

УДК 581.1(09)(477)

Т.Є. Христова

КОСТЯНТИН ПУРІЄВИЧ – ВИЗНАЧНИЙ ФІТОФІЗІОЛОГ УКРАЇНИ (ДО 140-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Розвиток фізіології рослин у Київському університеті наприкінці ХІХ – початку ХХ ст. тісно пов'язаний з науковими здобутками талановитого українського вченого, неперевершеного експериментатора і уважного природодослідника, професора Костянтина Андріановича Пурієвича (1866-1916), заслуги якого високо цінуються як в Україні, так і далеко за її межами [3, 4]. К.А. Пурієвич був спокійною, скромною, працелюбною людиною, яка володіла невичерпною працездатністю, науковою принциповістю та вимогливістю до себе. Це був тип цілеспрямованого вченого, безкорисливого шукача наукової істини.

Костя Пурієвич народився 28 травня 1866 р. у Житомирі. Вищу освіту отримав в Університеті св. Володимира, природниче відділення фізико-математичного факультету якого закінчив у 1889 році, і був залишений для підготовки до професорського звання. Потім працював у цьому ж навчальному закладі до кінця життя (з 1900 р. – професор і завідуючий кафедрою анатомії і фізіології рослин) [1, 2]. Саме в період педагогічної і наукової діяльності К.А. Пурієвича від кафедри ботаніки 1900 року було виділено кафедру анатомії та фізіології рослин, яку він очолював впродовж 16 років. 31 серпня 1916 р. пішов з життя цей невтомний вчений.

Наукова діяльність К.А. Пурієвича була присвячена різним аспектам біохімічного напрямку фізіології рослин: обміну речовин під час дихання та фотосинтезу; процесам перетворення і пересування речовин; проблемі енергетики фотосинтезу [5, 13]. В кінці ХІХ ст. увага українських фітофізіологів була прикута до вивчення хімічних процесів під час аеробної фази дихання. К.А. Пурієвич ретельно досліджував шляхи утворення органічних кислот у процесі дихання, а також при дезамінуванні амінокислот. Його перша велика робота “Образование и распадение органических кислот у высших растений” (1893), за яку автору було присуджено вчений ступінь магістра ботаніки, присвячена обміну та фізіологічній ролі органічних кислот у рослині. Молодий вчений поставив за мету встановити, як відбувається розклад цієї групи кислот при підвищеній температурі і в темряві, з яких речовин утворюються органічні кислоти і який характер має газообмін при цьому процесі. На підставі експериментальних даних Пурієвич довів, що органічні поживні речовини спочатку окислюються до карбонових кислот, які шляхом подальшого окислення розщеплюються до більш простих кислот з утворенням кінцевого продукту - вуглекислоти [7]. Він встановив, що синтез і розпад органічних кислот – це складний процес,

властивий всім рослинним організмам, який відбувається у рослин різних систематичних груп своєрідно. Цей процес залежить від впливу зовнішніх факторів: світло і підвищена температура його підсилюють, а відсутність вільного кисню - затримує. Між диханням, утворенням кислот, температурою і співвідношенням CO_2/O_2 існує закономірний зв'язок: кількість органічних кислот за різних температур знаходиться у зворотному відношенні CO_2/O_2 при однакових температурах. Якщо рослина знаходиться у темряві тривалий час, то відношення CO_2/O_2 збільшується, а кількість кислот зменшується. Під час проростання насіння кількість кислот спочатку збільшується, а потім зменшується; відношення CO_2/O_2 змінюється у протилежному напрямку. Якщо в рослину вводити вуглеводи ззовні, то співвідношення CO_2/O_2 зменшується; якщо вводити органічні кислоти або їхні солі, то, навпаки, це співвідношення зростає. Отже, цей вчений вперше сформулював висновок стосовно відношення CO_2/O_2 , яке зараз трактується як дихальний коефіцієнт (ДК) і представляє собою складний процес, який значно залежить від умов середовища, по-різному відбувається у рослин різних систематичних груп і вказує на гетерогенність субстратів дихання.

Численні дослідження метаболізму органічних кислот дозволили К.А. Пурієвичу встановити, що останні, з одного боку, є проміжними речовинами в процесі окислення вуглеводів, жирів, білків тощо, а з другого, використовуються на біосинтез нових амінокислот, білків, алкалоїдів та інших речовин і виступають зв'язуючим ланцюгом між обмінами вуглеводів, білків, жирів (у вторинних біосинтезах).

