

ЛЕКЦІЯ № 1

1. *Предмет, завдання і методи фізіології рослин.*
2. *Фізіологія рослин у системі біологічних наук.*
3. *Напрями сучасної фітофізіології.*
4. *Основні етапи розвитку науки, історичний нарис розвитку фізіології рослин в Україні.*

1. ПРЕДМЕТ, ЗАВДАННЯ І МЕТОДИ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН

Фізіологія рослин (від грец. *physis* – природа, *logos* – наука) – це самостійна, міждисциплінарна наука про функції рослинного організму.

Відомий російський фізіолог рослин Климент Аркадійович Тімірязєв (1843-1920) писав: «Як лікар не може лікувати хворих, не знаючи фізіології людини, так і агроном не може працювати без фізіології рослин». Чому? Завдання агрономії – одержання високих врожаїв.

Врожай – це листки, стебла, насіння, плоди, бульби, тобто органи рослини, що утворюються впродовж її життя, а фізіологія рослин – наука про життя рослинного організму. Отже, об'єктом фізіології рослин є рослинні організми, їх органи, тканини чи клітини. Рослинні організми відрізняються від інших рядом особливостей. Зокрема, відмінною рисою рослин є здатність за допомогою сонячної енергії синтезувати органічні речовини з неорганічних (CO_2 і H_2O), процес чого називається фотосинтезом (поряд з рослинами існують бактерії здатні до фотосинтезу).

Ще однією рисою рослинного організму є велика поверхність тіла у відношенні до його маси. Це пояснюється тим, що чим більша кількість пагонів, листків, тим з більшого об'єму повітря вони зможуть поглинати CO_2 необхідний для фотосинтезу, а добре розгалужені корені зможуть поглинати більшу кількість води і поживних речовин з ґрунту. Рослини на відміну від інших організмів прикріплені до певного місця, що впливає на функціонування їх органів.

Отже, що означає функції рослинного організму – це фотосинтез, кореневе живлення, транспорт речовин, ріст і розвиток, рух його органів, пристосування до оточуючого середовища.

Отже, *предметом фізіології рослин є* – вивчення всіх функцій рослинного організму; визначення значення кожної з них для організму в цілому; визначення їх взаємозв'язків між собою та їх залежності від внутрішніх та зовнішніх факторів; вивчення взаємодій органів рослини. Жива матерія побудована за принципом ієрархії: організм – орган – тканина – клітина – органели.

Організми одного виду утворюють популяцію; кілька рослинних популяцій разом із тваринними, що проживають на одній території – складну екологічну систему чи біогеоценоз, які своєю чергою утворюють біосферу – живу оболонку Землі.

Виділяють також агрофітоценози – штучні рослинні угруповання, створені людиною (насадження овочевих, плодкових, технічних культур).

Тобто існує кілька рівнів організації живої матерії, які можна розмістити наступним чином: молекулярний, клітинний, субклітинний, тканинний, органний, організмів, популяційний, біогеоценотичний і біосферний. Фізіологи рослин вивчають процеси, що відбуваються на всіх рівнях організації.

Мету фізіології рослин як науки визначив у 1878 році великий російський вчений Климент Аркадійович Тімірязєв: „Мета фізіології рослин полягає в тому, щоб вивчити і пояснити життєві явища рослинного організму, і не лише вивчити і пояснити, але шляхом цього вивчення і пояснення повністю підкорити їх розумній волі людини так, щоб вона могла за власної волі видозмінювати, припиняти або викликати ці явища”.

В сучасному розумінні метою фізіології рослин є пізнання закономірностей життєвих функцій рослин, розкриття їх механізмів та вироблення шляхів керування рослинним організмом.

Отже, основними завданнями фізіології рослин є:

- вивчення закономірностей життєдіяльності рослин;
- вивчення фізіологічних та біохімічних процесів рослинного організму в онтогенезі на всіх рівнях організації (молекулярному, субклітинному, клітинному, тканинному, органному, організмівому, видовому, популяційному, біоценотичному);
- розробка теоретичних основ підвищення продуктивності рослин шляхом оптимізації фізіологічних процесів;
- створення теоретичної бази раціонального використання і захисту рослинного світу.

Для вирішення проблем та завдань фізіології рослин необхідно застосовувати комплекс найсучасніших фізико-хімічних методів, різноманітних експериментальних і теоретичних підходів. За останні десятиріччя фізіологи рослин асимілювали методи біофізики, цитології, молекулярної біології.

