

ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ПЛАН

1. Екологія рослин.
2. Методи дослідження в екології
3. Класифікація екологічних факторів навколишнього середовища

1. Екологія рослин

Екологія рослин - це наука, яка вивчає їх відношення і вимоги до умов навколишнього середовища (умов зволоження, освітлення, температури повітря і ґрунту, родючості ґрунту, тощо).

Біологічні особливості рослин дають об'єктивну оцінку за відношенням їх до умов вирощування. Так, одні рослини краще ростуть при дефіциті вологи, інші при її надлишку, а треті - при оптимальному зволоженні. Ця особливість також стосується світла, температури та родючості ґрунту.

Життя рослин, їх ріст та розвиток відбуваються в результаті постійної взаємодії з довкіллям. Найінтенсивніше ці процеси проходять при наявності необхідних факторів у оптимальній кількості. Тому комплексне вивчення закономірностей росту, розвитку та формування врожаю сільськогосподарських культур у системі ґрунт - рослина - атмосфера можливі лише на підставі кількісної та якісної оцінки впливу метеорологічних умов. Найвища продуктивність посівів формується завжди при певному поєднанні метеорологічних елементів та оптимальних їх показників, що визначаються біологічними властивостями рослин. При плануванні й проведенні заходів щодо подальшого розвитку та інтенсифікації сільського господарства необхідно враховувати агрокліматичні умови території. Це дасть змогу максимально використати природні ресурси та послабити вплив несприятливих метеорологічних умов на сільськогосподарські культури.

Тому умовою сучасної технології вирощування є створення відповідних екологічних умов для вегетації польових культур, реалізації їх біологічного потенціалу продуктивності та якості врожаю.

Екологічними факторами зовнішнього середовища називаються певні властивості середовища проживання, що мають вплив на живий організм, зокрема, рослину. Ті елементи середовища, які індиферентні по відношенню до живих організмів, не розглядають як екологічні фактори, наприклад, інертний газ. Усі живі організми нерозривно прямо чи опосередковано взаємопов'язані з навколишнім простором. Екологічні фактори дуже широко варіюють у просторі та часі. Тому рослини постійно пристосовуються до умов середовища та регулюють роботу систем внутрішніх органів у відповідності зі значеннями конкретних екологічних факторів. Але не всі екологічні фактори мають рівноцінне значення у життєдіяльності певного виду рослин. Так, для більшості рослин-автотрофів інтенсивність освітлення

за значимістю стоїть на першому місці, тоді як для грибів-гетеротрофів світло практично не впливає на швидкість протікання обмінних процесів. При цьому кожний вид рослин може існувати тільки при сукупності екологічних факторів з певною інтенсивністю дії в відповідному діапазоні величин. Так, для проростання насіння кавуна або кукурудзи необхідна температура +20- +25 градусів, а кропу або гороху - +8- +12 градусів.

Вода також важливий екологічний фактор, адже існують вологолюбні або посухостійкі рослини. Чим більше інтенсивність дії якого-небудь екологічного чинника буде відхилятися від сприятливого значення, тим більше пригнічується життєдіяльність організму. Оптимальна інтенсивність дії певного екологічного фактора - найбільш сприятлива для підтримки процесів життєдіяльності рослин кожного конкретного виду.

Адаптація – анатомічна структура, фізіологічний процес, або реакція в поведінці організму, яка розвинулась за деякий проміжок часу в процесі еволюції таким чином, що стала підвищувати довготривалий репродуктивний успіх даного організму. Термін «адаптація» також інколи використовується як синонім природного відбору, але більшість біологів не схвалюють такого використання.

Ефект адаптації може бути показаний протягом геологічного проміжку часу, або протягом життя одного індивіда чи групи.

Організми, що адаптовані до свого оточуючого середовища, здатні до наступних дій:

- ✓ Отримувати повітря, воду, їжу та поживні речовини;
- ✓ Пристосовуватись до фізичних характеристик оточуючого середовища, таких як температура, освітленість та вологість;
- ✓ Захищатись від природніх ворогів;
- ✓ Розмножуватись;
- ✓ Реагувати на зміни оточуючого середовища.

Адаптація – це спосіб, завдяки якому живий організм відповідає на вплив навколишнього середовища. Одна із звичайних форм фізичної адаптації називається акліматизацією.

2. Методи дослідження в екології

Спостереження – короткочасне і тривале

Екологічна індикація – визначення стану та властивостей екосистем за видовим складом і співвідношенням між собою певних (еталонних) груп видів

Екологічний моніторинг – аналіз стану екосистем (локальний, регіональний, глобальний)

Математичне моделювання – прогнозування можливих варіантів перебігу подій, їх комбінування, попередження небажаних наслідків

Закономірності впливу екологічних факторів на живі організми

Правило екологічної індивідуальності	Не існує двох близьких видів, подібних за своїми адаптаціями
Правило відносної незалежності адаптацій	Добра пристосованість організму до дії певного чинника не означає такої самої доброї пристосованості до інших
Закон оптимуму	Кожний фактор позитивно впливає на організм лише в певних межах

Вплив факторів

Оптимальний(оптимум)	Інтенсивність фактора найбільш сприятлива для життєдіяльності того чи іншого організму
Обмежувальний	Значення фактора виходить за межі витривалості (мінімуму та максимуму). Визначає територію розселення виду
Межа витривалості (мінімум та максимум)	Межі, за якими існування організму неможливе

3. Класифікація екологічних факторів навколишнього середовища

Вплив екологічних факторів середовища можна розцінити як дію подразнювачих факторів, лімітуючих та модифікаторів. Подразнювачі фактори обумовлюють адаптивні зміни фізіологічних процесів рослини. Лімітуючі фактори створюють неможливі умови існування даного виду рослини у певному середовищі. Модифікатори провокують морфологічні та фізіологічні трансформації організмів рослин.

Природно-екологічні фактори динамічні, непостійні, тому рослини піддаються впливу їх режимів, тобто послідовності змін за певний часовий проміжок. Слід зазначити, що рослини, пристосувавшись до життя в конкретних умовах, самі в процесі життєдіяльності перетворюють середовище свого проживання, а згодом забезпечують сталість умов середовища. Наприклад, ліси підтримують вологість ґрунту та забезпечують йому захист від руйнування, а рослинність боліт зволожує повітря та сприяє накопиченню води, яка живить невеликі річки та струмки. Також важливо те, що життєдіяльність рослин забезпечує сталість газового складу атмосферного повітря, а із залишків рослин утворюється перегній, вугілля, торф, нафта.

Класифікація екологічних факторів за природою походження: абіотичні (фактори неживої природи), біотичні (фактори живої природи) та антропогенні (діяльність людини).

До **абіотичних факторів** відносять:

- ✓ кліматичні (температура, тиск повітря, вологість),
- ✓ хімічні (концентрація солей у воді, кислотність, газовий склад повітря),
- ✓ фізичні (сонячна радіація, шум, магнітні поля, теплопровідність),
- ✓ орографічні (рельєф місцевості, висота над рівнем моря),
- ✓ едафогенні (склад ґрунту, його повітропроникність, кислотність).

На практиці ресурси і умови часто об'єднують у загальному понятті **агрокліматичні ресурси**.

Увесь комплекс елементів клімату залежно від ступеня його прояву значно впливає на ріст і розвиток культурних рослин. Існують розрахункові та теоретичні рівні врожаїв, що забезпечуються належними ресурсами тепла, вологи, ККД фотосинтезу та родючості ґрунтів, в яких розвиваються культури. За такими показниками визначають **біокліматичний потенціал**, тобто кліматичне забезпечення врожаю. Біокліматичний потенціал місцевості здатний формувати високий рівень продуктивності культур.

Біотичні фактори обумовлені діяльністю живих організмів.

- ✓ фітогенні фактори, що виникають завдяки впливу рослин,
- ✓ зоогенні - тварин,
- ✓ мікробіогенні - мікроорганізмів,
- ✓ мікогенні - грибів.

Антропогенні екологічні фактори умовно діляться на групи:

- ✓ фізичні,
- ✓ хімічні,
- ✓ соціальні
- ✓ біологічні.

Своєю господарською діяльністю людина докорінно змінює природне середовище. До фізичних антропогенних факторів відносять вплив на рослинний світ вібрації та шуму, поїздки в потягах та автомобілях, використання атомної енергії. Хімічні фактори - це застосування отрутохімікатів і мінеральних добрив, забруднення нашої планети промисловими відходами та вихлопними газами. Соціально-екологічні фактори обумовлені відносинами людей між собою та життям в суспільстві. Біологічні антропогенні фактори включають продукти харчування людини, мікроорганізми, середовищем існування яких є безпосередньо людина. Всі організми, що населяють нашу планету, повинні охоронятися людиною. Але особливе значення має збереження та відтворення світу рослин, адже від нього залежить життя на Землі.

