

## АРКАДІЙ СЕМЕНОВИЧ ОКАНЕНКО: ЖИТТЯ І ТВОРЧІСТЬ



17 березня 2014 р. виповнилось 120 років від дня народження визначного українського вченого-фізіолога і біохіміка рослин, педагога, доктора біологічних наук, члена-кореспондента НАН України, професора, заслуженого діяча науки УРСР, лауреата Державної премії СРСР Аркадія Семеновича Оканенка.

А.С. Оканенко народився 17 березня 1894 р. у м. Сміла Київської губернії (нині Черкаська область) в селянській родині. Початкову освіту отримав у Смілянському чотирикласному міському училищі, а середню в 1911–1914 рр. у Новомильському сільськогосподарському технічному училищі. З 1914 по 1919 р. він працював дільничним агрономом в Курській і Симбірській губерніях. У 1919–1920 рр. був помічником завідуючого земельними угіддями Смілянського заво-

доуправління Київської губернії. Шість років на посаді агронома мали суттєвий вплив на формування наукових інтересів Аркадія Семеновича, які пробудили в ньому бажання ґрунтовно займатися вивченням властивостей культурних рослин.

У 1922 р. А.С. Оканенко закінчив Вищі дворічні курси підготовки висококваліфікованих кадрів з селекції і насінництва цукрового буряка та інших культур при ССІ Голоцукру (м. Київ), а 1926 р. — Київський сільськогосподарський інститут. У цей період з ініціативи професорів і слухачів курсів було створено Науковий інститут селекції на чолі з професором В.В. Колкуновим. На посаду наукового співробітника лабораторії селекції рослин цього інституту було зараховано А.С. Оканенка, а в 1923 р. — переведено в лабораторію фізіології рослин.

З 1930 р. наукова діяльність Аркадія Семеновича була тісно пов'язана із Всесоюзним науково-дослідним інститутом цукрових буряків. У 1930–1934 рр. він працював також за сумісництвом у відділі фізіології рослин новоствореного Всесоюзного інституту тютюнової промисловості (м. Київ), де очолював сектор біохімії та ферментації тютюну. Тут ним з Т.А. Вотчал і Ф.І. Завгороднім були проведені різнопланові дослідження з вивчення впливу вологості ґрунту і сонячної радіації на інтенсивність транспірації, водний баланс й активність деяких ферментів у різних сортів тютюну. У підсумку, розроблено способи прискорення ферментації та сушіння рослин



тютюну для різних цілей. Результати досліджень було опубліковано в збірці (Работы по изучению послеурожайной обработки махорки. — К.: Изд-во “Наркомвнуторг УССР”, 1935. — С. 3—30.).

Наукові інтереси Аркадія Семеновича остаточно сформувалися до початку 30-х років XIX століття і стосувалися розробки підходів щодо використання методів фізіології і біохімії рослин у практичній селекції. Вибору цього актуального наукового напрямку сприяло його постійне спілкування з такими видатними вченими того часу як В.В. Колкунов, Є.П. Вотчал, В.М. Любиминко та іншими. У ці ж роки в А.С. Оканенка виникла ідея щодо всебічного вивчення фізіології і біохімії рослин цукрового буряка як однієї із найважливіших для України технічної культури.

Перші наукові роботи А.С. Оканенко виконав у Всесоюзному науково-дослідному інституті цукрових буряків, які були присвячені дослідженню вмісту хлорофілу в листках різних генотипів цукрового буряка у зв'язку з можливістю використання цього показника як селекційної ознаки. Проведені ним в лабораторії академіка АН УРСР Є.П. Вотчала (за безпосередньої участі академіка АН УРСР В.М. Любименка) експерименти засвідчили, що генотипи цукрового буряка із темно-зеленими листками у спекотні полудневі години зазнають суттєвої депресії фотосинтезу через збільшення в них денного водного дефіциту внаслідок перегріву та посилення рівня транспірації. Водночас, у генотипів цукрового буряка із світло-зеленими листками виявлено максимальні значення інтенсивності фотосинтезу. Коефіцієнт кореляції між величинами водного дефіциту і фотосинтезу в листках рослин цукрового буряка дорівнював 0,62. Надалі А.С. Оканенко і Х.М. Починок експериментально підтвердили, що депресія ін-