Для пізнання закономірностей життєвих функцій рослини слід проаналізувати окремі прояви її життєдіяльності, вивчити явища, що лежать в їх основі це можна здійснити за допомогою аналітичного методу. Щоб відновити картину життєдіяльності організму як єдиного цілого застосовується синтетичний метод (враховує перебіг життєвих процесів у різних конкретних видів і сортів рослин, їхню залежність від умов навколишнього середовища).

Для експериментального або логічного синтезу фізіолог має знати історію розвитку організмів, тобто необхідно застосовувати історичний метод. Оскільки фізіологія рослин є експериментальною наукою, експеримент – основний її метод.

Залежно від місця проведення експерименти класифікують за такою схемою: а) лабораторний експеримент (вивчення рослини або окремих її органів здійснюється в лабораторії); б) вегетаційний експеримент, що проводиться в спеціальних вегетаційних будиночках, розроблених К.А. Тімірязєвим, або у їх вдосконалених модифікаціях фітотронах, які дають

можливість автоматично підтримувати заданий експериментом режим умов середовища; в) польовий експеримент, проведений на дослідних полях, де рослини вирощуються на невеликих ділянках; г) виробничий дослід (наприклад, в умовах с.-г. виробництва). На основі спостережень і експериментів складаються описи біологічних процесів, формулюються біологічні закони, складаються прогнози продуктивності рослин, розробляються технології оптимізації продукційного процесу в культурних рослин.

2. ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН У СИСТЕМІ БІОЛОГІЧНИХ НАУК

В основі фізіологічних функцій лежать перетворення речовин і енергії, які підкоряються фізичним і хімічним законам. Тобто, фізика і хімія, а саме біофізика і біохімія – фундамент фізіології рослин.

Фізіологія рослин є частиною біологічної науки і на початку свого розвитку не була самостійною.

Як відомо, у біології виділяють два основних напрямки: зоологію і ботаніку.

В свою чергу, ботаніка поділялась на такі розділи:

1. Цитологія.
2. Ембріологія.
3. Анатомія.
4. Морфологія.
5. Генетика.
6. Мікробіологія.
7. Систематика (вид, рід, родина, клас, відділ, царство, імперія (про- і еукаріоти).
8. Фізіологія рослин.
9. Географія рослин.
10. Екологія.
11. Геоботаніка.
12. Палеоботаніка.

Оскільки в основі фізіологічних функцій лежать перетворення речовин і енергії, які підкоряються фізичним і хімічним законам, фізика і хімія, а саме біофізика і біохімія – фундамент фізіології рослин. Фізіологія рослин має тісні взаємозв'язки з анатомією і морфологією рослин, так як будова органа і його функції взаємопов'язані.

З іншого боку, фізіологія рослин – фундамент агрономічних наук (рослинництва, овочівництва, агрохімії, плодівництва). В наші дні фізіологія рослин займає проміжне місце між молекулярною біологією і загальною біологією, а саме екологією. Досягненнями фізіології рослин використовують генетики, біохіміки, селекціонери, мікробіологи. Фізіологія рослин завдяки практичній направленості досліджень цілком обґрунтовано вважається теоретичною основою раціонального рослинництва та сучасних біотехнологій.

3. НАПРЯМИ СУЧАСНОЇ ФІТОФІЗІОЛОГІЇ

Сучасна фізіологія рослин є інтегральною наукою і має такі основні напрями:

1. Біохімічний.
2. Біофізичний.
3. Онтогенетичний.
4. Еволюційний.
5. Екологічний.
6. Синтетичний
7. Біотехнологічний.

Особлива увага звертається на такі питання:

- вивчення фізіології природних екосистем, властивостей дикорослих видів;
- усунення від'ємної кореляції між продуктивністю, якістю продукції та факторами зовнішнього середовища;
- дослідження шляхів підвищення ефективності використання сонячної енергії зеленими рослинами;
- розробка установок для здійснення фотосинтезу в штучних умовах;
- комплексне вивчення стресового синдрому у рослин із залученням знань із фізіології, біохімії, генетики, екології, тощо;
- взаємодія між рослинами (алелопатія), її чинники і фізіологічні механізми;
- дослідження нових джерел продуктів харчування, біологічних енергоносіїв та різноманітної сировини;
- екологізація рослинництва, використання фітогормонів, і т.д.

