязевських читаннях 28 квітня 1946 р., цю роботу довго недооцінювали або оцінювали невірно [3].

Дарвін приступив до вивчення рухів рослин з принципово нової точки зору: це була перша спроба підійти до деяких основних питань фітофізіології, спираючись на ідеї і методи еволюційної теорії, висвітлити виникнення і розвиток різноманітних рухів рослинного організму з історичних позицій. Розглядаючи питання щодо виникнення ростових речовин у рослинному організмі на еволюційних засадах, можна було уявити процес їх поступового ускладнення та удосконалення, результатом чого стало утворення точно і швидко діючих фізіологічно активних сполук з регуляторною функцією. Вже після Ч. Дарвіна, але задовго до остаточного формулювання науково обгрунтованої концепції гормональної регуляції життєвих явищ рослинного організму, наукова думка торувала шлях до її появи. В кінці 80-х рр. XIX століття Ю. Сакс (1887) та М. Бейерінк (1888) майже водночас та незалежно один від одного висунули ідею щодо наявності у рослин фізіологічно активних речовин з регуляторною функцією. Особливо близько до уявлення про фітогормони у сучасному розумінні підійшов М. Бейерінк, вважаючи, що у морфогенезі рослин істотну роль повинні відігравати якісь особливі речовини – «ростові ензими», які є продуктом життєдіяльності протоплазми самої рослини. На можливість існування в рослинному світі гальмуючих речовин типу гормонів вказував Еррера (1905), але найбільш детально досліджував це питання англійський ботанік Сноу. З його даних випливає, що гальмуюче подразнення передається шляхом поширення по всій рослині (як від верхівки до стебла, так і навпаки) якоїсь розчинної речовини, яка виробляється у листі.

Перша серйозна спроба підійти до проблем фізіології рослин з точки зору вчення про внутрішню секрецію належить німецькому фізіологу Г. Габерландту (1902), який вважав, що «в умовах нормального росту з певних органів, тканин або клітин рослини поступають хімічні подразнення, які відіграють важливу, можливо навіть вирішальну роль у процесах клітинного поділу». У 1909-1910 рр. Фітінг, вивчаючи зміни у квітах орхідей, які наступали після опилення, виявив, що деякі з цих змін викликані дією активної речовини, виділеної пилковими трубками та присутньої у поллініях, а саме ауксину – найпоширенішого у світі рослин фітогормону. Згодом різні автори встановили наявність активної речовини типу ауксину у пилку різноманітних рослин.

Подальші найзначніші роботи в цій галузі, що стали фундаментом для наступних досліджень з ендокринології рослин, належать як Г. Габерландту, так і Ж. Лебу, А. Паалу та іншим фізіологам і пов'язані з періодом 17-21 рр.

XX століття. В 1917 р. Ж. Леб, досліджуючи явище регенерації у *Briophillum*, дійшов висновку, що листя здатне виділяти особливі речовини – гормони, які прискорюють ріст стебла. В тій же роботі Ж. Леб висунув гіпотезу, що геотропічний вигин стебла пояснюється накопиченням ростового гормону у клітинах його фізично нижньої сторони. Обидві гіпотези Ж. Леба згодом були підтверджені дослідженнями інших авторів, проте жоден із них не посилався на його роботу.

У 20-х рр. XX століття проблемою фітогормонів зацікавився М. Г. Холодний. Микола Григорович Холодний народився 22 червня 1882 р. в Тамбові (Росія). У 1906 р. по закінченні гімназії поступив до Київського університету [4], де навчався у відомих професорів-біологів. Обрати своєю спеціальністю фізіологію рослин М. Холодному порадив С. Г. Навашин, а К. А. Пурієвич запропонував йому зайнятися дослідженням ролі кореневої верхівки стебла у геотропічних рухах коріння. У червні 1906 р. М. Г. Холодний обійняв посаду “хранителя ботанічного кабінету” (асистента при кафедрі фізіології та анатомії рослин Київського університету). На той час мікробіологія як самостійна дисципліна в Київському університеті викладалася тільки на медичному факультеті. Викладання курсів загальної та спеціальної мікробіології на природничому факультеті вперше запровадив у 1895 р. в Одесі приват-доцент кафедри ботаніки Новоросійського університету Я. Ю. Бардах [5]. Професори-природничники Київського університету О. В. Баранецький та К. А. Пурієвич приділяли певну увагу питанням мікробіології у загальних курсах з фізіології рослин, але тільки у 1908 р. на природничому відділі фізико-математичного факультету була заснована лабораторія мікробіології і К. А. Пурієвич розпочав лекції з загальної мікробіології для студентів-природників. Його асистент, М. Г. Холодний, брав активну участь в організації мікробіологічної лабораторії та проведенні практичних занять зі студентами.

