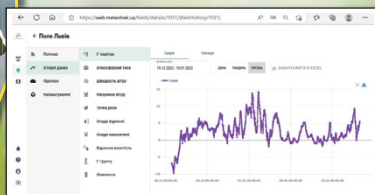




УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ЕКСПЕРТИЗИ СОРТІВ РОСЛИН



ІНСТИТУТ
КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НААН



ДОВІДНИК

оптимальних ґрунтово-кліматичних умов
виращування сортів рослин
та агроекологічного районування
сільськогосподарських земель України

Вінниця
ТОВ «ТВОРИ»
2024

УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЕКСПЕРТИЗИ СОРТІВ РОСЛИН
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА НААН

ДОВІДНИК

**оптимальних ґрунтово-кліматичних умов
вирощування сортів рослин
та агроекологічного районування
сільськогосподарських земель України**

Вінниця
ТОВ «ТВОРИ»
2024

УДК 631
Д 58

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Українського інституту експертизи сортів рослин
(протокол № 22 від 30 грудня 2024 року)

Рецензенти: **Хареба В. В.**, доктор с.-г. наук, академік НААН України,

Національна академія аграрних наук України;
Сніжко С. І., доктор геогр. наук, професор,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

Д 58

Довідник оптимальних ґрунтово-кліматичних умов вирощування сортів рослин та агроекологічного районування сільськогосподарських земель України / Укладачі: Н. В. Лещук, Н. С. Орленко, Т. М. Хоменко, С. М. Гринів, С. О. Заєць, Т. Ю. Марченко, П. В. Лиховид, О. В. Вольвич, О. А. Руденко; за заг. ред. С. І. Мельника, Р. А. Вожегової. Вінниця : ТВОРИ, 2024. 94 с.

ISBN 978-617-552-755-9

У довіднику викладено основні закономірності атмосферних процесів і явищ, їхній вплив на формування продуктивності сортів рослин у відповідні фенологічні фази росту і розвитку та встановлення оптимальних величин метеорологічних показників на важливих етапах онтогенезу.

Довідник є актуальним і на часі для проведення науково-технічної експертизи сортів рослин.

УДК 631

© Український інститут експертизи сортів рослин, 2024

© Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, 2024

ISBN 978-617-552-755-9

© ТОВ «ТВОРИ», 2024

ЗМІСТ

Передмова	4
Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень	6
Вступ	7
Глосарій агрометеорологічних термінів	12
Розділ 1. Оптимальні показники росту і розвитку сортів рослин у різних ґрунтово-кліматичних зонах вирощування	25
1.1 Буряк цукровий (<i>Beta vulgaris</i> L. ssp. <i>vulgaris</i> var. <i>altissima</i> Doell)	26
1.2 Горох посівний (<i>Pisum sativum</i> L.)	28
1.3 Горошок посівний (<i>Vicia sativa</i> L.)	30
1.4 Гречка їстівна (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)	32
1.5 Жито посівне (<i>Secale cereale</i> L.)	34
1.6 Картопля (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	37
1.7 Кукурудза звичайна (<i>Zea mays</i> L.)	39
1.8 Люпин (<i>Lupinus</i> L.)	42
1.9 Овес посівний і голозерний (<i>Avena sativa</i> L. & <i>A. nuda</i> L.)	44
1.10 Просо посівне (<i>Panicum miliaceum</i> L.)	47
1.11 Пшениця (<i>Triticum</i> L.)	51
1.12 Ріпак (<i>Brassica napus</i> L. <i>oleifera</i>)	53
1.13 Соняшник однорічний (<i>Helianthus annuus</i> L.)	56
1.14 Сорго звичайне (двокольорове) (<i>Sorghum bicolor</i> Moench)	58
1.15 Соя культурна (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)	61
1.16 Тритикале (× <i>Triticosecale</i> Witt.)	63
1.17 Ячмінь звичайний (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	65
Розділ 2. Технічні характеристики цифрової метеорологічної станції програмно-апаратного комплексу «METEOTREK-RW 2.0»	69
Розділ 3. Агрокліматичне районування території України за рівнем природного забезпечення вологою з урахуванням біологічних вимог основних сільськогосподарських культур	74
Бібліографія	87
Додаток	90

Передмова

Рослинництво більше залежить від кліматичних умов, ніж будь-яка інша галузь сільськогосподарського виробництва. Впродовж декількох місяців рослини перебувають під абсолютним впливом метеорологічних чинників. Крім того, основним ресурсом виробництва в сільському господарстві є земля, а її природні характеристики тісно пов'язані з агрокліматичними умовами. На відміну від інших секторів економіки країни, продуктивність землі не може бути точно розрахована, а її природний та економічний характер підлягає змінам під впливом чинників довкілля.

Основною та бюджетоутворюючою галуззю економіки України є сільське господарство, але воно також є найризикованішим виробництвом (70% його доходів залежать від природно-кліматичних умов). Це пояснюється особливістю виробничого процесу й тривалим періодом досягання та вирощування товарної продукції сортів рослин. Ґрунтово-кліматичні умови вирощування та погодні умови періоду вегетації безпосередньо впливають на ріст і розвиток рослин.

Інтенсифікація землеробства передбачає одержання високих, стабільних та достатньо прогнозованих врожаїв сільськогосподарських культур. Вирішення цієї проблеми можливе за умови визначення кількісного впливу основних факторів росту на продуктивність культури, встановлення ступеня забезпеченості цими факторами в умовах вирощування та необхідністю їх регулювання. Лімітуючим екологічним фактором в Україні є гідротермічні умови існування живих організмів. Тому питанню оцінювання умов зволоження приділяється особлива увага. Оцінити ступінь забезпеченості природною вологою можна за допомогою декількох показників: гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК); кількість опадів (порівняно з нормою); графічний метод оцінювання умов зволоження – метод побудови кліматограми Вальтера.

Під час проведення кваліфікаційної експертизи на відмінність, однорідність і стабільність та на придатність для поширення сортів рослин, врахування метеорологічних чинників є необхідною умовою для об'єктивнішого оцінювання сортів рослин за господарсько-цінними характеристиками та морфологічними ознаками впродовж періоду вегетації. Використання повного набору метеорологічних даних у взаємозв'язку з фенологічними фазами росту і розвитку відповідного сорту дозволить об'єктивніше ідентифікувати за морфологічним описом варіабельні ознаки фенотипу та доповнити показники придатності сорту для поширення важливими господарсько-цінними характеристиками з урахуванням оптимізованих метеорологічних показників зони вирощування. Встановлені кореляційні плеяди взаємозв'язку ознак та умов формування продуктивності рослин та урожайності товарної продукції і насіння сортів повноту технологічно-якісної інформації щодо сорту.

Головним завданням довідника є висвітлення оптимізованих метеорологічних показників міжфазних періодів вегетації рослин, їхній вплив на формування продуктивності сортів у відповідні фенологічні фази росту і розвитку та встановлення оптимальних величин метеорологічних показників на важливих етапах онтогенезу. Довідник є актуальним і на часі для проведення науково-технічної експертизи сортів рослин.

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень

АІС – автоматизована інформаційна система;
АПК – агропромисловий комплекс;
АРМ – автоматизоване робоче місце;
БД – база даних;
ВОС – відмінність, однорідність, стабільність;
ГТК – гідротермічний коефіцієнт;
ІКОСГ – Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства;
ІС – інформаційна система;
НААН – Національна академія аграрних наук;
НДР – науково-дослідна робота;
ПЗ – програмне забезпечення;
ПСП – придатність сорту до поширення;
САТ – сума активних температур;
СЕТ – сума ефективних температур;
СМТ – середньомісячна температура повітря;
СРТ – середньодобова температура повітря;
СУБД – система управління базами даних;
УІЕСР – Український інститут експертизи сортів рослин;
ЦОД – центр обробки даних;
ВВСН – Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt і Chemical Industrial – Федеральне агентство з питань навколишнього середовища і хімічної промисловості.

Вступ

Продовольчі ресурси сільськогосподарського виробництва формуються безпосередньо у природних умовах під дією багатьох факторів, з яких метеорологічні – найбільш мінливі й активні. Фахівцям сільськогосподарського виробництва необхідно вміти ефективно використовувати ресурси клімату і погоди для підвищення продуктивності сільського господарства, боротись з несприятливими метеорологічними явищами. Для цього необхідно знати фізичні основи явищ і процесів, що відбуваються в приземному шарі атмосфери та їхній вплив на об'єкти і процеси сільськогосподарського виробництва.

Агрометеорологія – наука, що вивчає метеорологічні, кліматичні та гідрологічні умови у їх взаємодії з процесами росту, розвитку рослин, формування врожаїв за сільськогосподарського виробництва. Предметами вивчення агрометеорології є погода, клімат, водний і тепловий режим ґрунтів, сільськогосподарські культури, тварини й процеси сільськогосподарського виробництва. Всі об'єкти вивчають у взаємодії організму з навколишнім середовищем. Агрометеорологія – наука географічна, оскільки вона вивчає клімат і погоду у їх взаємодії з сільгоспвиробництвом. Особливість агрометеорології, як науки, у тому, що вона знаходиться на стику різних областей знань: метеорології, біології, ґрунтознавства, кліматології, фізіології рослин, географії тощо.

Агрометеорологія являє собою наукову систему специфічних знань, які об'єднані законами, теорією, методами й поняттями, що розкривають зв'язки об'єктів сільського господарства з погодою та кліматом. На сучасному етапі розвитку суспільства найважливішими завданнями агрометеорології є:

- вивчення та описання закономірностей формування метеорологічних і кліматичних умов сільськогосподарського виробництва у часі та просторі;

– розроблення методів кількісного оцінювання впливу метеорологічних факторів на стан ґрунту; ріст, розвиток і формування врожаю агрофітоценозів; на стан сільськогосподарських тварин; розвиток і розповсюдження шкідників та хвороб сільськогосподарських культур; хвороб сільськогосподарських тварин

– розроблення методів агрометеорологічних прогнозів;

– агрокліматичне районування, розміщення нових видів, сортів та гібридів сільськогосподарських культур і порід тварин; агрокліматичне обґрунтування заходів найповнішого раціонального використання ресурсів клімату для підвищення продуктивності рослинництва і тваринництва;

– агрокліматичне обґрунтування засобів меліорації земель, регулювання мікроклімату полів, впровадження індустріальних технологій у рослинництві, у т.ч. диференційованого застосування агротехніки відповідно до складених (або очікуваних) умов погоди;

– розроблення методів боротьби з несприятливими та небезпечними для сільського господарства гідрометеорологічними явищами, у т.ч. методів активного впливу на ці явища.

Для вирішення задач, які стоять перед агрометеорологією, використовується різноманітна гідрометеорологічна інформація. Для використання цієї інформації у сільськогосподарському виробництві вдосконалюються методи агрометеорологічних досліджень, які базуються на основних законах землеробства, біології, фізики, інших наук у т.ч. філософії (діалектичного матеріалізму).

Методи досліджень в агрометеорології. При розв’язанні своїх завдань агрометеорологія користується як методами досліджень інших наук, так і власними. До основних методів агрометеорологічних досліджень відносять такі:

1) Метод паралельних (одночасних) спостережень за станом, ростом та розвитком рослин і метеорологічними умовами, в яких вирощуються об’єкти спостережень. Це основний метод в агрометеорологічних дослідженнях (запропонований П. І. Броуновим). За допомогою цього методу на матеріалах польових і лабораторних спостережень встановлюють кількісні та якісні зв’язки між умовами погоди і ростом, розвитком та формуванням продуктивності рослин; оцінюють вимоги рослин до основних факторів середовища (кількості тепла, світла, вологи, поживних речовин); визначають критичні значення цих факторів для різних культур, сортів тощо.

2) Метод прискорених (частіших) строків сівби, за якого рослини висівають в полі у різні строки (наприклад, через кожні 5–10 діб). Таким чином рослини різних строків сівби розвиваються у неоднакових метеорологічних умовах. У результаті дослідів навіть впродовж одного року можна отримати інформацію про вплив різних комплексів метеорологічних факторів на дослідну рослину в певній місце-

вості. Цей метод значно прискорює вивчення стійкості рослин до несприятливих явищ погоди і застосовується на ділянках одного поля або в лабораторних умовах.

3) Метод географічних посівів, при якому в різних ґрунтово-кліматичних умовах (в різних географічних пунктах) висівають дослідні рослини.

4) Метод експериментально-польовий, при якому в польових умовах за допомогою різноманітних стаціонарних та пересувних камер штучного клімату (фітотронів), теплиць та ін. регулюють температуру та вологість ґрунту, кількість світла, газовий склад повітря тощо.

5) Метод математичної статистики та моделювання дозволяє обчислювати масові матеріали спостережень і отримувати різноманітні взаємозв'язки між погодними умовами і ростом та розвитком окремих культур або тварин. За допомогою математичного апарату описують вплив агрометеорологічних умов на ріст, розвиток і формування продуктивності об'єктів сільського господарства.

6) Метод теоретичного аналізу передбачає отримання у кількісній формі виявлених теоретичним шляхом закономірностей.

7) Метод дистанційних вимірів з гелікоптерів, літаків, супутників та ін. дозволяє визначити параметри стану агрометеорологічних об'єктів на великих площах.

Поняття про погоду та клімат, та їхній вплив на сільське господарство. Погода – це стан атмосфери в деякий момент або проміжок часу над певною територією, який характеризується різною комбінацією метеорологічних елементів та явищ. Клімат – багаторічний режим погоди, що обумовлений географічним положенням місцевості.

Погодно-кліматичні умови впливають на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, якість товарної продукції, ефективність використання добрив, поширення шкідників і хвороб, строки проведення технологічних операцій, продуктивність рослин і валових зборів загалом.

Вплив метеорологічних умов вирощування на формування морфобіологічних ознак (кількісні, якісні та псевдоякісні) та господарсько-цінних характеристик сортів рослин стає актуальним для всіх суб'єктів господарювання різних форм власності. Особливо важливо це враховувати під час проведення науково-технічної експертизи сортів рослин з визначення показників відмінності, однорідності та стабільності й показників придатності сортів для поширення на території України.

Нестійкі погодні умови: зміна вологих років посушливими, теплих зим суворими, спричиняють значне варіювання результатів польової експертизи, яку проводять фахівці Українського інституту експертизи сортів рослин та його філій.

На сьогодні у багатьох областях України спостерігається доволі скрутна ситуація з одержанням сходів озимини, яка викликана як

об'єктивними, так і суб'єктивними причинами. Серед перших – тривалий бездощовий період, який не дав змоги накопичити достатню кількість вологи в ґрунті, а також доволі високі температури повітря у серпні та першій половині вересня, які зумовили інтенсивне випаровування її залишків, що ускладнило появу сходів озимих пшениці та ячменю навіть після кращих попередників. Головною суб'єктивною причиною відсутності своєчасних сходів культур озимого типу розвитку на полях є небажані, незадовільні попередники, серед яких чільне місце належить соняшнику, який фактично не залишає у ґрунті ні вологи, ні поживних речовин. Варто зазначити, що мова ведеться про незрошувані умови.

Тож аналітичне опрацювання даних польових і лабораторних досліджень має бути здійснено з урахуванням не тільки завдання оптимізації процесів та інструментів, а також у рамках їхньої модернізації відповідно до міжнародних вимог. Завдання цього етапу – вивчити сучасні джерела інформації щодо реакції сортів рослин у різних зонах вирощування за різних метеорологічних умов та їхній вплив на прояв морфологічних ознак та показників придатності для поширення (урожайність та якість товарної продукції і насіння).

Довідник оптимальних показників росту і розвитку рослин в розрізі ботанічних таксонів та зон вирощування передбачає підвищення ефективності та якості оцінювання результатів кваліфікаційної експертизи сортів рослин на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС-тест) та на придатність сорту для поширення (ПСП-тест) залежно від впливу метеорологічних умов у відповідні фенологічні фази росту та розвитку рослин за формування господарсько-цінних і морфологічних характеристик сортів рослин впродовж періоду вегетації. Для реалізації мети поставлено відповідні завдання: розробити алгоритм оцінювання впливу метеорологічних умов вирощування на формування морфологічних та господарсько-цінних характеристик сортів рослин; проаналізувати дані метеорологічних факторів впливу температурного (СРТ, СМТ, САТ, СЕТ) та водного режимів із врахуванням умов зволоження ґрунту (опад, запаси вологи в ґрунті) та біологічних особливостей сортів актуальних ботанічних таксонів впродовж періоду вегетації.

Застосування та удосконалення сучасних методів оцінювання сортів рослин є одним з найактуальніших завдань в системі кваліфікаційної експертизи в контексті програмування і прогнозування врожаю, потенційної врожайності, адаптивного потенціалу та екотипу сорту, його екологічної пластичності та адаптивності з врахуванням гідротермічного коефіцієнту умов середовища. Використання метеорологічних даних, деталізованих відповідно до фенологічних фаз росту та розвитку сорту, забезпечить підвищення об'єктивності експертизи та повноти науково-технологічної інформації щодо нового

сортів рослин. Розроблені (вдосконалені) методики та методичні вказівки мають рекомендаційний характер для селекціонерів, заявників, представників заявників, володільців патенту, власників сортів, експертів, агрономів-дослідників та суб'єктів господарювання різних форм власності.

Використання комплексного підходу, який поєднує аналіз прояву морфологічних ознак, показників придатності сортів для поширення та метеорологічних умов в розрізі фенологічних фаз росту та розвитку рослин, а також статистичне опрацювання даних на основі обраних моделей для визначених ботанічних таксонів забезпечує формування експертної джерелознавчої бази знань, яка може бути використана під час опрацювання результатів кваліфікаційної експертизи сортів рослин. Застосування та впровадження розроблених методичних рекомендацій з оцінювання нових сортів в процесі кваліфікаційної експертизи на ВОС-тест та ПСП-тест підвищить якість отриманих результатів для подальшого їхнього використання.

Довідник оптимальних ґрунтово-кліматичних умов вирощування сортів рослин та агроекологічного районування сільськогосподарських земель України буде вихідним джерелом для розроблення системи управління метеорологічними даними у сфері охорони прав на сорти рослин та може використовуватися науково-дослідними установами, селекціонерами, заявниками, їх представниками, володільцями патенту, власниками сортів, експертами, агрономами-дослідниками, закладами вищої освіти та суб'єктами господарювання різних форм власності.

Глосарій агрометеорологічних термінів

(автори: *Лещук Н. В.*, д. с.-г. н., с.н.с., УІЕСР,
Заєць С. О., д. с.-г. н., професор,
Вольвич О. В., к. геогр. н., доцент, ІКОСГ НААН)

А

Абсолютна вологість – щільність водяної пари в повітрі; практично – кількість водяної пари в грамах в 1 м³ повітря за певної температури.

Абсолютна вологість повітря – це маса водяного пару, яка міститься в одиниці об'єму або маси повітря. Вимірюється у грамах водяної пари на кубічний метр повітря (г/м³) або у грамах водяної пари на кілограм повітря (г/кг). Цей показник вказує на кількість водяної пари, яка фактично міститься в об'ємі повітря і є важливим для визначення вологості атмосфери. Абсолютна вологість визначається температурою повітря: чим тепліше повітря, тим більше водяної пари воно може утримувати. Поеднуючи абсолютну вологість та температуру, можна визначити такі параметри, як точка роси, відносна вологість та інші характеристики вологості атмосфери.

Абсолютний максимум – найбільше значення метеорологічного елементу в даній місцевості чи на всій Землі за багаторічний період спостережень.

Абсолютний мінімум – найменше значення метеорологічного елементу в даній місцевості чи на всій Землі за багаторічний період спостережень.

Агрокліматологія (від грецького *agros* – поле, *klima* – клімат, *logos* – наука) – вчення про клімат як про чинник землеробства.

Агрометеорологія – розділ метеорології, що вивчає та описує вплив різноманітних погодних чинників на вегетацію та розвиток сільськогосподарських рослин і аграрний сектор загалом.

