

ПИТАННЯ ВОДНОГО РЕЖИМУ РОСЛИН В ПРАЦЯХ ВІТЧИЗНЯНИХ ФІТОФІЗІОЛОГІВ: ІСТОРИЧНО- ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ

Представлено в історично-функціональному аспекті досягнення вчених України стосовно розробки питань водного режиму рослин. Показано, що вітчизняні дослідники внесли суттєвий вклад в розвиток різних напрямків даної проблеми: створення і удосконалення матеріально-технічної бази; розробки і використання сучасних методів вивчення водного режиму рослин; отримання надійної інформації в теоретичному і практичному контекстах.

The Ukrainian scientists' achievements in questions' elaboration of plants' water regime at historical-functional aspect are represented. It is shown that native scientists made essential contribution to the different direction development of this problem: creation and improvement of material-technical base, elaboration and using of modern methods' researches of plants' water regime, receipt of important information in theoretical and practical contexts.

Вступ

Вода для рослин, з одного боку, є фактором зовнішнього середовища, вплив якого має як позитивний (вона необхідна для прояву всіх процесів життєдіяльності), так і негативний (її надлишок обумовлює гіпоксію та енергетичний голод) характер, а з другого – формує необхідне внутрішнє середовище для здійснення біохімічних реакцій та фізіологічних процесів. При цьому вона виступає в ролі безпосереднього учасника (фотосинтез, процеси синтезу та гідролізу тощо) або є кінцевим продуктом (процеси дихання, окислення, нейтралізації і т.д.) і виконує функцію одного з основних екологічних факторів, який обумовлює розподіл рослинних організмів по земній кулі, особливості їх росту, розвитку та формування не тільки біологічного, але й господарського врожаю. В зв'язку з цим питання водного режиму рослин завжди цікавили науковців, в тому числі і вітчизняних, не тільки в теоретичному та практично-прикладному аспектах, але й історико-функціональному контексті [27].

Мета даної роботи полягала у вивченні, узагальненні та систематизації наукових здобутків, особливо вітчизняних фітофізіологів, стосовно питань водного режиму рослин, як одного із провідних факторів забезпечення їх життєдіяльності та біопродуктивності. Завданнями роботи були: дослідження основних етапів формування вчення про водообмін у хронологічному порядку, з'ясування його головних напрямків і превалюючих тенденцій у кожному конкретному періоді часу, аналіз внеску окремих вчених та наукових шкіл України і узагальнення значення їх робіт у формуванні сучасного вчення про водообмін рослин.

Дослідження виконувалось у рамках тем: «Історичний розвиток фізіології рослин в Україні» (№ 0104U002429), «Фізіолого-біохімічні особливості формування та регуляції адаптивного потенціалу та продуктивності рослин» (№ 0195U021408) кафедри фізіології і екології рослин Київського національного університету імені Тараса Шевченка та «Анатомо-морфологічні та фізіолого-біохімічні особливості рослинного покриву ґрунтів Приазов'я» (№ 0102U00102) кафедри ботаніки Мелітопольського державного педагогічного університету у відповідності до наукової розробки державної проблеми «Рослинний світ: його

охорона, збереження та раціональне використання», у яких автори були виконавцями окремих розділів.

Періоди становлення вчення про водообмін рослин

В узагальнюючому вигляді весь процес становлення вчення про водообмін рослин можна поділити на такі, відносно самостійні, але хронологічно взаємопов'язані та взаємообумовлені, періоди.

I період – натуралістично-філософський (від початку нашої ери до X століття) характеризується поступовим накопиченням інформації про воду та збільшенням застосування її в землеробстві, а також формуванням простих філософських узагальнень стосовно її суті.

II період (XI-XV століття) відомий як період домінування теологічних тлумачень явищ природи без обґрунтувань і пояснень та початку перших наукових досліджень водообміну.

III період (XVI- XVII століття) вважається “колискою сучасної науки”, відбувається перегляд теологічних уявлень, в тому числі й стосовно води: Р. Декартом формується гіпотеза про склад води з окремих часток, які легко відокремлюються і процес випаровування пояснюється наявністю легких часток, які під дією енергії сонця починають рухатися; Б. Маріоттом обґрунтовується кругообіг води в природі; Б. Кастелі формулюються принципи безперервності потоку води і п'ять аксіом стосовно залежності швидкості течії води від площі отворів; на основі експериментальних результатів формуються базові положення про воду (властивості, стан, знаходження в природі, зміни її кількості в опадах і т.д.).

IV період (XVIII століття) характеризується виділенням фізіології рослин у самостійну науку; домінуванням запропонованої Я. Б. ван Гельмонтом “водної” теорії живлення рослин; початком формування осмотичного та коллоїдно-хімічного етапів досліджень водообміну рослинних організмів.

V період (XIX століття) відзначається становленням фізіології рослин як самостійної науки в Україні; інтенсифікацією розвитку вчення про водообмін і його впливу на основні процеси життєдіяльності у рослин; домінуванням осмотичного та коллоїдно-хімічного і початком формування термодинамічного, біохімічного та біофізичного етапів досліджень водообміну; теоретичним обґрунтуванням агрономічних заходів щодо раціонального використання рослинами природних ресурсів.