У березні 1912 р., коли М. Г. Холодний здав магістерський іспит і дістав звання приват-доцента, К. А. Пурієвич запропонував йому взяти на себе і лекції, і практичні вправи з мікробіології. Для кращого ознайомлення з мікробіологічною методикою М. Г. Холодний отримав відрядження до Петербургу, де впродовж трьох місяців працював в Інституті експериментальної медицини – у лабораторії загальної мікробіології професора В. Л. Омелянського [6]. Розпочавши читати курс мікробіології, М. Г. Холодний до 1934 р. залишався єдиним її представником на природничому (біологічному) факультеті Київського університету. У 1926 р. він отримав звання професора. У 1933 р. при цьому факультеті була заснована самостійна кафедра мікробіології з окремою лабораторією, і з 1 січня 1935 р. на цій кафедрі крім її керівника М. Г. Холодного почали працювати два доцента – М. В. Стадніченко та В. С. Рождественський та один лаборант.

До початку існування окремої кафедри центром мікробіологічних досліджень в Україні залишалася кафедра фізіології та анатомії рослин, яка, однак, не мала бази для проведення експериментальних робіт з сільсько-господарської та водної мікробіології. Такою базою могла стати Дніпровська біологічна станція, заснована у 1907 р. Київським товариством любителів природи на лівому березі Дніпра, на Трухановому острові. У 1919 р. її перенесли в урочище “Гористе” поблизу села Старосілля. На Старосільській біологічній станції М. Г. Холодний працював багато років, з 1922 р. він керував її ботанічним відділом. Тут зародилася його творча дружба з В. І. Вернадським, за порадою якого він розпочав вивчення залізобактерій, наслідком чого стали 17 праць російською, українською та німецькою мовами, створених у 1922–1935 рр., зокрема широко відома монографія “Залізобактерії”, видана російською мовою у 1953 р.

На Старосільській біологічній станції була проведена значна частина робіт з фітогормонів, встановлення ролі яких в житті рослин М. Г. Холодний вважав істотним результатом своєї діяльності. Ці дослідження вчений розпочав влітку 1924 р., про що пізніше згадував так: “После первых же удачных опытов с ростовыми гормонами растений мне стало ясно, что передо мной открылась новая, почти неисследованная область явлений” [7]. Під кінець літа 1924 р. у М. Г. Холодного вже склалися нові уявлення щодо природи та механізму орієнтованих рухів органів рослин, які згодом оформилися у так звану гормональну теорію тропізмів. Проте він не квапився з публікацією результатів до отримання нових фактів, і тільки у 1926–1927 рр. вперше виступив з викладенням нової теорії [8].

Незабаром теорія М. Г. Холодного знайшла підтримку у деяких інших дослідників, перш за все у голландського фітофізіолога Ф. В. Вента (Frits W. Went). Ф. Вент (н. 1903 р.) був одним із перших вчених, які розробляли проблему рослинних гормонів. Він виконав серію цікавих досліджень по встановленню закономірних зв’язків між зовнішніми умовами та ростовими процесами у рослин. Утворення та фізіологічну дію ростового гормону краще всього вивчати на колеоптилі злаків (першому листку проростку цих рослин). Колеоптиль багатьох злаків, зокрема вівса, росте швидко і реагує на зовнішні подразнення так званими тропічними рухами, тобто вигинами, напрямок яких залежить від діючого подразника (світла, сили тяжіння тощо). Як було сказано раніше, на це явище одним із перших звернув увагу Ч. Дарвін. У 1928 р. Ф. Вент запропонував “спробу на вівсі”: якщо зрізати верхівку проростку на довжину 1.5–2 мм, він припиняє ріст. Якщо ж покласти на зріз кубик агару, речовина, стимулююча ріст, потрапить в агар, і такий кубик, покладений на декапітований проросток вівса, може відновити його ростовий процес. Як показав Ф. Вент, кут відхилення декапітованого колеоптиля від вертикалі при його контакті з агаровим кубиком, що вміщує ростовий гормон, прямо пропорціональний кількості гормону у кубикі. У такий спосіб

можна досить легко виміряти кількість гормону, продукованого рослиною. Зазвичай автори користувалися так званою “вівсяною одиницею”: це кількість ростового гормону, яка викликає відхилення колеоптиля на 10° по вертикалі.