тенсивності фотосинтезу в листках залежить від рівня водозабезпечення ґрунту й спричинена зміною тургесцентності, фракційного складу води, порушенням газообміну та різним ступенем формування ксерофітизму рослин цукрового буряка. Було сконцентровано увагу на взаємозв'язок між нагромадженням цукрів, азотистих сполук і зимостійкістю рослин. За понижених температур і недостатнього водозабезпечення ґрунту (40 % ПВ) в листках цукрового буряка містилась менша кількість небілкового азоту, ніж за оптимального, що зумовлювало зниження рівня зимостійкості. За умов оптимального водозабезпечення ґрунту (70 % ПВ) визначено високу інтенсивність фотосинтезу, кількість небілкових азотистих сполук і відношення вмісту цукрів до загального та білкового азоту. Попередити настання депресії фотосинтезу можна застосуванням раціональної агротехніки, яка забезпечує підтримання на належному рівні водний режим, і вилученням з популяції рослин цукрового буряка біотипів, що впадають в депресію весною за різного водозабезпечення ґрунту.

Отримані Аркадієм Семеновичем результати дозволяли дійти до важливого для селекційної роботи висновку, що в різних кліматичних зонах кількість хлорофілу, яка забезпечує високу інтенсивність фотосинтезу листків цукрового буряка, буде різною. Встановлено також коливальні зміни активності ферменту каталази в листках цукрового буряка *in vivo* та *in vitro*, яку оцінювали за шкалою академіка АН СРСР О.І. Опаріна.

Професором А.С. Оканенком була розпочата також серія експериментів з фізіології нагромадження цукрів у гібридів цукрового буряка різних екологічних умов зростання. Щеплення, в яких він комбінував листки і корені різних сортів цукрового буряка, дозволили з'ясувати в

процесі накопичення цукрів участі надземних та підземних органів. Доведено, що тканини кореня сортів цукрового буряка мають здатність до нагромадження пулів сахарози, транспорт якої із листків в коренеплоди відбувається разом із моноцукрами. Дослідження з гібридизації дозволяли розробити заходи з підвищення цукристості коренеплодів гібридів цукрового буряка.

У 1937 р. Аркадій Семенович очолив лабораторію фізіології і біохімії рослин Всесоюзного науково-дослідного інституту цукрових буряків, в якому він продовжив дослідження динаміки нагромадження цукрів в коренеплодах цукрового буряка і їх зв'язку з фотосинтезом, диханням, водним режимом та пігментним комплексом рослин. З'ясовано також вплив чинників навколишнього середовища на транспорт, розподіл та метаболізацію цукрів у концентричних кільцях (паренхімі, судинно-волокнистих пучках) тканин коренеплодів цукрового буряка.

Аркадієм Семеновичем сформульовано висновок, що ключова роль в підвищенні цукристості форм і сортів цукрового буряка належить функціям тканин коренеплоду. Доведено, що в ньому відбувається не пасивний процес відкладання в запис цукрів, а функціонування активних фізіологічних процесів, які тісно пов'язані зі специфічними функціями клітин та тканин. Аналогічні результати також отримано за умов щеплень кормового і столового буряка, а прищепи — цукрового. Так, підщепи столового і кормового буряка упродовж вегетаційного періоду з листками цукрового мали цукристість як у столового й цукрового сортів, а цукрового з листками кормового містили кількість сахарози, яка була типовою для цукрового.

Для селекціонерів вагоме значення мали результати досліджень А.С. Ока-

ненка і співробітників міжсорткових гібридів цукрового буряка. Вперше виявлено рослини з невідомими закономірностями розподілу цукрів по тканинах коренеплода. Заодно показано можливість створення нових з високим вмістом і рівномірним розподілом цукрів в тканинах коренеплода цукрового буряка.