VI період (XX століття до сьогодні) визначається домінуванням термодинамічного, біохімічного та біофізичного етапів досліджень водного режиму рослин, формуванням їх фундаментальних положень та з'ясуванням молекулярних основ; розробкою методів та способів свідомого керування продуктивністю рослин за рахунок їх водного режиму; формуванням математичних узагальнень, програмування, прогнозування, кібернізації.

Кожен з періодів визначається відповідним рівнем розвитку суспільства, станом науки, матеріально-технічним забезпеченням і головне – запитамі суспільства та його інтелектуальним потенціалом. Тому не випадково, що перші зазначені періоди були найбільш тривалими і найменш результативними стосовно формування вчення про водообмін рослин. В подальшому тривалість періодів зменшується на фоні значного підвищення обсягу і якості наукової інформації стосовно водного режиму рослин. За рахунок технічного прогресу

удосконалюються методи досліджень, уточнюються відомі та відкриваються нові закономірності, розширюються контакти з іншими напрямками і дисциплінами, на основі кооперативних експериментальних результатів формується сучасна теорія водообміну рослин. Переконливою ілюстрацією вищезазначеного є матеріали узагальнюючої схеми, складеної нами [25] і представленої на рис. 1.

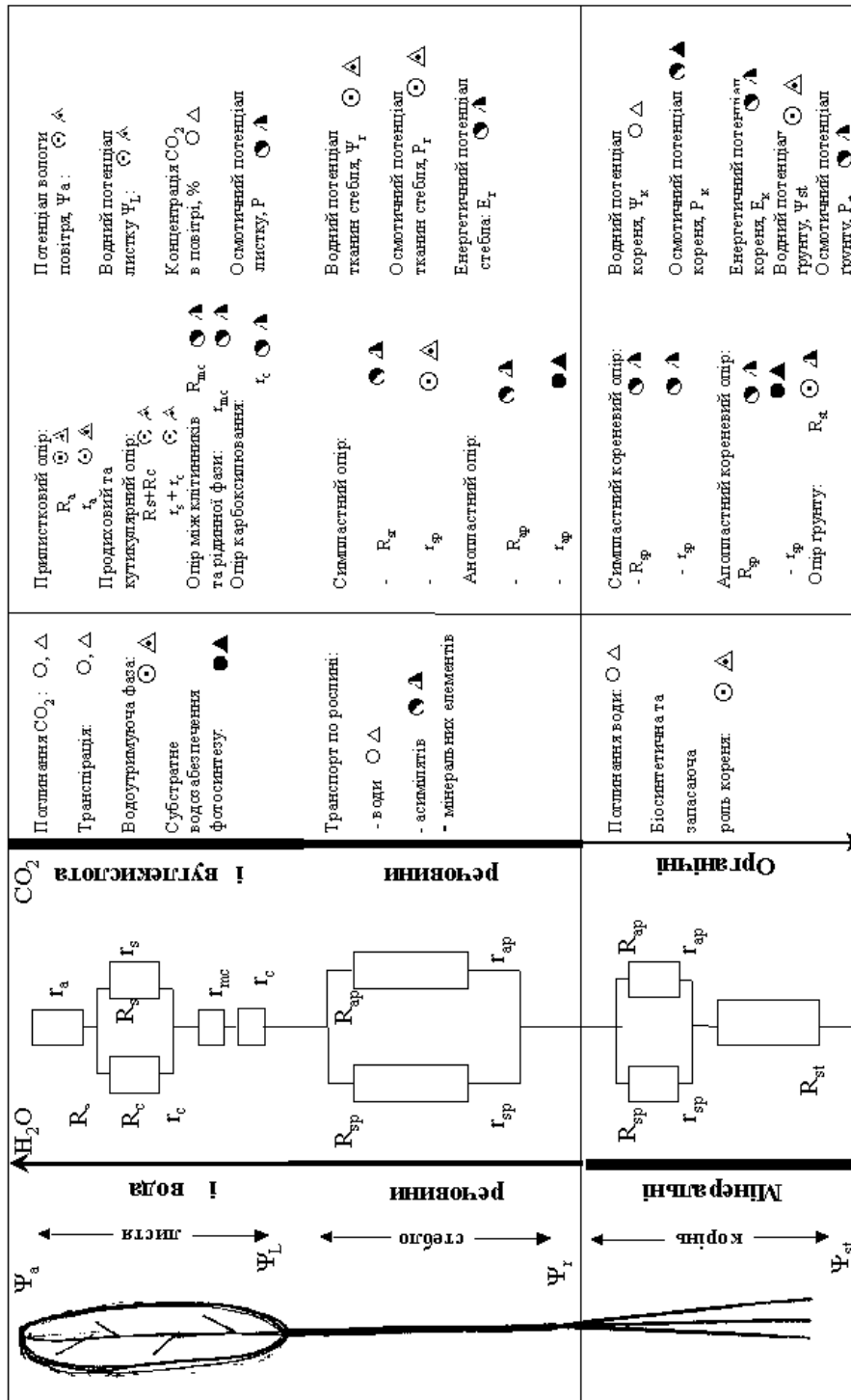


Рис. 1. Узагальнююча схема стану розробки методів та ступеня вивченості взаємозв'язків фотосинтетичного процесу та в одного режиму у рослин. Методи: ○ - розроблені; ⊙ - інтенсивно розробляються; ● - перспективні, але недостатньо розроблені; ▲ - майже не розроблені. Процеси: △ - вивчені; ⊙ - інтенсивно вивчаються; ▲ - в активі, але недостатньо вивчені; ●▲ - майже не вивчені.