Агromетeоролoгiчна величина – це кiлькiсний вираз показникiв або агromетeоролoгiчних ознак, що визначається внаслiдок взаємодiї атмосфери i пiдстиляючої поверхнi з об'єктами та процесами землеробства i рослинництва та одержується в результатi спостережень i агromетeоролoгiчних узагальнень. Є складовою частиною агromетeоролoгiчної iнформацiї. До узагальнених агromетeоролoгiчних величин належать середнi, оптимальнi значення, бiологiчнi екстремуми, коефiцiєнти продуктивностi, статистичнi параметри сукупностi об'єктiв, данi оцiнювання врожайностi за певних агromетeоролoгiчних умов тощо. Агromетeоролoгiчнi величини є неперервними (в певних межах можуть набувати будь-яких значень) i дискретними (змiнюються переривчасто. Наприклад, кiлькiсть рослин на 1 м² та iн).

Агromетeоролoгiчнi данi – наведенi у формалiзованому або неформалiзованому виглядi факти, явища, процеси фiзичного, морфолoгiчного, бiологiчного та iншого характеру, що сумiсно описують стан атмосфери, ґрунту, культур та iнших с.-г. об'єктiв у iх взаємозв'язку i взаємодiї, як єдиної системи. Вони є основою агromетeоролoгiчної iнформацiї, за якою складають агromетeоролoгiчнi телеграми, бюлетенi, довідки, прогнози, щорiчники, посiбники, довідники тощо.

Агromетeоролoгiчна довідка – детальний опис поточних агromетeоролoгiчних умов за певний перiод, що суттєво вплинули або впливають на сiльськогосподарське виробництво (про ушкодження культур несприятливими гiдрометeоролoгiчними явищами, поточнi погоднi умови для окремих перiодiв технологiї вирощування таких, як сiвби або збирання та iн.), iнформацiя про стан посiвiв i забезпечення iх вологою на великих площах, отримана за даними авiацiйних або наземних обстежень та iн.

Агromетeоролoгiчна мережа – система пунктiв агromетeоролoгiчних спостережень, станцiй, постiв, засобiв агromетeоролoгiчних обстежень та iн., розташована за вiдповiдними науковими засадами. Це гiдрометeоролoгiчнi та агromетeоролoгiчнi станцiї i пости.

Агromетeоролoгiчне обслуговування – забезпечення сiльськогосподарських органiзацiй, установ i окремих господарств результатами метеоролoгiчних спостережень, агromетeоролoгiчними прогнозами, iнформацiєю про умови вирощування сiльськогосподарських культур i прогнозами щодо iхньої врожайностi.

Агromетeоролoгiчний огляд – опис агromетeоролoгiчних умов за мiсяць, сезон, вегетацiйний перiод, за холодний перiод, за сiльськогосподарський рiк i iхнiй вплив на сiльськогосподарське виробництво.

Агromетeоролoгiчний прогноз – науково-обґрунтований прогноз, що висвiтлює ступiнь сприяння очiкуваної погоди зростанню врожаю с.-г. культур, проведенню с.-г. робiт, використанню тих чи тих агротехнiчних заходiв.

Агрометеорологічні спостереження – система засобів, прийомів, методів одночасного визначення ознак сільськогосподарських об'єктів (стану, росту, розвитку продуктивності, врожайності с.-г. культур, стану ґрунту, технологічних операцій тощо) з характеристиками стану атмосфери.

Агрометеорологічні умови – сукупність агрометеорологічних факторів, об'єднаних спільним різноманітним впливом на рослинні організми та інші об'єкти сільськогосподарського виробництва у визначеному місці за певний інтервал часу.

Агрометеорологічні фактори – зовнішні геосферні (метеорологічні, гідрологічні) причини або головні умови життєдіяльності (стану, росту, розвитку і продуктивності) та структури окремих сільськогосподарських об'єктів (с.-г. культур, ґрунтів, ланів, угідь); відображаються за агрометеорологічними даними.

Акліматизація – пристосування рослин, тварин і людини до нових умов зовнішнього середовища, насамперед до кліматичних умов.

Активна температура – температура повітря більша за біологічний мінімум впродовж всього періоду вегетації.

Активний вплив на атмосферу – різні впливи людини на хід атмосферних процесів: розсіювання хмар, туману, запобігання граду, послаблення заморозків тощо.

Актинометр – прилад для вимірювання прямої сонячної радіації.

Анемометр – прилад для визначення швидкості вітру.

Анеморумбометр – прилад для вимірювання напрямку та швидкості вітру.

Атмосферні опади – це форма води, яка випадає з атмосфери на земну поверхню. Можуть бути у вигляді дощу, снігу, граду, туману або інших форм водяних частинок. Опади є важливою частиною гідрологічного циклу та мають значний вплив на клімат, рослинництво, водні ресурси та інші аспекти довкілля. Атмосферні опади – вода в рідкому чи твердому стані, що випадає з хмар (дощ, мряка, сніг, мокрий сніг, крупа, град, льодяний дощ) чи безпосередньо виділяється з повітря (роса, рідкий наліт, іній, твердий наліт, паморозь).

Атмосферний тиск – один із термодинамічних параметрів стану атмосфери, який залежить від місця й часу; тиск атмосфери, який діє на всі предмети та на всіх істот, що перебувають у її середовищі, і на поверхню Землі. Атмосферний тиск виникає внаслідок ваги повітря, яке складається з суміші газів, основними складовими якої є кисень та азот. Атмосферний тиск вимірюють барометром. Одиницею вимірювання в Міжнародній системі одиниць є паскаль. Зміна атмосферного тиску взаємодіє зі змінами погоди і може викликати формування вітрів, рух повітря та інші атмосферні явища. Атмосферний тиск є важливим фактором для розуміння та прогнозування погодних умов.

Б

Баланс зволоження – різниця між кількістю опадів та випаровуванням за певний період часу. Додатний баланс зазначає надлишок вологи, від’ємний – нестачу.

Барометр – прилад для вимірювання атмосферного тиску. Найчастіше вживають ртутний барометр і aneroid.

Буря – вітер зі швидкістю 20 м/с і більше, що супроводжується значним хвилюванням на морі та руйнуванням на суходолі.

Біометричні вимірювання – підрахунок та вимірювання параметрів сортів та встановлення коду прояву ознаки, підрахунок тривалості міжфазних періодів рослин на майданчиках спостереження.

Біологічна врожайність – очікуваний кількісний показник врожайності сільськогосподарської культури, визначений перед початком збирання врожаю.

В

Вегетаційний період – період (частина) року, в якому температура в середовищі існування культурних рослин сприяє їхньому зростанню і розвитку.

Вегетація – сукупність процесів активної життєдіяльності рослин, притаманними ознаками росту і розвитку протягом їхнього вегетаційного циклу.

Вегетаційний цикл – період в онтогенезі рослин, впродовж якого агрометеорологічні умови сприяють вегетації і відтворенню одного покоління.

Випаровуваність – гранично можливе випаровування за певних умов погоди, необмежене запасами вологи. Це випаровування з водних поверхонь чи з надмірно зволоженого ґрунту.

Випаровування – відрив молекул від водної, снігової, льодової поверхні чи з рослинності, ґрунту, з крапель, звішених в атмосфері.

Вологість повітря – вміст водяної пари в повітрі, характеризується пружністю водяної пари, відносною вологістю, дефіцитом вологи, точкою роси.

Виробнича здатність моделі – здатність до цілодобової автономної роботи. Модель працює у світлі дні від сонячної батареї, в темноті – від відновлювального генератора на 12 В з відповідними датчиками. Модульна конструкція дозволяє самостійно підбирати і розширювати функції та параметри.

Відносна вологість повітря – це міра насиченості повітря водяною парою порівнюючи з його максимальною насиченістю за певної температури. Виражається у відсотках. Це важливий параметр атмосферного повітря, який визначає, наскільки насичене водяною па-

рою повітря порівняно з його максимально можливою насиченістю за певної температури. Відносна вологість визначається відношенням фактичної кількості водяної пари в повітрі до максимальної, яку повітря може утримувати за певної температури, і виражається у відсотках. Велика відносна вологість означає, що повітря містить близьку до максимальної кількість водяної пари, тоді як мала відносна вологість свідчить про те, що повітря дуже мало насичене водяною парою. Відносна вологість важлива для розуміння кліматологічних та метеорологічних умов. Відносна вологість повітря – відношення абсолютної вологості до її максимального значення при заданій температурі. При 100% відносній вологості в повітрі може відбутися конденсація водяної пари з утворенням туману, випаданням води. Температура, при якій це трапляється, називається *точкою роси*.

Відносні опади – визначають кількість опадів, що випадають протягом певного періоду часу, відносно якоїсь базової величини чи стандарту. Це вимірюється у відсотках або в інших відносних одиницях і вказує, наскільки опади за певний період відхиляються від середніх чи типових значень.

Вітер – це горизонтальний рух повітря в атмосфері. Він виникає внаслідок різниці тиску між різними областями та виправляється завдяки високій температурі на екваторі та низькій на полюсах. Вітер може мати різні швидкості та напрямки, і він є важливим елементом атмосферної циркуляції. У метеорології вітри класифікують, насамперед, за їхньою силою, тривалістю та напрямком, звідки дме вітер. Швидкість вітру може варіювати від слабкої до сильної, а його напрямок визначається впливом різних факторів, таких як тиск, температура та рельєф.

Вологість ґрунту – вміст вологи у ґрунті. Виражається у відсотках від маси сухого або від об'єму непорушеного ґрунту, а також у міліметрах водяного стовпчика. Вологість у шарі ґрунту завтовшки 10 см кількісно дорівнює запасу вологи в цьому шарі (у міліметрах водяного стовпчика), зокрема якщо в шарі до 10 см утримується 10% вологи, це відповідає шару води завтовшки 10 мм.

Вологозабезпечення посівів – агрометеорологічний показник ступеня задоволення вологопотребі рослин протягом усієї вегетації і в окремі міжфазні періоди за будь-якого значення запасів продуктивної вологи.

Вологопотреба – біологічна властивість рослин, обумовлена спадковими ознаками споживання такої кількості вологи, яка потрібна для одержання максимальної врожайності за оптимальних умов. Кількісну вологопотребу рослин визначають показниками сумарного випаровування, оптимальних запасів вологи у ґрунті або оптимальної кількості опадів за кожний міжфазний період і за весь вегетаційний цикл.

Г

Гігрометр – прилад для вимірювання вологості повітря.

Гідрометеори – синонім атмосферних опадів.

Гідрометеорологічна послуга – вид гідрометеорологічної діяльності, спрямований на залучення юридичних і фізичних осіб, як постійних клієнтів для отримання фахових, виробничих, методичних, консультаційних, наукових послуг.

Гідрометеорологічна служба – система державних органів, підприємств, установ та організацій, що забезпечують виконання комплексу робіт чи проведення спостережень, збору, обробки, передачі, зберігання і використання даних у сфері гідрометеорології, кліматології, геофізики, а також базових спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища та надання відповідної інформації.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – це відношення суми опадів (r) в мм за період із середньодобовими температурами повітря вище 10 °С до суми температур (Σ_t) за той самий час, зменшеної в 10 разів. Чим нижче показник ГТК, тим посушливіша місцевість. ГТК – це показник зволоженості території, встановлений кліматологом Селяніновим Г. Т. ГТК використовують за сільськогосподарського оцінювання клімату задля виокремлення зон з різним вологозабезпеченням для окремих груп сортів відповідних ботанічних таксонів сільськогосподарського призначення.

Град – опади, що випадають в теплу пору року з потужних купчасто-дощових хмар у вигляді частинок щільного льоду кулеподібної або неправильної форми, інколи з шипами, розміром від 0,5 до 10 см і більше. Град часто спостерігається при грозі, зазвичай разом із зливовим дощем. Випадання граду інколи може приводити до появи на земній поверхні покриву заввишки 20–50 см. Інтенсивний град може знищити посіви, інколи спостерігається загибель тварин і травмування людей. Не слід плутати град з крижаною крупю.

Д

Даталогічна модель – модель логічного рівня, являє собою відображення логічних зв'язків між елементами даних безвідносно до їхнього змісту й середовища зберігання. Ця модель будується в термінах інформаційних одиниць, припустимих у тій конкретній СУБД, у середовищі якої ми проектуємо базу даних. Етап створення даталогічної моделі називається даталогічним проектуванням.

Дефіцит вологості – різниця між пружністю насичення та фактичною пружністю повітря, визначена в мб.

Добова амплітуда – різниця між найвищим та найнижчим значеннями за добу метеорологічного елемента.

Довгохвильове випромінювання – випромінювання в діапазоні хвиль від 4 до 120 мкм (теплове випромінювання / інфрачервоне).

Дослідна ділянка (майданчик) – спеціальна ділянка для регулярних агрометеорологічних спостережень на сільськогосподарських угіддях, яка розташована на відстані не більше ніж 10–12 км від метеорологічного майданчика гідрометеорологічної станції.

Дощ – рідкі опади, що випадають з хмар у вигляді крапель діаметром від 0,5 мм і більше.

Дощомір – пристрій для збору і вимірювання кількості рідких опадів, що випали з хмар.

Е

Екстремальні значення – найбільше і найменше значення (максимум і мінімум) метеорологічного елемента в добовому або річному ході, тобто за добу або за рік.

Ефективна температура – уявна температура, яку буде відчувати людина, одягнена по сезону. Розраховується комплексно з урахуванням фактичної температури повітря, вологості і швидкості вітру.

Ефективне випромінювання – різниця між власним випромінюванням земною поверхнею і зустрічним випромінюванням, що до неї надходить з атмосфери. При ясному небі ефективне випромінювання високе, із збільшенням хмарності воно зменшується.

З

Заморозок – зниження температури повітря до від'ємних значень переважно в нічні та ранкові години на загальному фоні додатних температур.

Засуха – нестача чи відсутність опадів упродовж тривалого періоду при підвищених температурах та зниженні вологості повітря, внаслідок чого зникають запаси вологи в ґрунті.

І

Іній – шар кристалів льоду, що утворюється на горизонтальних поверхнях (ґрунті, траві, предметах) шляхом сублімації водяної пари внаслідок їх радіаційного вихолоджування до від'ємних температур. Утворюється в ясні тихі ночі.

Інфологічна модель – це модель, яка відображає інформацію про предметну область у вигляді, незалежному від СУБД, що використовується. Ця модель відображає інформаційно-логічний рівень

абстрагування, який пов'язаний з описом об'єктів предметної області, їх властивостей та взаємозв'язків.

Карта агрокліматична – карта географічна, на яку нанесено показники просторового розподілу агрокліматичних ресурсів, умов, агрокліматичних показників, небезпечних метеорологічних явищ для сільського господарства, районування території стосовно агрокліматичних особливостей вирощування сільськогосподарських культур (строків їх вегетації, умов перезимівлі озимих культур тощо).

Клімат – багаторічний режим погоди в даному місці.

Кліматотворні чинники – чинники, що визначають характер клімату: широта місця, висота над рівнем моря, розподіл суходолу та океану, орографія, льодовий, сніговий та рослинний покриви, океанічні течії.

Конденсація – процес переходу речовини з газоподібного стану в рідкий. В атмосфері конденсація відбувається при наявності ядер конденсації при зниженні температури до точки роси.

М

Максимальна температура – найвища температура повітря, ґрунту чи води впродовж певного проміжку часу: доби, місяця, року чи за багаторічний період.

Максимальний термометр – ртутний термометр, який фіксує найвищу температуру між двома термінами спостереження.

Методичні рекомендації – науковий продукт НДР, як один із видів нормативно виробничого видання, що містить сукупність науково обґрунтованих порад, побажань щодо використання гідрометеорологічної інформації під час вирішення практичних завдань агрометеорологічного забезпечення сільського господарства.

Метеорологічна станція – станція для проведення спостережень за погодою. Складається з метеомайданчика, на якому розташована більшість приладів, що фіксують метеоеlementи, і замкнутого приміщення, в якому встановлюють барометр і барограф та обробляють дані спостережень.

Метеорологія – наука про атмосферу. Основні об'єкти дослідження: склад і будова атмосфери, тепловий режим атмосфери, вологообіг, загальна циркуляція, електричні поля, оптичні й акустичні явища.

Міліметр ртутного стовпчика – одиниця атмосферного тиску, що дорівнює тиску стовпчика ртуті висотою в 1 мм при нормальній силі тяжіння (на рівні моря і широті 45°).

Мінімальна температура – найменша температура повітря, ґрунту, води, що спостерігалась в певному місці чи області протягом деякого часу: доби, місяця, року тощо.

Мінімальний термометр – спиртовий термометр для визначення найнижчої температури між двома термінами спостереження. В

капілярі термометра знаходиться легкий штифт з потовщеннями на кінцях. При зниженні температури штифт захоплюється меніском спирту, що опускається внаслідок сили поверхневого натягу. При підвищенні температури штифт залишається на місці і показує мінімальну температуру.

Н

Накопичені опади – визначають сумарну кількість опадів, які випали протягом певного періоду часу та були зафіксовані або виміряні на певній території. Це може включати весь час опадів, від початку певного сезону, місяця, року або будь-якого іншого заданого періоду.

Вимірювання накопичених опадів є важливою характеристикою для визначення водного балансу регіону, гідрологічних умов і для прогнозування можливих проблем, пов'язаних з надмірними або недостатніми кількостями опадів.

Напрямок вітру – це географічний чи геометричний показник, який вказує на точний напрямок, з якого дме та куди направлений вітер. Вимірюється в градусах або компасних пунктах відносно північного напрямку та дозволяє однозначно визначити орієнтацію вітру в атмосфері. Цей показник важливий для прогнозу погоди, а також для навігації та визначення впливу вітрових умов на різноманітні процеси та явища в природі. Виражається у градусах чи румбах.

Насичене повітря – повітря, в якому міститься насичена водяна пара, тобто водяна пара в кількості, максимально можливій за такої температури.

О

Опадомір – прилад для виміру опадів з прийнятною площею 200 см² і вітровим пелюстковим захистом.

П

Парниковий ефект – це підвищення температури приземного шару атмосфери внаслідок накопичення парникових газів. Як результат, температура повітря вища, ніж повинна бути, і це призводить до незворотних наслідків, таких як зміна клімату та глобальне потепління.

Продуктивна волога в ґрунті – це кількість вологи понад вологість стійкого в'янення, що використовують рослини для нарощування зеленої маси і формування врожаю.

Пряма сонячна радіація – короткохвильова сонячна радіація, що доходить до земної поверхні у вигляді пучка паралельних про-

менів від Сонця. Змінюється залежно від висоти знаходження Сонця над горизонтом, прозорості атмосфери та хмарності.

Психрометр – прилад для вимірювання температури і вологості повітря. Складається з двох термометрів, у одного з яких резервуар обгорнутий змоченим батистом.

Психрометрична будка – жалюзійна будка особливої конструкції, розташована на метеорологічному майданчику. В ній встановлюють психрометр, волосяний гігрометр, максимальний і мінімальний термометри чи самописні прилади.

Р

Роза вітрів – діаграма, яка показує повторюваність вітрів різних напрямків в певній місцевості (за місяць, сезон чи рік).

Роса – дрібні краплі води, що утворились на поверхні Землі і предметах в результаті конденсації за умов охолодження при нічному ефективному випромінюванні.

Реляційна база даних – це база даних, заснована на реляційній моделі даних. Слово «реляційний» походить від англ. *relation* (відношення). Для роботи з реляційними БД застосовують реляційні СУБД. Інакше кажучи, реляційна база даних — це база даних, яка сприймається користувачем як набір нормалізованих відношень різного ступеня. Реляційна база даних є сукупністю елементів даних, організованих у вигляді набору формально описаних таблиць, з яких дані можуть бути доступними або повторно зібрані багатьма різними способами без необхідності реорганізації таблиць бази даних. Використання реляційних БД було запропоноване Едгаром Коддом в 1970 році.

Реляційна модель даних – це логічна модель даних. Вперше була запропонована британським ученим співробітником компанії IBM Едгаром Франком Коддом (E. F. Codd) у 1970 році в статті «A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks». Натепер ця модель є фактичним стандартом, на який орієнтуються практично всі сучасні комерційні системи керування базами даних (СУБД). У реляційній моделі досягається вищий рівень абстракції даних, ніж в ієрархічній або мережевій.

С

Сніг – тверді атмосферні опади у вигляді льодяних кристалів, ізольованих або злиплених, що випадають із хмар.