Серед фундаментальних проблем сучасної фізіології рослин, вирішення яких найтісніше поєднується з прикладними завданнями в фітобіотехнології, найголовнішими є:

- теорія продукційного процесу, його енергетичний баланс, донорно-акцепторні співвідношення і їхня регуляція на рівні цілісного організму;
- розробка принципово нових методів індукції генетичного різноманіття культурних рослин (чужорідна інтрогресія, ДНК-технології) і методів відбору за фізіологічними та біохімічними ознаками вихідних форм для селекції;
- розробка інформаційних систем, обґрунтування і створення комп'ютерної бази даних господарсько-корисних фізіолого-біохімічних модельних і маркерних ознак.

Національного генетичного банку рослин і прийомів, які забезпечать сумісність комбінованих параметрів (стійкість проти біотичних і абіотичних стресів, продуктивність, висока якість продукції) вихідних форм рослин;

- дослідження організації та функціонування геному в зв'язку з гетерозисом рослин, що дасть змогу розробити методи оцінки ліній з високою комбінаційною здатністю, повномасштабно оволодіти цим ефектом у більшості культур;
- фізіолого-біохімічні дослідження механізмів дії молекулярних сигналів у системі клітинні сигнали - трансдукція, встановлення рецепторів

сигналів, лігандів і антитіл, що блокують або модифікують сигнали рецепції або трансдукції;

- підвищення стабільності програмованих врожаїв з високою якістю продукції, в умовах відхилення від оптимальних метеорологічних факторів (низькі та високі температури, заморозки, ґрунтова й атмосферна посухи, гіпоксія, аноксія тощо), через розширення діапазону норми фізіологічної реакції рослин, шляхом розкриття ендогенних механізмів регуляторних систем рослинного організму та використання з цією метою екзогенних екологічно безпечних природних фізіологічно активних речовин;

- зниження енергетичної вартості одиниці врожаю, витрат енергії на виробництво одиниці продукції, тобто енергії, яка запасується в господарсько-корисній частині врожаю шляхом впровадження нових «економних» видів сільськогосподарських рослин, створення рослин «ідеального типу» та науково обґрунтованих ресурсозберігаючих технологій;

- вивчення взаємозв'язків у системі агробактерія-рослина; бобова рослина-різобіум, симбіотична азотфіксація; трансгенні рослини з підвищеною азотфіксуючою здатністю, фізіологія та біохімія азотного метаболізму;

- розкриття механізмів взаємодії рослини-господаря і фітопатогенів на молекулярному, клітинному, рослинному та популяційному рівнях, фізіологія хворої рослини;

- моніторинг і перманентна діагностика фізіологічного стану посівів в агрофітоценозах як основи для створення автоматизованих систем управління продукційним процесом у рослинництві, особливо у разі зрошення та в умовах закритого ґрунту.

Майбутнє людства, чисельність якого і надалі істотно зростатиме, залежить від подальшого прогресу фізіології рослин, всебічного збагачення знань в кожному з розділів цієї дисципліни. Звичайно, малоімовірно, що перелічені проблеми фізіологи рослин можуть вирішити самостійно.

Внутрішню природу процесів життєдіяльності рослинного організму можна з'ясувати лише об'єднавши ідейно-методичні можливості молекулярно-біологічних, генетичних, клітинно-біологічних досліджень, але роль фітофізіолога у цьому має стати вирішальною.

4. ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ НАУКИ, ІСТОРИЧНИЙ НАРИС РОЗВИТКУ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН В УКРАЇНІ

Фізіологія рослин спочатку розвивалася як складова частина ботаніки. Експериментальна фізіологія починається від дослідів Яна ван Гельмонта з живлення рослин у першій половині XVII ст. Проте на основі своїх дослідів він зробив помилковий висновок, що єдиним поживним субстратом для рослин є вода.

Одними з перших італійський вчений М. Мальпігі (1675), англійці Р. Гук (1665) і Н. Грю (1689) поклали початок вивченню мікроскопічної будови рослин, тобто стали родоначальниками анатомії рослин. У 1727 р. англійський ботанік і хімік С. Гейлс висловив припущення щодо можливості живлення

рослин за участю листків із повітря. С. Гейлса, без сумніву, слід віднести до засновників фізіології рослин - науки, яка сформувалася майже на століття пізніше, коли в 1771-1782 рр. англієць Дж. Прістлі, австрієць Я. Інгенхауз і швейцарець Ж. Сенеб'є виявили компоненти, за рахунок яких відбувається повітряне живлення рослин (фотосинтез).