Ці матеріали дозволяють констатувати, що далеко не всі проблеми водного режиму рослин вирішені і на сьогоднішній день. В зв'язку з цим розробка методів вивчення водообміну на різних рівнях організації рослинного організму продовжується і в результаті з'яовуються нові деталі і закономірності цього важливого процесу [15; 22].

Генезис досліджень водного режиму рослин в Україні

В Україні фізіологія рослин як самостійна наука почала формуватися з середини ХІХ ст., а згодом і її окремі напрямки, зокрема, водний режим рослин (V період). Перші цеглини в становлення цього напрямку було закладено кївськими вченими: С. М. Богдановим, Й. В. Баранецьким, Є. П. Вотчалом, В. Р. Заленським, В. В. Колкуновим та іншими авторами [18].

С. М. Богданов вперше встановив мінімум води, необхідний для проростання насіння різних культур; показав на основі осмотичних явищ залежність між хімічним складом насіння та потребою його у воді і сформулював вчення про «мертвий запас води в ґрунті» [4].

Значний вклад у розвиток теорії водообміну рослин вніс Й. В. Баранецький, який накреслив новий напрямок у розвитку цієї науки. У 1871 р. вчений розпочав роботи з екологічної фізіології рослин, а саме вивчення впливу різних умов на випаровування води рослинами. Й. В. Баранецьким було встановлено, що транспірація обумовлюється впливом різних факторів, до яких належать зміни умов освітлення, струшування пагонів, при якому водяна пара виходить швидше з повітряних порожнин рослин, та ін. У своїх працях він довів пряму залежність випаровування води рослинами від зовнішніх умов [39]. Й. В. Баранецькому належить пріоритет у виявленні періодичності соковиділення рослин, встановленні його причин та залежності від температури. Він з'ясував, що періодичність «плачу» рослин обумовлюється змінами дня і ночі, освітленням та затемненням. Дослідження цього періоду лягли в основу докторської дисертації «О периодичности «плача» у травянистых растений и причинах этой периодичности» [3], яку він захистив у 1873 р., після чого очолив кафедру фізіології рослин у Київському університеті і працював її завідуючим впродовж 25 років. Його по праву вважають одним із фундаторів фізіології рослин в Україні.

Великий вклад у розвиток вчення про водообмін рослин внесли роботи Є. П. Вотчала, який після закінчення Казанського університету розпочав викладацьку діяльність у сільськогосподарському інституті Нової Олександрії, а потім очолив кафедру фізіології рослин у Київському політехнічному інституті. У 1897 р. він опублікував капітальну працю стосовно пересування води по стовбуру дерев – магістерську дисертацію «О движении воды (пасоки) в растениях», але завдяки важливості роботи йому була присвоєна ступінь доктора наук. В своїх дослідженнях фітофізіолог використовував методику автоматичного запису змін тиску в судинах ксилеми, по яким пересувалась вода. Він встановив пасивну роль деревини в транспорті води і сформулював основні положення теорії підняття води по рослині, яка пояснює це явище роботою верхнього та нижнього кінцевих двигунів і не втратила актуальності на сьогоднішній день [9]. Є. П. Вотчал сконструював термоголку – прилад для вимірювання дійсної температури листка з великою точністю, який забезпечував запис на самописці кривих зміни температури листка за різної динаміки змін факторів довкілля. Він одним із перших запропонував систему одночасних комплексних досліджень рослин (реєстрацію декількох фізіологічних параметрів), які забезпечують відносно нормальну їх життєдіяльність

за певних умов середовища. При участі однодумців та співробітників (В. Р. Заленського, І. М. Толмачова, А. С. Оканенка, А. М. Кекуха та ін.) у польових умовах за допомогою розроблених методів вивчалися фотосинтез, дихання, транспірація, зміни температури, тургору, кольору та блиску листків цукрових буряків за умов різного водозабезпечення. Встановлено, що дефіцит води при підвищеній сонячній інсоляції обумовлює розлад водного балансу рослинного організму, пригнічує газообмін (фотосинтез та випаровування), підвищує дихання і, як наслідок, значно знижує продуктивність рослин [10].

Учнем та послідовником Є. П. Вотчала був В. Р. Заленський, який закінчив Казанський університет і певний час (1889–1908 рр.) працював у Київському політехнічному інституті, де і виконав магістерську роботу з теми «Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений». Його дослідженнями було встановлено, що при переході від листків нижніх ярусів до верхніх спостерігаються певні закономірності: анатомо-морфологічні – зменшуються розміри продихів та клітин епідермісу, густішим стає жилкування, збільшується кількість продихів на одиницю поверхні; фізіологічні – активніше протікають процеси асиміляції вуглекислоти і транспірації, підвищується концентрація клітинного соку і осмотичний тиск, виявляється більша стійкість при зав'язданні рослини. В. Р. Заленський встановив важливі закономірності залежності анатомо-морфологічних параметрів від зовнішніх факторів середовища і узагальнив їх у вигляді вчення про «функціональний ксероморфізм» та «закону Заленського» [16]. Дослідження цього талановитого вченого були продовжені у працях В. В. Колкунова, який висунув ідею про добір посухостійких рослин на основі вивчення анатомічних пристосувань проти посухи; був визнаний як автор популярної у свій час анатомо-морфологічної теорії посухостійкості [23].