У передвоєнні роки Аркадій Семенович брав участь в написанні розділу "Физиология сахарной свеклы" (том 1) книги "Свекловодство", який опубліковано в 1940 році. У 1937–1941 рр. він читав спецкурс з біохімії рослин на біологічному факультеті Київського державного університету імені Тараса Шевченка. У 1942–1944 рр. працював у штаті евакуйованого під час війни в Киргизію Всесоюзного науково-дослідного інституту цукрових буряків, де займався проблемами насінництва і зберігання цукрового буряка в умовах Середньої Азії. У 1945 р. спільно з В.П. Муравйовим і Н.В. Шевченком написав практичний посібник "Хранение сахарной свеклы в Узбекской ССР."

Після повернення в 1944 р. у Київ А.С. Оканенко продовжував очолювати лабораторію фізіології і біохімії рослин Всесоюзного науково-дослідного інституту цукрових буряків. У 1946 р. його було запрошено на роботу за сумісництвом у новостворений Інститут фізіології рослин і агрохімії АН УРСР, який очолював академік АН УРСР О.І. Душечкін, для керівництва лабораторією біохімії рослин, де було проведено дослідження трав'янистих каучуконосів.

У 1947 р. Аркадій Семенович успішно захистив дисертацію на тему: "Особенности сахаронакопления у различных формах сортов свеклы и перспективы дальнейшего повышения сахаристости свеклы" і отримав науковий ступінь доктора біологічних наук. У цьому ж році йому було присвоєно вчене звання про-



фесора зі спеціальності "Фізіологія і біохімія рослин".

У 1950 р. А.С. Оканенко звільнився із Всесоюзного науково-дослідного інституту цукрових буряків і перейшов на постійну роботу в Інститут фізіології рослин і агрохімії АН УРСР. Тут він розпочав активну наукову діяльність з вивчення окисно-відновних процесів у трав'янистих каучуконосів з метою з'ясування можливостей їх промислового використання для одержання каучуку. Спільно із співробітниками було вперше запропоновано аміачно-нітратну систему живлення рослин кок-сагізу як ефективного способу підвищення виходу каучуку за умов його культивування, що узагальнено в збірці наукових праць (Вопросы азотного и минерального питания растений. — К.: Изд-во АН УССР, 1953).

У 1953 р. згідно завдання Міністерства сільськогосподарства УРСР, Аркадій Семенович досліджував біохімічну природу ракостворості і хвороби виродження картоплі. Встановлено порушення азотного обміну в листках й бульбах картоплі за дії хвороб та запропоновано рекомендації щодо їх захисту. В цей ж період під його керівництвом було проведено експерименти з вивчення впливу добрив, які містять мідь, на продуктивність рослин картоплі на торф'яних ґрунтах Київської області. У 1954 р. було опубліковано брошуру (Оканенко А.С. Фотосинтез и урожай. — К.: Изд-во АН УРСР, 1954. — 67 с.), в якій узагальнено результати досліджень фотосинтезу, що розпочав академік АН УРСР Є.П. Вотчал з учнями. У даній роботі висвітлено денну динаміку інтенсивності фотосинтезу у рослин цукрового буряка за різних метеорологічних умов, а також розглянуто питання посухостійкості і особливості взаємозв'язку фотосинтезу з продуктивністю рослин цукрового буряка.

У 1952–1953 рр. Аркадій Семенович

завідував кафедрою фізіології рослин Української сільськогосподарської академії за сумісництвом. Дещо пізніше, у 1956 р. в Українському науково-дослідному інституті фізіології рослин УАСГН (1956–1962 рр.) було організовано лабораторію фотосинтезу, в якій він продовжував розпочаті дослідження. Упродовж 1958–1959 рр. А.С. Оканенко одночасно керував лабораторією фотосинтезу та відділом біохімії рослин. Проведено чисельні експерименти з впливу зовнішніх чинників на інтенсивність і продуктивність фотосинтезу за допомогою спеціальних приладів в польових умовах.