Швейцарець Н. Соссюр (1767-1845) довів, що рослини на світлі засвоюють вуглець із CO₂. Сам термін «фотосинтез» запропоновано лише в 1877 р. німецький ученим В. Пфеффером.

Як самостійна галузь науки фізіологія рослин остаточно сформувалась у 1800 р., коли Ж. Сенеб'є (1742-1803) ввів термін «фізіологія рослин». Він написав перший підручник з цієї дисципліни, де сформулював суть предмета, методи та завдання науки. Народження фізіології рослин як науки датують кінцем XVIII ст., що співпадає із значними успіхами фізики і хімії (М.В. Ломоносов, А. Лавуазьє).

В подальшому процес фотосинтезу вивчали французький вчений Ж.-Б. Бусенго (30-ті рр. XIX століття) і німецький вчений Ю.Сакс. Особливо великий вклад у вивчення процесу фотосинтезу вніс К.А. Тімірязєв (80-ті рр. XIX ст.). Першим російським ботаніком-фізіологом слід вважати С.О. Рачинського (1833-1902) – професора фізіології рослин Московського університету. З 1872 року у цьому ж університеті почав працювати К.А. Тімірязєв (1834-1920). 40-ві рр. XIX століття (1839) – М. Шлейденом і Т. Шванном сформульовано клітинну теорію.

Класичними дослідженнями Ю.Лібиха (1803-1873) та Ж.-Б. Бусенго (1802-1887) розроблено теорію мінерального живлення рослин. 1857 р. – Л. Пастер встановив суть бродіння. 1877 р. – В. Пфеффер вивчав осмотичний тиск у клітинах. Його класична робота „Осмотичні дослідження” стала початком вивчення водного режиму. 1887 р. – С.М.

Виноградський відкрив процес хемосинтезу у бактерій. В кінці XIX – на початку XX століття В.І. Палладіним (1859-1922) та О.М. Бахом (1857-1946) проведено дослідження механізмів дихання рослин. 1916 р. – класична теорія дихання В.І. Палладіна.

Значний вклад у розвиток фізіології рослин внесли російські вчені: А.С. Фамінцин (створив першу кафедру фізіології рослин при Петербурзькому університеті); К.А. Тімірязєв (1834-1920) - класичні праці з фотосинтезу та розвитку рослин; Д.М. Прянишников, Я.В. Пейве (живлення рослин); Є.П. Вотчал, В.І. Палладій, В.М. Любименко, А.О. Нечипорович, Т.М. Годнєв (фотосинтез); М.О. Максимов, І.І.Туманов, Ф.Д. Сказкін, Б.С. Мошков (екологічна фізіологія), А.Л. Курсанов, Д.А. Сабінін, М.Х. Чайлахян, В.І. Кефелі (фізіологія розвитку рослин).

Розвиток фізіології рослин в Україні відбувався спочатку в спільній діяльності з ученими Радянського Союзу, а з 1991 року ведеться самостійно. Початок фізіологічним дослідженням в Україні поклав наприкінці XIX ст. професор Київського університету І.В. Баранецький (1843-1905) (учень А.С. Фамінцина).

Його основні наукові праці присвячені вивченню проблем росту, водного режиму, анатомії рослин. Вагомий внесок у розвиток прикладної фізіології рослин в Україні вніс Є.П. Вотчал (1864-1937), який з 1890 року очолив кафедру фізіології рослин та мікробіології Київського політехнічного інституту, куди запросив відомих вчених С.Г. Навашина, В.В. Фінна, Г.А. Левитського. Є.П. Вотчал створив відому школу фізіологів (В.Р. Заленський, В.В. Кол-кунов, І.М. Толмачов, А.С. Оканенко). В.Р. Заленський (1875-1923) - один із основоположників екологічної фізіології рослин (закон Заленського). Світове визнання українській фізіології рослин принесли роботи М.Г. Холодного (1882-1953) з фітогормонології рослин.

У становленні цієї науки велика заслуга належить В.І. Паладіну (1859-1922), який працював професором фізіології та анатомії рослин Харківського університету з 1889 р., був директором Нікітського ботанічного саду, читав лекції у Тавричному університеті (Сімферополь).