Одне з найзагальніших явищ, які спостерігаються у природі – це сезонна періодичність.

Чіткіше вона виражена в помірних і північних широтах, де зумовлює певну ритмічність життя організмів. У мешканців тропіків сезонні зміни виявляються не так чітко, хоча вони можуть бути зумовлені чергуванням періодів дощів і посушливих періодів. Як вам відомо, обертання Землі навколо Сонця і навколо своєї осі, а також Місяця навколо Землі, зумовлюють періодичні зміни світлового режиму, температури, вологості повітря, морські припливи і відпливи.

Періодичні зміни інтенсивності **екологічних факторів** впливають на формування у живих істот адаптивних біологічних ритмів: добових, припливно-відпливних, сезонних, річних тощо.

З цими ритмами пов'язане явище «біологічного годинника» - здатності організмів реагувати на плин часу. Механізми цього явища ще остаточно не з'ясовано, але, безсумнівно, воно має важливе біологічне значення, оскільки дає змогу узгоджувати фізіологічні процеси **організмів** зі змінами в довкіллі.

Добові ритми. Унаслідок обертання Землі навколо своєї осі двічі на добу змінюється освітленість, що зумовлює коливання температури, вологості та інших абіотичних факторів, які впливають на активність організмів. Зокрема, сонячне світло визначає періодичність **фотосинтезу**, випаровування води рослинами, час відкривання й закривання квіток тощо.

Припливно-відпливні ритми зумовлені обертанням Місяця навколо Землі. Найчіткіше вони простежуються у мешканців припливно-відпливної зони. Протягом місячної доби (24 години 50 хвилин) відбувається по два припливи і відпливи, що спонукає організми пристосовуватися до таких періодичних змін умов існування. Під час відпливів мешканці припливно-відпливної зони закривають свої черепашки (молюски), будиночки (вусоногі раки, деякі багатощетинкові черви), закопуються в пісок. Деякі види тварин (наприклад, ваблячий краб) залежно від припливу чи відпливу змінюють своє забарвлення. З ритмом припливів і відпливів пов'язане і розмноження деяких мешканців цієї зони.

Сезонні ритми пов'язані з обертанням Землі навколо Сонця, що зумовлює річні цикли змін кліматичних умов. З певною порою року в організмів пов'язані періоди розмноження, розвитку, стан зимового спокою, у тварин, зокрема, линяння, міграції, сплячка, а у листопадних рослин - щорічна зміна листя. Сезонні ритми впливають не лише на процеси життєдіяльності організмів, а й на їхню будову. Наприклад, у дафній і попелиць протягом року в особин різних поколінь закономірно змінюються розміри тіла і особливості будови певних його частин.

У багатьох організмів спостерігають багаторічні цикли, пов'язані з неперіодичними змінами сонячної активності протягом кількох років. Але такі ритми виражені не так чітко, як сезонні. Прикладом багаторічних циклів є масові розмноження перелітної сарани і деяких інших тварин.

Фотоперіодизм. Одним із провідних факторів, які впливають на біологічні ритми організмів, є **фотоперіод** - тривалість світлового періоду доби.

Реакції організмів на зміни фотоперіоду дістали назву **фотоперіодизму**.

Тривалість світлового періоду доби - це найстабільніший екологічний фактор, оскільки вона завжди постійна в даному місці в певний день року. Натомість, інші фактори (температура, вологість, тиск тощо) можуть змінюватись протягом доби.

Здатність організмів реагувати на зміни тривалості світлового періоду доби дає можливість заздалегідь пристосовуватись до сезонних змін умов довкілля. Явище фотоперіодизму властиве різним групам організмів, але найчіткіше виражене у видів, які мешкають в умовах різких сезонних змін.

Фотоперіодизм тісно пов'язаний з явищем «біологічного годинника», утворюючи досконалий механізм регулювання життєвих функцій організму.

БІОТИЧНІ ЧИННИКИ

Умовно біотичні чинники можна поділити на внутрішньовидові та міжвидові.

Внутрішньовидові чинники. Особини усередині виду дуже впливають одна на одну, що виявляється в боротьбі за територію, їжу, статевого партнера. Така внутрішньовидова конкуренція є внутрішньовидовим біотичним чинником. Якщо в лабораторних умовах простежити за ростом популяції борошняного жука, який перебуває у великій склянці з мукою, то побачимо, що кількість особин збільшується спочатку поволі, потім швидко, але поступово зростання сповільнюється і припиняється зовсім. Це пояснюється тим, що за високої густоти популяції різко підвищується інтенсивність канібалізму: рухомі стадії (личинки та дорослі особини) знищують нерухомі стадії (яйця та лялечки).

Проте взаємини особин усередині виду не обмежуються тільки конкуренцією, а можуть бути також взаємовигідними. Так, густі рослини у молодому віці краще протистоять натиску інших видів, а полярні кайри, що гніздяться впритул одна до одної, спільними зусиллями успішніше охороняють гніздову колонію й водночас своє власне гніздо від нападу хижаків.

Міжвидові чинники. У процесі еволюції в тваринному та рослинному світі сформувалося декілька типів міжвидових взаємин (конкуренція, хижацтво, паразитизм, коменсалізм)

Міжвидова конкуренція виникає між особинами різних видів. Вона виявляється удвох формах: 1) використання різними видами одних ресурсів; 2) безпосереднє придушення одного виду іншим, який з ним конкурує. Прикладом першої форми може бути пасивна, або неагресивна, конкуренція за обмежені ресурси ґрунтової вологи між групами різних видів кущів у пустелі. Прикладом другої є конкуренція між різними видами рослин в угрупованні. Більшість рослин виділяють у навколишнє середовище

біологічно активні речовини (алкалоїди, ефірні олії, ферменти), що затримують ріст, перешкоджають проростанню насіння рослин інших видів. Так, виділені дуба, тополі пригнічують ріст вівса, соняшник кукурудзи, буряка. Отже, видовий склад біогеоценозу багато в чому визначається хімічними взаємодіями між рослинами.

Хижацтво – тип міжвидових взаємовідношень, за яких жертва убивається хижаком під час нападу, щоб бути використаною ним у їжу. У цьому випадку систематичні відмінності між хижаком і жертвою не повинно складати дуже велике число таксонів. Роль хижака у біогеоценозах величезна. Вони підтримують чисельність популяцій жертв на певному рівні і можуть сприяти збільшенню видової різноманітності.

Паразитизм – особлива група біологічних зв'язків, за яких одні організми використовують інші як місця існування і джерела живлення, покладаючи при цьому (частково або повністю) на своїх хазяїв завдання регуляції своїх взаємовідношень із зовнішнім середовищем. У паразитичних організмів відзначається тенденція до регресу травної, нервової, дихальної і кровоносної систем, органів чуття. Значного розвитку дістають статева система й органи прикріплення до тканин або покривів хазяїна.

Паразити поділяються на тимчасових, які відвідують хазяїна тільки на певній стадії життєвого циклу (кліщі), і постійних, що живуть у тілі або на покривах хазяїна (хазяїв) усе життя (воші, аскарида, гострик). Розрізняють також факультативних і облігатних (обов'язкових) паразитів.

Перші зустрічаються у вільноживучому стані, але за певних умов можуть переходити до паразитизму (дизентерійна амеба). Другі постійно або в певний період життєвого циклу повинні житися за рахунок хазяїна. Тимчасові паразити є облігатними, оскільки не можуть існувати незалежно від хазяїна все життя.

Відомі випадки надпаразитизму, за якого в організмі паразитичної особини, що перебуває в тілі хазяїна, у свою чергу, паразитує інший організм. Серед рослин і грибів (іржавні, головневі) також відомо багато паразитів. Деякі рослини- паразити містять хлорофіл і можуть виробляти частину органічних речовин самостійно (омела), інші живляться тільки за рахунок хазяїна (рафлезія).

Паразити відрізняються від хижаків вищою специфічністю у виборі хазяїна, тобто у край вузькими екологічними нішами. Ектопаразити, як правило, вражають лише певні види тварин, причому іноді зустрічаються лише на окремих ділянках їхнього тіла. Те саме стосується й ендopазитів, які живуть усередині клітини (малярійний плазмодій), поза клітиною, у просвіті кишечника (стьожкові черви, аскариди) або сполучної тканини (фіни стьожкових червів), при чому завжди паразитують у певних тканинах а органах.