У 1958 р. А.С. Оканенка обирають завідувачем відділу фізіології і екології фотосинтезу Українського науково-дослідного інституту фізіології рослин УАСГН (з 1962 р. — Інститут фізіології рослин АН УРСР), що був перетворений з лабораторії фотосинтезу, який він очолював до 1976 року. Аркадій Семенович розвинув в ньому дух традицій фізіолого-екологічної наукової школи досліджень з проблеми фотосинтезу рослин в Україні, яку започаткував академік АН УРСР Є.П. Вотчал з учнями (І.М.Толмачов, А.С. Оканенко, А.А. Табенцький, А.М. Кекух та інші). Основним науковим напрямком досліджень відділу була розробка шляхів підвищення інтенсивності і продуктивності фотосинтезу й коефіцієнта використання сонячної енергії сільськогосподарських рослин залежно від напруженості та тривалості чинників навколишнього середовища. Він був одним із центрів вивчення фотосинтетичних процесів в колишньому СРСР, який виконував розділ Міжнародної біологічної програми. Водночас, Аркадій Семенович із співробітниками проводив всебічні дослідження посівів як фотосинтезуючих оптико-біологічних систем і ефективності засвоєння ними сонячної радіації у зв'язку з підвищенням продуктивності сільськогосподарських рослин. Спільно із



науковцями Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту проведено вивчення фотосинтезу і формування продукційного процесу озимої пшениці на богарі й в умовах зрошення Миколаївської і Рівненської областей України на різних фонах мінерального живлення та залежно від способів та строків посіву. Шляхом поєднання чинників світла, концентрації  $\text{CO}_2$  і температури інтенсивність фотосинтезу збільшувалася в 2–3 рази порівняно з максимальною в природних умовах.

За допомогою приладу Х.М. Починка, учня Є.П. Вотчала, а потім автоматизованих установок для вимірювання газообміну Б.І. Гуляєва (учня А.С. Оканенка) на базі оптико-акустичних інфрачервоних газоаналізаторів в 70-ті роки здійснено серію досліджень залежності інтенсивності фотосинтезу різних видів культурних рослин від рівня фотосинтетично активної радіації (ФАР), концентрації  $\text{CO}_2$  і кисню, температури та водного дефіциту. Розроблено кількісну теорію продукційного процесу і фотосинтетичної продуктивності рослин (А.С. Оканенко, Б.І. Гуляєв).

На початку 60-років ХХ століття А.С. Оканенком, Х.М. Починком і М.О. Соловйовою на газометричній установці Х.М. Починка досліджено вплив водного режиму ґрунту на інтенсивність фотосинтезу плодоносних деревних рослин. В умовах зрошення Півдня України інтенсивність фотосинтезу, морозостійкість і врожай рослин яблуні збільшувався порівняно з контролем. Так, плодові пальметні насадження (у пальметного саду крона плодових дерев сформована у вигляді пальмового листка) виявились оптично досконалішими ніж звичайні. Інтенсивність засвоєння  $\text{CO}_2$  листками пальметних крон яблуні була на 1–2 мг.  $\text{CO}_2/\text{дм}^2$  за год вищою ніж у звичайних.

З 1966 по 1969 р. співробітниками відділу фізіології і екології фотосинтезу Інституту фізіології рослин АН УРСР, Всесоюзного науково-дослідного інституту цукрових буряків, Українського науково-дослідного інституту землеробства, Українського науково-дослідного інституту садівництва, Інституту виноградарства і виноробства Грузії й дослідних станцій з'ясовано роль калію в процесах фотосинтезу, фосфорилювання і формуванні продуктивності рослин цукрового буряка та винограду. Запропоновано ефективні способи оптимізації застосування калійних добрив з врахуванням вмісту форм калію в ґрунті та рослинах.