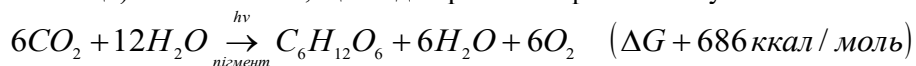
Цей період розвитку вчення про водообмін у рослин характеризувався пошуком молекулярних механізмів поглинання та утримання води в клітині, рослині і тому поступово осмотичний ($P = iCRT$, де P – осмотичний потенціал, $MПа$; i – ізотонічний коефіцієнт Вант-Гоффа, який характеризує ступінь іонізації розчиненої речовини і для неелектролітів дорівнює 1; C – молярна концентрація розчину, $моль \cdot л^{-1}$; R – газова стала, яка дорівнює 0,08205; T – абсолютна температура по Кельвіну, $273^0 + \text{температура в період досліджень}$) та коллоїдно-хімічний ($\xi = \left[(m - m_0) \cdot m^{-1} \right] \cdot 100$, де ξ – ступінь набрякання гелю, %; m , m_0 – маса гелю до, після набрякання, g ; 100 – коефіцієнт переведення значень у %) механізми замінюються термодинамічним, основним параметром якого є водний потенціал. Перші кроки у напрямку розробки термодинамічних понять та введенню відповідної термінології були зроблені Г. Вальтером, А. М. Алексеевим, В. С. Шардаковим [2; 7; 36]. У 1931 р. Г. Вальтер запропонував як об'єктивний показник ступеня насиченості рослин водою гідратуру – відношення пружності водяної пари над поверхнею конкретного тіла до пружності водяної пари над чистою водою. Це відношення виражається відсотками від останньої величини і представляє собою ту відносну вологість повітря, при якій тіло не віддає воду в оточуючий простір і не поглинає її з нього. В найбільшій мірі термодинамічний підхід до вивчення водного режиму рослин застосував А. М. Алексеев [2], який сформулював поняття активності води та парціального хімічного потенціалу. Останні повинні характеризувати процеси переходу води з однієї фази в іншу, осмос, пароутворення, процеси на поверхні розділу, участь води в хімічних реакціях та механічних переміщеннях. Найбільшого застосування знаходить хімічний

потенціал води (μ_w), який характеризує максимальну кількість внутрішньої енергії молекул води, яка може бути перетворена в роботу. Він має розмірність $\text{кал} \cdot \text{моль}^{-1}$ або $\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1}$ і розраховується за формулою: $\mu_w = \mu_w^0 + R \cdot T \cdot \ln a_w$, де μ_w^0 – хімічний потенціал чистої води; R – газова стала; T – абсолютна температура; $\ln a_w$ – активність води в системі. У розчинах і клітинах a_w менше одиниці, тому $\ln a_w$ – величина від’ємна; хімічний потенціал клітинного соку менший ніж у чистої води.

Водний потенціал (ψ) показує здатність води в даній системі здійснювати роботу в порівнянні з тією роботою, яку при тих же умовах здійснила чиста вода. Він розраховується згідно рівняння: $\psi = (\mu_w - \mu_w^0) / \bar{U}_w$, де μ_w – хімічний

потенціал води в системі; μ_w^0 – хімічний потенціал чистої води; \bar{U}_w – порційний мольний об’єм води (для чистої води та розбавлених розчинів $\bar{U}_w \approx 18,0 \text{ см}^3 \cdot \text{моль}^{-1}$). Водний потенціал має розмірність енергії поділеної на об’єм і тому може бути представленим у атмосферах, барах, паскалях ($1 \text{ ат} = 1,013 \text{ бар} = 0,1 \text{ МПа}$) [7; 17].

Біохімічний етап розвитку досліджень водообміну рослин характеризується з’ясуванням біохімічної ролі води в різних ланцюгах обміну речовин рослинного організму (фотосинтезі, диханні, ферментативних реакціях синтезу, гідролітичних процесах тощо). Встановлено, що згідно рівняння фотосинтезу:



вода необхідна не тільки для утворення молекул глюкози, а і для здійснення проміжних реакцій фотосинтезу. При цьому шість молекул H_2O в правій частині рівняння можуть бути знову використані у темнових реакціях при дефіциті або включатися в транспіраційний процес при достатньому водозабезпеченні. Незважаючи на різні шляхи використання молекул води з правої частини рівняння, на початку реакції (ліва частина) вони повинні обов’язково бути для того, щоб фотосинтез дійшов до своєї завершальної стадії – утворення кінцевих продуктів [15]. На необхідність молекул води для здійснення дихання вказував В. І. Палладін, який у 1912 р. розділив основне рівняння дихання на анаеробну та аеробну фази. У цій теорії дихання велике значення належить процесам активування водню як окислювального субстрату так і водню води (12 молекул) і в подальшому перенесенні останнього за участю окисно-відновних систем [28].