Дуже цікаві результати К.А. Пурієвич отримав при вивченні дихання пліснявих грибів [14]. Ці дослідження він проводив з метою з'ясування особливостей дихання пліснявих грибів і процесів, які пов'язані з утворенням енергії у живій клітині, а також для вивчення змін, які відбуваються в результаті розкладу різних сполук, що входять до складу клітини. Вчений намагався вивчити характер обміну газів не тільки в залежності від якості поживних речовин, а й від вмісту їх в клітині в момент дослідження. Для розв'язання зазначеного питання він проводив модельні досліди з пліснявими грибами, які мають просту будову і можуть розвиватися на різних поживних середовищах. В цих працях Пурієвич використав набуті під час закордонного відрядження в лабораторії професора Лідера в Берліні навички мікробіологічних досліджень. Йому вдалося встановити, що плісняві гриби *Aspergillus niger* та *Penicillium glaucum* можуть засвоювати атмосферний азот.

Серію цікавих експериментів провів Костянтин Андріанович з проблеми вивчення дихального коефіцієнта пліснявих грибів в залежності від характеру живлення [10]. Він дослідив комплекс питань, що визначають напрямок процесу обміну речовин, який відбувається у тілі пліснявих грибів, і залежність розвитку їх від характеру живильного середовища. Талановитий вчений довів, що плісняві гриби здатні розкладати різні органічні сполуки завдяки наявності численних

ферментів. Це підтверджується використанням грибами, як поживного середовища, глюкозидів, які гідролітичними ферментами розкладаються на відповідні складові - радикали вуглеводів та аглікони, і засвоюються, як перші, так і другі, не зважаючи на наявність азоту та інших речовин в хімічному складі останніх. Цими ж дослідженнями Пурієвич з'ясував, що плісняві гриби здатні розщеплювати і такі азотовмісні сполуки, як геліцин і амігдалін. Однак продукти розщеплення геліцину плісняві гриби засвоювати не можуть, тому що вони діють на них як отрути (таку дію викликає саліциловий альдегід, який утворюється при розкладанні геліцину). Амігдалін, хоча до його складу входить синильна кислота, засвоюється пліснявими грибами, причому Пурієвич не спостерігав його розкладу на складові частини (глюкозу, бензойний альдегід, синильну кислоту). Також вчений встановив, що амігдалін розщеплюється під впливом ефіру або хлороформу так само, як під дією емульсину.

Шляхом точних обліків змін повітря під час дихання пліснявих грибів К.А. Пурієвич виявив, що цей процес характеризується певними закономірностями, які залежать від характеру і кількості поживного середовища, і супроводжується помітним збільшенням співвідношення між вуглекислим газом, який виділяється, і киснем, який поглинається. Так, за умов довготривалого голодування міцелію (використання незначної кількості поживного матеріалу), співвідношення CO_2/O_2 зменшується переважно за рахунок зниження кількості виділеного вуглекислого газу. Разом з тим він з'ясував, що відсутність поживного матеріалу в клітині викликає окислення її складових частин, які за умов достатнього живлення залишаються незмінними. Він вважав, що окисленню, підлягають не лише цукри, жири та органічні кислоти, а й білки (навіть протоплазматичні), особливо під час голодування.

Заслуговують на увагу роботи К.А. Пурієвича стосовно малодослідженого на той час і не достатньо висвітленого в літературі питання - впливу світла на дихання рослин [6]. Починаючи вивчення цього явища, талановитий вчений поставив за мету з'ясувати, як впливає світло різного спектрального складу на процес дихання. Об'єктами досліджень він обрав гриби, кореневища різних рослин та етиольовані рослини. Пурієвич встановив, що інтенсивність дихання грибів у темряві вища, ніж на світлі. При цьому виявилось, що червоні, оранжеві і жовті промені світла знижують інтенсивність дихання в більшій мірі, ніж сині, голубі і фіолетові. Однак певної закономірності цього процесу у вищих рослин йому встановити не вдалося.

На підставі дослідження дихання рослин, К.А. Пурієвич висунув припущення про наявність в рослинній клітині особливих ферментів дихання, які викликають окислення органічних сполук. Він вважав, що такі ферменти широко розповсюджені в рослинах і є ферментами дихання. Вчений припускав, що з'ясування їх функціональних особливостей дасть можливість узагальнити закономірність поглинання кисню та виділення вуглекислого газу при диханні. На прикладі з

пліснявим грибом він дійшов висновку, що для одного і того ж об'єкту кількість кисню, яка поглинається під час дихання, не залежить від поживного середовища і є майже постійною величиною, а кількість CO_2 , яка виділяється, змінюється в залежності від поживного субстрату.