А.С. Оканенко з Б.Й. Берштейн важливе значення надавали вивченню ролі калію в світловій фазі фотосинтезу, фотофосфорилюванні і продуктивності рослин. Показано, що за умов дефіциту калію відбувається гальмування процесів росту і інтенсивності фотосинтезу, підвищення рівня дихання, порушення фосфорного метаболізму, зменшення маси та цукристості коренеплодів цукрового буряка. У модальних дослідках з ізольованими хлоропластами виявлено активність фотофосфорилювання в присутності іонів калію. Заміна калію натрієм в реакційній суміші супроводжувалась зменшенням швидкості фотофосфорилювання і відношення АТФ/НАДФ –  $\text{H}_2$ .

Таким чином, уперше було розкрито поліфункціональну роль в йонній регуляції фотосинтезу, формуванні продукційного процесу рослин цукрового буряка й кукурудзи, що узагальнено в монографії (Оканенко А.С., Берштейн Б.Й. Калій, фотосинтез і фосфорний метаболізм у свеклы. — К.: Наук. думка, 1969. — 212 с.).

У 1963 р. Аркадію Семеновичу запропонували виступити з науковою доповіддю на XXIV щорічному Тимірязєвському читанні в Інституті фізіології рослин ім.



К.А. Тимірязева АН СРСР, яку потім опублікували (Оканенко А.С. Физиология сахарной свеклы // XXIV Тимирязевское чтение АН СССР. — М.: Наука, 1965. — 76 с.).

У цьому ж році в Інституті органічної хімії АН УРСР створили новий відділ хімії фотосинтезу під керівництвом члена-кореспондента АН УРСР О.О. Ясникова. Ініціатором його створення була Наукова рада з проблеми "Фотосинтез" при АН УРСР, яку очолював А.С. Оканенко. Співробітники цього відділу (О.О. Ясников, Н.В. Волкова, Л.А. Василенок, Н.П. Канівець) досліджували молекулярні механізми фотосинтезу за допомогою хімічних реакцій, які моделюють його окремі етапи, кінетику та механізми фосфорилування. У вивченні механізмів фотофосфорилування брали участь також і співробітники відділу фізіології і екології фотосинтезу (А.С. Оканенко, Л.К. Островська, Б.Й. Берштейн, Т.О. Рейнгард, О.І. Воловик, Н.А. Зайцева) Інституту фізіології рослин АН УРСР. Визначено, що ацетолфосфат передає фосфорильовану групу на АДФ. Прослідковано вплив ферментів кислотої фосфатази і піруваткінази на процес фотофосфорилування, що дозволило встановити гальмівний і стимулювальний типи фосфорилування піруваткіназою. Зокрема, кисла фосфатаза не гальмувала світлозалежне підкислення середовища хлоропластів рослин кукурудзи. Колективом науковців сформульовано основоположні принципи функціонування енолфосфатного і йон-радикального механізмів кінцевих етапів фотофосфорилування й доведено, що в останньому із них беруть участь епоксикаротиноїди та феназинметосульфат.

У 1971–1976 рр. співробітники відділу фізіології і екології фотосинтезу (Х.М. Починок, Б.І. Гуляєв, Б.О. Митрофанов, А.Д. Рогаченко та інші) під керівництвом А.С. Оканенка виконували дер-

жбюджетні теми: "Розробка методів підвищення врожайності сільськогосподарських рослин шляхом повнішого використання сонячної енергії в процесі фотосинтезу" і "Розробка методів регуляції фотосинтезу і розкриття механізму фосфорилування (утворення АДФ) у рослин. У результаті проведених досліджень опубліковано книгу (Х.Н. Починок. Методи биохимического анализа растений. — К.: Наук. думка, 1976. — 334 с.) і розроблено ефективні способи загартування рослин дією перемінних температур на насіння, яке пробуджується, що зумовлює підвищення ксероморфізму, виробленню властивостей стійкості фотосинтезу до дефіциту вологи, інтенсивнішому росту, утворенню більшої маси та підвищенню цукристості цукрового буряка. Для підтримання збалансованого водного режиму запропоновано зниження інтенсивності транспірації листків рослин (без зниження їх фотосинтезу) такими сполуками, як стиромаль і амід стиромалю, що зумовлюють збільшення продуктивності цукрового буряка в посушливих умовах.