Початок застосування біофізичних методів вивчення водообміну у рослин припадає на кінець п’ятого і початок шостого періодів. Методами ядерного магнітного резонансу (ЯМР), електронного парамагнітного резонансу (ЕПР), мічених атомів з’ясовуються механізми транспорту води по рослині, встановлюються сипластний та апопластний шляхи транспорту води по рослині, розкриваються механізми фотолізу води і походження кисню з води, який виділяється при фотосинтезі, та багато інших наукових питань. Не зважаючи на основний екологічний напрямок наукових досліджень в Україні, вченими інтенсивно і досить ефективно розробляються інші важливі питання водного режиму рослин, зокрема розподіл води по компартментам клітин, тканинам та органам рослин, водовитрати за різні проміжки часу, продуктивність водовитрат [21] в залежності від водозабезпечення на різних типах ґрунтів [8].

Найбільшої уваги заслуговують дослідження цих напрямків у створеному в 1946 р. на базі відділу фізіології живлення рослин та агрохімії Інституту ботаніки АН УРСР нового Інституту фізіології рослин і агрохімії АН УРСР, який входив до

складу Української академії сільськогосподарських наук і називався Український науково-дослідний інститут фізіології рослин, а у 1962 р. він був переданий Академії Наук УРСР під назвою Інститут фізіології рослин АН УРСР. В кінці 40^х років ХХ ст. в цьому науково-дослідному закладі під керівництвом Т. Т. Демиденка була виконана низка робіт, присвячених водному режиму та посухостійкості рослин. У 1959 р. розпочато дослідження стійкості озимої пшениці до посухи в зв'язку з сортовою специфічністю (П. А. Власюк, Д. П. Проценко, І. Г. Шматько та інші) [34].

У 1968 р. в ІФР АН УРСР під керівництвом С. І. Слухая створено відділ водного режиму рослин, основним напрямком роботи якого було вивчення водного режиму рослин у зв'язку з різним забезпеченням їх елементами мінерального живлення за богарних умов і при зрошенні.

У 1973 р. відділ очолив д.б.н. І. Г. Шматько і розгорнув роботи по вивченню генотипових особливостей водообміну культурних рослин. Завдяки використанню сучасних методів досліджень водного режиму (ЯМР-спектроскопії, застосуванню дейтерівої та тритієвої води, міченого азоту та інших) була отримана важлива інформація про стан води в зернівках і меристематичних тканинах, про особливості функціонування симпластного та апопластного шляхів транспорту води, про взаємозв'язок водообміну з метаболічними процесами за умов різного водозабезпечення. Запропоновано нові методи оцінки і підвищення стійкості рослин озимої пшениці та картоплі до посухи. Досліджено генотипні особливості складу вільних амінокислот і амідів у листках гібридів кукурудзи та теосинте при різному водозабезпеченні, особливості функціонування продигового апарату пшениці за умов дії посухи та високих температур [8; 26; 38].

У 1996 р. зазначений відділ очолив д.б.н. І. П. Григорюк. Під його керівництвом досліджено системи регуляції і механізми стійкості рослин до водного і високотемпературного стресів. Вперше сформульовано і теоретично обґрунтовано концепцію застосування полімерних регуляторів росту з фітогормональною активністю для індукції адаптивних реакцій та регуляції систем водообміну рослин за умов дії несприятливих факторів. З'ясовано, що стійкість рослин до вищезгаданих чинників обумовлена характером кристалізації і деструкції полярних ліпідів у мембранах хлоропластів, станом пластидного апарату та динамічними перебудовами водного, енергетичного та фітогормонального балансу [11; 31]. Розкрито явище автономності і універсальності фізіологічних функцій, що привело до конкретизації уявлень щодо внутрішньоклітинної організації метаболізму та інтегральної регуляції в системі цілісної рослини за стресових умов. Вперше оцінено величини пулу функціональних фітогормонів і активність кожного із них в процесі адаптації рослин до водних стресів. Виявлено взаємозв'язок між водним і поверхневим біопотенціалами та продуктивність використання води за умов обмеженого водозабезпечення [12].

У 2005 р. відділ очолила д.б.н. О. І. Жук, під керівництвом якої були розгорнуті роботи по оцінці вкладу проліферативної складової клітинного росту в адаптивні і відновлюючі процеси в апікальних і інтеркалярних меристемах рослин за дії дефіциту води та підвищених температур [14]. Вченими відділу вперше переконливо показано, що дефіцит вологи в більшій мірі впливає на фазу розтягнення клітин (при $\psi = -0,8-1,1$ МПа розтягнення припиняється зовсім), ніж на фазу їх поділу (при $\psi = -1,27-1,30$ МПа поділ клітин дуже повільний, але продовжується) і тому узагальнюючий параметр – ріст лімітується як фазою поділу, так і фазою розтягнення, але останньою – найбільше [28]. Протягом останнього

десятиріччя співробітниками відділу опубліковано 102 статті, методичний посібник, 2 брошури, 5 методичних рекомендацій; захищено 3 докторські та 7 кандидатських дисертацій; отримано 1 авторське свідоцтво на винахід і 2 патенти України. За цикл праць «Водообмін та посухостійкість рослин» І. Г. Шматьку, І. П. Григорюку та О. Ю. Шведовій у 1991 р. присуджено премію імені М. Г. Холодного АН України [25].

Фізіологічні особливості злаків при різній водозабезпеченості у 1958–1973 рр. вивчалися у Всесоюзному науково-дослідному інституті кукурудзи (А. І. Задонцев, Г. Л. Філіппов та ін.), Київському університеті (А. В. Капля, М. М. Мусієнко, П. С. Славний та ін.) [28; 34], багаторічних деревних культур – у Державному Нікітському ботанічному саду (Г. М. Єремєєв, Є. Я. Яблонський).