Коменсалізм (нахлібництво) – форма взаємодії, за якої один організм використовує частину ресурсів або місце існування іншого організму, не завдаючи останньому шкоди, але й не приносячи користі. Так, деякі види креветок поселяються парами (самець і самка) у склян губках «Венериних

кошиках». Вони потрапляють у губку ще личинками, підростають, пеетворюються на дорослі особини і вже не можуть вибратися назад. Губка, перекачуючи воду забезпечує креветок необхідними поживними речовинами і киснем, захищає їх від ворогів. Сама ж губка, мабуть, не отримує від співмешканців ніякої користі.

Мутуалізм (симбіоз) – взаємовигідні між видові взаємозв'язки. Класичним прикладом є симбіоз раків-самітників (під цією назвою об'єднуються до 400 видів ракоподібних) з актиніями. Рак перебуває під захистом жалких клітин актинії, тоді як його рухливість допомагає актинії добувати їжу. У цих взаємовідношеннях можна виділити декілька етапів посилення зв'язку між партнерами. Деякі раки-самітники шукають черепашки, на яких вже поселилися актинії; інші займаються активним пошуком і в разі виявлення актинії захоплюють її і переносять на свою черепашку, знайдену раніше або підібрану у законного власника. Взаємини рака і актинії *адамсії* зайшли так далеко, що вони вже не можуть жити окремо: адамсія без рака-самітника гине через два-три місяці, а беззахисний рак дуже швидко з'їдається восьминогами або кальмарами (такий симбіоз є облігатним).

Симбіотичні бактерії кишкового тракту людини (кишкові симбіонти) виробляють вітаміни й амінокислоти. Деякі з них синтезують амінокислоти із сечовини й аміаку, на що тварини не здатні. Це джерело амінокислот особливо важливе, якщо їжа містить мало білків. Так звана мікрофлора людини включає декілька видів стафілококів, які містяться на шкірі та в ніздрях, а тако кишкову паличку *Escherichia coli*

Деякі види бактерій (*Rhizobium*, *Azotobacter*) вступають у симбіотичні зв'язки з рослинами родини Бобові. У бульбах, що утворилися внаслідок цього на корінні рослин, іде фіксація молекулярного азоту, яку рослини здійснювати не здатні. Нітроген використовується рослинами для побудови власних білків. Рослини поставляють бактеріям готові органічні речовини.

АБІОТИЧНІ ФАКТОРИ

Температура – важливий екологічний фактор. Температурні межі існування організмів – від -50 до +95 °С, оптимальна температура від +15 до +30 °С.

Тепло. Організм рослин постійно знаходиться під впливом теплових явищ навколишнього середовища. Температурна характеристика вегетаційного періоду істотно визначає рівень продуктивності польових культур. Потреба в теплі неоднакова як у різних культур, так і в однієї рослини протягом фаз розвитку. Якісний вплив тепла на рослинні організми визначається специфікою їх індивідуального розвитку, на різних стадіях якого вимоги змінюються. Короткочасний вплив екстремальних температур (**температурний стрес**), особливо низьких, на певних стадіях визначає хід подальшого розвитку організмів. Наприклад, озимі сорти пшениці можна пристосувати до весняної сівби за допомогою яровизації, яка полягає у витримуванні насіння протягом кількох діб при понижених температурах, за

яких гальмується розвиток рослин, що збільшує вірогідність формування продуктивних пагонів.

Якісні зміни, котрі є передумовою утворення рослиною (в процесі подальшої вегетації") генеративних органів, називаються **стадією яровизації**. Культури, стадія яровизації яких відбувається при знижених температурах, називають **озимими**, тому їх потрібно висівати восени. Дану стадію можна викликати штучно, створивши відповідні температурні умови.

У культур весняного строку сівби ці якісні зміни в насінні або сходах відбуваються при звичайних температурах. Такі культури називають **ярими**. Є й проміжна група рослин - **озимо-ярі** або **дворучки**. Наприклад, дворучки ячменю, можна висівати як восени, так і навесні. Серед бобових культур є зимуючі форми гороху, озимо-ярі та зимуючі форми вики мохнатої паннонської.

За вимогливістю до тепла польові культури умовно можна поділити на три групи: **холодостійкі** які мають мінімальну температуру проростання насіння $+1...+2^{\circ}\text{C}$ (жито, пшениця, ячмінь, тритикале, овес, конюшина, люцерна, горох, вика, тимофіївка та ін.). В окремі періоди вегетації ці рослини можуть витримувати температуру до мінус 10°C , а багаторічні та озимі форми під час спокою - значно нижчі (озимий ячмінь - -14°C ; озима пшениця - $-17...-19^{\circ}\text{C}$; жито - $-25...-28^{\circ}\text{C}$). **Середньохолодостійкі** - мінімальна температура проростання насіння цих культур становить - $+3...+6^{\circ}\text{C}$ (буряки, соняшник, боби, люпин, льон та ін.). **Теплолюбиві культури** - насіння яких починає проростати при температурі $+8...+14^{\circ}\text{C}$ (кукурудза, просо, сорго, рис, соя, бавовник, рицина, арахіс, тютюн, томати та ін.). В польових умовах сходи рослин можна одержати при температурі ґрунту на $2-3^{\circ}\text{C}$ вищій, за мінімальну температуру проростання насіння. Теплолюбиві культури при температурі нижче 0°C гинуть, тобто вони сильно чутливі до повернення весняних заморозків.

Тепловий режим ґрунту - це важливий фактор росту і розвитку рослин та життєдіяльності ґрунтових організмів, який визначається температурними умовами.

Для більшості культурних рослин оптимальною для росту є температура $20-30^{\circ}\text{C}$. Низькі температури сповільнюють фізіологічні процеси в рослинному організмі, а надмірно високі - посилюють процеси розпаду життєво важливих органічних речовин і послаблюють синтетичні процеси.

Джерелом тепла у ґрунті є в основному променева енергія Сонця, а також енергія розкладання органічних речовин і внутрішнє тепло Землі. **Температура ґрунту** залежить від пори року, рельєфу, кольору поверхні, затінення рослинністю, структури, вологозабезпечення та повітряного режиму ґрунту.

Тепловий режим ґрунту визначається сукупністю явищ теплообміну в системі "приґрунтовий шар повітря - рослина - ґрунт - материнська порода" і регулюється низкою прийомів: зміною рослинного покриву (затінення); зміною співвідношення в ґрунті вода - повітря за рахунок

обробітку ґрунту, поливів та осушення; мульчуванням поверхні ґрунту: світле - соломною, тирсою, листям і темне - торфом, чорними плівками; снігозатриманням - для захисту від низьких температур; ущільненням снігу - при випаданні на незамерзлий ґрунт, для кращого його проморозування, та інших заходів.

Вплив температури на розвиток підземної та надземної частин рослин дещо різний. За низької температури коренева система розвивається краще, ніж надземна частина. **Ранньою сівбою** можна досягти доброго розвитку кореневої системи, що особливо важливо для забезпечення підвищеної посухостійкості в умовах нестачі вологи. **Пізня сівба**, навпаки, призводить до відносно інтенсивного розвитку надземної частини, що важливо для боротьби з бур'янами у зв'язку з вищою конкурентною здатністю культурних рослин та наявністю резерву часу для передпосівного знищення бур'янів.

За підвищеної температури ґрунту вузол кущення закладається ближче до поверхні, що впливає на зимостійкість рослин та їх урожайність.

Нижня межа активності фізіологічних і біохімічних процесів, а для деяких культур і життєдіяльності, знаходиться у межах 0 °С. Вода, яка становить 70-95% маси вегетуючих рослин, у клітинах рослини перебуває у вигляді клітинного соку та у складі біоколоїдів плазми й замерзає при температурах, які значно нижчі 0 °С. Тому в холодостійких рослин фізіологічні процеси відбуваються і при температурах нижче 0°С. Наприклад, фотосинтез у тропічних рослин припиняється при температурі +4...+8°С, а у сосни та ялини він триває при мініус 5°С.

Для багатьох рослин характерна періодичність явищ, пов'язана з добовою циклічністю температури навколишнього середовища (**термоперіодизм**): одні процеси відбуваються краще за вищої температури (вдень), інші - за нижчої (вночі). Велике значення має співвідношення денної та нічної температури. Чим триваліша ніч (**темнова фаза фотосинтезу**) і вища температура, тим інтенсивніше дихають рослини і більше витрачають енергетичного матеріалу, який накопичили за день (вуглеводів, цукрі, БЕР). Внаслідок цього зменшується добовий приріст врожаю.