Професор А.С. Оканенко із співробітниками вивчав відбивання, послаблення і поглинання ФАР посівами кукурудзи й цукрового буряка за різної площі листків та висоти стояння сонця. Отримано величини площі листків у посівах польових культур, які дозволили розрахувати їх радіаційний режим і рівень послаблення ФАР. Вирощування озимих культур на зелений корм, а після них кукурудзи на силос, зумовлювало подовження тривалості вегетаційного періоду до 145 діб за загальної — 180, а також коефіцієнта використання ФАР до 2,4 % за умов збору сухої речовини біологічного врожаю 271 ц/га. Стає очевидним, що переступити бар'єр річного використання ФАР більш 2% вдається лише використанням післяжнивних посівів.

Аркадій Семенович займав принципову позицію щодо захисту вчення про фітогормони академіка АН УРСР М.Г. Холодного, коли в 1952 р. серед українських фізіологів рослин було розв'язано запеклу дискусію, покликану зганьбити це вчення як антимічуринське. Він був одним із тих вчених, які сприяли виданню в 1956 р. "Избранных научных трудов Н.Г. Холодного" в трьох томах як редактор другого і один із редакторів першого та третього томів. У передмові до другого тому А.С. Оканенко підкреслив революційне значення вчення М.Г. Холодного для розвитку фізіології рослин. У 1956 р. його було обрано членом-кореспондентом УАСГН, а в 1967 р. — членом-кореспондентом АН УРСР за спеціальністю "Фізіологія і біохімія рослин".

За розробку теоретичних основ підвищення фотосинтетичної продуктивності і цукристості цукрового буряка, які узагальнено в монографії "Фізіологічні основи підвищення цукристості цукрових буряків" (1966) й розділ в книзі "Физиология сахарной свеклы" із серії "Физиология сельскохозяйственных растений" (1969) Аркадію Семеновичу присуджено Державну премію СРСР в галузі науки і техніки. У 1974 р. йому присвоєно почесне звання "Заслуженный діяч науки УРСР".

Упродовж багатьох років він очолював Наукову раду з проблеми "Фотосинтез" при АН УРСР, здійснював координацію комплексних наукових досліджень з фотосинтезу рослин в академічних і галузевих інститутах, вузах України та Молдавії. Аркадій Семенович був членом редколегій журналів "Физиология и

биохимия культурных растений" і "Сахарная свекла", членом спеціалізованих вчених рад Інституту фізіології рослин АН УРСР й Української сільськогосподарської академії із захисту докторських (кандидатських) дисертацій зі спеціальності "Фізіологія рослин". Він фундатор наукової школи з фотосинтезу рослин, під науковим керівництвом якого підготовлено 5 докторів і 25 кандидатів наук. Ним самостійно і у співавторстві опубліковано більше 300 наукових праць.

Заслуги члена-кореспондента АН УРСР А.С. Оканенка високо оцінено державою. Його нагороджено Орденами Трудового Червоного Прапора і "Знак Пошани", медаллю "За доблесний труд у Великій Вітчизняній війні 1941—1945 рр." Доля подарувала автору цих рядків упродовж 16 років пліч-о-пліч працювати і спілкуватися з Аркадієм Семеновичем, який був напрочуд скромним, справедливим й мав "чисту екологію душі". Його життя було наповнене конкретною працею, а творча спадщина складає золотий фонд вітчизняної науки, що використовується новими поколіннями науковців та педагогів. Водночас він завжди був привітним, жвавим і завзятим до праці. Найбільшою нагородою для нього є вдячна пам'ять нащадків за невтомну та плідну працю на благо народу України.

А.С. Оканенко помер 12 жовтня 1982 р. у віці 88 років і похований на Байковому кладовищі міста Києва. Однак він завжди житиме у своїх публікаціях, серцях учнів та послідовників.

*Член-кореспондент НАН України І.П. Григорюк*