Заслужують на увагу аматорські розробки вітчизняних вчених стосовно автоматизованої підтримки заданих рівнів вологості ґрунту не тільки впродовж доби, а і певних періодів онтогенезу, як у вегетаційних посудинах, так і польових умовах. За рахунок цього відбувається стабілізація основних параметрів життєдіяльності рослин, що переконливо підтверджується експериментальними результатами, наведеними на рис. 2.

В дослідах знайшов підтвердження той факт, що водний дефіцит збільшується у гібридів кукурудзи від нижніх листків до верхніх. При цьому різниця абсолютних значень цього показника визначаються рівнем водозабезпечення, умовами середовища та онтогенетичним станом рослини [5; 37].

Одним з напрямків робіт в цьому руслі є удосконалення не тільки конструктивних особливостей вегетаційних посудин для вирощування рослин, а і складу поживних сумішей та способів підтримки заданих рівнів водозабезпечення. Найбільш відомими з них є: мікропольовий метод А. Ф. Маринчик, який базується на застосуванні вегетаційних посудин без дна, верхня частина яких знаходиться на рівні ґрунту [24] і таким чином модифікується вегетаційний мікроділянковий метод; вегетаційні посудини Х. М. Починка для вирощування рослин під відкритим небом, у яких вперше застосовується повітряна камера для забезпечення киснем кореневої системи, а рівень водозабезпечення контролюється по водомірній трубці [30]. Для програмованого моделювання рівня водозабезпечення рослин, здійснення автоматизованого поливу та врахування водовитрат кожною рослиною (дослідним варіантом) Є. О. Казаковим розроблені відповідні установки [1; 32; 33] та виконавчий пристрій [20], які при комутуванні здійснюють всі вище перелічені функції із статистичною обробкою результатів по варіантам.

Вважаючи, що процес водообміну включає не тільки поглинання води рослиною, а і її виділення, вченими-дослідниками розроблено ряд методик для реєстрації цього процесу. Широко відомі хлоркальцієві трубки Х. М. Починка для визначення інтенсивності транспірації [29] та ультратермопсихрометр, розроблений Б. І. Гуляєвим [35], за допомогою яких транспіраційні водовитрати реєструються одночасно з CO_2 -обміном (фотосинтезом). Для досліджень водовиділення у вигляді пасоки Є. О. Казаковим із співавторами розроблено автоматизований пристрій, який збирає пасоку за певні проміжки часу у відповідні пробірки колектору [19]. Опосередковану інформацію про транспіраційний процес можна отримати з використанням порометру, розробленого Б. І. Гуляєвим із співавторами [13].

За допомогою оригінальної установки по регуляції температури ґрунту в вегетаційних посудинах М. Ф. Бузановим із співавторами на цукрових буряках (ВНІС УААН) отримані цікаві результати по впливу рівня водозабезпечення на

анатомо-морфологічні параметри, ріст, розвиток та функціонування корневих систем за умов різних температур [6].