Снігова крупа – зливовий тип атмосферних опадів, що має вигляд білих, матових, сферичних або конусоподібних частинок пухкого льоду, часто випадають разом зі снігом з купчасто-дощових хмар (Cumulonimbus) за температури повітря близько 0 °С, іноді може супроводжуватися грозою. Снігова крупа зазвичай має діаметр від 2

до 7 мм, вона розсипчаста, легко розламується пальцями і відскакує при падінні на тверду поверхню.

Снігова лінія – межа, вище якої в горах зберігається сніг, який не тане, і не перетворюється в лід.

Снігомір – прилад для визначення щільності снігу.

Сума активних температур повітря – температура повітря, більша за біологічний мінімум протягом усього періоду вегетації. Використовують для оцінювання росту і розвитку рослин та комах протягом періоду їхнього розвитку. Виділяють суму температур більшу 5 °С, 10 °С або більше біологічного мінімуму температури, необхідної для розвитку певної рослини. Цю суму підраховують як суму середньодобових температур повітря за весь період, поки ці температури перевищують визначене значення. При цьому середньодобові температури обчислюють як середнє арифметичне показань зовнішнього термометра вранці, опівдні, під кінець дня й опівночі (сума показань ділиться на чотири). Сума активних температур широко застосовується у сільському господарстві (рослинництві), вона є показником наявних ресурсів тепла і визначає можливість досягання тих або інших теплолюбних культур.

Сума ефективних температур – це сума середніх добових температур повітря, зменшених на величину біологічного мінімуму. Суми активних та ефективних температур для різних рослин неоднакові, тому що в них звичайно різні біологічні мінімуми. Наприклад, для зернових культур біологічний мінімум у початковій фазі розвитку (проростання) дорівнює 5 °С, гороху – 4 °С, кукурудзи – 10 °С, бавовнику – 13 °С (для південних сортів бавовнику – 15 °С), картоплі – 8 °С, гарбуза – 15 °С, рису – 12 °С, редиски – 3 °С. Кожна наступна фаза розвитку вимагає вищого мінімуму температур порівняно з попередньою фазою. Суми температур визначаються за даними про середню добову, середню декадну і середню місячну температуру.

Т

Температура ґрунту – це показник, який визначає тепловий стан земельного шару на певній глибині під поверхнею. Цей параметр є важливим для розуміння кліматичних, агрокліматичних та екологічних умов. Температуру ґрунту можна вимірювати на різних глибинах, таких як поверхневий шар (зазвичай до кількох сантиметрів), середній шар чи глибокий шар (декілька метрів). Це може бути важливим для визначення теплового режиму ґрунту та його впливу на різноманітні процеси, такі як ріст рослин, мікробіологічні процеси, замерзання та інші. Метеорологічні станції та дослідницькі установи вимірюють температуру ґрунту для стеження за сезонними та річними змінами в кліматичних умовах, а також для розуміння впливу цих змін на різноманітні екосистеми та господарську діяльність.

Температура повітря – один із термодинамічних параметрів стану атмосфери, кількісна величина якого вимірюється термометром у градусах Цельсія або Кельвіна.

Термограф – самописний метеорологічний прилад, призначений для неперервної реєстрації температури повітря на метеорологічних станціях.

Термометр – прилад для вимірювання температури. За принципом дії термометри діляться на: рідинні, газові, деформаційні, електричні. У метеорології для проведення основних спостережень за температурою повітря і ґрунту користуються ртутними і спиртовими термометрами.

Точка роси – це температура, при якій повітря повністю насичене вологою і починається конденсація водяної пари у вигляді краплин води або роси. Це важливий параметр для визначення вологості атмосфери. Коли повітря охолоджується до точки роси, вода, яку воно містить у вигляді водяної пари, починає конденсуватися. Це може призводити до утворення роси на трав'янистих поверхнях, утворення хмар та туману в атмосфері. Точка роси є важливим показником для визначення комфортності погодних умов.

Туман – скупчення продуктів конденсації, звішених у повітрі безпосередньо над землею поверхнею, що супроводжується зменшенням горизонтальної дальності видимості менше 1 км. Виникає внаслідок охолодження повітря від земної поверхні чи випаровування з теплої води. Туманів існує багато типів залежно від умов їх утворення – під час надходження теплого повітря на холодну підстилаючу поверхню, видіння облогових опадів, великої кількості граду тощо.

У

Ультрафіолетова радіація – це сонячна радіація з довжиною хвилі менше 0,4 мікрона, яку не сприймає око, але яка має сильний хімічний і фізіологічний вплив.

Умови погоди – характер погоди в даному місці чи районі у певний момент або проміжок часу, описаний кількісно (числовими значеннями метеорологічних елементів) чи якісно.

Ф

Фітоклімат – атмосферні умови в середовищі поширення рослин: в травостої, в кронах дерев тощо.

Фенологічні спостереження – це спостереження за ростом і розвитком рослин на відповідному етапі онтогенезу, встановлення дат настання відповідних фенологічних фаз росту і розвитку рослин. Результати заносять у фенологічний журнал або щоденник.

Х

Хмари – накопичення на певній висоті в тропосфері продуктів конденсації водяної пари (водяні хмари) чи кристалів льоду (льодяні хмари), чи тих і тих (змішані хмари).

Хмарність – ступінь вкриття неба хмарами в балах від 0 (ясно) до 10 (похмуро).

Ш

Швидкість вітру – це міра руху повітря в атмосфері. Вимірюється в певних одиницях, таких як метри за секунду (м/с), кілометри за годину (км/год), вузли, милі за годину тощо. Швидкість вітру може варіювати від слабкої (наприклад, менше 1 м/с) до дуже великої (в деяких ураганах може досягати кількох сотень км/год). Важливо враховувати, що швидкість вітру може бути зазначена для певної висоти над поверхнею (наприклад, на метеорологічних станціях) або для конкретного рівня атмосфери.

Щ

Щільність снігу – відношення об'єму води, що отримують при розтопленні певної проби снігу, взятої зі снігового покриву, до об'єму цього снігу.

В

ВВСН – міжнародна, загальноприйнята шкала фаз росту і розвитку рослин (фенологічних фаз), що вказує на якому етапі органогенезу вони знаходяться. Використовують десяткову систему коду, тобто вегетацію рослин поділяють на 10 фаз і 10 підфаз, загалом 100 фаз розвитку, де 0 – це насіння, а 99 – зріла рослина.

М

Meteotrek – прилад призначений для акумулювання, аналізу і короткотривалого прогнозування метеорологічних даних навколишнього середовища. Також електронна метеорологічна станція може передавати дані GPRS-каналом. Дані трансформуються в аналогові та цифрові сигнали, після чого направляються для опрацювання в головний блок з подальшим зберіганням на сервері. Для візуалізації та аналізу даних використовують спеціальне програмне забезпечення.

Оптимальні показники росту і розвитку сортів рослин у різних ґрунтово-кліматичних зонах вирощування

(автори: *Лещук Н. В.*, д. с.-г. н., с.н.с.,
Хоменко Т. М., к. с.-г. н., доцент, УІЕСР,
Заєць С. О., д. с.-г. н., професор,
Марченко Т. Ю., д. с.-г. н., с.н.с., ІКОСГ НААН)

Вплив метеорологічних умов вирощування на формування морфобіологічних ознак (кількісні, якісні, псевдоякісні) та господарсько-цінних характеристик сортів рослин стає актуальним для всіх суб'єктів господарювання різних форм власності. Особливо важливо його враховувати під час проведення науково-технічної експертизи сортів рослин з визначення критеріїв відмінності, однорідності та стабільності й показників придатності сортів до поширення на території України. Адже комплексна оцінка сорту, який з біологічного об'єкту трансформується в об'єкт інтелектуальної власності, має бути всебічно обґрунтована, статистично підтверджена і гарантувати споживачам його безпечний комерційний обіг у відповідних екоградієнтах вирощування.

Формалізація факту настання природного явища передбачає встановлення взаємозв'язку між фазами фенологічного розвитку сортів рослин та метеорологічними умовами вирощування. Автоматизація процесів використання повного набору метеорологічних даних у взаємозв'язку з фенологічними фазами росту і розвитку рослин відповідного ботанічного таксона дозволить об'єктивніше ідентифікувати прояв морфологічних ознак та доповнити показники придатності для поширення важливими господарсько-цінними характеристиками з врахуванням індикативних метеорологічних показників за різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування.

Перелік родів і видів, сорти яких обов'язково проходять дослідження з кваліфікаційної експертизи на дослідному полі філії Українського інституту експертизи сортів рослин включає: буряк цу-

кровий (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *altissima* Doell); горох посівний (*Pisum sativum* L.); горошок посівний (*Vicia sativa* L.); гречка їстівна (*Fagopyrum esculentum* Moench); жито посівне (*Secale cereale* L.); картопля (*Solanum tuberosum* L.); кукурудза звичайна (*Zea mays* L.); люпин (*Lupinus* L.); овес посівний і голозерний (*Avena sativa* L. & *A. Nuda* L.); просо посівне (*Panicum miliaceum* L.); пшениця (*Triticum* L.); ріпак (*Brassica napus* L. *oleifera*); соняшник однорічний (*Helianthus annuus* L.); сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor* Moench); соя культурна (*Glycine max.* (L.) Merr.); тритикале (×*Triticosecale* Witt.); ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare* L.).

1.1 Буряк цукровий (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *altissima* Doell.)

Буряк цукровий – важлива сільськогосподарська культура, яку вирощують для отримання цукру. Це дворічна рослина. Протягом першого сезону формує розетку листя і коренеплід. Урожай коренеплодів зазвичай збирають в кінці першого сезону, в іншому випадку на другий рік рослина зацвітає. Цукровий буряк росте в помірних широтах на ґрунтах із високим умістом органічної речовини в тих регіонах, де період вегетації становить від п'яти до шести місяців. Буряк цукровий – теплолюбна і жаростійка культура. Оптимальна температура росту та розвитку 20–22 °С, але фотосинтетична реакція успішно протікає і при температурі вище 40 °С. Рослини з перших днів життєдіяльності дуже вимогливі до вологоти. Хоча буряк і витрачає воду доволі економно, загальна кількість необхідної рідини для нормальної вегетації велика. Найбільша потреба у воді під час вирощування цукрового буряку відчувається у липні–серпні, коли відбувається найінтенсивніший ріст коренеплодів. Нестача води сприятиме збільшенню вмісту азоту у коренеплодах. Завдяки добре розвиненій кореневій системі цукровий буряк здатен непогано протистояти посусі. Він поглинає воду з глибини близько 2,5 метри. Цукровий буряк вимагає приблизно 1800–2000 °С суми активних температур (САТ) протягом вегетаційного періоду.

Основні етапи органогенезу буряка цукрового за ВВСН:

1. Етап проростання (00–09):

00 – стан насіння (сухе насіння);

03 – набрякання насіння;

05 – проростання насіння (початок розвитку корінця);

07 – проросток виходить із насіння;

09 – проросток на поверхні ґрунту (видно сім'ядолі).

2. Етап утворення листя (10–19):

10 – поява першої пари справжніх листків;

11–19 – розвиток листків, кожен наступний етап відповідає новій парі справжніх листків (до 9 пар).

3. Етап розетки листків (20–29):

- 21 – початок формування розетки;
- 25 – сформована розетка з 5 листків;
- 29 – максимальний розвиток розетки.

4. Етап розвитку коренеплоду (30–39):

- 30 – початковий етап формування коренеплоду;
- 35 – помітне потовщення коренеплоду;
- 39 – повністю сформований коренеплід.

5. Етап цвітіння (50–59) (якщо буряк квітує):

- 50 – початок цвітіння (утворення квіткових бруньок);
- 55 – масове цвітіння;
- 59 – кінець цвітіння.

6. Етап дозрівання (60–69):

- 60 – початок формування насіння;
- 65 – формування насіння на 50%;
- 69 – повне дозрівання насіння.

7. Етап збирання (90–99):

- 90 – початок досягання коренеплодів;
- 97 – готовність до збору врожаю;
- 99 – повне досягання, коренеплоди готові до збирання.

Ці етапи дають точне розуміння розвитку буряка цукрового протягом його життєвого циклу і використовуються для агротехнічного управління.

Розглянемо фенологічні фази росту та розвитку цукрового буряка та оптимальні умови для кожної фази.

Фенологічні фази росту та розвитку буряка цукрового:

1) Проростання. Насіння починає проростати після посіву. Оптимальна температура повітря під час проростання становить від 5 до 10 °С. Для проростання насіння цукрового буряка ґрунт має бути вологим. Оптимальний рівень вологості ґрунту становить близько 70–75% від найменшої вологості ґрунту (НВ). Проростання починається при САТ від 100 до 120 °С.

2) Сходи (емергенція). З моменту посіву насіння до появи сходів. Під час появи сходів оптимальна температура становить від 10 до 15 °С. Емергенція починається при САТ близько 150 °С. Під час появи сходів ґрунт має бути зволожений на рівні 70–75% НВ.

3) Фаза вегетативного росту. Включає початок формування листя, інтенсивне зростання та накопичення маси коренеплодів. Оптимальна температура повітря для вегетативного росту становить від 15 до 20 °С. У період вегетативного росту оптимальний рівень вологості ґрунту має становити 70–80% НВ. Фаза вегетативного росту відбувається за САТ від 300 до 800 °С.

4) Фаза бутонізації та цвітіння. Під час бутонізації та цвітіння оптимальна температура становить від 18 до 25 °С, рівень вологості

ґрунту близько 75–80% НВ. Ця фаза відбувається за САТ від 1000 до 1200 °С.

5) Фаза формування коренеплодів. Відбувається збільшення розміру та маси коренеплодів. Для оптимального формування коренеплодів температура повітря повинна становити від 18 до 24 °С. Оптимальний рівень вологості ґрунту має бути близько 60–70% НВ. Фаза формування коренеплодів розпочинається при САТ від 1400 до 1600 °С.

6) Фаза дозрівання коренеплодів. Коренеплоди накопичують цукор і досягають зрілості для збирання. Оптимальна температура для дозрівання коренеплодів становить від 18 до 24 °С. Під час дозрівання коренеплодів рівень вологості ґрунту повинен становити 70–75% НВ. Дозрівання коренеплодів настає при САТ від 1800 до 2000 °С.

1.2 Горох посівний (*Pisum sativum* L.)

Горох посівний – це однорічна рослина родини бобових (*Fabaceae*), яку вирощують для харчових і кормових потреб. Він є найбільш скоростиглою культурою серед зернових бобових. Однак, вегетаційний період може тривати від 70 до 140 днів, залежно від сорту та умов вирощування. Завдяки швидкому розвитку деяких сортів, горох можна використовувати як проміжну культуру або зайнятий пар. Як і інші бобові зі складним листям горох не виносить сім'ядолі на поверхню, що дозволяє сіяти його глибше. Це особливо важливо в умовах, коли верхній шар ґрунту швидко пересихає, а для дружних сходів необхідне швидке та рівномірне набухання насіння. Оскільки горох є самозапилюним, для насінневого вирощування просторова ізоляція не потрібна. Він здатний утворювати глибоку кореневу систему. Серед недоліків гороху – полягаюче стебло, тривалий період цвітіння та дозрівання, а також розтріскування плодів у багатьох сортів. Ці проблеми можна вирішити шляхом селекції. Період цвітіння та плодоношення є вирішальним для формування врожаю (Кириченко В. В. та інші, 2009).

Етапи органогенезу гороху посівного за шкалою ВВСН:

0. Фаза проростання

00–09 – висів насіння і початок проростання;

00 – сухе насіння;

03 – насіння набухає;

05 – корінець проривається через насінневу оболонку;

09 – поява проростка над поверхнею ґрунту.

1. Фаза формування листків

10–19 – розвиток першого справжнього листка і наступних;

10 – поява першого листка;

11–19 – розгортання листків (по одному або кілька листків одночасно).

2. Фаза розгалуження

20–29 – початок розгалуження і розвиток бічних пагонів;

21–29 – розвиток бічних пагонів на головному стеблі.

3. Фаза стеблуння

30–39 – початок витягування стебла;

30 – стебло починає видовжуватися;

39 – повністю розвинене стебло перед цвітінням.

5. Фаза бутонізації та цвітіння

50–59 – формування бутонів і початок цвітіння;

50 – поява перших бутонів;

55 – початок цвітіння (перші квітки відкриті);

59 – масове цвітіння.

6. Фаза формування плодів

60–69 – формування та розвиток плодів (стручків);

60 – зав'язування перших стручків;

69 – стручки повністю розвинені, але ще зелені.

7. Фаза наливу плодів

70–79 – дозрівання насіння;

71 – початок наливу насіння;

75 – насіння досягає молочної стиглості;

79 – насіння досягає повної стиглості.

8. Фаза дозрівання

80–89 – дозрівання стручків і насіння;

81 – початок пожовтіння стручків;

85 – повна стиглість насіння, стручки починають висихати;

89 – насіння повністю дозріло, стручки сухі.

9. Фаза старіння

90–99 – старіння рослини та завершення циклу;

97 – рослина починає відмирати;

99 – повне висихання і завершення вегетації.

Фенологічні фази росту та розвитку гороху:

1) Сходи (емергенція). Це період від появи перших сходів до повної емергенції всіх рослин. Під час цієї фази рослини виростають і починають активно розвиватися. У цій фазі оптимальна температура повітря зазвичай знаходиться у діапазоні від 10 до 20 °С. Тепле, але не надто гаряче середовище сприяє проростанню насіння та розвитку молодих сходів. Оптимальна вологість на цій стадії є близькою до 70–80% НВ. У цій фазі ґрунт повинен бути достатньо вологим, щоб сприяти проростанню насіння та початковому росту сходів. Оптимальна САТ може бути близько 50–100 °С.

2) Фаза розвитку рослин. У цей період рослина формує свою структуру, включаючи стебло, листя та коріння. Відбувається активний ріст і розвиток. Оптимальна температура повітря для цієї фази може бути приблизно від 15 до 25 °С. Рослина активно росте,

тому потребує тепла, але не до такої міри, щоб спричиняти стрес. Під час цього періоду рослина активно росте і формує свою структуру. Оптимальна вологість ґрунту може залишатися на рівні близько 60–70% НВ. У цей період САТ може бути в діапазоні від 200 до 400 °С.

3) Фаза бутонізації. Рослина готується до цвітіння, формуючи бутони, що призводить до формування квіток. Температура повітря під час цієї фази може залишатися на рівні близько 15–20 °С. У цю фазу важливо, щоб ґрунт був достатньо вологим, щоб забезпечити правильний розвиток бутонів. Оптимальна вологість може залишатися на рівні близько 60–70% НВ. Оптимальна САТ може бути близько 300–500 °С.

4) Фаза цвітіння. У цей період рослина формує квітки, які пізніше запилюються. Оптимальна температура повітря для цвітіння також може бути приблизно від 15 до 20 °С. А оптимальна вологість ґрунту має залишатися на рівні близько 60–70% НВ. У цю фазу САТ може змінюватися від 400 до 600 °С.

5) Фаза формування бобів. Після запилення квіток формуються боби, які мають насінини. Оптимальна температура може залишатися на рівні близько 15–20 °С. У цю фазу рослини потребують достатньої вологи для росту та розвитку. Оптимальна вологість може залишатися на рівні 60–70% НВ. САТ може змінюватися від 450 до 640 °С.

6) Фаза достигання бобів. Боби готові до збирання для споживання або використання як насіння. САТ може змінюватися від 500 до 700 °С.

1.3 Горошок посівний (*Vicia sativa* L.)

Горошок посівний – одна з найпоширеніших однорічних бобових трав. Іноді культивується на зерно, найчастіше – для одержання зеленої маси, яку використовують на зелений корм, силос або сіно. Ріст і розвиток краще протікають у травосумішах (Демидась Г. І. та інші, 2013).

Горошок посівний – рослина довгого дня, тому у північних районах ріст і розвиток її прискорюються. Це рослина помірного клімату, вологолюбна і холодостійка. Вегетаційний період залежно від сорту та умов вирощування триває від 75 до 130 діб.

Ріст і розвиток рослин це процеси, які викликані біологічними і морфологічними змінами в рослині, що відбуваються під впливом певних факторів. Для росту, розвитку та формування врожаю рослинам потрібні світло, тепло (космічні фактори), повітря, вода і поживні речовини (земні фактори), які визначають напрямок та інтенсивність всіх життєвих процесів в рослинах (Андронакі А. Б., 2019).