Кількісний прихід тепла визначається впливом температури на швидкість та характер проходження фотосинтезу. Це стосується як ферментів, що керують біохімічними реакціями, так і самих процесів. Для фотосинтезу оптимальна температура нижча, ніж для дисиміляції. За надмірно високих або низьких температур фермент може втратити здатність виконувати належні йому функції. Ілюстрацією цього може бути залежність інтенсивності фотосинтезу від температури, представлена в табл. 1.

**1. Біологічні мінімуми і господарські пимуми емпеауи, в ізі піді
розвитку сільськогосподарських культур
(за О.Ф. Смаглієм, 2006)**

Культура	Мінімум				Оптимум			
	поява сходів	формування вегетативних органів	формування генеративних органів	плодо ношення	поява сходів	формування вегетативних органів	формування генеративних органів	плодо ношення
Пшениця	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Жито	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Ячмінь	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Овес	“ТбП	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Кукурудза	10-12	10-12	12-15	12-10	15-18	16-20	20-24	18-24
Просо	10-12	10-12	12-15	12-10	15-18	16-20	18-22	18-24
Рис	14-15	14-15	18-20		18-22	18-27	Г 22^27	20-25
Г речка	7-8	7-8	10-12	12-10	16-18	16-20	16-20	17-21
Вика	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Горох	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	16-20	16-22
Сочевиця	4-5	4-5	12-15	12-10	6-12	12-16	17-21	17-22
Чина	4-5	4-5	10-12	12-10	6-12	12-16	17-21	19-23
Боби	5-6	5-6	8-10	10	9-12	12-16	16-20	16-22
Нут	5-6	5-6	12-15	15-12	9-12	17-18	17-21	20-24
Квасоля	12-13	12-13	15-18	15-12	15-18	16-26	18-25	20-23
Соя	10-11	10-11	15-18	12-10	15-18	15-18	18-22	18-22
Люпин	5-6	5-6	8-10	10	9-12	14-16	16-20	16-20
Цукрові буряки	6-7	6	-	-	15-17	20-22	-	-
Картопля	7-8	-	-	2*	18-25	20-25	20-25	16-18*
Соняшник	7-8	7-8	12-15	12-10	9-12	15-18	19-23	16-22
Арахіс	14-15	14-15	18-20	15-12	18-22	18-22	22-27	20-25

Фотосинтез і ріст рослин можуть відбуватись при значних коливаннях температури повітря - від +6...+8 до +32...+34°C. Оптимальною для вегетації кукурудзи, сої суданської трави, люцерни, еспарцету є температура - +26...+28°C; для жита, пшениці, гороху, бобів, вики, цукрових і кормових буряків - +22...+24°C; для картоплі, вівса, злакових і бобових

багаторічних трав - +18...+20 і навіть +14...+16°C.

Температура навколишнього середовища, за якої відбувається розвиток організмів, є головним чинником, що визначає час (тривалість) цього розвитку. Є дві концепції залежності часу розвитку від температурних реакцій.

Перша концепція виходить зі швидкостей біологічних процесів і ґрунтується на **правилі Вант-Гоффа**, згідно з яким швидкість хімічних реакцій подвоюється або потроюється з підвищенням температури на кожні 10 °C.

Друга концепція виходить з кількості тепла, необхідного для здійснення процесів розвитку (**суми активних температур**).

Вік рослин чи стадію її розвитку характеризують поняттям «біологічний час» за десяти- або стобальною шкалою. Визначальними чинниками розвитку рослин вважають температуру та тривалість світлового дня.

Кожен міжфазний період рослини проходять лише за температури, що перевищує певний поріг який називають **біологічним мінімумом**. У процесі проходження фаз розвитку висота температурного порогу збільшується (табл. 2).

2. Температурний режим ґрунту при висіванні та проростанні насінневого матеріалу сільськогосподарських культур, °C
(за М.Ф. Цупенком, 1990)

Культура	мінімальна температура для проростання насіння	оптимальна температура для сівби	Культура	мінімальна температура для проростання насіння	оптимальна температура для сівби
Пшениця озима	1-2	15-18	Квасоля	г 8-10	12-15
Жито озиме	1-2	15-18	Соняшник	3-4	6-8
Ячмінь озимий	1-2	15-18	Льон	3-5	5-6
Пшениця яра	1-2	4-5	Коноплі	1-3	7-10
Ячмінь ярий	1-2	4-5	Буряки столові	4-5	7-8
Овес	2-3	4-5	Буряки кормові	2-5	6-7
Кукурудза	8-10	10-12	Ріпак	1-2	2-3
Просо	8-10	10-12	Рижій	1-2	2-3
Сорго	8-10	10-12	Бавовник	12-15	15-18
Рис	11-12	14-15	Морква	3-4	5-6
Гречка	5-8	14-15	Капуста	6-8	6-8
Горох	2-3	4-5	Томати	10-12	10-12

Мак	2-3	4-5	Огірки	10-12	13-15
Люпин синій	2-4	4-5	Картопля	7-8	8-10
Люпин жовтий	3-5	5-6	Конюшина	1-2	4-5
Вика озима	2-3	15-18	Люцерна	1-2	4-5
Вика яра	2-3	4-5	Еспарцет	1-2	4-5
Боби	3-5	6-8	Середела	1-2	4-5
Чина	3-4	4-5	Суданська трава	10	10-12
Сочевиця	3-4	5-6	Могар	8-10	10-12
Нут	4-5	5-6	Гірчиця	1-2	2-3
Соя	8-10	10-12	Баштанні	12-15	15-17

Для повного проходження між фазного періоду рослини мають отримати певну суму температур понад біологічний мінімум (яку теж можна вважати пороговою) – **суму ефективних або біологічних температур**. Середньодобова температура, що перевищує біологічний мінімум визначеного періоду розвитку культури називається **активною**.

Протягом вегетаційного періоду кожна культура повинна отримати певну суму фізіологічно активних температур, при яких інтенсивно відбуваються фізіологічні процеси. Мінімальними фізіологічно активними температурами для холодостійких культур є температури вище $+5^{\circ}\text{C}$, для теплолюбних - вище $+10^{\circ}\text{C}$. Для ячменю, наприклад, сума фізіологічно активних температур має становити $1700\text{-}2100^{\circ}\text{C}$, цукрових буряків - $2400\text{-}3\ 700^{\circ}\text{C}$, для рису - 4000°C . Якщо сума температур менша, рослини не дозрівають.

Термічні ресурси території зазвичай оцінюють за сумами активних температур повітря, вищих за $+10^{\circ}\text{C}$, оскільки за такої температури вегетує більшість рослин, або вищих за $+5^{\circ}\text{C}$, що є обмежувальною для багатьох зернових і плодовоягідних культур, а потреби рослин у теплі - за сумою ефективних (біологічних) температур.

Порівнянням термічних ресурсів території та потреб рослин у теплі можна визначити їх забезпеченість теплом. З підвищенням середньодобової температури в оптимальних межах розвиток рослин прискорюється, а тривалість міжфазних періодів скорочується. Якщо за добу середньодобова температура менша за біологічний мінімум, то сума активних і біологічний час не змінюються.

Для однорічних культур підрахунок **суми активних температур** починають від дати сівби або появи сходів, для багаторічних і озимих - від дня, до якого сума температур досягла 5°C (для озимих, крім того, від дати сівби).

Рослини як складова екосистеми не тільки впливають на динаміку і вертикальний розподіл температур повітря і ґрунту, а й самі зазнають зворотного впливу. Це знайшло своє відображення в **теорії темпера-**

турних градієнтів середовища рослин. Одним з основних її положень є різне пристосування та різні вимоги до температури надземних і підземних органів рослин.

Більшість вищих рослин пристосована до мінусового температурного градієнта середовища в період вегетації рослин вдень, за якого температура ґрунту на 3-8 °С нижча від температури повітря.

У разі розвитку з насіння рослини інтенсивніше ростуть за плюсового градієнта, тобто коли температура ґрунту перевищує температуру повітря. Перехід рослин на автотрофний спосіб життя потребує мінусового температурного градієнта. За оптимальних для рослин початкових температур повітря і ґрунту, які формують градієнт, позитивний вплив останнього полягає в інтенсивному розвитку та здоровому стані кореневої системи, більшій стійкості до низької і високої температур, посухи і хвороб, і, як наслідок, доброму врожаю.