Основні праці присвячені процесу дихання. Становленню фізіології рослин в Україні сприяли роботи Н.Т. Гаморака (1892-1937), який працюючи у Кам'янець-Подільському державному українському університеті, провів оригінальні дослідження продихового апарату і транспірації, запропонував ряд нових приладів і методів для фізіологічних досліджень.

Ще в 1920 році він видав два підручники з анатомії та морфології рослин, які були взагалі першими україномовними підручниками в цій галузі. Та головною базою розвитку фізіології рослин в Україні став Інститут ботаніки, де успішно працювали корифеї нашої наук Є.П. Вотчал, В.М. Любименко, М.Г. Холодний. Саме на базі цього інституту створювалися нові наукові заклади. У 30-ті роки розпочато дослідження фізіолого-біохімічної ролі мікродобрив (фізіологія живлення) – П.А. Власюк (1905-1980);

У 1946 р. на базі відділу фізіології живлення та агрохімії Інституту ботаніки було створено Інститут фізіології рослин та агрохімії АН України під керівництвом О.І. Душечкіна. І.Ф. Бузанов (1903 -1984) – фізіологія цукрових буряків; А.С. Оканенко, С.І. Лебедев - фотосинтез; П.І. Гупало – фізіологія розвитку рослин; Ф.П. Мацков – позакореневе живлення; Д.М. Гродзинський – фізіологія стійкості до несприятливих умов, ін. Під керівництвом Д.М. Гродзинського були організовані перші радіобіологічні дослідження (1962).

Він є також основоположником сучасної алелопатії, напрямків використання рослин в ергономічних системах - фітодизайні, медицині, космічній біології; займався питаннями інтродукції та акліматизації рослин. В середині ХХ ст. в Україні була створена перша лабораторія штучного культивування тканин рослин (Ф.Л. Калінін, В.М. Троян, В.В. Сарнацька, В.К. Яворська). А зараз продовжується пошук нових фітогормонів та біологічно активних речовин. Вивчається їх роль у функціонуванні рослинного організму (Л.І. Мусатенко).

У Києві в 1971р. були розпочаті перші дослідження у сфері генної інженерії рослин (Ю.Ю. Глеба, К.М. Ситник). Пізніше в 1990 р. створено Інститут клітинної біології та генної інженерії НАН України. На сьогоднішній

день проблемами фізіології і біохімії рослин займаються понад 50 науково-дослідних закладів та вузів України.

Серед них: Інститут фізіології рослин і генетики, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, Національний ботанічний сад НАН України і ін. ботанічні сади, зокрема Кам'янець-Подільський, Інститут гідробіології, Інститут клітинної біології, відповідні кафедри університетів і інститутів, лабораторії науково-дослідних закладів УААН. Основні досягнення у галузі фізіології рослин публікуються в вітчизняних журналах „Физиология и биохимия культурных растений”, „Український ботанічний журнал”, „Вісник аграрної науки”, періодичних виданнях ВНЗ і н.-д. Інститутів. А також у зарубіжних: російський журнал «Физиология растений», журнали американської, європейської, австралійської, апонської асоціацій фізіологів рослин та багато ін. видань.

Отже, фізіологія рослин є інтегральною біологічною наукою, яка вивчає процеси життєдіяльності рослин та способи керування ними відповідно до умов довкілля.

Провідним методом фізіології рослин є експеримент. Фізіологія рослин має тісні взаємозв'язки з біохімією, біофізикою, імунологією, генетикою, математичним моделюванням, фізіологією тварин. Завдяки практичній направленості досліджень вважається теоретичною основою раціонального рослинництва та сучасних біотехнологій.

Основними напрямками сучасної фізіології рослин є біохімічний, біофізичний, онтогенетичний, еволюційний, екологічний, синтетичний, біотехнологічний. Як самостійна наука почала формуватися з кінця 18 століття. На сьогоднішній день вітчизняна фізіологія рослин досягла значних успіхів. Наукові школи та досягнення українських фізіологів мають світове визнання.

Контрольні запитання:

1. Назвіть предмет і завдання фізіології рослин
2. Яке місце фізіології рослин в системі біологічних наук?
3. Назвіть методи фізіології рослин.
4. Які основні етапи розвитку фізіології рослин?
5. Як розвивалась фізіологія рослин в Україні?