Достигання насіння горошку посівного залежно від особливостей сорту та погодних умов продовжується від 25 до 50 днів і більше (Андронакі А. Б., 2019).

Для оптимального росту та розвитку рослин необхідно:

Сума активних температур вище 5 °С	2600–2700
Сума позитивних температур вище 5 °С	2600–3000
Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)	1,4–1,6
Сума опадів за період із середньодобовою температурою повітря 10 °С, мм	400–500
Сума опадів за рік, мм	570–690
Тривалість періоду активних (вище 10 °С) середньодобових температур, дів	155–160
Тривалість вегетаційного періоду (середня добова температура вище 5 °С), дів	213–215

Тривалість вегетаційного періоду вики ярої залежить від сорту, гідротермічних умов року, норми висіву насіння, технологічних прийомів вирощування і може змінюватись від 70 до 140 днів. У кормовиробництві використовують такі фенологічні фази росту горошку посівного: проростання; сходи; стеблування; гілкування (галуження); бутонізація; цвітіння; формування (утворення плодів); досягання плодів і насіння.

Етапи органогенезу горошку посівного за шкалою ВВСН.

Охоплюють основні фази розвитку рослини, від проростання насіння до повного дозрівання.

Основна стадія росту 0: Проростання

- 00 – суха насінина;
- 01 – початок бубнявіння насінини;
- 03 – завершення бубнявіння насінини;
- 05 – вихід корінця з насінини;
- 07 – розтріскування насінневої шкірки;
- 08 – гіпокотиль видно над поверхнею ґрунту (гіпокотиль у стані «ключки»);

- 09 – поява гіпокотилу на поверхні ґрунту.

Основна стадія росту 1: Розвиток листка

- 10 – пара лускових листків помітна;
- 11 – перший справжній листок розгорнувся;
- 12 – два листки розгорнулося;
- 13 – три листки розгорнулося;
- 1. – безперервні етапи до ...;
- 19 – дев'ять і більше листків розгорнулося.

Основна стадія росту 3: Видовження стебла (головний пагін)

- 30 – початок видовження стебла;
- 31 – перше видовжене міжвузля помітно;
- 32 – два видовжених міжвузля помітно;
- 33 – три видовжених міжвузля помітно;
- 3. – безперервні етапи до ...;
- 39 – дев'ять і більше видовжених міжвузлів помітно.

Основна стадія росту 5: Поява суцвіття

- 51 – наявні перші квіткові пуп'янки, помітні серед листків;

55 – перші окремі пуп'янки з'явилися серед листків, але все ще закриті;

59 – видно перші пелюстки, квітки все ще закриті.

Основна стадія росту 6: Цвітіння

60 – перші квітки розкриті (подекуди серед рослин);

61 – початок цвітіння: 10% квіток розкриті;

62 – 20% квіток розкриті;

63 – 30% квіток розкриті;

64 – 40% квіток розкриті;

65 – повне цвітіння: 50% квіток розкриті;

67 – зниження інтенсивності цвітіння;

69 – кінець цвітіння.

Основна стадія росту 7: Розвиток плоду

71 – 10% бобів досягли типової довжини;

72 – 20% бобів досягли типової довжини;

73 – 30% бобів досягли типової довжини;

74 – 40% бобів досягли типової довжини;

75 – 50% бобів досягли типової довжини;

76 – 60% бобів досягли типової довжини;

77 – 70% бобів досягли типової довжини;

79 – боби досягли типового розміру (зеленої стиглості), насінини повністю сформовані.

Основна стадія росту 8: Достигання плодів і насіння

81 – 10% стиглих бобів, насіння кінцевого забарвлення, сухе й тверде;

82 – 20% стиглих бобів, насіння кінцевого забарвлення, сухе й тверде;

83 – 30% стиглих бобів, насіння кінцевого забарвлення, сухе й тверде;

84 – 40% стиглих бобів, насіння кінцевого забарвлення, сухе й тверде;

85 – 50% стиглих бобів, насіння кінцевого забарвлення, сухе й тверде;

86 – 60% стиглих бобів, насіння кінцевого забарвлення, сухе й тверде;

87 – 70% стиглих бобів, насіння кінцевого забарвлення, сухе й тверде;

88 – 80% стиглих бобів, насіння кінцевого забарвлення, сухе й тверде;

89 – повне досягання: усі боби сухі та коричневі. Насіння сухе й тверде (сухе і стигле).

Основна стадія росту 9: Старіння

97 – рослини відмерлі та сухі;

99 – збирання продукту.

1.4 Гречка їстівна (*Fagopyrum esculentum* Moench)

Гречка їстівна – це важлива зернова культура, що широко вирощується у багатьох країнах світу, особливо в Азії та Східній Європі. Гречка відома своїм високим вмістом білка, мінералів і вітамінів. Вона є цінним джерелом їжі і використовується для приготування різних страв. Загалом, гречка їстівна віддає перевагу помірно теплим температурам, і стабільні значення температури в діапазоні від 20 до 25 °C

сприяють її здоровому розвитку та підвищенню врожайності. Важливо стежити за рівнем вологості ґрунту протягом усього періоду росту та розвитку гречки їстівної, оскільки нестача або надлишок води може негативно вплинути на врожайність (Полторецький С. П., 2018).

Гречка зазвичай вимагає приблизно 1200–1400 °С суми активних температур (середньоденна температура вище 10 °С) для повного розвитку від сходів до дозрівання. Ці показники можуть варіювати залежно від сорту гречки та конкретних умов вирощування.

Етапи органогенезу гречки їстівної за шкалою ВВСН.

Охоплюють основні фази розвитку рослини, від проростання насіння до повного дозрівання.

0 – Фаза проростання:

00: насіння сухе;

01: початок набубнявіння насіння;

03: помітний корінець;

05: проростання – поява первинного корінця;

07: гіпокотиль або епикотиль виходить на поверхню ґрунту;

09: проросток повністю виходить на поверхню.

1 – Фаза утворення листків (розвиток листків):

10: сім'ядолі розкриті;

11: перший справжній листок розкритий;

12–19: послідовне утворення справжніх листків. Кожна цифра після 1 вказує на кількість розвинених листків.

2 – Фаза утворення бічних пагонів:

21: початок утворення бічних пагонів;

22–29: розвиток бічних пагонів. Число після 2 вказує на кількість бічних пагонів.

3 – Фаза бутонізації (утворення бутонів):

30: початок формування генеративних органів (перший бутон);

31–39: розвиток бутонів і підготовка до цвітіння.

5 – Фаза цвітіння:

50: початок розпускання перших квіток;

51–59: послідовне цвітіння. Квітки розпускаються поступово, з різною інтенсивністю.

6 – Фаза утворення плодів (формування плодів):

60: початок утворення перших плодів (насіннєві зачатки);

61–69: плоди продовжують розвиватися і дозрівають.

7 – Фаза дозрівання плодів:

70: початок дозрівання плодів;

71–79: поступове дозрівання насіння, розвиток закінчується, насіння стає твердішим і набуває характерного забарвлення.

8 – Фаза старіння (припинення росту):

80–89: плоди повністю дозріли, рослина поступово відмирає, завершуючи свій життєвий цикл.

Шкала ВВСН допомагає точно фіксувати критичні етапи розвитку гречки їстівної і керувати агротехнічними заходами на всіх стадіях розвитку рослин.

Фенологічні фази росту та розвитку гречки:

1) Сходи (емергенція). Фаза починається після посіву гречки і триває до появи перших сходів. Оптимальна температура повітря для сходів становить близько 15–20 °С. У період сходів ґрунт має бути добре зволожений, але не надто мокрим. Вологість ґрунту повинна бути в межах 60–80% НВ. Орієнтовне значення суми активних температур для цієї фази розвитку гречки приблизно 120–150 °С.

2) Фаза розвитку рослин. Включає період від появи сходів до цвітіння, коли відбувається формування листків та стебел. Під час росту рослин оптимальна температура повітря становить від 20 до 25 °С. У цей період гречка потребує стабільної вологи, близько 50–70% НВ. Ця фаза вимагає близько 250–300 °С.

3) Фаза бутонізації. Рослина починає формувати бутони, які незабаром розквітнуть. Оптимальна температура повітря в цей період становить від 15 до 25 °С. Вологість ґрунту повинна бути достатньою для підтримання розвитку рослини, близько 60–80% НВ. Потребує САТ близько 100–150 °С.

4) Фаза цвітіння. Цвітіння гречки зазвичай триває близько 25–30 діб, протягом яких рослина формує багато дрібних квіток. Для успішного цвітіння гречки оптимальна температура повітря становить близько 15–25 °С. Під час цвітіння гречка потребує стабільної вологості, близько 60–80% НВ. На цій фазі САТ має бути 200–300 °С.

5) Фаза плодоношення. Після цвітіння гречка починає формувати плоди, які поступово дозрівають. У цій фазі оптимальна температура повітря становить від 15 до 25 °С. Вологість ґрунту повинна бути близько 50–70% НВ. САТ має становити приблизно 150–200 °С.

6) Фаза достигання. Остання фаза, під час якої плоди (гречки) дозрівають і стають готовими до збирання. Вологість ґрунту має становити близько 50–70% НВ. Ця фаза вимагає САТ близько 200–250 °С.

1.5 Жито посівне (*Secale cereale* L.)

Жито посівне – однорічна рослина з родини злакових (*Poaceae* або *Graminea*). Воно відоме своїм високим вмістом білка та відмінними властивостями, які зробили його популярним як культури для харчування тварин, так і для виробництва хліба в деяких регіонах. Жито досить стійке до низьких температур та може вирощуватися в різних кліматичних умовах. Оптимальна температура повітря для росту та розвитку жита посівного може варіювати залежно від фази росту рослини. Однак загальною тенденцією є те, що жито посівне краще зростає при прохолодних умовах, особливо на початкових ста-

діях розвитку. Вологість ґрунту важлива для забезпечення належних умов росту і розвитку.

Етапи органогенезу жита посівного за шкалою ВВСН включають основні фази розвитку рослини від проростання до дозрівання зерна.

Фаза проростання:

00: насіння сухе;

01: початок набухання насіння;

03: з'являється корінець (проростання);

05: проростання продовжується, з'являються перші корені;

07: проросток виходить на поверхню ґрунту;

09: проросток повністю над поверхнею, з'являються перші листки.

Фаза появи листків:

10: перший листок повністю розгорнутий;

11–19: послідовне утворення справжніх листків (число після 1 вказує на кількість листків, наприклад, 11 – 1 листок, 12 – 2 листки тощо).

Фаза кущіння:

21: початок кущіння, утворення перших бічних пагонів;

22–29: подальший розвиток кущіння, утворення додаткових пагонів.

Фаза подовження стебла:

30: початок подовження стебла (вихід першого вузла);

31: вихід першого вузла;

32–39: вихід наступних вузлів стебла, ріст рослини у висоту.

Фаза виходу в трубку:

41: початок формування стебла, виділяється колос;

45: видно основну частину колоса, але він ще закритий;

49: колос майже повністю сформований, готовий до виходу.

Фаза виходу колоса:

51: початок виходу колоса з піхви останнього листка;

55: половина колоса вийшла з піхви;

59: колос повністю вийшов з піхви, але квітки ще не відкриті.

Фаза цвітіння:

60: початок цвітіння, перші квітки відкриваються;

61–69: послідовне цвітіння колоса згори донизу або із середини до кінців.

Фаза наливу зерна:

71: початок наливу зерна (зерно водянисте, прозоре);

73: зерно молочної стиглості (молочна стадія);

75: зерно воскової стиглості (зерно починає тверднути, але ще не повністю);

77: зерно майже тверде, але ще злегка деформується при натисканні;

79: зерно повністю затверділо, готове до збирання.

Фаза дозрівання:

81: початок фізіологічної стиглості, зерно досягає повного розміру;

85: зерно повністю достигле, містить мінімум вологи, рослина починає відмирати;

89: повна зрілість, колос сухий, зерно готове до збирання.

Фаза старіння:

91–99: рослина повністю відмирає, цикл завершено, зерно знаходиться в стані зберігання.

Ці фази за шкалою ВВСН допомагають фіксувати кожний етап розвитку жита для прийняття оптимальних агротехнічних рішень, таких як внесення добрив, захист рослин і визначення часу збирання врожаю.

Фенологічні фази росту та розвитку жита посівного подібні до фенофаз інших злакових культур. Основні з них включають:

1) Сходи (емергенція). Початкова фаза, коли насіння проростає та з'являються перші сходи. Оптимальна температура для емергенції насіння та початкового росту сходів зазвичай знаходиться в діапазоні від 5 до 12 °C. Жито може витримувати навіть нижчі температури, але оптимальні умови – прохолодна погода без морозів. На початковій стадії росту вологість ґрунту повинна бути достатньою для забезпечення проростання насіння та розвитку сходів. Оптимальний рівень вологості може бути приблизно 70–80% НВ. САТ розраховується від моменту посіву до емергенції сходів. Оптимальне значення САТ для цієї фази зазвичай становить від 100 до 150 градусів денних температур.

2) Фаза розвитку рослин. У цей період рослина формує листки та розвиває кореневу систему. На початкових стадіях росту оптимальна температура повітря зазвичай становить близько 15–20 °C. Рослина продовжує рости і розвиватися при таких прохолодних умовах. На цій стадії росту вологість ґрунту також має залишатися на рівні близько 70–80% НВ, щоб забезпечити належне зростання та розвиток кореневої системи рослини. САТ для цієї фази рахується від емергенції до початку формування колосків. Зазвичай оптимальне значення САТ коливається в межах від 400 до 600 градусів денних температур.

3) Фаза колосіння. На цій стадії формуються колоски, на яких у подальшому розвиватимуться насінини. Оптимальна температура під час цієї фази зазвичай коливається в межах 20–30 °C. Це сприяє нормальному формуванню колосків і запобігає стресові від надмірної спеки. У цей період вологість ґрунту може бути трохи вищою, близько 80–90% НВ, оскільки активно розвиваються колоски та стебла. САТ визначається від початку формування колосків до їх повного розвитку. Оптимальне значення САТ для цієї фази може бути приблизно від 400 до 600 градусів денних температур.

4) Фаза цвітіння. На колосках розвиваються квітки. У цій фазі розвитку жито посівне також потребує прохолодних умов і оптимальною може бути температура близько 15–20 °C. Вологість ґрун-

ту також важлива для забезпечення нормального процесу цвітіння та запилення. Оптимальний рівень вологості може бути приблизно 80–90% НВ. САТ розраховується від початку цвітіння до завершення запилення. Для цієї фази оптимальне значення САТ також може бути в межах від 400 до 600 градусів денних температур.

5) Фаза досягання. Насіння дозріває, змінюючи колір та структуру, та готується до збирання. На останніх етапах розвитку оптимальна температура може підвищитися до 20–25 °С, але жито все ще добре розвиватиметься й за прохолодних умов. На останніх етапах розвитку вологість ґрунту може зменшуватися до 60–70% НВ, оскільки це допоможе запобігти розкладанню насіння та зберегти його якості під час дозрівання. САТ визначається від початку фази дозрівання насіння до збирання врожаю. Оптимальне значення САТ для цієї фази може бути в межах від 400 до 600 градусів денних температур.

1.6 Картопля (*Solanum tuberosum* L.)

Картопля є однією з найважливіших продовольчих культур у світі. Вона широко вирощується для отримання їстівних бульб, які є багатими на крохмаль і можуть бути використані в різноманітних стравах. Картопля найкраще росте на добре дренованих, пухких ґрунтах з нейтральним або слабколужним рН (близько 6,0–7,0), потребує повного сонячного світла для оптимального росту та розвитку рослин (Льчук Р. В., 2011).

Регулярний полив є важливим для росту картоплі, особливо під час формування бульб. Важливо забезпечити рівномірний полив, уникаючи перезволоження. Оптимальна температура для росту картоплі становить від 15 до 25 °С. Картопля потребує добрив з достатньою кількістю фосфору, калію та азоту. Рослини досить вразливі до різних шкідників і хвороб (Каленська С. М. та інші, 2012). Своєчасний моніторинг та обробка допомагають зберегти рослини здоровими. Дотримання правильних агротехнічних заходів та догляду за картоплею сприяє максимальній продуктивності врожаю та високій якості бульб.

Етапи органогенезу *Solanum tuberosum* L. за шкалою ВВСН включають усі фази розвитку від проростання до дозрівання бульб.

Фаза проростання:

00: бульби спокійні (фаза спокою);

01: початок проростання, вічка починають набухати;

03: початок формування паростків на бульбах;

05: паростки подовжуються;

07: паростки досягають довжини, при якій видно зачатки листків;

09: проросток виходить на поверхню ґрунту.

Фаза розвитку листків (розвиток вегетативних органів):

10: проросток з'являється над поверхнею ґрунту;

11: перший листок розгорнутий;
12–19: послідовне розгортання справжніх листків. Цифри після 1 вказують на кількість розгорнутих листків (12 – 2 листки, 13 – 3 листки і так далі).

Фаза утворення бічних пагонів:

21–29: формування та розвиток бічних пагонів, галуження.

Фаза подовження стебла:

31: початок інтенсивного подовження стебла;

32–39: стебло активно подовжується, ріст надземної частини.

Фаза бутонізації (утворення бутонів):

50: перші квіткові бутони видимі;

51–59: розвиток і ріст бутонів.

Фаза цвітіння:

60: початок цвітіння (перша квітка відкрита);

61–69: інтенсивне цвітіння, формування насіння (якщо утворюється).

Фаза утворення бульб:

70: початок утворення бульб (бульби досягають діаметра 10 мм);

71: інтенсивний ріст бульб;

73: розвиток більшої кількості бульб;

79: завершення росту бульб.

Фаза дозрівання бульб:

80: початок дозрівання бульб (шкірка стає міцнішою);

81–89: повне дозрівання бульб, рослина поступово відмирає, листя жовтіє.

Фаза старіння:

90: надземна частина повністю відмирає;

91–99: період спокою бульб, які готові до збирання та зберігання.

Шкала ВВСН картоплі дозволяє точно оцінювати стан розвитку рослини і керувати важливими агротехнічними процесами, такими як внесення добрив, захист від шкідників і збирання врожаю.

Фенологічні фази росту та розвитку картоплі:

1) Проростання. Садивний матеріал (бульби) проростає у ґрунті, формуючи пагони. Ця фаза триває близько 10–20 діб після садіння залежно від температури ґрунту. Оптимальна температура повітря для проростання картоплі становить 7–10 °С. Під час проростання насіння ґрунт має бути добре зволожений, але без надмірного перезволоження. Оптимальний рівень вологості ґрунту становить 70–80% НВ. Оптимальна САТ для проростання картоплі становить приблизно 100–150 °С.

2) Сходи (емергенція). Після проростання пагони картоплі з'являються над землею, формуючи сходи. Під час появи сходів оптимальна температура повітря становить 10–15 °С. Це сприяє рівномірному та швидкому зростанню сходів. Під час появи сходів ґрунт має бути зволожений на рівні 60–70% НВ. Це сприяє гарному роз-

витку рослин. Оптимальна САТ для емергенції картоплі становить приблизно 150–200 °С.

3) Фаза вегетативного росту. Рослина активно росте, розвиваючи листя та стебла, а також кореневу систему. У цій фазі картопля потребує температури від 15 до 20 °С для оптимального росту та розвитку листків та стебел. У цій фазі необхідно підтримувати вологість ґрунту на рівні 60–70% НВ, що сприяє інтенсивному росту рослини. Оптимальна САТ для вегетативного росту картоплі становить приблизно 300–500 °С.

4) Фаза бутонізації та цвітіння. Картопля може цвісти, але цвітіння не є необхідним для формування бульб. У цій фазі рослина інтенсивно розвиває бульби. Оптимальна температура повітря під час цієї фази – від 15 до 20 °С. Вона сприяє формуванню бутонів і цвітінню. Оптимальна САТ для бутонізації та цвітіння картоплі становить приблизно 500–600 °С.