Свої результати Ф. Вент узагальнив у монографії “Керування ростовими процесами у рослин”. У 1933 р. він переїхав у США, де до 1953 р. читав курс лекцій з фізіології рослин у Каліфорнійському політехнічному інституті. На російській мові у видавництві “Мир” було видано його книгу “В мире растений”, де він у популярній формі викладає відомості про світ рослин [9]. Його дослідження у галузі фітотропізмів доповнили роботи М. Г. Холодного. Сучасні уявлення про хімічну природу активації та гальмування ростових процесів у рослин базуються на фітогормональній теорії тропізмів Холодного-Вента, що сформувалася завдяки зусиллям обох вчених впродовж 1926-1928 рр.

М. Г. Холодний та Ф. Вент і надалі продовжували працювати над удосконаленням своєї теорії, розуміючи, що розкриття фізіологічної дії фітогормонів можливо тільки через поглиблене вивчення їх природи. М. Г. Холодний висунув ідею про те, що рух ростового гормону у рослинних тканинах та накопичення його у певних місцях пов'язані з розподіленням у цих тканинах електричного потенціалу. Ця ідея отримала експериментальне обґрунтування в роботі Ф. Вента (1932), який показав, що проникнення у живі клітини і розповсюдження кислих та основних фарб у відрізаних частках Етнольованої стеблини *Impatiens balsamina* залежить від напрямку електрорушійної сили всередині цього органу. Ростовий гормон, як зауважив М. Г. Холодний, є слабкою кислотою, і тому розповсюдження його, як і дифузія кислих фарб, повинно відбуватися від негативно заряджених тканин до електропозитивних. Наступні дослідження довели, що дія фітогормонів не обмежується їх впливом на ріст рослини: вони впливають також на поділ клітин, на морфогенез, на обмін речовин і т. д. Таку особливість фітогормону, яка не має аналогії у світі тварин, М. Г. Холодний назвав полівалентністю. У 1931 р. він виявив вплив найпоширенішого з гормонів – ауксину – на формування рослин. Введення ауксину у верхівку ростучого коріння кукурудзи стимулювало закладання бокового та додаткового коріння. Ф. Венту вдалося показати, що листя деяких рослин виділяють речовини, які сприяють утворенню коріння на відрізках стебла цих рослин. Якщо з цих відрізків зрізати листя, коріння не утворюється.

Характерною ознакою ростових гормонів є те, що вони діють у дуже незначних кількостях. З цього приводу М. Г. Холодний у 1933 р. писав: “В современной физиологии растений под ростовым гормоном подразумевают вещество, образуемое тем или иным органом растения и обладающее способностью, проникая в растущие ткани, регулировать, т. е. увеличивать или уменьшать скорость роста их клеток, причём заметный эффект вызывают

уже ничтожные следы этого вещества” [10, с. 46]. У 1939 р. вийшла монографія М. Г. Холодного “Фитогормоны“, яка і донині вважається однією з найкращих праць з цієї проблеми у світовій літературі. В ній підкреслювалося, що характерною ознакою природознавства першої половини ХХ століття було “...звернення дослідницької думки в бік предметів і явищ дуже малого масштабу. Особливо ясно ця тенденція висловлена у сучасній фізиці, що приділяє виключну вагу внутрішньоатомним явищам. Але і в сучасній біології з кожним роком зростає значення ”гранично малих“ величин як у сфері питань про структуру ”живої речовини“, так і у відношенні біохімічних та фізіологічних процесів, що протікають в рослинних і тваринних організмах” [11, с. 243]. Монографія отримала визнання багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. В. І. Вернадський в одному з листів до М. Г. Холодного писав: “...зараз у мене на черзі Ваші ”Фитогормони“, які я не дочитав раніше і які нині входять до кола моїх інтересів“ [12].