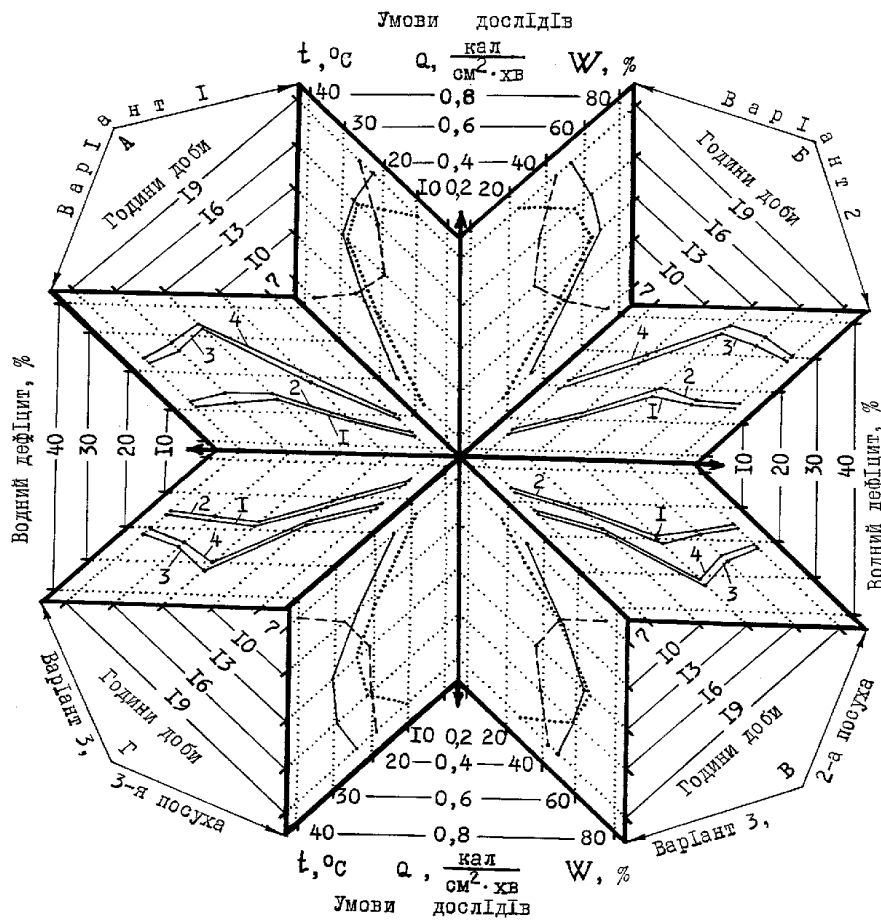


Рис. 2. Водний дефіцит припочаткових листків гібридів кукурудзи в залежності від водозабезпечення: контроль – 1 (гібрид К-271), 2 – гібрид К-100); варіанти дослідів – 3,4 (відповідно). Умови дослідів: ——— - температура повітря (t), ---- - відносна вологість повітря (W), – інтенсивність сонячної радіації (Q).

Характерною рисою вітчизняних вчених була і є постійна наукова співпраця з фізіологами-водниками як в самій країні, так і за її межами. Про це свідчать відрядження, стажування, обміни науковою літературою, участь у міжнародних наукових форумах. Розроблена Б. І. Гуляєвим методика переводу значень водного дефіциту у значення водного потенціалу рослинного об'єкту забезпечила порівняння результатів українських та закордонних вчених [35]. Організація міжнародних семінарів з «Водного режиму рослин», один з яких проходив у Києві в 1984 році, участь у спільних проектах, одним з яких є фундаментальна монографія «Водный обмен растений» [7], співавторами якої є і українські фізіологи (І. Г. Шматько, ІФРГ НАН України; А. В. Капля та П. С. Славний, Київський національний університет імені Тараса Шевченка) дозволяють

констатувати, що вагомий авторитет має українська фітофізіологічна школа в аспекті вивчення водного режиму рослин.

Висновок

Наведена в статті інформація свідчить про наявність певного генезису формування та становлення вчення про водообмін рослин, у якому українські вчені мають вагомі доробки стосовно розвитку різних напрямків даної проблеми: створення та удосконалення матеріально-технічної бази; розробка та використання сучасних методів і методик; отримання конкретних результатів як в теоретичному, так і практичному контекстах.

Бібліографічні посилання

1. А.с. 952167 СССР, МКИ³ А 01 G 27/00. Устройство для полива растений / Е. А. Казаков, Б. И. Гуляев, С. М. Казакова, А. С. Оканенко. – Оpubл. 21.04.82. – Бюл. № 31.
2. Алексеев А. М. Водный режим растений и влияние на него засухи. – Казань: Татгосиздат, 1948. – 355 с.
3. Баранецкий О. В. О периодичности истечения сока травянистых растений и причинах этой периодичности // Тр. СПб. о-ва естествоисп. – 1873. – Т. 4. – Вып. 1. – С. 1–84.
4. Богданов С. М. О минимуме поглощения воды прорастающими семенами // Изв. Петровск. земледельч. акад. – 1886. – Т. 9. – Вып. 1. – С. 1–23.
5. Варіабельність впливу води на фотосинтетичний процес / Є. О. Казаков, Т. Є. Христова, О. Є. Пюрко, С. М. Казакова // Мат-ли міжнар. науково-практ. конф. «Дні науки – 2005» (м. Дніпропетровськ, 15–27 квітня 2005 р.). – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – Т. 1. Біологія. – С. 69–72.
6. Влияние температуры почвы на некоторые физиолого-биохимические процессы у растений сахарной свеклы и её продуктивность / М. Ф. Бузанов, К. А. Маковецкий, Н. Г. Будковская, Г. Т. Перепеляк, Л. С. Пилипченко // Сб. научных трудов по физиологии, анатомии, биохимии и технологии сахарной свеклы. – К.: ВНИС, 1971. – С. 362–376.
7. Водный обмен растений / В. Н. Жолкевич, Н. А. Гусев, А. В. Капля, Г. И. Пахомова и др. – М.: Наука, 1989. – 256 с.
8. Водный режим растений в связи с действием факторов среды / И. Г. Шматько, С. И. Слухай, Н. И. Шевченко, И. А. Григорюк и др. – К.: Наук. думка, 1983. – 199 с.
9. Вотчал Е. Ф. О движении пасоки (воды) в растении: Критическое и экспериментальное исследование. – М.: Тип. Кушнерова, 1897. – 390 с.
10. Вотчал Е. Ф. Полевая физиология (нормальная и патологическая) и физиологическое сортоизучение в селекции // Тр. Науч. ин-та селекции. – 1928. – Вып. 2. – С. 209–236.
11. Григорюк И. А. Аденозинфосфатная система и засухоустойчивость растений // Физиология и биохимия культ. растений. – 2001. – Т. 33, № 3. – С. 199–207.
12. Григорюк І. П. Водний і високотемпературний стреси. Молекулярні та фізіологічні механізми стійкості рослин / І. П. Григорюк, М. М. Мусієнко // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – Т. 2. – С. 118–129.
13. Гуляев Б. И. Устьичный порометр и его использование для оценки состояния листового аппарата / Б. И. Гуляев, О. Е. Шведова // Физиология и биохимия культ. растений. – 1984. – Т. 16, № 5. – С. 504–506.
14. Жук О. І. Клітинний ріст рослин за умов водного стресу / О. І. Жук, І. П. Григорюк, Д. М. Гродзинський // Там же. – 1999. – Т. 31, № 2. – С. 83–92.
15. Журавлёва Н. А. Механизм устьичных движений, продукционный процесс и эволюция. – Новосибирск: Наука, 1992. – 140 с.
16. Заленский В. Р. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений (магист. дис.) // Изв. Киев. политехн. ин-та. – 1904. – Т.4. – Кн. 1. – С. 1–212.