5) Фаза утворення бульб. Рослина формує бульби, які починають збільшуватися в розмірі. Ця фаза є важливою для майбутнього врожаю. Оптимальна температура для формування бульб становить 16–22 °С. Важливо уникати високих температур, оскільки це може негативно вплинути на формування та якість бульб. У цій фазі необхідно підтримувати стабільну вологість ґрунту на рівні 70–80% НВ. Оптимальна САТ для формування бульб картоплі становить приблизно 700–800 °С.

6) Фаза досягання бульб. Бульби продовжують дозрівати під землею. В'янення рослин може бути ознакою того, що бульби дозріли. У фазі дозрівання бульб оптимальною є температура 15–18 °С. Вона сприяє правильному досягання і забезпечує високу якість врожаю. Під час дозрівання бульб вологість ґрунту має бути на рівні 50–60% НВ. Такий відсоток вологості запобігає їх гниттю. Оптимальна САТ для дозрівання бульб картоплі становить приблизно 900–1000 °С.

Збирають бульби картоплі у суху погоду, щоб забезпечити хорошу якість зберігання.

1.7 Кукурудза звичайна (*Zea mays* L.)

Кукурудза звичайна є однорічною трав'янистою рослиною з родини тонконогових (*Poaceae*). Вона є однією з найважливіших культурних рослин у світі і широко застосовується як у харчовій, так і технічній сферах. Основний чинник, який визначає швидкість проростання – температура ґрунту в 10-сантиметровому шарі. Для більшості гібридів нижня межа температури, за якої починаються ростові процеси (тобто можливе проростання), становить 8–10 °С. При середньодобовій температурі ґрунту близько 13 °С сходи з'являються через 20 діб після посіву, при 15 °С – через 10, а при 19 °С – через 6–7. Досвід показує, що оптимально кукурудзу слід починати сіяти при настанні

середньодобової температури 13 °С. За швидкого наростання тепла це зумовлює появу сходів уже через 11–12 діб.

Мінімальна температура для сходів становить 10 °С, тоді як більш дружні сходи відзначають за 22–24 °С. Необхідно враховувати, що отримання сходів залежить також від різновиду кукурудзи. Кукурудза відноситься до тепло- і вологолюбних культур. Оптимальними строками сівби у центральній частині Лісостепової зони є початок другої-третьої декади квітня, у Степу – середина першої-друга декада квітня.

Етапи органогенезу кукурудзи звичайної за шкалою ВВСН охоплюють фази розвитку від проростання насіння до дозрівання зерна. Ця шкала допомагає відслідковувати розвиток рослини і приймати відповідні агротехнічні рішення.

Основні етапи за шкалою ВВСН:

0 – Проростання:

00: насіння сухе;

01: початок набухання насіння (всмоктування води);

03: видимий корінець (проростання);

05: паросток з'являється;

07: початок розвитку першого кореня, стебло продовжує рости;

09: паросток виходить на поверхню ґрунту.

1 – Паросток:

10: паросток виходить із ґрунту (колеоптиль над поверхнею);

11: перший справжній листок розкривається;

12–19: послідовне утворення листків, кожна цифра вказує на кількість розвинених листків (наприклад, 12 – два листки, 13 – три листки..., 19 – більше 9 листків).

2 – Формування бічних пагонів:

20: початок розвитку бічних пагонів (для деяких сортів кукурудзи);

21–29: формування бічних пагонів (якщо наявні).

3 – Видовження стебла:

30: початок інтенсивного росту стебла;

31: стебло починає видовжуватися, перший вузол видимий;

32–39: подовження стебла, розвиток вузлів та міжвузлів.

5 – Формування генеративних органів:

51: початок викидання волоті з піхви останнього листка;

55: половина волоті вийшла з піхви;

59: волоть повністю вийшла.

6 – Цвітіння і шовкування:

61: початок цвітіння (перше запилення на волоті);

63: початок формування маточкових ниток на качані (шовкові нитки з'являються);

65–69: інтенсивне цвітіння та запилення, розвинені маточкові нитки на качані.

7 – Налив зерна і досягання:

71: початок формування зерна (зерно водянисте, прозоре);

73: молочна стиглість, зерно молочного кольору;

75: початок воскової стиглості, зерно починає тверднути;

77: воскова стиглість, зерно тверде, але ще не повністю сухе;

79: зерно майже тверде, завершується формування.

8 – Дозрівання зерна:

81: початок фізіологічної стиглості, зерно повністю сформоване;

83: зерно поступово висихає;

85: повне дозрівання, зерно тверде, готове до збирання;

89: зерно повністю сухе, готове до збирання.

9 – Старіння (період спокою):

91–99: старіння рослини, завершення життєвого циклу, стебла та листки повністю відмирають.

Фенологічні фази росту та розвитку кукурудзи звичайної:

1) Сходи (емергенція). Це період після сівби, коли насіння кукурудзи проростає і з'являються перші сходи. Оптимальна температура для емергенції кукурудзи становить 20–30 °С. Вища температура може сприяти швидшому проростанню, а нижча – затримати цей процес. У період емергенції, коли проростає насіння, оптимальна вологість ґрунту повинна бути високою, зазвичай 60–70% НВ, щоб забезпечити проростання насіння та розвиток молодих сходів. Оптимальна САТ для цієї фази може бути в межах 100–150 градусів денних температур над пороговим рівнем, який становить 10–12 °С.

2) Фаза формування габітусу. Протягом цієї фази кукурудза активно росте, формуючи листя та стебло. У цей період оптимальна температура коливається від 20 до 30 °С. Високі температури можуть сприяти швидшому росту рослини, але при надмірному теплі можуть виникнути стресові умови. На цій стадії оптимальна вологість ґрунту повинна бути 60–80% НВ, щоб забезпечити рослині достатню кількість води для активного росту листя і стебла. САТ для цієї фази повинно бути від 300 до 500 градусів денних температур над пороговим рівнем.

3) Формування волоті і качанів. На цій стадії утворюються генеративні органи (волоть і качани). Оптимальна температура для їх формування становить 20–30 °С. У цей період рослина активно розвиває стебло, бокові пагони, волоть і качани. Оптимальна вологість ґрунту може залишатися на рівні 70–80% НВ для забезпечення нормального запилення і запліднення. Оптимальна САТ на цій стадії становить 400–600 градусів денних температур над пороговим рівнем.

4) Запилення. Це період, коли пилок з чоловічих квіток потрапляє на зав'язі жіночих, що призводить до формування насіння. Оптимальна температура для фази запилення знаходиться в межах 20–30 °С. Під час запилення оптимальна вологість ґрунту залишається важливою, оскільки вона впливає на успішність запилення

квіток. Вологість може залишатися на рівні 70–80% НВ. САТ для цієї фази повинно бути від 300 до 500 градусів денних температур над пороговим рівнем.

5) Достигання і дозрівання зернівок. Зернівки поступово дозрівають, змінюючи колір та структуру. Цей процес супроводжується засиханням рослини. Під час дозрівання зернівок оптимальна температура може бути нижчою – 20–25 °С. Висока температура під час цієї фази може призвести до стресу для рослини та вплинути на якість і врожайність. Оптимальною є вологість ґрунту на рівні 50–60% НВ, оскільки надмірна волога може призвести до розкладання насіння чи розвитку гнилі. Оптимальна САТ під час дозрівання зернівок становить 400–600 градусів денних температур над пороговим рівнем.

1.8 Люпин (*Lupinus L.*)

Люпин є родом квіткових рослин, що належить до родини бобових (*Fabaceae*). Люпини – це одно- або багаторічні трав'янисті рослини. Вони поширені в квітникарстві як декоративні і в сільському господарстві як кормові культури. Вирощування люпину має низку особливостей, оскільки ця культура відноситься до бобових і може рости на різних ґрунтах, навіть бідних на поживні речовини. Він добре росте на слабокислих і кислих ґрунтах (рН 5–6). Нейтральні або лужні ґрунти не підходять, оскільки в таких умовах порушується симбіоз з азотфіксуючими бактеріями. Перед сівбою проводять оранку або глибоке розпушування, щоб забезпечити аерацію ґрунту. Оптимальний період для сівби – рання весна. Люпин – холодостійка культура, його можна висівати, коли ґрунт прогріється до 6–8 °С, оптимальна температура для росту становить від 15 до 25 °С (Голодна А. В. та інші, 2014).

Люпин досить посухостійкий, проте на стадії цвітіння та утворення бобів важливо забезпечити достатню кількість вологи (Мазур В. А. та інші, 2018).

Основні етапи органогенезу люпину за шкалою ВВСН:

0. Фаза проростання (00–09)

- 00: насіння сухе;
- 01: початок набухання насіння, вбирання вологи;
- 03: завершення набухання насіння;
- 05: проростання, поява кореневого зародка;
- 07: корінь починає активно рости;
- 09: проросток проривається через поверхню ґрунту (повне проростання).

1. Фаза утворення сходів (10–19)

- 10: поява першого сім'ядольного листочка (сходи);
- 11: поява другого сім'ядольного листочка;
- 13: поява першого справжнього листочка;
- 15: поява двох-трьох справжніх листків;

19: сходи сформовані, рослина має п'ять або більше справжніх листків.

2. Фаза розростання листкової маси (20–29)

21: поява першого трійчастого листка;

25: поява п'яти трійчастих листків;

29: поява дев'яти або більше трійчастих листків (розростання листкової маси).

3. Фаза бутонізації (30–39)

31: початок розтягування стебла;

35: рослина починає утворювати бутони, але вони ще не помітні;

39: бутонізація завершена, добре помітні бутони.

5. Фаза цвітіння (50–59)

51: початок цвітіння – перші квітки розкриваються;

55: інтенсивне цвітіння – близько половини квіток розкриті;

59: завершення цвітіння – більшість квіток відцвіли, деякі залишаються.

6. Фаза формування бобів (60–69)

61: початок утворення бобів – перші боби видно на нижніх суцвіттях;

65: половина бобів сформовані;

69: завершення формування бобів – усі боби сформовані.

7. Фаза наливання насіння (70–79)

71: початок наливання насіння в бобах;

75: половина бобів має насіння, що набирає масу;

79: насіння в більшості бобів налите, але ще не дозріле.

8. Фаза дозрівання (80–89)

81: початок дозрівання – боби починають жовтіти;

85: половина бобів жовтіє, насіння досягає повної маси;

89: повне дозрівання – боби сухі, насіння готове до збирання.

9. Фаза збирання врожаю (90–99)

91: початок збирання – перші боби готові до збирання;

95: більшість бобів дозріли, насіння сухе;

99: збирання врожаю завершено, рослина готова до завершення вегетації.

Фенологічні фази росту та розвитку люпину:

1) Проростання. Люпин проростає з насіння. Насіння може проростати при помірних температурах, зазвичай від 5 до 15 °С. Оптимальна температура для проростання насіння люпину становить від 15 до 20 °С. Насіння може проростати і при нижчих температурах, але розвиток буде повільнішим. Вологість ґрунту має бути високою – близько 70–80% НВ для швидкого та рівномірного проростання насіння. Сума активних температур для проростання насіння люпину становить приблизно 80–120 °С.

2) Сходи. Сходи з'являються над поверхнею ґрунту приблизно через 7–14 діб після сівби. Після появи сходів рослини можуть продо-

вжувати рости при температурі від 10 до 25 °С, що сприяє здоровому їх розвитку. Після сходів вологість ґрунту має залишатися помірною, близько 70–75% НВ, для забезпечення здорового розвитку молодих рослин. САТ становить 120–200 °С.

3) Фаза вегетативного росту. Люпин розвиває кореневу систему та листки. Коріння має бульбочки, які можуть фіксувати азот з повітря, покращуючи якість ґрунту. Оптимальна температура для фази росту рослини становить від 15 до 25 °С. А оптимальна вологість ґрунту на цій стадії становить близько 60–70% НВ. Сума активних температур становить приблизно 500–700 °С. Це сприяє здоровому розвитку кореневої системи та вегетативних органів рослини.

4) Цвітіння. Рослина люпину починає цвісти наприкінці весни або на початку літа. Квіти можуть бути різних кольорів залежно від сорту. Для цвітіння люпину оптимальна температура становить від 18 до 25 °С. Під час цвітіння вологість ґрунту має становити приблизно 60–70% НВ. Оптимальна сума активних температур для фази цвітіння люпину становить близько 800–1000 °С. Це сприяє здоровому цвітінню та запиленню.

5) Формування бобів. Після цвітіння рослина утворює боби, які містять насіння. Під час формування бобів оптимальна температура становить від 18 до 25 °С. У період формування бобів оптимальна вологість ґрунту становить близько 60–70% НВ. Сума активних температур для формування бобів становить приблизно 1200–1500 °С. Це забезпечує рівномірний розвиток бобів і насіння.

6) Достигання і дозрівання бобів. Боби дозрівають, насіння стає готовим для збирання. Під час дозрівання бобів оптимальна температура становить 15–20 °С. На стадії дозрівання бобів вологість ґрунту може бути трохи нижчою, близько 50–60% НВ. Загальна сума активних температур до дозрівання бобів люпину становить приблизно 1800–2000 °С. Це сприяє правильному дозріванню бобів і підготовці насіння до збирання. Збирають врожай зазвичай, коли боби висушли і насіння дозріло.

1.9 Овес посівний і голозерний (*Avena sativa* L. & *A. nuda* L.)

Овес посівний та *овес голозерний* є однорічними рослинами з родини злакових (*Poaceae*). Він широко використовується як культура для вирощування з кормовою та харчовою метою. Він має листя завдовжки близько 20–40 см, а також суцвіття, які містять насіння. Насіння вівса посівного зазвичай має коричневе або жовтувате забарвлення, і його розмір може коливатися від дуже малого до середнього. Овес посівний використовують як корм для тварин, який містить значну кількість білка, вуглеводів, вітамінів та мінералів. Також овес посівний використовують для виробництва продуктів харчування для лю-

дей – вівсяних каш, хліба, крупи, печива та ін. Ця рослина є відносно вимогливою до волог, відносно стійкою до низьких температур, що робить її популярною в холодних кліматичних умовах. Овес досить стійкий до збудників хвороб та шкідників.

Органогенез вівса посівного за шкалою ВВСН проходить через кілька основних етапів, які включають проростання, розвиток вегетативних органів, формування генеративних органів, цвітіння та дозрівання зернівок. Ця шкала допомагає агрономам правильно оцінювати стан рослин і застосовувати відповідні агротехнічні заходи.

Ключові етапи органогенезу вівса посівного за шкалою ВВСН:

0. Фаза проростання (00–09)

00: насіння сухе;

01: початок поглинання води (набухання насіння);

03: насіння повністю набухло;

05: проростання, з'являється корінець;

07: з'являється паросток (підсід'ядольне коліно);

09: паросток виходить на поверхню ґрунту (сходи).

1. Фаза утворення сходів (10–19)

10: сім'ядолі з'являються над поверхнею ґрунту;

11: поява першого справжнього листка;

13: рослина має 3 листки;

15: поява 5 листків;

19: сходи повністю сформовані (рослина має 9 або більше листків).

2. Фаза куцання (20–29)

21: початок куцання – перший пагін куцання з'являється з пазухи листка;

23: утворюється 3 пагони куцання;

25: утворюється 5 пагонів куцання;

29: максимальне куцання, утворюється найбільша кількість пагонів.

3. Фаза витягування стебла (30–39)

30: початок витягування стебла;

31: перше міжвузля помітно видовжується;

32: друге міжвузля починає витягуватися;

33: третє міжвузля починає витягуватися;

37: з'являється останній листок (прапорцевий);

39: прапорцевий листок повністю розгортається.

4. Фаза виходу в трубку (40–49)

41: початок виходу суцвіття (волоті) з піхви прапорцевого листка;

49: волоть повністю вийшла з піхви листка (фаза «викидання волоті»).

5. Фаза цвітіння (50–59)

51: початок цвітіння – перші квітки на волоті розкриваються;

55: середина цвітіння – більшість квіток на головній волоті розкриті;

59: кінець цвітіння – останні квітки закінчують цвісти.

7. Фаза наливання зерна (70–79)

71: початок наливання зерна, зерно водянисте;

73: зерно в молочній стиглості (зерно м'яке, при натисканні виділяється молочний сік);

75: зерно в тістоподібній стиглості (при натисканні зерно деформується);

77: зерно тверде, проте ще можна залишити слід на поверхні;

79: зерно повністю налите, досягло максимальної маси.

8. Фаза дозрівання (80–89)

81: початок дозрівання – зерно досягає фізіологічної стиглості;

85: середина дозрівання – зерно тверде, має типове забарвлення;

87: зерно сухе, при натисканні не деформується;

89: повне дозрівання – зерно готове до збирання.

9. Фаза збирання врожаю (90–99)

91: початок збирання врожаю – перші рослини готові до обмолоту;

95: більшість рослин готові до збирання, зерно повністю зріле;

99: збирання врожаю завершено.

Фенологічні фази росту та розвитку вівса посівного можна узагальнити таким чином:

1) Сходи (емергенція). Це початкова стадія, коли зерно проростає і формуються перші сходи. Оптимальна температура повітря для емергенції вівса зазвичай коливається від 10 до 20 °С. Важливо, щоб температура була достатньо високою для стимулювання проростання насіння. На цій стадії росту вівса посівного оптимальна вологість ґрунту повинна бути високою, близько 70–80% НВ. Оптимальна САТ для цієї фази може бути близько 100–150 °С. Це допоможе забезпечити належне проростання насіння та розвиток молодих сходів.

2) Кущення. На цій стадії рослина активно росте і розвивається. Вона формує нові листки та коріння, щоб забезпечити собі достатньо поживних речовин і води. У цей період оптимальна температура повітря зазвичай знаходиться в діапазоні від 15 до 25 °С. Рослина активно росте і розвивається за таких температурних умов. У цей період оптимальна вологість ґрунту може бути близько 60–70% НВ. Рослина активно росте, тому важливо, щоб ґрунт містив достатню кількість вологи для забезпечення нормального фізіологічного функціонування. Це може варіювати залежно від температурних умов та сорту вівса. САТ для цієї стадії може бути приблизно 600–900 °С. Це відображає період активного росту та розвитку рослини.

3) Вихід у трубку. У деяких випадках рослина може формувати бічні гілки, особливо якщо оточуючі умови сприяють такому росту. Оптимальна температура повітря для цієї фази також може бути

приблизно 15–25 °С. Рослина може реагувати на стимулюючі умови зростання бічних гілок при цих температурах. У цю стадію вологість ґрунту повинна залишатися на рівні 60–70% НВ. Це допомагає забезпечити належний розвиток і формування бічних гілок. Оптимальна САТ для цієї фази також може бути близько 600–900 °С.

4) Викидання волоті. На цій стадії оптимальна температура повітря може бути приблизно від 15 до 25 °С. Важливо, щоб під час цієї фази були сприятливі умови для правильного формування колосків. Вологість ґрунту повинна бути приблизно на рівні 60–70% НВ. Це допомагає забезпечити належний розвиток і формування колосків. САТ може бути приблизно 600–900 °С.

5) Цвітіння. Колоски розкриваються, показуючи квітки. Це етап цвітіння, коли відбувається запилення. Під час цих стадій розвитку оптимальна температура повітря також може бути в діапазоні від 15 до 25 °С. Оптимальна вологість ґрунту також може бути в діапазоні від 60 до 70% НВ. Це важливо для забезпечення нормального цвітіння та запилення квіток. САТ для цвітіння може бути близько 300–450 °С.

6) Налив зерна. Запилені квітки поступово перетворюються на зернівки. На останніх етапах розвитку оптимальна температура може бути нижчою, приблизно від 10 до 20 °С. Це допомагає у вирівнюванні зернівок та дозріванні рослин. На останніх етапах розвитку оптимальна вологість ґрунту може бути нижчою, близько 50–60% НВ. Оптимальна САТ для цієї фази може бути приблизно 600–900 °С.

7) Достигання і дозрівання. Зернівки дозрівають, змінюючи колір та структуру, готуючись до збирання. Оптимальна температура може бути нижчою, приблизно від 10 до 20 °С. САТ для дозрівання зерна може бути близько 300–450 °С.

1.10 Просо посівне (*Panicum miliaceum* L.)