В 1911 р. К.А. Пурієвич з'ясував залежність між азотовмісним субстратом для біосинтезу білка і витратами енергії (інтенсивністю дихання), яка полягала в тому, що уповільнення дихання при утилізації різних азотовмісних субстратів відбувається у напрямку: нітрати → амонійні солі → амінокислоти.

В цей же період українські вчені виконали низку робіт, пов'язаних з дослідженням ферментативного перетворення поживних речовин під час проростання і дозрівання насіння. Світове визнання принесла Пурієвичу докторська дисертація з теми “Физиологические исследования над опоражниванием вместилищ запасных веществ при прорастании” [8], яку він виконав під час підготовки до професорської діяльності у Лейпцігському університеті в лабораторії відомого німецького вченого В. Пфєффера. Виконання такої роботи вимагало глибоких знань світової літератури і разом з тим широкої постановки експериментальних досліджень, високої точності проведення їх. В цій праці автор виклав результати лабораторних дослідів балансу запасних живильних речовин при складному процесі, який відбувається в насінні під час проростання і пов'язаний з перетворюванням та спорожнюванням основних запасних речовин. Щоб вивчити зазначений процес, Пурієвич провів багато ретельних експериментів за власною оригінальною методикою. Шляхом репарації насіння злакових на зародок та ендосперм з наступним використанням гіпсових колонок, він прослідкував за переміщенням речовин з ендосперму у зародок, який розвивається, і встановив, що найважливіша роль у процесі спорожнення запасних речовин при проростанні належить перетворенню їх під впливом гідролізу, завдяки чому вони стають рухомими. Гідроліз речовин в ендоспермі залежить від постійного відтоку продуктів гідролізу до тканин зародку, який розвивається. Пізніше К.А. Пурієвич встановив роль амілази при проростанні насіння [9].

На початку ХХ ст. Костянтин Андріанович докладно займався вивченням проблеми засвоєння світлової енергії і ролі пігментів в цьому процесі. Він досліджував залежність між процесами випаровування води і розкладом вуглекислого газу у рослин [11]. Енергія сонячних променів, як показав цей фітофізіолог, поглинається зеленими клітинами і витрачається частково на розклад вуглекислого газу, частково – на перетворення води у водяну пару. Була встановлена наявність енергетичної конкуренції між асиміляцією CO_2 і транспіраційним процесом, яка за умов підвищення концентрації вуглекислого газу в повітрі вирішувалася на користь асиміляційного процесу, а значить, підвищення продуктивності використання води. В результаті цілої серії дослідів К.А. Пурієвич прийшов до висновку, що припинення або

послаблення процесу розкладу вуглекислоти на світлі (процесу асиміляції) пов'язано з підсиленням випаровування води. Цей процес відбувається за рахунок сонячних променів, енергія яких витрачається на утворення хімічних зв'язків в органічних молекулах (первинний біосинтез) та транспіраційний процес (перетворення води у водяну пару – на кожену молекулу H_2O необхідно 10,5 ккал енергії). Ці дослідження практично заклали фундамент для вивчення процесу дихання на світлі - зараз трактується як фотодихання (характерне для рослин з C_3 -типом засвоєння CO_2), на яке витрачається до 40% асимілятив, за рахунок чого значно знижується біологічний врожай. На підставі вивчення залежності між процесами випаровування води та розкладом вуглекислого газу у рослин, Пурієвич прийшов до висновку, що на світлі припинення або послаблення процесу розкладу вуглекислоти (за сучасних умов не розклад CO_2 , а попереднє зв'язування рибулозо-1,5-дифосфатом з подальшим відновленням до рівня вуглеводів) за певних умов органічно пов'язане з транспірацією, завдяки дифузійним процесам.