17. **Залялов А. А.** Физиолого-термодинамический аспект транспорта воды по растению. – М.: Наука, 1984. – 136 с.
18. **Історія Академії наук України. 1918–1993** / Гол. ред. К. М. Ситник. – К.: Наук. думка, 1994. – 318 с.
19. **Казаков Є. О.** Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с.
20. **Казаков Є. О.** Пристрій для автоматизованого поливу рослин у вегетаційних дослідах з урахуванням їх індивідуальних водовитрат // Физиология и биохимия культ. растений. – 1999. – Т. 31, № 5. – С. 392–396.
21. **Казаков Є. О.** Витрати води і продуктивність її використання цукровим буряком в залежності від водозабезпечення / Є. О. Казаков, Т. Є. Христова, С. М. Казакова // Питання біоіндикації та екології. – 2001. – Вип. 6. – № 6. – С. 42–51.
22. **Казаков Є. О.** Посухостійкість рослин та проблема її вивчення / Є. О. Казаков, Т. Є. Христова, С. М. Казакова // Там само. – 2000. – Вип. 5. – № 1. – С. 3–12.
23. **Колкунов В. В.** К вопросу о выработке выносливых к засухам рас культурных растений // Изв. Киев. политехн. ин-та. – 1905. – Вып. 5. – Кн. 4. – С. 18–31; 1907. – Вып. 7. – Кн. 1. – С. 1–70.
24. **Модификация** вегетационного и микрополевого методов с почвенной культурой для сахарной свеклы / А. Ф. Маринчик, Н. А. Мазлумова, Л. М. Пахомова, В. П. Курганский // Пути повышения урожайности полевых культур. – Минск: Ураджай, 1981. – № 12. – С. 119–130.
25. **Моргун В. В.** Здобутки науковців інституту фізіології рослин і генетики НАН України за 10 років незалежності України // Физиология и биохимия культ. растений. – 2001. – Т. 33, № 3. – С. 187–198.
26. **Моргун В. В.** Історія розвитку фізіології рослин в Україні / В. В. Моргун, В. К. Мусяка, В. К. Яворська // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – Т. 1. – С. 16–19.
27. **Мусієнко М. М.** Проблеми фітофізіології // Укр. ботан. журнал. – 2006. – Т. 63, № 1. – С. 107–114.
28. **Мусієнко М. М.** Фізіологія рослин. – К.: Либідь, 2005. – 682 с.
29. **Починок Х. Н.** Методы биохимического анализа растений. – К.: Наук. думка, 1976. – 334 с.
30. **Починок Х. Н.** Сосуды для вегетационных опытов под открытым небом // Физиология и биохимия культ. растений. – 1981. – Т. 13, № 5. – С. 541–544.
31. **Серга О. Г.** Аденозинфосфати і енергетичний заряд в листках сортів озимої пшениці за різного водозабезпечення / О. Г. Серга, М. М. Мусієнко, І. П. Григорюк // Доп. НАН України. – 1999. – № 9. – С. 169–172.
32. **Усовершенствованная** установка для полива растений в вегетационных сосудах / Е. А. Казаков, С. М. Казакова, Б. И. Гуляев, П. А. Ситницкий // Физиология и биохимия культ. растений. – 1988. – Т. 20, № 1. – С. 91–98.
33. **Установка** для программированного полива растений в мелкоделяночных опытах / Е. А. Казаков, С. М. Казакова, Б. И. Гуляев, П. А. Ситницкий // Там же. – 1989. – Т. 21, № 3. – С. 303–306.
34. **Фізіологія** рослин в Україні на межі тисячоліть / Гол. ред. акад. НАН України В. В. Моргун. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – Т. 1. – 435 с.; Т. 2. – 339 с.
35. **Фотосинтез**, продукционный процесс и продуктивность растений / Б. И. Гуляев, И. И. Рожко, А. Д. Рогаченко, К. Н. Голик и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 151 с.
36. **Шардаков В. С.** Определение степени насыщенности водой растительных клеток и тканей // Тез. докл. совещ. по физиологии растений от Тимирязева до наших дней (4-е резерв. чтение). – М.: Изд-во АН СССР, 1944. – С. 48.
37. **Христова Т. Є.** Сстійкість та продуктивність гібридів кукурудзи при моделюванні різних типів посухи. – Автореф. дис. ...канд. біол. наук: 03.00.12. – К., 1997. – 20 с.

38. **Шматько И. Г.** Устойчивость растений к водному и температурному стрессам / И. Г. Шматько, И. А. Григорюк, О. Е. Шведова. – К.: Наук. думка, 1989. – 224 с.
39. **Baranetzky O. W.** Über den Einfluss einiger Bedingungen auf die Transpiration der Pflanzen // Bot. Ztg. – 1872. – V. 30. – № 5. – S. 65–73; № 6. – S. 81–89; № 7. – S. 97–109.