Оптимальні температури для росту кореневої системи, як правило, нижчі, ніж для росту надземних органів. Однак ця різниця не повинна бути занадто великою, що спостерігається на торфових ґрунтах весною. При високих температурах коренева система розвивається слабо, неглибоко проникає у ґрунт, тому рослини не можуть ефективно використовувати вологу й поживні речовини з нижніх шарів ґрунту. При цьому настає параліч продихів листків, і вони безконтрольно випаровують воду. Найшкідливішими є підвищені температури при одночасному дефіциті води (засуха).

Зростання плюсового градієнта призводить до раннього фізіологічного старіння багатьох видів рослин, що виявляється в порушенні обміну речовин з утворенням отруйних продуктів гідролізу, які спричиняють відмирання тканин, точок росту, обпадання бутонів і зав'язі, в'янення, захворювання рослин та ін. Там, де протягом року переважає мінусовий градієнт, активне життя рослин триває довше, наприклад, у вологій тропічній зоні, тоді як у Степу активна вегетація спостерігається тільки в першій її частині, а в пустелі - протягом ще коротшого періоду.

Теплові ресурси території характеризуються сумами температур повітря, накопичених за період із середньодобовою температурою повітря понад 0, 5, 10 та 15 °С. Такі температури часто відповідають нижньому порогу росту та розвитку певних груп культур, тобто їх біологічному мінімуму, який для більшості культур дорівнює +5 °С, для теплолюбних - +10 °С, а для найвибагливіших до тепла - +15 °С. Тому календарні дати стійкого переходу температур повітря через ці норми використовують як показники початку чи кінця періоду вегетації деяких груп культур, а сума температур понад 0, +5, +10 та +15 °С за цей же час - як показник термічних ресурсів вегетаційного періоду цих культур (табл. 3).

3. Агрокліматичні ресурси тепла на території України (за О.Ф. Смаглієм, 2006)

Зона	Сума позитивних температур, °С			
	>0°С	>5°С	>10 °С	15 °С
Полісся	2950	2860	2445	1875
Лісостеп	3005	2935	2580	2005
Степ	3510	3430	3075	2540

Характеризуючи дані табл. 3, можна сказати, що суми температур понад 0, +5, +10 та +15 °С підвищуються в напрямку від Полісся до Степу, тому просуваючись з півночі на південь можна вирощувати більшу різноманітність культур й одержувати продукцію вищої якості за достатньої забезпеченості їх іншими факторами життєдіяльності - вологою, елементами живлення тощо.

Потреба сільськогосподарських культур у теплі за вегетаційний період, яку показано в сумі позитивних температур повітря вище +10 °С, за даними Інституту гідрометеорології УААН, становить: для озимої пшениці (з вересня до липня) - 2870, ярого ячменю і вівса - 1470, кукурудзи ранньостиглих гібридів - 2050-2180 (середньостиглих - 2200-2310), проса - 1765, гороху - 1250, цукрових буряків - 2340, соняшнику - 2430.

Порівняння фактичних ресурсів тепла (табл. 3) з потребою культур вказує на можливість вирощування багатьох із них в усіх зонах країни, а також на доцільність використання повторних посівів, що є одним із засобів використання теплових ресурсів території.

Властивість ґрунту поглинати тепло називається **теплоємністю**. Вона залежить від співвідношення у ґрунті твердої фази, повітря й особливо вологи. Вологий ґрунт нагрівається менше, ніж сухий. Важкі за гранулометричним складом ґрунти нагріваються повільно і також повільно охолоджуються порівняно із легкими. З цими ж показниками пов'язана **теплопровідність ґрунту**.

Найбільше ґрунт нагрівається опівдні, тобто в світловому потоці у цей час найбільше інфрачервоних теплових променів. Охолоджується ґрунт вночі, особливо в ясну погоду, коли випромінювання із ґрунту в атмосферу найбільше. Добове коливання температури ґрунту значно впливає на проростання насіння культурних рослин. Щодо **температури ґрунту та проростання насіння** польові культури поділяються на три групи: 1) **ранні ярі** - насіння проростає при температурі ґрунту +2...+3°С; 2) **середньоранні** - насіння яких проростає при температурі +5...+7°С; 3) **пізні ярі** - насіння проростає при температурі ґрунту + 10...+12°С (досить теплолюбні культури). **Озимі культури** не мають строків сівби, які чітко визначаються температурними показниками, а встановлюються календарними строками відповідно для кожного регіону.

Для кожного виду рослин існують певні температурні межі, в яких проходить проростання насіння. Для зернових культур, наприклад, **мінімум**

знаходиться в межах $0...+5^{\circ}\text{C}$, *оптимум* - в межах $+20...+25^{\circ}\text{C}$, а *максимум* - в межах $+30...+40^{\circ}\text{C}$. Для кукурудзи - відповідно $+8...+10$, $+30...+35$ та $+40...+50^{\circ}\text{C}$.

Температура ґрунту в кореневмісному шарі значно впливає на мінеральне живлення рослин. Встановлено, що за температури ґрунту $+32^{\circ}\text{C}$ фосфор з нього поглинається корінням утричі краще, ніж з ґрунту з температурою $+20^{\circ}\text{C}$. З холодного ґрунту погано засвоюються нітрати, тому на таких ґрунтах краще використовувати амонійні добрива.

Впливає температура ґрунту і на водний режим рослин.

З холодного ґрунту вода поглинається гірше за рахунок сумісної дії двох факторів: 1) при низькій температурі підвищується в'язкість води, що сповільнює її переміщення; 2) ферментативні процеси в рослині відбуваються досить повільно.

Для розвитку рослин дуже важливе значення має **температура приземного шару повітря**. Він дуже нагрівається вдень, а вночі віддає тепло ґрунту, і цей шар швидко охолоджується. Тому сходи ярих культур навесні, а озимих зернових восени, пошкоджуються приморозками в першу чергу на відкритій місцевості, а там, де є бур'яни, вони залишаються непошкодженими.

Температурні умови істотно впливають на **життєдіяльність ґрунтової мікрофлори**, яка накопичує необхідні для розвитку рослин поживні речовини. Так, процеси амоніфікації та нітрифікації в ґрунті здійснюються за оптимальної температури $+22...+26^{\circ}\text{C}$, а активна діяльність симбіотичних азотфіксуючих бактерій - за температури $+26...+28^{\circ}\text{C}$. При цьому в ґрунт виділяється значна кількість тепла.

Зниження температури призводить до стискання газів, а підвищення - до їх розширення. Вночі ґрунт охолоджується, а повітря стискається, в результаті чого із атмосфери в ґрунт надходить свіже повітря. Удень ґрунт нагрівається і частина його витискається із ґрунту, тобто здійснюється так зване **дихання ґрунту**: вночі - вдих, удень - видих.

Регулювання температурного режиму ґрунту здійснюють наступними агрозаходами: розміщенням польових культур з урахуванням елементів рельєфу; розміщенням теплолюбних культур на рівнині та на схилах південної експозиції, а холодостійких - в низинах і на північних схилах; мульчуванням ґрунтів соломною, торфом, перегноем та іншими темними матеріалами; проведенням в оптимальні строки коткування ґрунту, внесення органічних добрив, компостів, заорювання сидератів і рослинних залишків; для зменшення втрат тепла ґрунтом проводять снігозатримання; для зрошення використовують воду із температурою більшою за температуру ґрунту; у районах, де ґрунт перезволожений та має недостатню температуру, проводять гребеневі та грядкові посадки і посіви; по можливості весняну сівбу проводять на більшу глибину з наступним прикочуванням ґрунту.

ВОЛОГА

Значення води в житті рослин вагоме та багатозначне. Вода є основою всіх організмів (90%), універсальним розчинником, джерелом транспорту поживних речовин та терморегулятором при випаровуванні її через листки. Біля 0,2-0,3% увібраної рослинами води витрачається на утворення маси рослини, а більше 99% випаровується, забезпечуючи транспортну роль та теплозахисний ефект. Тільки окремі організми можуть жити без споживання води з навколишнього середовища, і не може жити жоден - без виділення води.

Випаровування води листками та іншими надземними органами називається **транспірацією**. Завдяки транспірації в клітинах листків виникає всисна сила, яка забезпечує переміщення води з розчиненими в ній речовинами від коренів до листків. Якщо процес випаровування води рослиною переважає надходження її з ґрунту, то рослина втрачає тургор і в'яне.