Просо посівне, також відоме як просо звичайне, є важливою зерновою культурою, що вирощується в різних частинах світу. Вирощування проса є вигідним, оскільки це невибаглива до умов культура, що добре росте навіть на посушливих ґрунтах і може давати стабільний урожай (Полторецький С. П., 2015). Просо добре росте на легких ґрунтах – сушущаних, піщаних, суглинистих. Підходять ґрунти з хорошою аерацією та водопроникністю. Оптимальна кислотність ґрунту для проса – нейтральна або слабокисла (рН 6–7). Просо погано росте на надто кислих або засолених ґрунтах. Рослини проса теплолюбні, тому його варто висівати, коли ґрунт прогріється до 12–15 °С (Poltoreskyi S. P., 2018).

Молоді рослини можуть витримувати незначні короточасні похолодання, але на стадії цвітіння та наливання зерна чутливі до замо-

розків. Воно є однією з найбільш посухостійких культур, тому добре підходить для вирощування в регіонах із нестабільним зволоженням (Полторецький С. П. та інші, 2016).

Просо посівне жаростійка рослина. Біологічний мінімум проростання насіння 8–10 °С, для появи сходів – 10–11 °С. Сходи при мінус 3–5 °С гинуть. Мінімальна температура для цвітіння – 15–17 °С, оптимальна – 20–24 °С. Високі температури просо переносить краще, ніж зернові культури першої групи. Воно може витримувати підвищення температури до 38–40 °С впродовж 48 годин. Сума ефективних температур для ранньостиглих сортів проса становить близько 1500 °С, середньопізніх – понад 1600 °С, а в прохолодні та вологі роки – понад 2000 °С.

Період вегетації скоростиглих сортів проса посівного становить 60–80 діб, пізньостиглих – 100–120 (Блащук М. І. та інші, 2017).

Органогенез проса посівного за шкалою ВВСН:

0 – Проростання

- 00 – сухе насіння;
- 01 – початок набрякання;
- 03 – повне набрякання;
- 05 – поява зародкового корінця;
- 07 – поява колеоптиля;
- 09 – на верхівці колеоптиля помітний листок.

1 – Ріст паростка

- 10 – поява першого листка з колеоптиля;
- 11 – перший листок розгорнувся;
- 12 – 2 листки розгорнулись;
- 13 – 3 листки розгорнулись;
- 14 – 4 листки розгорнулись;
- 15 – 5 листків розгорнулись;
- 16 – 6 листків розгорнулись;
- 17 – 7 листків розгорнулись;
- 18 – 8 листків розгорнулись;
- 19 – Розгорнулись 9 або більше листків.

2 – Кущіння

- 20 – розвивається лише головний пагін;
- 21 – головний пагін та один бічний;
- 22 – головний пагін та два бічних;
- 23 – головний пагін та три бічних;
- 24 – головний пагін та чотири бічних;
- 25 – головний пагін та п'ять бічних;
- 26 – головний пагін та шість бічних;
- 27 – головний пагін та сім бічних;
- 28 – головний пагін та вісім бічних;
- 29 – головний пагін та дев'ять або більше бічних.

3 – Видовження стебла

- 30 – піднімається несправжнє стебло (починається розтягнення);
- 31 – 1-й вузол;
- 32 – 2-й вузол;
- 33 – 3-й вузол;
- 34 – 4-й вузол;
- 35 – 5-й вузол;
- 36 – 6-й вузол;
- 37 – наявність прапорцевого листка;
- 39 – язичок прапорцевого листка помітний.

4 – Набрякання волотевої піхви

- 41 – піхва прапорцевого листка довшає;
- 43 – помітне набрякання піхви листка;
- 45 – набрякання піхви листка;
- 47 – відкрито піхву прапорцевого листка;
- 49 – перший остюк помітний.

5 – Виявлення волоті

- 50 – перший колосок суцвіття помітний;
- 52 – з'явилося 1/4 суцвіт'я;
- 54 – з'явилося 1/2 суцвіт'я;
- 56 – з'явилося 3/4 суцвіт'я;
- 58 – ріст суцвіт'я закінчений.

6 – Цвітіння

- 60 – початок цвітіння;
- 64 – середина цвітіння;
- 68 – кінець цвітіння.

7 – Фаза молочної стиглості

- 71 – зернівка водостигла;
- 73 – рання молочна стиглість;
- 75 – середина молочної стиглості;
- 77 – пізня молочна стиглість.

9 – Фаза воскової стиглості

- 83 – рання воскова стиглість;
- 85 – м'яка воскова стиглість;
- 87 – тверда воскова стиглість.

10 – Достигання

- 91 – зернівка тверда (важко розрізати нігтем) (3);
- 92 – зернівка тверда (важко подряпати нігтем) (4);
- 93 – зернівка вдень відокремлюється;
- 94 – перестиглість, соломину відмирає;
- 95 – насіння в стадії спокою;
- 96 – насіння життєздатне (50% схожість);
- 97 – насіння пробуджене;
- 98 – настає вторинний спокій;

99 – вторинний спокій закінчується.

Фенологічні фази росту та розвитку проса посівного можна узагальнити наступним чином:

1) Сходи (емергенція). Ця фаза починається після посіву насіння, коли воно проростає і рослина починає розвиватися. Оптимальна температура для сходів становить близько 20–25 °С. Такий температурний діапазон сприяє швидкому проростанню насіння, як і відносно висока вологість ґрунту. Рекомендовано підтримувати рівень вологості близько 60–75% НВ. Для появи сходів необхідна сума активних температур приблизно від 80 до 120 °С.

2) Формування розетки листків. Під час цієї фази рослини проса активно формують габітус, утворюючи коріння, стебло і листя. Під час фази активного росту рослини оптимальна температура становить близько 22–28 °С, вологість ґрунту має бути помірною, близько 55–65% НВ, щоб забезпечити активне зростання коренів та надземної частини рослини. Для цієї фази потрібна сума активних температур приблизно від 120 до 200 °С.

3) Куціння. У цій фазі рослина проса утворює додаткові пагони (кущіння) для збільшення загальної маси рослин і потенційної врожайності. У цій фазі оптимальна температура для проса посівного становить близько 24–30 °С, рівень вологості має становити близько 55–65% НВ. Для фази куціння оптимальна сума активних температур становить близько 300 °С.

4) Викидання волоті. Волоть – це суцвіття проса. Оптимальною для фази викидання волоті є температура близько 25–30 °С. Помірна вологість ґрунту (55–65% НВ) потрібна для підтримки розвитку суцвіття (волоті). У цій фазі необхідна сума активних температур приблизно від 450 до 550 °С.

5) Цвітіння. У цій фазі рослина проса цвіте і квітки запилюються для формування зернівок. Під час цвітіння проса оптимальна температура повітря повинна становити близько 25–30 °С, вологість ґрунту має бути помірною, близько 55–65% НВ. Для фази цвітіння проса посівного потрібна сума активних температур від 600 до 700 °С.

6) Формування зернівки. Після запилення починається процес формування зернівок. У цій фазі рекомендується підтримувати температуру повітря в межах 24–30 °С. Оптимальна вологість ґрунту має бути помірною (55–65% НВ) для підтримки процесу формування та дозрівання зерна. Оптимальна сума активних температур у цю фазу становить близько 700 до 800 °С.

7) Достигання і дозрівання зерна. Остання фаза, в якій зернівки проса повністю досягають і готові до збирання. Оптимальна температура під час дозрівання зерна проса посівного становить близько 24–30 °С, а рівень вологості ґрунту – 50–55% НВ. САТ становить близько 800–1000 °С.

1.11 Пшениця (*Triticum* L.)

Пшениця – це найцінніша і найбільш розповсюджена зернова продовольча культура у світі, основа хлібів першої групи. Існують три цивілізації, які формувались на основі найважливіших трьох зернових культур – пшениці, рису, кукурудзи. Більше половини населення світу використовує для харчових цілей зерно пшениці. Пшениця є основною зерновою культурою для вирішення продовольчої безпеки держави. Рід *Triticum* L. включає: пшеницю м'яку, тверду, спельту, шарозерну, полбу та інші види.

Оптимальна температура повітря для росту та розвитку пшениці озимої може варіювати залежно від кожної фенологічної фази. Оптимальна вологість ґрунту є важливою умовою для успішного росту та розвитку рослини. Вона повинна бути достатньо високою, щоб забезпечувати рослину необхідною кількістю води на кожному етапі розвитку.

Ботанічні таксони роду *Triticum* L. характеризуються різними етапами органогенезу та фенологічними фазами росту залежно від типу розвитку рослин.

Етапи органогенезу пшениці за шкалою ВВСН:

- 01 – початок поглинання води;
- 03 – кінець поглинання води;
- 05 – поява кінчика зародкового кореня;
- 06 – подовження кінчика зародкового кореня, поява кореневих волосків та/або бічних пагонів;
- 07 – поява кінчика зародкової піхви (колеоптиля);
- 09 – сходи: колеоптиль проходить поверхню ґрунту; листок досяг кінчика колеоптиля;
- 10 – перший листок виходить із колеоптиля;
- 11 – стадія 1-го листка. Перший листок розгорнутий;
- 12 – стадія 2-го листка. Другий листок розгорнутий і так далі до стадії 19;
- 19 – 9 і більше листків розгорнуті. Кушення може відбуватися з 13-ї стадії. У цьому випадку – перехід на 21-шу стадію;
- 21 – з'являється перший пагін кушення – початок кушення;
- 22 – з'являється другий пагін кушення;
- 23 – з'являється третій пагін кушення – і так далі до стадії 29;
- 29 – завершення кушення. З'являється максимальна кількість пагонів. Вихід у трубку може починатися вже раніше, у такому випадку – перехід на 30-ту стадію;
- 30 – початок подовження стебла: псевдостебло і пагони кушення спрямовані догори, перше міжвузля починає подовжуватися, верх суцвіття щонайменше на 1 см вищий за вузол кушення;
- 31 – стадія 1-го вузла. Перший вузол видно на поверхні землі, відстань від вузла кушення щонайменше 1 см;

32 – стадія 2-го вузла. Другий вузол видно, відстань від 1-го вузла щонайменше 2 см;

33 – стадія 3-го вузла. Третій вузол видно, відстань від 2-го вузла щонайменше 2 см;

34 – Стадія 4-го вузла. Четвертий вузол видно, відстань від 3-го вузла щонайменше 2 см і так далі до стадії 37;

37 – поява останнього (прапорцевого) листка;

39 – стадія лігули (листяного язичка): прапорцевий листок повністю розвинений, лігулу прапорцевого листка ледве видно;

41 – піхва прапорцевого листка подовжується;

43 – суцвіття (колос) усередині стебла зсунуте догори, піхва прапорцевого листка починає набухати;

45 – піхва прапорцевого листка набрякла;

47 – піхва відкривається;

49 – поява остюків. Остюки з'являються над лігулою прапорцевого листка;

51 – початок появи суцвіття (колоса). Верхню частину колоса видно;

52 – поява 20% суцвіття;

53 – поява 30% суцвіття;

54 – поява 40% суцвіття;

55 – поява половини суцвіття. Нижня частина ще в листовій піхві;

56 – поява 60% суцвіття;

57 – поява 70% суцвіття;

58 – поява 80% суцвіття;

59 – повна поява суцвіття. Колос повністю видно;

61 – початок цвітіння. Перші тичинки з'являються;

65 – передина цвітіння. 50% зрілих тичинок;

69 – пінець цвітіння;

71 – перші зернівки досягли 1/2 остаточного розміру. Вміст зерен водянистий;

73 – рання молочна стиглість;

75 – середня молочна стиглість. Усі зернівки досягли свого остаточного розміру. Вміст зерен молочний. Зернівки ще зелені;

77 – повна молочна стиглість;

83 – рання воскова стиглість;

85 – м'яка воскова стиглість. Вміст зернівок ще м'який, але сухий. Вм'ятина від нігтя випрямляється;

87 – тверда воскова стиглість. Вм'ятина від нігтя не випрямляється;

89 – рання повна стиглість. Зернівки тверді, із зусиллям розколюються нігтем великого пальця;

92 – пізня повна стиглість. Зернівки тверді, не ламаються нігтем великого пальця;

93 – зернівки сидять слабко в колоску в денний час;

97 – рослина повністю відмерла. Солома ламається;

99 – зібраний урожай зерна.

Фенологічні фази росту і розвитку охоплюють всі **етапи органогенезу пшениці**:

1) Сходи (емергенція). Насіння проростає і з'являються перші сходи. Оптимальна температура для сходів знаходиться в діапазоні від 10 до 20 °С. Для забезпечення успішного проростання насіння та сходів вологість ґрунту має бути близько 60–75% НВ. САТ становить приблизно від 100 до 150 °С.

2) Фаза кущення. У цій фазі рослина починає формувати додаткові стебла (пагінці), що зменшує конкуренцію між рослинами. Оптимальною температурою для фази кущення є 12–18 °С. Оптимальна вологість ґрунту під час кушіння має становити близько 70–75% НВ. Для цієї фази необхідна САТ близько 200–300 °С.

3) Фаза виходу в трубку. Стебло починає активно рости у висоту, утворюючи вузли та міжвузля. Для цього періоду температура може бути трохи вищою, близько 15–22 °С, а вологість ґрунту має бути в межах 70–75% НВ. САТ – від 400 до 500 °С.

4) Фаза викидання прапорцевого листка. Утворюється останній (прапорцевий) листок, який захищає колосок і бере участь у фотосинтезі. Оптимальна температура для цієї фази становить від 16 до 24 °С. Оптимальна вологість ґрунту – близько 65–70% НВ. Сума активних температур для цієї фази становить від 600 до 800 °С.

5) Фаза колосіння. Формуються колоски та утворюються зернівки. Оптимальна температура для цієї фази становить від 18 до 24 °С. Під час колосіння вологість ґрунту має становити близько 60–70% НВ. Для колосіння САТ має бути від 200 до 400 °С.

6) Фаза цвітіння. Рослини цвітуть і відбувається запилення в колосках. Оптимальною є температура від 18 до 24 °С, вологість ґрунту – в межах 60–70% НВ. Оптимальна САТ для цієї фази становить від 1000 до 1200 °С.

7) Фаза наливу зерна. Це період, коли формуються та дозрівають зернівки в колосках. У цю фазу температура може бути трохи нижчою, близько 16–22 °С. У період наливу зернівок вологість ґрунту має бути близько 55–65% НВ. САТ становить від 1200 до 1400 °С.

8) Фаза дозрівання зерна. Остання фаза, коли зернівки досягають зрілості, змінюючи колір і текстуру, готуються до збирання врожаю. Оптимальна температура становить від 16 до 22 °С. Вологість ґрунту може бути трохи нижчою, близько 50–60% НВ. Для дозрівання зерна потрібно близько 1400–1600 °С.

1.12 Ріпак (*Brassica napus* L. *oleifera*)

Ріпак – важлива олійна культура, яка широко використовується в сільському господарстві для виробництва олії та інших продуктів. Це однорічна олійна рослина родини капустяних (*Brassicaceae*).

Розрізняють два різновиди за типом розвитку: ріпак ярий (кольза) і ріпак озимий, який має стратегічне значення (Гайдаш В. Д., 1998).

Оптимальна температура повітря для кожної фази росту та розвитку ріпаку може значно впливати на здоров'я рослин і продуктивність врожаю. Рослини ріпаку невибагливі до тепла. Насіння ріпаку починає проростати за температури 1 °С, проте для одержання сходів на 3–4 день потрібна температура 14–17 °С. Рослини забезпечують інтенсивний ріст і розвиток при 5–6 °С і продовжують осінню вегетацію навіть при настанні нічних заморозків. Для осінньої вегетації достатня сума активних (вище 5 °С) температур 750–800 °С. Найкраще перезимовують рослини з розвинутою розеткою 6–8 справжніх листків, що досягається оптимальним строком сівби і рекомендованою густотою рослин. Ріпак добре росте за температури між 10 і 25 °С. Важливо уникати температур понад 30 °С, які можуть негативно вплинути на цвітіння та формування стручків. Ця рослина потребує достатньої вологи протягом усього періоду росту. Особливо важливо забезпечити достатню вологість у період бутонізації та цвітіння. Ґрунт має бути добре дренованим, щоб уникнути надмірного перезволоження. Сума активних температур для ріпаку може варіювати залежно від сорту. Загалом ріпаку потрібно приблизно 1000–1300 °С сумарних активних температур для повного циклу розвитку.

Ріпак, як і будь-яка інша сільськогосподарська культура, під час вегетації проходить певні етапи онтогенезу від насіння до насіння та забезпечує формування вегетативних і генеративних органів рослин у відповідні фенологічні фази росту і розвитку.

Етапи органогенезу ріпаку за шкалою ВВСН:

0. Проростання

00 – насіння в стані спокою;

01 – початок набухання насіння;

05 – корінець проривається через оболонку насіння;

09 – проросток виходить на поверхню (фаза ґрунтової тріщини).

1. Проростання сім'ядоль

10 – проросток випускає сім'ядолі;

11–13 – формуються перші справжні листки (від першого до третього листка).

2. Формування листків

20–29 – розвиток листової розетки, формування наступних справжніх листків (до 9 і більше).

3. Подовження стебла

30 – початок витягування стебла (стрілкування);

31–39 – подовження стебла, формування основної квіткової стрілки та бічних пагонів.

5. Бутонізація

50 – видно перші бутони, але вони ще закриті в листовій розетці;

51–59 – бутонізація, бутони виходять із розетки, але ще не розкриті.

6. Цвітіння

60 – початок цвітіння, перші квітки розкриваються;

61–69 – масове цвітіння, більшість квіток відкрита, починається опадання пелюсток.

7. Формування плодів

70 – перші плоди помітні;

71–79 – зростання стручків, формування насіння.

8. Дозрівання плодів

80 – початок дозрівання, стручки починають жовтіти;

81–89 – повне дозрівання, стручки висихають, насіння досягає повної стиглості.

9. Сенесценція

90 – початок старіння, стебла і листки в'януть;

91–99 – в'янення та відмирання рослини після завершення життєвого циклу.

Фенологічні фази росту та розвитку ріпаку:

1) Сходи (емергенція). Це початкова фаза, коли рослина ріпаку проростає з насінин. Оптимальна температура для сходів ріпаку становить від 5 до 15 °С. Сходи можуть з'являтися і при нижчих температурах, але розвиток буде повільнішим. Оптимальна вологість ґрунту під час сходів ріпаку має бути високою – близько 70–80% НВ. Це забезпечує швидке та рівномірне проростання насіння. Оптимальна сума активних температур для сходів ріпаку становить приблизно 50–100 °С.

2) Фаза розвитку рослин. Рослина продовжує розвиватися, утворюючи більше листя та розвиваючи кореневу систему. Під час розвитку рослини (включаючи утворення кореневої системи та листя) оптимальна температура становить від 10 до 20 °С. Така температура забезпечує стабільний ріст рослини. Під час фази розвитку рослини вологість ґрунту має становити близько 70–80% НВ. Це сприяє здоровому розвитку рослини, включаючи ріст кореневої системи та листя. САТ для фази розвитку рослини становить приблизно 400–500 °С.

3) Фаза бутонізації. Рослина утворює бутони, які згодом розкриваються у квітки. Оптимальна температура під час бутонізації становить від 15 до 25 °С. Це забезпечує розвиток квіткових бутонів і підготовку до цвітіння. Оптимальний рівень вологості ґрунту під час бутонізації становить близько 70–75% НВ. Це важливо для формування бутонів та підготовки до цвітіння. САТ для фази бутонізації ріпаку становить близько 800–1000 °С.

4) Фаза цвітіння. Рослина зацвітає, формуючи квітки, з яких пізніше утворюються плоди. Для цвітіння ріпаку оптимальна температура становить від 18 до 25 °С. Високі температури можуть пришвид-

шити цвітіння, але також можуть скоротити його тривалість. Під час цвітіння ріпаку вологість ґрунту має становити близько 70–75% НВ. Це сприяє здоровому цвітінню та розвитку зав'язі. Оптимальна сума активних температур для фази цвітіння ріпаку становить приблизно 1000–1200 °С.

5) Фаза плодоношення. Квітки перетворюються на стручки, які містять насіння. Під час формування стручків оптимальна температура становить від 15 до 25 °С. Це сприяє рівномірному розвитку стручків і насіння. Оптимальна вологість ґрунту під час формування стручків становить близько 70–75% від повної польової вологості. САТ для формування стручків становить близько 1300–1500 °С.