Працюючи над розробкою фітогормональної теорії, М. Г. Холодний зазначав, що дослідження механізму росту і розвитку рослин має широкі перспективи не тільки у сфері теоретичних проблем, але й у галузі практичних використань: “Первые же опыты в этом направлении показали, что здесь перед экспериментатором открывается новое широкое поле, обещающее обильный урожай в смысле расширения наших знаний о законах изменчивости растительного организма, проникновения в тайны механизма морфологических явлений и овладения новыми способами управления формообразованием и развитием высших растений“ [10, с. 31]. В 30-ті роки, коли в СРСР широко пропагувався метод ярівизації Т. Д. Лисенка, М. Г. Холодний висловив думку про те, що для справжнього розуміння його фізіологічної природи необхідно вивчати гормональні явища у насінні, що проростає. “Если мы хотим научиться регулировать по нашему желанию и в наших интересах рост и развитие растений, – писав він, – то необходимо прежде всего познаться с теми средствами, которыми пользуется само растение, когда различные, совершающиеся в нём процессы то ускоряются, то замедляются, когда меняется их направление и характер в зависимости от изменчивого комплекса внешних и внутренних факторов, воздействующих на сложную, находящуюся в непрерывном движении и развитии систему живого растительного тела” [10, с. 54]. Виважений науковий підхід до проблеми не сподобався рішучому “перетворювачу природи” Т. Д. Лисенку та його прибічникам і викликав негативне ставлення до вчення про фітогормони. Зокрема, з навчальної програми Одеського університету був вилучений обов’язковий курс “Тропізми рослин”, в якому викладалась фітогормональна теорія Холодного-Вента.

Діапазон наукових інтересів М. Г. Холодного був дуже високим: фізіологія рослин, біофізика, медицина, мікробіологія. Працюючи водночас у Київському університеті та в Інституті ботаніки АН УРСР (1920-1949 рр.),

він провів сумісну серію досліджень з відділом бактеріозів рослин Інституту мікробіології АН УРСР. Завідувачем відділу була Клавдія Гнатівна Бельтюкова (1900–1971), яка зі своїми співробітниками вивчала діагностику та поширеність бактеріальних хвороб рослин і розробляла наукові основи методів боротьби із ними.

Перша серія досліджень була спрямована на виявлення того, чи впливають речовини типу фітогормонів на мінливість мікроорганізмів. Для цього використовувались екстракти з насіння різних рослин, а також виділення із зрізаних зелених пагонів картоплі. Як об'єкти використовувались *Bacterium solanivorum*, *Bacterium phytophthorum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mycoides*, *Azotobacter chroococcum*, *Saccharomyces cerevisiae* та деякі інші види мікроорганізмів. Авторами було підтверджено зроблене раніше спостереження К. Г. Бельтюкової стосовно того, що бульби та паростки картоплі стають несприйнятливими до картопляної гнилі після того, як позеленіють під дією світла. Під впливом виділень з позеленілих бульб з'являлися зміни морфологічних ознак у бактерій, здатних викликати гниття (*B. Solanivorum* та *B. Phytophthorum*).

Вплив фітогормонів викликав деякі зміни в роботі ферментативного апарату досліджуваних мікроорганізмів, проте ці зміни не виходили за межі звичайного коливання ознак, притаманних тому чи іншому виду. Тому загальний висновок, зроблений авторами у двох спільних публікаціях [13, 14], був наступним: “Вызвать какие-либо новые изменения, выходящие из сферы потенций организма, предопределяемых его наследственными свойствами, вещества типа фитогормонов, по-видимому, не могут”.

Вже після Великої Вітчизняної війни К. Г. Бельтюкова, продовжуючи розпочаті разом із М. Г. Холодним дослідження впливу рослинних гормонів на мікроорганізми, провела дослідження дії речовин з групи фітогормонів на патогенні властивості збудників бактеріозів рослин. Досліді проводились з насінням бавовнику, природно зараженого збудником гомозу *Bact. malvacearum*, а також з насінням тютюну, зараженого збудником бактеріальної рябухи. Було показано, що фітогормони можуть зменшувати ступінь вірулентності збудників деяких бактеріозів рослин залежно від дозувань та від часу їх дії [15].