За значенням води в житті організмів їх поділяють на **пойкілогідричні**, тобто ті, які витримують зневоднення тканин внаслідок зниження вологості середовища, і **гомойогідричні**, які потребують стабільного вмісту води в тканинах.

Особливо чутливі до нестачі води мезофітні рослини, в яких втрата 1% води може спричинити в'янення. У степових ксерофітів втрата навіть 25% води не призводить до припинення життєдіяльності. Рекордсменом є трофічний мох (сфагнум), який витримує 95-97% втрати води з організму.

Джерела води для організмів. **Водний баланс** організмів, тобто співвідношення надходження і витрати води, регулюється як самим організмом, так і умовами навколишнього середовища.

Рослини споживають воду такими основними шляхами: 1) всмоктування за допомогою кореневої системи; 2) адсорбцією водяної пари (переважно нижчі рослини - мохи, лишайники, водорості); 3) отримання води з дощових опадів (деякі рослини).

Джерелом води для рослин в основному є волога ґрунту, яку поділяють на категорії. Найважливіша з них - продуктивна, нижньою і верхньою межею якої є вологість в'янення рослин та повна вологоємність. Оптимальна для рослин продуктивна волога знаходиться в діапазоні від вологості розриву капілярів до найменшої (польової) вологоємності.

Рослини виділяють воду: 1) шляхом транспірації (залежить від відносної вологості повітря, вітру, температури та ін.); 2) через екскрецію (гутация, або плач рослин).

За відношенням до води рослини поділяють на: гігрофіти, мезофіти, ксерофіти, сукуленти і склерофіти.

Гігрофіти (гідрофіти) - це рослини вологих місцевостей, боліт, заплав. Вони потребують високої вологості середовища.

Більшість польових культур належать до **мезофітів**, які добре ростуть в умовах задовільного, достатнього, але не надмірного зволоження. Осмотичний тиск клітинного соку в них становить 28-36 атм. (280-360 Па).

Мезофіти поширені переважно у середніх широтах - в Степу, Лісостепу, до лісової зони включно, а також на заплавах, лиманах у всіх зонах. Це ранні ярі культури - яра пшениця, горох, ячмінь, овес, боби, вика, люпин, озимі зернові, кукурудза, картопля, соняшник, цукрові і кормові буряки, кормові та столові гарбузи, кормова капуста, ріпак та ін. З багаторічних трав до них належать вівсяниця (костриця) лучна і тростинна, тимофіївка лучна, пірій повзучий і безкореневищний, райграс високий, стоколос безостий, грястиця збірна, конюшина лучна і рожева, люцерна синя, еспарцет закавказький та ін.

Ксерофітні польові культури - це посухостійкі рослини, які ростуть за умов недостатнього зволоження і при високій температурі. Однак це не означає, що деякі з них випаровують менше вологи, ніж мезофіти. У ксерофітів здебільшого глибока, добре розвинена коренева система, тому вони можуть використовувати вологу нижніх шарів ґрунту (3-5 м). На відміну від мезофітів і гідрофітів, у них високий осмотичний тиск клітинного соку - до 50 атм. (500 Па), що сприяє засвоєнню вологи рослинами і їх росту при низькій вологості ґрунту (16-17 %). При вологості 18-20 % вони добре ростуть і розвиваються. У ксерофітів листя часто опушене, сильно розсічене, а в диких видів навіть з колючками. Ксерофіти водночас добре реагують на зрошення. До цієї групи належать сорго зернове, суданська трава, могар, столові і кормові кавуни, з багаторічних трав польового травосіяння - житняк.

Розрізняють також **проміжні види культур**, або **мезоксерофіти**. Це степові екотипи - люцерна голуба, люцерна жовта, еспарцет посівний, просо, чумиза, цукрове та віничне сорго. Виділяють також групу **мезогідрофітів** - рослини, які ростуть за умов доброго або навіть дещо надмірного зволоження. До них належать конюшина біла, вівсяниця (костриця) червона, лисохвіст лучний райграс однорічний, турнепс.

Під час вегетації рослини можуть пристосовуватись до умов зволоження. Так, **мезогідрофіти** при поступовому зниженні вологи набувають ознак мезофітів.

Сукуленти, склерофіти і гігрофіти це групи рослин, що майже не використовують у польовому рослинництві, бо вони здебільшого є рослинами природних угідь. Рослини сукуленти мають соковите листя (типу агав), а склерофіти - це рослини степів, пустель, які мають тонке волокнисте листя.

Надмірна вологість повітря призводить до вилягання зернових культур; перешкоджає нормальному запиленню рослин; затримує підсихання зерна і соломи, збирання врожаю; зумовлює поширення грибкових захворювань.

Занадто низька вологість повітря (<30%) призводить до підсихання листків, зменшення фотосинтетичного потенціалу посівів; сприяє пересиханню пилку, неповному заплідненню; зумовлює слабе закладання бруньок; знижує якість льоноволокна; призводить до розтріскування зерна, дострокового його досягання, але підвищує хлібопекарські якості пшениці,

вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків.

Велике значення для рослинництва має здатність рослин витримувати тимчасове **затоплення**. Озимі зернові витримують його протягом 5-10 днів, багаторічні кормові трави (лисохвіст лучний, канарник тростинний, тонконіг лучний, тимофіївка лучна, вівсяниця, райграс пасовищний, конюшина біла) - до 20-30 днів.

Польові культури погано витримують близьке залягання **грунтових вод** - на глибині 60-80 см. Люцерна посівна росте лише там, де рівень ґрунтових вод не вище 120-140 см. Проте при такій глибині ґрунтових вод добре ростуть хрестоцвіті - ріпак, перко, суріпиця озима; коренеплоди - буряки кормові, турнепс, бруква, морква; злакові - овес, ячмінь, кукурудза; бобові - горох, боби, люпин. Суданська трава, сорго, могар, просо, соя, еспарцет, соняшник, цукрові буряки та інші мають достатньо вологи і при глибокому заляганні ґрунтових вод - 180-260 см. їх могутня коренева система засвоює вологу з прошарку ґрунту постій- і його зволоження, який в Лісостепу і Степу знаходиться на глибині 2-3 м.

Кількість води, яка витрачається на утворення одиниці маси сухої речовини рослин, називають **коефіцієнтом водоспоживання**, його виражають у грамах води на грам сухої речовини. Для певної рослини він не є сталою величиною: за обмежених ресурсів вологи він зменшується, тобто рослини економніше витрачають вологу, а за достатніх - збільшується.

На одиницю біомаси сухої речовини врожаю зазначені групи польових культур витрачають різну кількість води, яка коливається в широких межах, залежно від рівня загального зволоження, фону живлення, умов року, терміну сівби тощо. У мезофітів коефіцієнт водоспоживання коливається від 280-400 до 600-800, ксерофітів - 220-400, гігрофітів - 1200-1600, склерофітів - 160-240.

Вологість ґрунту. Для того щоб зрозуміти характеристику оптимальної вологості ґрунту, необхідно охарактеризувати **водний режим і водний баланс ґрунту**.

Сукупність явищ, пов'язаних з надходженням вологи в ґрунт, її пересуванням, витрачанням та зміною, називають **водним режимом ґрунту**, а математичний опис його — **водним балансом**.

Основними статтями водного балансу ґрунту є приходні: опади, які досягають поверхні ґрунту; поверхневий приплив; капілярне підймання; конденсація водяної пари, та **витратні:** поверхневий стік; внутрішньогрунтовий стік; випаровування з поверхні ґрунту; використання рослинами та транспірація.

На відміну від транспірації та поверхневого випаровування, вологість ґрунту і запаси вологи не мають вираженого добового ходу. Під час опадів (або поливу) запас вологи в ґрунті швидко збільшується, а в проміжках між ними він плавно зменшується. В умовах континентального клімату максимальна кількість опадів припадає на ранішній час і після полудня, в умовах морського - на ніч і ранок. За більш тривалі періоди вологість ґрунту, залежно від балансу опадів і температурного режиму може

змінюватись як у бік зменшення, так і збільшення.

Вміст води у ґрунті, розрахований у відсотках до маси сухого ґрунту, називається **вологістю ґрунту**.

Від вологості ґрунту залежить забезпеченість рослин вологою, більшість його фізико-хімічних й технологічних властивостей. У свою чергу, забезпеченість рослин вологою залежить від механічного й хімічного складу ґрунту, його структури, бо за однакового рівня вологості, різні ґрунти містять неоднакову кількість води, яку рослини можуть використати. Пов'язане це з тим, що багато води у ґрунті перебуває не у вільному, а в різноманітно оструктуреному стані й вона неоднаково доступна рослинам. Запаси **доступної води** складає капілярна і гравітаційна вода, **важкодоступної** - плівчаста, недоступної - хімічно зв'язана й гігроскопічна (нижче коефіцієнта в'янення).