6) Фаза досягання і дозрівання. Стручки дозрівають, насіння готове до збирання. Оптимальна температура для дозрівання стручків ріпаку становить від 15 до 20 °С. При вищих температурах процес дозрівання може пришвидшуватися. Під час дозрівання стручків вологість ґрунту має становити близько 60–70% НВ. Це сприяє дозріванню стручків і забезпечує гарну якість насіння. Загальна сума активних температур до дозрівання стручків ріпаку може становити близько 1700–2000 °С.

1.13 Соняшник однорічний (*Helianthus annuus* L.)

Соняшник однорічний – вид трав'янистих рослин з роду соняшнику (лат. *Helianthus* – сонячна квітка) родини айстрових. Це рослина степової зони. Щорічно ареал поширення соняшника однорічного розширюється в Лісостепу та Поліссі. Незважаючи на підвищені вимоги до тепла, насіння його починає проростати за температури 3–4 °С, але сходи з'являються лише на 20–28-й день. Оптимальна температура проростання 20 °С. За цієї температури сходи з'являються на 7–8-й день. Набубнявіле насіння та те, що проклунулося в ґрунті задовільно переносить зниження температури до мінус 10 °С. Молоді сходи рослин витримують весняні приморозки до 4–6 °С. Це дає змогу сіяти соняшник рано навесні. Оптимальна температура для росту у першій половині вегетації – близько 22 °С, а в період цвітіння–досягання – до 24–25 °С. Температура вище 30 °С негативно позначається на рості і розвитку рослин. Для швидкорослих сортів та гібридів сума температур вища за 10 °С за період їхньої вегетації становить 1850 °С, ранньостиглих – 2000 °С, середньостиглих – 2150 °С. Вимоги до вологи соняшник однорічний пред'являє досить високі, хоча рахується посухостійкою рослиною, яка одночасно добре реагує й на достатнє забезпечення вологою. Транспіраційний коефіцієнт – 470–570. Насіння соняшника при проростанні поглинає 70–100% вологи від своєї маси. Сумарне водоспоживання під час вегетації з одного гектара становить 3900–5800 м³.

Етапи органогенезу соняшника однорічного за шкалою ВВСН:

0. Проростання

- 00 – насіння в стані спокою;
- 01 – початок набухання насіння;
- 03 – початок проростання кореня;
- 05 – проростання стебельця (гіпокотиль виходить з насіння);
- 07 – проросток з'являється на поверхні ґрунту;
- 09 – проросток повністю з'являється (сім'ядолі повністю розгорнуті).

1. Проростання сім'ядоль

- 10 – сім'ядолі повністю розкриті;
- 11–13 – формуються перші справжні листки (від першого до третього листка).

2. Формування листків

- 20 – перший листок розгорнутий;
- 21–29 – формуються наступні листки (від 2 до 9 і більше справжніх листків).

3. Подовження стебла

- 30 – початок подовження стебла (витягування);
- 31–39 – подовження стебла, формування головної квіткової осі.

5. Формування кошика

- 50 – початок формування кошика;
- 51–59 – виділяються та ростуть бутони, розвиток квіткової головки.

6. Цвітіння

- 60 – початок цвітіння (перші квітки на краю кошика);
- 61–69 – повне цвітіння (від краю до центру кошика).

7. Формування плодів

- 70 – перші сім'янки стають помітними;
- 71–79 – розвиток сім'янок і їх зростання.

8. Дозрівання плодів

- 80 – початок дозрівання (сім'янки змінюють колір, починають тверднути);
- 81–89 – повне дозрівання (сім'янки досягають повної стиглості, кошик стає сухим).

9. Сенесценція

- 90 – початок відмирання (кошик і стебло жовтіють);
- 91–99 – в'янення та загибель рослини після закінчення вегетаційного циклу.

Фенологічні фази росту та розвитку соняшника однорічного:

1) Сходи (емергенція). Процес проростання насіння та з'явлення сходів над поверхнею ґрунту. Оптимальна температура – 18–25 °С. Мінімальна температура для проростання – близько 6–10 °С. Оптимальна вологість ґрунту під час сходів повинна бути достатньою для забезпечення швидкого та рівномірного проростання насіння.

Рекомендований рівень вологи становить приблизно 70–80% НВ. Оптимальна сума активних температур – від 80 до 100 °С.

2) Фаза розвитку рослин. Включає початковий ріст рослини, розвиток листя та кореневої системи. Оптимальна температура – 20–30 °С. Зниження температури нижче 15 °С може сповільнити розвиток. У цій фазі важливо забезпечити стабільну вологість, приблизно 60–70% НВ, для оптимального росту та розвитку рослини. Оптимальна сума активних температур – від 150 до 200 °С.

3) Фаза бутонізації. Формування та розвиток бутонів (суцвіття), з яких будуть утворюватися квітки. Оптимальна температура – 20–28 °С. Високі температури можуть пришвидшити розвиток бутонів. Під час формування бутонів необхідна достатня вологість, приблизно 60–70% НВ, для забезпечення якісного розвитку суцвіття. Оптимальна сума активних температур – від 300 до 350 °С.

4) Фаза цвітіння. Період цвітіння суцвіття, який триває кілька днів. Оптимальна температура – 20–28 °С. Низькі температури можуть вплинути на процес запилення, а високі – можуть призвести до осипання квіток. Оптимальна вологість ґрунту в цій фазі становить приблизно 55–60% НВ, що сприяє належному запиленню та утворенню насіння. Оптимальна сума активних температур – від 400 до 450 °С.

5) Фаза плодоношення. Після цвітіння починається процес формування насіння в кошиках. Оптимальна температура – 20–30 °С. Надмірно високі температури можуть вплинути на якість насіння. У цій фазі рослина потребує стабільної вологи, приблизно 50–60% НВ, для оптимального розвитку насіння. Оптимальна сума активних температур – від 500 до 600 °С.

6) Фаза дозрівання насіння. Насіння дозріває, готове для збирання. Оптимальна температура – 20–30 °С. Підвищення температури може пришвидшити дозрівання насіння. Під час дозрівання насіння рівень вологості ґрунту можна поступово знижувати, щоб забезпечити належне дозрівання та збирання врожаю. Оптимальний рівень вологості в цій фазі становить приблизно 40–50% НВ. Оптимальна сума активних температур: від 800 до 900 °С.

1.14 Сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor* Moench)

Сорго двокольорове – однорічна рослина родини тонконогових (*Poaceae*). Сорго зернове є важливою зерновою культурою, яка широко вирощується в різних частинах світу. Воно використовується для виробництва продуктів харчування, кормів для тварин, а також для виробництва етанолу та інших продуктів. За даними науковців, сорго зернове характеризується досить високою посухо- і холодостійкістю та ліпше, порівняно з іншими культурами, пристосоване до умов

посушливого клімату (Воїко М. О., 2016). Площі вирощування сорго звичайного двокольорового в Україні поступово збільшуються, досягнувши зони Лісостепу з поширеними в ній чорноземними ґрунтами (Кух М. В. та інші, 2011).

Онтогенез рослин сорго зернового невідривно пов'язаний з фізіологічними змінами, видимою ідентифікацією яких є настання відповідних етапів росту та розвитку (Герасименко Л. А., 2013).

Етапи органогенезу сорго звичайного за шкалою ВВСН:

0. Проростання

- 00 – насіння в стані спокою;
- 01 – початок набухання насіння;
- 03 – проростання кореня;
- 05 – проростання стебла;
- 07 – проросток проривається на поверхню ґрунту;
- 09 – проросток повністю з'являється (сім'ядолі розгорнуті).

1. Проростання сім'ядолі

- 10 – сім'ядолі повністю розкриті;
- 11–13 – формування перших справжніх листків (від першого до третього листка).

2. Формування листків

- 20 – перший листок повністю розгорнутий;
- 21–29 – розвиток наступних справжніх листків (від 2 до 9 і більше листків).

3. Кущення

- 30 – початок кущення;
- 31–39 – формування нових пагонів (кущення триває).

4. Подовження стебла

- 40 – початок витягування стебла;
- 41–49 – подовження стебла та розвиток міжвузлів.

5. Викидання волоті

- 50 – волоть всередині стебла, ще не видима;
- 51 – волоть починає з'являтися з верхівки стебла;
- 55 – волоть наполовину вийшла з верхівки;
- 59 – волоть повністю вийшла з верхівки стебла.

6. Цвітіння

- 60 – початок цвітіння, перші квітки розкриваються;
- 61–69 – масове цвітіння (відкриті всі квітки волоті).

7. Формування плодів

- 70 – перші зернівки помітні, але ще зелені;
- 71–79 – зростання та розвиток зернівок.

8. Дозрівання плодів

- 80 – початок дозрівання, зернівки змінюють колір;
- 81–89 – повне дозрівання, зернівки твердіють, рослина починає в'янути.

9. Сенесценція

90 – початок відмирання рослини;

91–99 – повне відмирання після дозрівання, листя й стебло жовтіють та висихають.

Фенологічні фази росту та розвитку сорго звичайного включають:

1) Сходи (емергенція). Поява перших сходів з ґрунту. Для оптимального проростання насіння сорго необхідна температура в діапазоні від 20 до 30 °С. У цій фазі важливо підтримувати достатню вологість ґрунту, щоб забезпечити якісне проростання насіння. Оптимальний рівень вологості становить приблизно 70–80% НВ. Оптимальна сума активних температур становить від 60 до 90 °С.

2) Фаза розвитку рослин. Розвиток стебла і листя рослини. Оптимальною є температура повітря для цієї фази 25–35 °С. Під час активного росту рослини сорго потребують достатньої вологи, але не надмірної. Оптимальний рівень вологості ґрунту в цій фазі становить приблизно 60–70% НВ. На цьому етапі рослина розвивається при оптимальній сумі активних температур у діапазоні від 400 до 500 °С.

3) Фаза викидання волоті. Зростання волоті (суцвіття) для утворення квіток. У цій фазі сорго краще росте при температурах від 25 до 35 °С. На цьому етапі потрібно забезпечити достатню вологість для належного розвитку волоті та формування суцвіть. Рекомендований рівень вологості становить приблизно 60–70% НВ. Фаза настає після досягнення сум активних температур у діапазоні від 800 до 1000 °С.

4) Фаза цвітіння. Період цвітіння рослини, під час якого відбувається запилення. Для фази цвітіння оптимальні температури повітря становлять від 25 до 35 °С. Оптимальна вологість ґрунту в цій фазі становить близько 55–60% НВ. Це сприяє оптимальному запиленню та формуванню насіння. Цвітіння сорго зазвичай відбувається після накопичення суми активних температур у діапазоні від 1000 до 1200 °С.

5) Фаза формування зерна. Після запилення відбувається формування зерна. У цій фазі оптимальні температури коливаються від 25 до 35 °С. У цій фазі сорго потребує стабільної вологості для розвитку зерна. Оптимальний рівень вологості становить приблизно 50–60% НВ. Формування зерна відбувається після досягнення суми активних температур у діапазоні від 1200 до 1500 °С.

6) Фаза дозрівання зерна. Зерно дозріває і готується до збирання. Для цієї фази оптимальні температури повітря становлять від 25 до 35 °С. Під час дозрівання зерна рівень вологості ґрунту можна поступово знижувати, щоб забезпечити належне дозрівання та збирання врожаю. Оптимальний рівень вологості в цій фазі становить приблизно 40–50% НВ. Дозрівання зерна відбувається після досягнення суми активних температур понад 1500 °С.

1.15 Соя культурна (*Glycine max* (L.) Merr.)

Соя культурна відноситься до родини бобових (*Fabaceae*), підродини метеликових (*Papilionoideae*) і роду соя (*Glycine* L.). Назва «soя» походить від китайського слова «шу» – боби. Соя культурна – однорічна трав'яниста рослина, яка є важливою сільськогосподарською культурою. Використовується для виробництва різних продуктів харчування, кормів та олії. Вона займає перше місце у світовому виробництві харчової рослинної олії. Як кормову культуру сою використовують на зелений корм, сінаж, для виробництва трав'яного борошна, на силос (в сумішпах з кукурудзою), як монокорм. Соя збагачує ґрунт на азот, тому є цінним попередником для різних сільськогосподарських культур.

Вегетаційний період сої становить від 90–105 до 150–170 діб. На різних етапах органогенезу у відповідні фенологічні фази росту та розвитку рослини сої культурної потребують оптимальних агрометеорологічних показників (Димитров В. Г., 2018). Система класифікації характеризує фенологічні фази росту і розвитку сої культурної на відповідних етапах органогенезу.

Етапи органогенезу сої культурної за шкалою ВВСН:

0. Проростання

- 00 – насіння в стані спокою;
- 01 – початок набухання насіння;
- 03 – початок проростання кореня;
- 05 – гіпокотиль (стебло) проростка починає витягуватися;
- 07 – проросток з'являється на поверхні ґрунту (гіпокотиль витягнутий);
- 09 – сім'ядолі повністю вийшли на поверхню.

1. Проростання сім'ядолів

- 10 – сім'ядолі повністю розгорнуті;
- 11 – перший трійчастий листок починає розгортатися;
- 12–19 – розвиток наступних трійчастих листків, послідовно від другого до дев'ятого і більше.

2. Ріст і розвиток листків

- 20 – перший трійчастий листок повністю розгорнутий;
- 21–29 – формування наступних трійчастих листків (збільшується кількість вузлів на головному стеблі).

3. Гілкування (кущіння)

- 30 – початок гілкування (формування бічних пагонів);
- 31–39 – розвиток бічних пагонів.

5. Формування бутонів

- 50 – перші бутони стають помітними;
- 51–59 – подальший розвиток бутонів, перед цвітінням.

6. Цвітіння

- 60 – початок цвітіння (перші квітки відкриті);

61–69 – цвітіння триває, масове відкриття квіток.

7. Формування плодів (бобів)

70 – початок утворення плодів (перші боби помітні);

71–79 – розвиток і зростання бобів (насіння починає формуватися).

8. Дозрівання

80 – початок дозрівання (боби змінюють колір);

81–89 – боби та насіння досягають повної стиглості, листя жовтіє і починає опадати.

9. Сенесценція

90 – початок відмирання (листя і стебла в'януть, рослина засихає);

91–99 – рослина повністю в'яне, всі боби і насіння повністю зрілі.

Фенологічні фази росту та розвитку сої культурної включають наступні стадії:

1) Сходи (емергенція). Ця фаза починається, коли насіння проростає, і перші листки з'являються над поверхнею ґрунту. Оптимальна температура повітря для цієї фази становить 20–30 °С. Висока вологість ґрунту потрібна для забезпечення дружних сходів. Оптимальний рівень вологості ґрунту – 60–70% НВ. Сума активних температур – приблизно 100–150 °С.

2) Фаза розвитку рослин. У цій фазі соя розвиває додаткові листки і зростає у висоту. Коренева система також розвивається і закріплюється у ґрунті. У цій фазі оптимальна температура повітря становить від 20 до 30 °С. Підтримка оптимальної вологості є важливою для розвитку кореневої системи та рослин. Оптимальний рівень вологості ґрунту – 50–60% НВ. Сума активних температур – приблизно 150–300 °С.

3) Фаза бутонізації. Ця фаза починається, коли рослина починає формувати бутони, які згодом розкриваються у квітки. Оптимальна температура повітря в цій фазі становить від 22 до 30 °С. Помірна вологість ґрунту сприяє розвитку бутонів та підвищує шанси на хороший урожай. Оптимальний рівень вологості ґрунту – 55–60% НВ. Сума активних температур – приблизно 300–450 °С.

4) Фаза цвітіння. У цій фазі рослина квітне, зазвичай протягом кількох тижнів. Квітки сої є важливими для запилення та подальшого розвитку бобів. Оптимальна температура повітря в цій фазі становить від 22 до 30 °С. Підтримка стабільної вологості ґрунту важлива для цвітіння та зав'язування бобів. Оптимальний рівень вологості ґрунту – 55–60% НВ. Сума активних температур – приблизно 450–600 °С.

5) Фаза формування бобів. Після запилення квітки розвиваються у боби, які містять насіння сої. Оптимальна температура повітря для цієї фази становить від 22 до 30 °С. Достатня вологість необхідна для формування бобів та забезпечення хорошого врожаю. Оптимальний рівень вологості ґрунту – 55–60% НВ. Сума активних температур – приблизно 600–800 °С.

6) Фаза дозрівання бобів. Боби продовжують розвиватися і дозрівати. Вони набувають зрілого кольору та текстури. У цій фазі оптимальна температура повітря становить від 20 до 28 °С. На цьому етапі важливо забезпечити достатню вологість, щоб уникнути стресу рослин. Оптимальний рівень вологості ґрунту – 55–60% НВ. Сума активних температур – приблизно 800–1000 °С.

1.16 Тритикале (×*Triticosecale* Witt.)

Тритикале – це пшенично-житній гібрид (*Triticum*) × (*Secale*), який об'єднує в собі корисні батьківські властивості, включаючи високу врожайність, стійкість до стресових умов та хвороб, а також харчову цінність. Тритикале використовують як корм для тварин, а також для виробництва хліба та інших хлібобулочних виробів. Оскільки, тритикале – штучно виведена рослина шляхом схрещування пшениці (м'якої і твердої) та жита, то багато морфологічних ознак і біологічних властивостей у нього є проміжними між пшеницею і житом. В індивідуальному розвитку тритикале проходить такі ж етапи органогенезу і фенологічні фази. Коренева система добре розвинена, проникає в ґрунт на 1,5–2 м. Вона краще, ніж у пшениці засвоює елементи живлення. Добре кущиться, часто краще від пшениці і жита. Форми, виведені за участю багаторічного жита, мають необмежений в часі період кущіння.

Етапи органогенезу тритикале за шкалою ВВСН:

0. Проростання

- 00 – насіння в стані спокою;
- 01 – початок набухання насіння;
- 03 – проростання кореня;
- 05 – проросток виходить із насіння;
- 07 – проросток з'являється на поверхні ґрунту;
- 09 – листочок проростка повністю розгорнутий.

1. Проростання листків

- 10 – перший листок повністю розгорнутий;
- 11–19 – формування наступних листків (від другого до дев'ятого листка).

2. Кущення

- 20 – початок кущення: утворюється перший пагін;
- 21–29 – розвиток бічних пагонів (кількість пагонів збільшується до 9 або більше).

3. Подовження стебла

- 30 – початок витягування стебла;
- 31 – видно перший вузол;
- 32–39 – подовження стебла, видимі другий та наступні вузли.

4. Вихід прапорцевого листка

- 40 – прапорцевий листок з'являється, але ще згорнутий;

41–49 – прапорцевий листок повністю розгорнутий, колос формується в середині.

5. Колосіння

50 – колос починає виходити з піхви листка;

51–59 – колос повністю виходить із піхви, видимий повністю.

6. Цвітіння

60 – початок цвітіння, перші квітки розкриваються;

61–69 – масове цвітіння, запилення.

7. Формування зернівок

70 – початок утворення зернівок (молочна стиглість);

71–79 – зростання і формування зернівок (фаза молочної та початок воскової стиглості).

8. Дозрівання зернівок

80 – початок дозрівання (воскова стиглість);

81–89 – повне дозрівання (воскова та повна стиглість зерна, зернівки тверді, сухі).

9. Сенесценція

90 – початок відмирання (рослина жовтіє, листя всихає);

91–99 – повне всихання рослини після дозрівання зерна.

Фенологічні фази росту та розвитку тритикале подібні до інших злакових культур, таких як пшениця і жито.

1) Сходи (емергенція). Початковий етап росту, коли сходи тритикале з'являються з ґрунту. У цій початковій стадії росту оптимальна температура повітря зазвичай коливається від 10 до 20 °С. Тепле, але не надто гаряче середовище сприяє проростанню насіння та розвитку молодих сходів. Оптимальна вологість ґрунту повинна бути високою, близько 70–80% НВ. Це сприяє проростанню насіння та розвитку молодих сходів. У цій початковій стадії росту оптимальна САТ зазвичай становить близько 100–150 °С.