Проведені М. Г. Холодним та К. Г. Бельтюковою дослідження дії речовин типу фітогормонів на мікроорганізми мають безперечний теоретичний інтерес і водночас заслуговують на увагу з практичного боку, оскільки точне знання та розуміння процесів, які відбуваються в житті мікроорганізму, дає можливість знайти способи керування цими процесами.

Список літератури: 1. Фитогормоны – регуляторы роста растений / Отв. Ред. Н. В. Цицин. – М.: Наука, 1980. – 151 с. 2. Барна М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії: Словник. – К.: Видавничий центр “Академія”, 1997. – 272 с. 3. Холодный Н. Г. К. А. Тимирязев и современные представления о фитогормонах. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. – 34 с. 4. Биологи: Биографический справочник. – К.: Наукова думка, 1984. – С. 674-675. 5. Руда С. Нариси з історії мікробіології в

Україні (кінець XIX – початок XX ст.): Монографія. – К.: ІВЦ Держкомстату України, 2000. – 262 с. **6.** Холодний М. Г. До історії мікробіології в Київському університеті // В кн.: Сто років Київського університету. – К.: Вид-во Київського державного університету, 1935. – С. 93-104. **7.** Холодний Н. Г. Воспоминания и мысли натуралиста. Рукопись // Архив Московского общества испытателей природы. – С. 153. **8.** Порудкий Г. В. Николай Григорьевич Холодный (1882-1953). – М.: Наука, 1967. – 213 с. **9.** Вент Ф. В мире растений. М.: Мир, 1972. – 192 с. **10.** Холодний Н. Г. Гормоны растений // Природа. – 1933. – № 8-9. – С. 43-54. **11.** Холодний Н. Г. Фитогормоны. Очерки по физиологии гормональных явлений в растительном организме. – К.: Изд-во АН УССР, 1939. – 265 с. **12.** Архів НАН України. – Ф. 518. – Оп. 3. – Спр. 1756. – Арк. 40. **13.** Холодний Н. Г., Бельтюкова К. И. Влияние фитогормонов на изменчивость микроорганизмов // Микробиология. – 1939. – Т.8. – № 1. – С. 7-18. **14.** Холодний М. Г., Бельтюкова К. Г. Вплив факторів на мінливість мікроорганізмів // Микробиологічний журнал. – 1939. – Т. 6. – № 1-2. – С. 49-67. **15.** Бельтюкова К. Г. Вплив речовин з групи фітогормонів на патогенні властивості деяких збудників бактеріозів рослин // Микробиологічний журнал. – 1946. – Т. 8. – № 2-3. – С. 71-77.

Надійшла до редколегії 20. 02. 08

УДК 661.56(075.8)

Г. І. ГРИНЬ докт. техн. наук., проф. НТУ «ХП»,

П. В. КУЗНЄЦОВ канд. техн. наук., доц.,

В. В. КАЗАКОВ докт. техн. наук. ЗАТ “Северодонецьке об’єднання Азот”

ІСТОРИЧНІ ЕТАПИ ЗАРОДЖЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ НІТРАТНОЇ КИСЛОТИ КОНТАКТНИМ МЕТОДОМ ОКИСНЕННЯ АМІАКУ

Розглянуто основні особливості розвитку виробництва нітратної кислоти з моменту зародження технології одержання HNO_3 як розбавленої, так і концентрованої. Показано історичні етапи створення технологічних схем виробництва нітратної кислоти контактним методом окислення аміаку.

In article, on base of the analysis of the literary sources, are considered main history particularities of the development nitrate acid production since moment generation to technologies of the reception of the nitrate acid, as diluted, so and concentrated. They are shown history stages of the making the technological schemes nitrate acid production.

Вступ. Аналізуючи чисельні літературні джерела про хімічні сполуки азоту, з’ясовано, що вони тісно пов’язані з технологією неорганічних речовин, каталізом. Методологічний підхід про закономірності розвитку азотної галузі від давніх часів до сьогодення дозволив отримати широкі знання щодо історичного розвитку науки про азотні сполуки. Високі досягнення в технології зв’язаного азоту, що висвітлені в науково-обґрунтованих працях відомих фахівців, дають можливість розкрити історичну сутність розвитку виробництва нітратної кислоти. Сучасна азотна промисловість є важливим виробництвом галузі хімічного виробництва. Вона розвивається на базі новітніх досягнень науки і техніки. Для розділення газів вико-