В якості **вихідного критерію вологозабезпеченості посівів** використовують запаси продуктивної вологи в ґрунті. Ця оцінка має особливе значення перед початком весняних польових робіт, оскільки з нею пов'язане прогнозування урожайності, коригування технології вирощування сільськогосподарських культур, а також восени - планування заходів з накопичення та збереження вологи. Перед сівбою озимих культур важливо знати не лише загальні запаси продуктивної вологи, а й зволоженість верхнього шару, від якого залежить одержання дружних сходів (табл. 4).

4. Оцінка запасів продуктивної вологи в різних шарах ґрунту (за В.П. Гудзьом та ін., 2007)

Шар	Запаси	Якісна оцінка запасів води
0-20	>40	добрі
	40-20	задовільні
	20	незадовільні
0-100	160	дуже добрі
	160-130	добрі
	130-90	задовільні
	90-60	погані
	<60	дуже погані

Для отримання дружних сходів більшості польових культур необхідно, щоб **запаси продуктивної вологи** в орному шарі ґрунту були 20-30 мм. Так, наприклад, якщо запаси продуктивної вологи при посіві пшениці становлять до 5 мм в орному шарі ґрунту, то сходів її не отримаємо, а при запасах 10 мм - сходи з'являються, проте вони починають частково засихати і дуже зріджуються. При запасах 11-20 мм умови для з'явлення сходів задовільні, а при понад 20 мм - завжди з'являються дружні сходи.

Польові культури потребують достатньої кількості вологи протягом усієї вегетації. Як правило, високий урожай їх спостерігається при весняних запасах вологи у метровому шарі ґрунту до 200 мм, а на період колосіння - не менше 80-100 мм при постійній вологості ґрунту

70-80 % НВ. Вологість, більша за 80% НВ, несприятлива для зернових культур, бо погіршується газообмін кореневої системи через нестачу повітря в ґрунті.

Більш економно витрачають вологу рослини, які достатньо забезпечені поживними речовинами. Протягом вегетації вони поглинають вологу нерівномірно. Рослинам вода потрібна від сівби і до закінчення формування врожаю. Використання води розпочинається від набубнявіння насіння, кількість якої для нормального проростання неоднакова для різних сільськогосподарських культур (табл. 5).

**5. Потреба у волозі для проростання насіння різних культур,
% від їх маси
(за В.П. Гудзьом та ін., 2007)**

Культура	Кількість води
Пшениця	48-59
Жито	64-78
Ячмінь	58-60
Овес	76-85
Кукurулза	25-35
Просо	25-27
Горох	110-115
Люпин	130-145
Вика	130-142
Льон	100-105
Цукрові	115-120
Конюшина	140-145

Рослини використовують воду з ґрунту до того часу, поки всисна сила корінців може конкурувати з всисною силою ґрунту. Коріння розвиває всмоктувальну силу завдяки концентрації клітинного соку, достатній для використання з ґрунту більшої частини зв'язаної води. Потім всмоктуючи сила ґрунту різко підвищується і для подальшого використання води кореням необхідне надходження її з ділянок ґрунту, вільних від коренів, або ж коренева система спрямовується за водою, збільшуючи свою активну поверхню.

Зрошення застосовують як засіб отримання гарантованих стійких урожаїв у засушливій зоні. Воно забезпечує високі врожаї сільськогосподарських культур та дозволяє отримувати по два врожаї на одній площі протягом року.

Застосовують три способи зрошення сільськогосподарських культур: **поверхневий, дощування, підґрунтове зрошення.**

При **поверхневому зрошенні** ґрунту вода розподіляється по борознах, напуском по смугах, затопленням (лиманне зрошення).

При зрошенні **дощуванням** вода викидається дощувальними апаратами в повітря, подрібнюється там на краплі й падає на ґрунт і рослини у вигляді дощу (дощувальні машини ДДН-100, "Фрегат", "Волжанка" та ін.).

При **підґрунтовому** зрошенні вода подається безпосередньо в кореневмісний шар ґрунту по зволожувачах.

Залежно від призначення, поливи бувають: **вологозарядкові, вегетаційні, спеціальні** (передпосівний, посадковий, протизаморозковий, освіжний, удобрювальний та ін.).

Регулювання водного режиму ґрунту здійснюється системою заходів:

- ✓ зрошення в умовах недостатнього зволоження і осушення перезволожених ґрунтів з улаштуванням подвійного режиму регулювання;
- ✓ важливу роль у підтриманні вологості кореневмісного шару ґрунту відіграють ґрунтові води, тобто **капілярна кайма**. За дуже високого надходження ґрунтової води не тільки підвищується вологість орного шару ґрунту, а й знижується аерація. Тому багаторічні насадження, зокрема плодові культури, не переносять високого рівня ґрунтових вод;
- ✓ повнішому використанню ґрунтової вологи сприяє раціональне чергування культур у сівозміні;
- ✓ вирощування посухостійких сортів та застосування диференційованого обробітку ґрунту;
- ✓ використання лісонасаджень, кулісних парів та снігозатримання;
- ✓ використання парів та спеціальних (гребневих, грядкових) посівів;
- ✓ в осінній період на схилах при настанні стійких приморозків доцільно проводити щільовання багаторічних трав, озимих та зябу;
- ✓ для збереження вологи у весняний період проводять боронування та шлейфування для створення верхнього рихлого шару та порушення капілярності в орному шарі;
- ✓ боротьба з бур'янами, застосування органічних і мінеральних добрив;
- ✓ для зменшення випаровування вологи з ґрунту його мульчують.

Так, укриття ґрунту шаром мульчі 1-2,5 см зменшує втрати вологи на 80-90%.

СВІТЛО – основне джерело енергії на Землі. У формі сонячної радіації воно забезпечує всі життєві процеси на Землі. Довготривала дія світла (фотоперіод) – це потужний стимул активності організмів. Світло впливає на утворення пластичних речовин. Без нього не можливі життєві процеси більшості рослин, причому має значення не тільки інтенсивність, а й склад світла.

Сонячна енергія – незамінний обов'язків екологічний фактор існування рослин і біосфери в цілому. Вся поверхня Землі одержує за рік від Сонця, за приблизними оцінками $21 \cdot 10^{20}$ Дж тепла. Зелені рослини в процесі фотосинтезу застосовують тільки від 0,5 до 5 % сонячної енергії.

Більшість польових культур є досить чутливими до умов освітлення, особливо у фазах сходів, початку вегетації, утворення генеративних органів.

Для багатьох рослин світло, яке досягло вологого насіння, є обов'язковим чинником, що забезпечує його проростання. Насіння інших рослин здатне проростати без впливу світлових стимулів, однак за наявності

видимого випромінювання процес проростання відбувається краще, наприклад у моркви. Зволожене, опромінене, а потім висушене насіння зберігає ефект, викликаний світловим подразненням, і проростає після висівання у ґрунт. Для деяких рослин світло є чинником, який гальмує проростання насіння, наприклад для багатьох гарбузових.

Вплив видимого випромінювання на рослини оцінюють за щільністю випромінювання, спектральним складом, тривалістю освітлення.

Реакція рослин на тривалість освітлення називають **фотоперіодизмом**. Для видів рослин, які виявляють фотоперіодичні реакції, є специфічна (критична) тривалість дня, між 12 і 14 год. За реакцією на світло, тривалість освітлення, рослини умовно поділяють на групи: **довгого дня** переходять від вегетативного етапу розвитку до генеративного, тобто зацвітають, якщо до цього моменту вони розвиваються протягом певного числа днів тривалістю понад 14-17 год. До них належить більшість рослин помірної смуги - пшениця, жито, овес, ячмінь, горох, льон, мак, конюшина, люцерна, буряки, морква, картопля, редис, салат тощо. Рослини **короткого дня**, навпаки, нормально розвиваються за тривалості світлового дня 8-12 год. Це рослини південних широт - просо, кукурудза, квасоля, соя, чина, сорго, еспарцет, гарбузи, кавуни, суданська трава, могар, бавовник, огірки та інші. **Проміжні**, або **нейтральні**, культури цвітуть і плодоносять, зовсім не реагуючи на тривалість світлового дня (гречка, деякі бобові тощо). Такий поділ є дещо умовним. Так, горох, вика яра та озима (мохната), ячмінь, жито, пшениця, кабачки, гарбузи, кормові та цукрові буряки, соняшник, буркун, ріпак, кукурудза, люцерна та інші добре ростуть в умовах Степу, Полісся та Лісостепової зони.