Цікаві дослідження останніх років життя були присвячені одному з важливих питань енергетики фотосинтезу – вивченню коефіцієнту використання рослиною сонячної енергії [12]. Для розв'язання цієї проблеми Пурієвич застосував надзвичайно точні фізичні методи (калориметричний метод) і розробив власну методику обчислення енергії, що накопичується рослиною при фотосинтезі. При цьому він виходив з таких міркувань: листок, який поглинає вуглекислий газ, вбирає більшу кількість променистої енергії, ніж той, що знаходиться в атмосфері без вуглекислоти. Різниця між цими величинами дає можливість обчислити ту кількість енергії, яка витрачається на фотосинтез. Цими дослідженнями Пурієвич підтвердив висновки Тимірязєва про те, що в процесі фотосинтезу рослина використовує не більше 3% всієї променистої енергії, яка падає на зелений листок. Так, наприклад, в дослідженнях з листками клену він встановив, що в процесі фотосинтезу використовується лише 0,6-2,7% всієї енергії, яка падає на зелений листок, у сахалінської гречки – 1,1-7,7%, а у листках сояшника – до 4,5%. Пурієвичем експериментально доведено, що на розсіяному світлі рослина використовує більш ефективно променисту енергію, ніж на прямому сонячному освітленні. Отже, К.А. Пурієвич визначив величину коефіцієнта поглинання і використання променистої енергії зеленим листком, а також долю енергії, яка використовується на транспірацію.

Його роботи внесли ясність у питання про первинні продукти фотосинтезу. Пурієвич проводив ретельні визначення теплотворності асимілятив, які утворюються в листках, і на підставі цих досліджень поглибив положення К.А. Тимірязєва про можливість застосування закону збереження енергії до процесу фотосинтезу. Він встановив, що теплоутворююча здатність продуктів асиміляції вище, ніж та енергія, яку могли б дати вуглеводи. Пурієвич показав, що при достатньому забезпеченні рослин азотом в процесі фотосинтезу нарівні з вуглеводами

утворюються білки. Ці дослідження мали важливе значення для того часу, бо за відсутності методу мічених атомів не можна було встановити, які саме продукти фотосинтезу за часом утворення є первинними, проміжними та кінцевими.

На жаль, дослідження К.А. Пурієвича з проблем фотосинтезу були перервані першою світовою війною і передчасною смертю вченого. Він встиг опублікувати лише першу частину своєї роботи під назвою “Исследования над фотосинтезом”.

Отже, К.А. Пурієвич розробив надзвичайно важливі питання фітофізіології, тісно пов'язані з найбільш складним процесом обміну речовин в рослині, і збагатив вітчизняну науку новими відкриттями вагомого теоретичного значення. Наукова діяльність К.А. Пурієвича є прикладом високого ступеня сумлінності і чесності в науковому пошуку і експерименті для наступних поколінь.

Література

1. **Биографический** словарь профессоров и преподавателей императорского ун-та св. Владимира (1834-1884). – К., 1884. 2. **Биологи.** Биографический справочник /Т.П. Бабий, Л.Л. Коханова, Г.Г., Костюк и др. – К., 1984. 3. **Історія** Київського університету (1834–1959). – К., 1959. 4. **Київський** національний університет імені Тараса Шевченка. Нариси історії біологічного факультету. – К., 2004. 5. **Павленко Ю.В., Руда С.П., Хорошаева С.А., Храмов Ю.О.** Природознавство в Україні до початку ХХ ст. в історичному, культурному та освітньому контекстах. – К., 2001. 6. **Пуриевич К.А.** О влиянии света на процесс дыхания у растений //Зап. Киев. о-ва естествоисп. – 1890. – Т. 11. – Вып. 1. – С. 211-259. 7. **Пуриевич К.А.** Образование и распадение органических кислот у высших растений. – К., 1893. 8. **Пуриевич К.А.** Физиологические исследования над опоражнением вместилищ запасных веществ при прорастании. – К., 1897. 9. **Пуриевич К.А.** К вопросу о накоплении и растворении крахмала в растительной клетке //Зап. Киев. о-ва естествоисп. – 1899. – Т. 16. – Вып. 1. – С. 1-11. 10. **Пуриевич К.А.** Физиологическое исследование над дыханием растений //Там же. – 1901. – Т. 17. – Вып. 1. – С. 41-97. 11. **Пуриевич К.А.** О зависимости между процессами испарения воды и разложения углекислоты у растений //Там же.– 1910. – Т. 20. – Вып. 4. – С. 1-33. 12. **Пуриевич К.А.** Исследования над фотосинтезом. – К., 1913. 13. **Развитие** биологии на Украине: в 3 т./ Гл. ред. К.М. Сытник – К., 1984. – Т.1. – С. 205-217. 14. **Puriewitsch K.** Über die Stickstoffassimilation bei den Schimmeipilzen //Ber. deutsch. botan. ges. – 1895. – Bd. 13. – H. 8. – S. 342-345.

Main directions of many years of scientific activity of the foster child then the professor of St. Vladimir Kyiv University K.A. Purievicha are analyzed. His great contribution to the development of phytophysiology in Ukraine is underlined. The most important publications of the scientist devoted to the different aspects of plant physiology are characterized.