Характер фотоперіодичної залежності у рослин наближено можна оцінити на основі даних про час цвітіння. Рослини, що цвітуть навесні та наприкінці літа, зазвичай є рослинами короткого дня, а рослини, які цвітуть влітку - довгого світлового дня.

Рослини, вирощені при малому освітленні, характеризуються низьким вмістом хлорофілу та поживних речовин, особливо цукрів. При затіненні збільшується висота рослин, послаблюється кушіння, знижується маса надземних органів і розвиток кореневої системи. Недостатня освітленість у роки з переважанням хмарної погоди є причиною слабкої диференціації тканин рослин, що часто призводить до вилягання зернових культур. Добре освітлені посіви формують високу врожайність доброї якості. Зерно сільськогосподарських культур при достатньому освітленні містить більше білку, клейковини, жиру та інших цінних речовин.

Рослини довгого дня швидше розвиваються при переважанні в світловому потоці червоних променів, короткого дня - синьо-фіолетових. У північних широтах навесні та восени характерне домінування в світловому спектрі червоних променів, протилежне явище спостерігається в південних широтах і влітку.

Рослини, які ростуть в екваторіальній зоні, як правило, не виявляють фотоперіодичних реакцій. Північні рослини, що розвиваються у смузі широт

вище за 60°, зазвичай належать до рослин довгого дня або не мають розвинених фотоперіодичних властивостей.

Утримання рослин короткого дня в умовах довгого світлового дня призводить до гігантизму вегетативних частин, затримання розвитку органів розмноження. Наприклад, у цибулі та буряків збільшуються запасуючі органи, тоді як картопля, що належить до рослин довгого дня, дає найбільші бульби восени, коли тривалість дня помітно менша за мінімальну для її надземних частин. У рослин довгого дня, які розвиваються в умовах короткого світлового дня, іноді спостерігається вкорочення міжвузль і формування приземних розеток листків.

Оскільки розвиток органів розмноження негативно корелює з розвитком вегетативних органів, це практично використовують при вирощуванні рослин. Відомо, що чинники, які гальмують розвиток рослин, сприяють їх росту, тому при скороченні тривалості дня у зернових довгого дня посилюється кущіння. Підготовка рослин як довгого, так і короткого дня до перезимівлі успішно відбувається при скороченні тривалості дня. Навесні збільшення тривалості дня для рослин, яким властиві фотоперіодичні реакції, є сигналом для пробудження бруньок. Ранні строки висівання ярого ячменю забезпечують краще кущіння в умовах короткого дня.

За інтенсивністю освітлення всі культури можна розділити на дві групи: **світлолюбиві** - соняшник, цукрові буряки, рис, соя, морква, бавовник, томати, огірки, баклажани, люцерна, чина, кукурудза, просо, сорго, суданська трава, стокolos безостий, буркун білий, вика, еспарцет, та культури, які добре ростуть і вегетують при менш інтенсивному освітленні, тобто **тіневитривалі** - грястиця збірна (садова трава), жито, овес, люпин, ячмінь, конюшина червона, біла і рожева, картопля, кормові буряки, бруква та турнепс. Гречка і більшість зернових добре ростуть і розвиваються як за недостатнього, так і за надмірного освітлення (**проміжні**).

При частковому затіненні у деяких рослин може збільшуватись розмір листових пластинок, особливо при достатньому азотному живленні. Це спостерігається, наприклад, у змішаних посівах кукурудзи і сої. Рослини, які погано витримують затінення в сумісних посівах витягуються, погіршується їх кущення і пагоноутворення, зменшується надземна і коренева маса, а також вміст у рослинах жиру і цукрів, при цьому може збільшуватись вміст клітковини і фосфору (Зінченко О.І., 1996).

Вміст цукрів у плодах баштанних культур, буряках збільшується залежно від числа сонячних днів протягом періоду вегетації. Біологічна активність шкідників сільськогосподарських рослин і хвороботворних мікробів певною мірою залежить від радіаційних факторів. Зернові, які вирощують на південних схилах, менше пошкоджуються шкідниками та уражуються хворобами порівняно з посівами, висіяними на схилах інших експозицій.

За максимальною інтенсивністю фотосинтезу в умовах світлового насичення (F_d) сільськогосподарські культури згідно з **моделлю агро-**

екологічних зон ФАО поділяють на чотири групи:

- 1) культури C_3 помірного клімату (пшениця, ячмінь, картопля, цукрові буряки, бобові); $F_d = 27 \text{ CO}_2/(\text{га} \cdot \text{год.})$ за температури повітря $+15 \dots +20 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 2) культури C_3 теплого клімату (рис, соя, бавовник); $F_d = 50 \text{ CO}_2/(\text{га} \cdot \text{год.})$ за температури повітря $+25 \dots +30 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) культури C_4 (кукурудза, просо, сорго, цукрова тростина); $F_d = 87 \text{ CO}_2/(\text{га} \cdot \text{год.})$ за температури повітря $+25 \dots +35 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 4) окремі сорти кукурудзи і сорго, пристосовані до нижчих температур; $F_d = 87 \text{ CO}_2/(\text{га} \cdot \text{год.})$ за температури повітря $+20 \dots +25 \text{ }^\circ\text{C}$.

У багатьох рослин через нестачу світла затримується цвітіння і тим самим гальмується процес розмноження. За низької освітленості утворюється більше вузлів кущіння, але для подальшого їх розвитку потрібне достатнє освітлення, інакше число продуктивних пагонів зернових культур зменшується, вони тоншають. При достатньому освітленні маса коренів збільшується активніше, ніж маса надземної частини рослин. Рівномірне об'ємне опромінення сприяє утворенню гіллястих, добре облистених рослин. Однобоке опромінення спричинює витягування рослин до світла (**фототропізм**) і відповідну орієнтацію листків.

Якщо в світловому потоці переважає короткохвильова радіація, то зменшуються висота рослин, розмір листків та довжина міжвузль, утворюється більше амінокислот і білків.

Збільшення надходження прямої сонячної радіації сприяє підвищенню вмісту цукру в буряках, білка в зерні, олії в насінні соняшнику, поліпшенню засвоєння фосфору і калію, глибшому закладанню вузла кущення озимих зернових і, як наслідок, підвищенню їх зимостійкості та закладанні великої кількості колосків. У зв'язку з пристосованістю рослин до орієнтації листків та суцвіть за сонцем (**геліотропізм**) для їх росту і розвитку важливий вплив прямої сонячної радіації.

Світловий режим регулюють за допомогою густоти стояння рослин, поліпшення рівномірності розміщення рослин на площі (застосування відповідних способів сівби), орієнтування рядків з півночі на південь, знищення бур'янів, правильного використання схилів південного напрямку при вирощуванні світлолюбних рослин.



АНТРОПОГЕННІ ЧИННИКИ

За оцінками ООН п 2025 р. на Землі проживатиме близько 8,5 млрд осіб. Потреба людства в харчових і територіальних ресурсах дедалі зростає, що призводить до знищення тварин і рослин, витіснення їх із природного місця існування. Багато видів не витримують конкуренції з людиною і перебувають зараз на межі винищення. Зростання промислового виробництва веде до забруднення атмосфери та гідросфери, вирубування лісів і розорювання степів під сільськогосподарські угіддя. Із середини ХХ ст. почала швидко зростати кількість різноманітних синтетичних речовин, які викидаються в навколишнє середовище

Питання для самоконтролю.

1. Що таке екологія рослин?
2. Охарактеризуйте екологічні фактори життя рослин.
3. Значення світла, тепла, вологи та повітря в житті рослин.
4. Охарактеризуйте культури за моделями агроекологічних зон ФАО.
5. Вкажіть способи регулювання температурного, повітряного режимів та режиму зволоження ґрунту.
6. Класифікація культур за вимогливістю до тепла.
7. Яровизація озимих та ярих зернових культур.
8. Класифікація с.г. культур за відношенням до вологи.
9. Що таке коефіцієнт водоспоживання?
10. Водний баланс ґрунту та його значення. Запаси продуктивної вологи в ґрунті.
11. Охарактеризуйте вплив температури на розвиток надземної та підземної маси.
12. Значення біологічних мінімумів, оптимумів та максимумів температур в житті рослинного організму.