2) Фаза кущення. Активний період росту і розвитку рослини, коли вона формує листя і коріння. У цей період оптимальна температура може бути приблизно від 15 до 25 °С. Рослина активно росте, тому потребує тепла, але не до такої міри, щоб спричиняти стрес. На цьому етапі оптимальна вологість може бути близько 60–70% НВ. Рослина активно росте, тому потребує достатню кількість вологи для нормального фізіологічного функціонування.

3) Фаза колосіння. Рослина починає формувати колоски, які будуть потім розвиватися в зерно. Температура повітря у цю фазу також може бути приблизно від 15 до 25 °С. В цей час формуються колоски, тому важливо забезпечити оптимальні умови для їхнього розвитку. У цей період оптимальна вологість ґрунту також може бути близько 60–70% НВ. Це допомагає забезпечити належний розвиток і формування колосків. Оптимальна САТ для цієї фази також може бути приблизно від 500 до 800 °С.

4) Фаза цвітіння. Це стадія, коли відбувається цвітіння і запилення, необхідні для формування зернівок. У цей період оптимальна температура повітря зазвичай становить приблизно 15–25 °С. Підтримування комфортної температури сприяє нормальному цвітінню та запиленню. У цей період також рекомендується вологість близько 60–70% НВ для забезпечення нормального цвітіння та запилення. Оптимальна САТ для цвітіння може бути приблизно від 200 до 400 °С. Це відображає період активного розвитку квіток і запилення.

5) Фаза наливу зерна. Починається формування зерна в колосках. Температура повітря під час формування зерна також може бути від 15 до 25 °С. Це важливий період для нормального розвитку зернівок. На останніх етапах росту оптимальна температура повітря може бути трохи нижчою, близько 10–20 °С, для сприяння дозріванню зерна. На цьому етапі вологість ґрунту може бути в діапазоні 50–60% НВ. У цей період оптимальна САТ може залишатися на рівні близько 500–800 °С.

6) Фаза досягання. Зерно доходить до повної зрілості та готове для збирання. На останніх етапах росту оптимальна температура повітря може бути трохи нижчою, близько 10–20 °С, для сприяння дозріванню зерна. Під час дозрівання зернівок важливо підтримувати вологість ґрунту на рівні приблизно 40–50% НВ, щоб уникнути перенасичення вологою та забезпечити збереження зерна в доброму стані. Оптимальна САТ для дозрівання зерна може бути близько 200–400 °С.

1.17 Ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare* L.)

Ячмінь звичайний належить до родини тонконогових (*Poaceae*). Залежно від кількості розвинених плодоносних колосків на членнику стрижня колоса його поділяють на три підвиди: ячмінь дворядний (*H. distichum* L.), багаторядний (*H. vulgare* L.) і проміжний (*H. intermedium* Vav et. Ort.). У дворядного він один, багаторядного – три, проміжного – від одного до трьох на різних уступах стрижня. У виробництві використовують тільки дворядний та багаторядний ячмені, які представлені трьома біотипами – ярий, озимий та дворучка. Ячмінь звичайний здавна є важливою зернофуражною та харчовою культурою. Це зумовлено тим, що зерно ячменю найбільш збалансоване за амінокислотним складом й не поступається основним зерновим культурам, а лізину містить більше, ніж насіння кукурудзи, вівса, сорго, пшениці чи рису. Він є однією з найпоширеніших зернових колосових культур у світі і в Україні, зокрема. Його використовують у переробній, харчовій, пивоварній, кондитерській, фармацевтичній промисловості. А у галузі кормовиробництва він просто незамінний, адже собівартість виробництва зерна ячменю значно нижча від собівартості решти зернових культур. Ячмінь звичайний – це однорічна злакова рослина. Невибгливий до тепла. На різних

етапах росту і розвитку рослин вимоги до температури неоднакові. Насіння ячменю проростає за температури 1–3 °С, сходи в польових умовах з'являються при 4–5 °С і можуть витримувати короткочасні заморозки до -6 °С, при -6–8 °С спостерігається пожовтіння листків. Тривале похолодання та зволоження викликають затримку росту і пригнічення рослин. Морозо- і зимостійкість рослин різко падає за умов ранніх строків сівби, коли восени рослини переростають, фаза кущіння в яких завершується, і рослини починають виходити в трубку. Слабка зимостійкість рослин пояснюється завершенням стадії яровизації до зими, яка триває не більше 30–40 днів. Тому при вирощуванні ячменю озимого, щоб уникнути вимерзання рослин, слід суворо дотримуватися оптимальних строків сівби, щоб фаза кущіння рослин завершувалась не восени, а навесні. Дуже шкодить озимому ячменю різка зміна температур у зимовий і ранньовесняний періоди (глибокі зимові відлиги і ранньовесняні похолодання). Добре витримує високі літні температури (понад 35 °С). Сума ефективних температур, необхідна рослинам ячменю, як і іншим хлібним злакам, для реалізації біологічного потенціалу при наливі зерна в період від цвітіння до воскової стиглості становить 700 °С.

Вегетаційний період залежно від сорту становить 60–110 діб. У процесі життєвого циклу рослини ячменю проходять кілька фаз росту і розвитку: проростання насіння, сходи, кущіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, формування, і дозрівання зерна.

Етапи органогенезу ячменю звичайного за шкалою ВВСН:

0. Проростання

- 00 – насіння в стані спокою;
- 01 – початок набухання насіння;
- 03 – проростання кореня;
- 05 – проросток виходить з насіння;
- 07 – проросток з'являється на поверхні ґрунту;
- 09 – перший листок повністю розгорнутий.

1. Проростання листків

- 10 – перший листок повністю розгорнутий;
- 11–19 – розвиток наступних листків (від другого до дев'ятого листка).

2. Кущення

- 20 – початок кущення: утворюється перший бічний пагін;
- 21–29 – подальший розвиток пагонів (до 9 і більше).

3. Подовження стебла

- 30 – початок витягування стебла;
- 31 – видно перший вузол;
- 32–39 – витягування стебла, видимі другий та наступні вузли.

4. Вихід прапорцевого листка

- 40 – прапорцевий листок з'являється, але ще згорнутий;
- 41 – прапорцевий листок починає розгортатися;

- 47 – прапорцевий листок повністю розгорнутий;
- 49 – початок виходу колоса з піхви прапорцевого листка.

5. Колосіння

- 50 – початок колосіння, колос виходить із піхви;
- 51–59 – колос повністю вийшов із піхви, видимий повністю.

6. Цвітіння

- 60 – початок цвітіння (перші квітки розкриваються);
- 61–69 – масове цвітіння, запилення та утворення зернівок.

7. Формування зернівок

- 70 – початок формування зернівок (молочна стиглість);
- 71–77 – зростання зернівок (збільшення маси);
- 79 – початок воскової стиглості.

8. Дозрівання зернівок

- 80 – початок дозрівання (воскова стиглість);
- 81 – зерно м'яке, ще трохи вологе;
- 85 – повна воскова стиглість;
- 87 – повна стиглість (зерно сухе та тверде);
- 89 – рослина повністю достигла і висохла.

9. Сенесценція

- 90 – початок відмирання рослини;
- 91–99 – відмирання та всихання всієї рослини після повної стиглості зерна.

Нижче наведено **фенологічні фази росту та розвитку ячменю звичайного**.

1) Сходи (емергенція). Початковий етап, коли сходи ростуть з насінини. У цій початковій стадії росту оптимальна температура повітря зазвичай коливається від 10 до 20 °С. Тепле, але не надто гаряче середовище сприяє проростанню насіння та розвитку молодих сходів. Оптимальна вологість ґрунту зазвичай повинна бути високою, близько 70–80% НВ, щоб забезпечити належне проростання насіння та розвиток молодих сходів. Оптимальна САТ для цієї фази становить приблизно 150–200 °С.

2) Фаза кущення. Активний період росту рослини, коли вона формує листя і коріння. У цей період оптимальна температура повітря може бути приблизно від 15 до 25 °С. Рослина активно росте, тому потребує тепла, але не такою мірою, щоб спричинити стрес. У цей період оптимальна вологість ґрунту може бути меншою, близько 60–70% НВ, оскільки рослина активно росте і здатна більше всмоктувати вологу з ґрунту. Оптимальна САТ може бути приблизно від 400 до 600 °С.

3) Фаза виходу в трубку. Росте стебло і розвиваються листки. Температура повітря у цю фазу також може бути приблизно від 15 до 25 °С. В цей час формуються стебло і листя рослини. Також оптимальна вологість ґрунту може бути приблизно від 60 до 70%. Оптимальна САТ для цієї фази також може бути приблизно від 400 до 600 °С.

4) Фаза колосіння. Стебло продовжує рости, а колос починає формуватися. Оптимальна температура для цієї фази може бути близько 15–20 °С. У цей період рослина може потребувати трохи більше вологи, але оптимальна вологість ґрунту може залишатися близько 60–70% НВ. Оптимальна САТ також може залишатися в діапазоні від 400 до 600 °С.

5) Фаза цвітіння. Рослина цвіте, а квітки запилюються. У цей період оптимальна температура повітря також становить приблизно 15–20 °С. Також рекомендується забезпечувати оптимальну вологість ґрунту на рівні близько 60–70% НВ. Оптимальна САТ для цвітіння може бути приблизно від 200 до 400 °С.

6) Фаза формування зерна. Після запилення квіток розвиваються зернівки. Температура повітря під час формування зерна також може бути від 15 до 20 °С. У цей період оптимальна вологість ґрунту може бути важливою для забезпечення належного розвитку зерна, тому вона також може залишатися близько 60–70% НВ. Оптимальна САТ для цієї фази може залишатися в діапазоні від 400 до 600 °С.

7) Фаза досягання зерна. Зерно дозріває та стає готовим для збирання. На останніх етапах росту оптимальна температура повітря може бути трохи нижчою, близько 10–15 °С, для сприяння дозріванню зернівок. Під час дозрівання зерна може бути корисно трохи зменшити вологість ґрунту, але вона все ще повинна залишатися на рівні близько 60–70% НВ для забезпечення завершення процесу дозрівання зерна. У цей період оптимальна САТ може бути приблизно від 200 до 400 °С.

Технічні характеристики цифрової метеорологічної станції програмно-апаратного комплексу «METEOTREK-RW 2.0»

(автори: Орленко Н. С., к. е. н., доцент,
Гринів С. М., к. с.-г. н., с.н.с., Руденко О. А., УІЕСР)

Програмно-апаратний комплекс «METEOTREK-RW 2.0» призначений для спостереження за метеорологічними умовами та явищами у сільському господарстві і є автономною метеорологічною станцією, яка ідентифікує та передає такі показники як температуру повітря, атмосферний тиск, швидкість вітру, напрямок вітру, точку роси, опади відносні, відносну вологість повітря, температуру ґрунту, вологість ґрунту.

Це програмне забезпечення дозволяє накопичувати та узагальнювати результати метеоспостережень, як в розрізі пунктів досліджень так і в розрізі ґрунтово-кліматичної зони проведення досліджень, здійснювати розрахунок важливих показників (сума активних температур, сума ефективних температур, гідротермічний коефіцієнт тощо).

Метеорологічна станція «METEOTREK-RW 2.0» (рис. 1) виконує такі функції:

- **визначення** та перетворення у цифровий формат даних температури та відносної вологості повітря, атмосферного тиску, температури та вологості ґрунту, швидкості та напрямку вітру, кількості рідких опадів, температури та відносної вологості листка, а також інтенсивності сонячного випромінювання;

- **опрацювання** вимірювальної інформації за заданою програмою, зберігання цієї інформації та передавання її на зовнішні пристрої. Апаратний комплект станції складають: основний блок з модемом, акумуляторною батареєю, панель сонячних батарей; датчик температури, відносної вологості повітря та атмосферного тиску; датчик температури ґрунту; датчик швидкості вітру; датчик напрямку вітру; датчик кількості рідких опадів; датчик температури і вологості ґрунту; датчик температури та відносної вологості листка; датчик ін-



Рис. 1. Метеорологічна станція «METEOTREK-RW 2.0»

тенсивності сонячного випромінювання. Таким чином, кожна станція складається з основного блока і одного або декількох первинних вимірювальних перетворювачів метеорологічних величин. Кожен датчик закріплюється на станції у заздалегідь визначеному місці, яке вибрано для забезпечення оптимальних умов роботи і підвищення точності вимірювань.

Датчики температури та вологості повітря, атмосферного тиску конструктивно об'єднані в одному корпусі, що має циліндричну форму. Цей корпус закріплюється в екрані теплового випромінювання, що захищає датчики від дії прямих сонячних променів і потрапляння опадів. У датчиках застосовуються спеціалізовані інтегральні мікросхеми, що здійснюють перетворення значень вимірюваних величин у сигнали напруги постійного струму. Ці сигнали перетворюються у цифрові за допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП) і передаються до основного блоку інтерфейсу I2C.

Датчик температури ґрунту конструктивно виконаний у металевому циліндричному корпусі і розташовується в ґрунті на глибині, вимірювання температури на якій цікавить користувача. У перетворювачі застосовується спеціалізована інтегральна мікросхема, що здійснює перетворення значення температури у сигнал напруги постійного струму. Цей сигнал перетворюється у цифровий за допомогою АЦП і передається до основного блоку інтерфейсу I2C.

Датчик швидкості вітру виконаний у вигляді ротора з чашками. Вітер будь-якого напрямку обертає ротор зі швидкістю, пропорційною швидкості вітру. Частота обертання ротора перетворюється у

пропорційний сигнал постійного струму в діапазоні від 4 до 20 мА. Цей сигнал передається до основного блоку.

Датчик кількості рідких опадів виконаний у вигляді конуса з наперед визначеною площею основи. Вода зібрана ним потрапляє на перекидні ложки. Ложка перекидається з кількістю води еквівалентною 0,2 мм опадів. Кожне перекидання генерує імпульс замиканням контактів геркону. Ці імпульси надходять до основного блока.

Датчик інтенсивності сонячного випромінювання – це піранометр напівпровідникового типу. Він має оптичну систему, що збирає сонячне випромінювання, яке генерує електричний струм на виході спеціалізованого фотодіода. Величина струму пропорційна інтенсивності сонячного випромінювання. Цей струм перетворюється у напругу на прецизійному резисторі і сигнал напруги постійного струму передається до основного блоку. Основний блок здійснює приймання сигналів від датчиків, їх обробку, накопичення у енергонезалежній пам'яті і передачу для відображення і обробки результатів на сервер за допомогою сигналів стандарту GPRS мережі стільникового зв'язку GSM 900/1800. Вхідні сигнали постійного струму за допомогою прецизійного резистора перетворюються у сигнали напруги, далі за допомогою АЦП в цифрові, і надходять до мікроконтролера. Мікроконтролер перетворює отримані сигнали у сигнали, пропорційні швидкості і напрямку вітру та зберігає їх в енергонезалежній пам'яті. Вхідні сигнали напруги постійного струму підсилюються, перетворюються в цифрові за допомогою АЦП і надходять до мікроконтролера. Мікроконтролер перетворює отримані сигнали у сигнали, пропорційні інтенсивності сонячного випромінювання та зберігає їх в енергонезалежній пам'яті.

Вхідні сигнали інтерфейсу I2C надходять безпосередньо до мікроконтролера, де перетворюються у сигнали, пропорційні температурі та вологості повітря, температурі ґрунту, атмосферному тиску. Далі ці значення зберігаються у енергонезалежній пам'яті. Вхідні дискретні імпульсні сигнали надходять до мікроконтролера, за допомогою якого проводиться розрахунок кількості імпульсів, їх перетворення у значення кількості рідких опадів і зберігання у енергонезалежній пам'яті. Живлення основного блоку і датчиків здійснюється від акумуляторної батареї, яка при наявності сонячного світла постійно заряджається від панелі сонячних батарей. Для економії енергії основний блок постійно знаходиться в режимі зниженого енергоспоживання і виходить з цього режиму тільки для опитування датчиків і обробки їхніх даних, передачі цих даних на сервер або при надходженні імпульсу від датчика кількості рідких опадів.

Результати вимірювань із заданою періодичністю передаються на сервер за допомогою модему стандарту GPRS мережі стільникового зв'язку GSM 900/1800. Під час передавання інформації основний блок, за потреби, отримує нові налаштування, передані SMS повідо-

мленнями, та зберігає їх у енергонезалежній пам'яті. Якщо під час такого сеансу зв'язку прилад за допомогою SMS отримав запит на передачу поточних метеорологічних даних, то він відправляє цю інформацію у зворотньому SMS-повідомленні. За допомогою програмного забезпечення на сервері користувач має можливість відображати результати вимірювань метеорологічних величин у прив'язці до часу здійснення вимірювань, виводити результати за певний проміжок часу, будувати графічні залежності, відслідковувати динаміку змін.

З метою аналізу впливу погодних чинників на процес формування урожайності кукурудзи нами визначалися коефіцієнти суттєвості відхилень суми опадів та середніх добових температур від багаторічних даних. Визначення коефіцієнтів суттєвості відхилення дає змогу класифікувати місяці та роки щодо сприятливості умов для розвитку рослин. Коефіцієнт суттєвості відхилень показників агрометеорологічного режиму поточного року від середніх багаторічних показників розраховували за формулою:

$$K_c = \frac{(X_i - X)}{\sigma}$$

де K_c – коефіцієнт суттєвості відхилень;

X_i – показники погоди конкретного року;

X – показник середньої багаторічної величини;

σ – середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень визначали за градацією:

$K_c = 0-1$ – умови близькі до звичайних;

$K_c = 1-2$ – умови, що істотно відрізняються від середніх багаторічних;

$K_c > 2$ – умови, наближені до аномальних.

На підставі аналізу даних метеорологічної станції було встановлено амплітуду відхилень кліматичних умов періоду вирощування пшениці м'якої озимого типу розвитку та розраховано коефіцієнт суттєвості відхилень кліматичних умов вирощування в розрізі філій УІЕСР:

Волинська філія	2,23
Закарпатська філія	2,29
Івано-Франківська філія	2,64
Львівська філія	2,81
Рівненська філія	2,74
Чернігівська філія	2,00
Київська спеціалізована філія	1,88
Вінницька філія	2,37
Сумська філія	2,43
Тернопільська філія	2,87
Харківська філія	2,52
Черкаська філія	2,09
Чернівецька філія	2,80
Дніпропетровська філія	2,20
Луганська філія	0,59

Зауважимо, аналіз даних з використанням програмно-апаратного комплексу «МЕТЕОТРЕК-RW 2.0» є трудомістким процесом й тому в рамках цього дослідження проводиться розробка інформаційної системи, яка буде опрацьовувати автоматично дані «МЕТЕОТРЕК-RW 2.0» у прив'язці до росту і розвитку рослин відповідного ботанічного таксона.

Агрокліматичне районування території України за рівнем природного забезпечення вологою з урахуванням біологічних вимог основних сільськогосподарських культур

(автор: Лиховид П. В., д. с.-г. н., с. н. с., ІКОСГ НААН)

Першочерговим завданням АПК України з урахуванням зростання посушливості клімату є забезпечення сталого надходження достатньої кількості вологи для формування сталих врожаїв належної якості, що можливо здійснити лише за науково обґрунтованого теоретичного базису оцінки потреб у подачі поливної води за агрокліматичними зонами держави з урахуванням вимог різних сільськогосподарських культур до рівня вологозабезпечення. Для цього варто виконати сучасну оцінку рівня природного зволоження України з урахуванням поточних кліматичних умов. Раціональну оцінку рівня посушливості клімату можна виконати за величиною інтегративного індексу аридності. Водночас, приймати рішення щодо вологозабезпечення краще комплексно: як за величиною індексу аридності (Budyko, 1958), так і за параметрами зволоження ґрунту. Така оцінка точно відображатиме реальний рівень вологозабезпеченості з огляду на потреби у штучному зволоженні для забезпечення виробництва продукції рослинництва.

Режими вологості ґрунтів на території України узагальнено за даними дистанційного зондування Землі, які надано базою Soil Explorer (сформована Soil Information for Environmental Modeling and Ecosystem Management USDA). На рис. 2 графічно відображено переважаючі режими вологи по кожному регіону.

Aridic – ґрунти, які є сухими на глибині профілю 0–50 см впродовж більш ніж половини року, мають температуру на глибині 50 см понад +5 °С, частково або повністю зволожені впродовж періоду менше ніж 90 діб при температурі на глибині 50 см понад +8 °С.

Xeric – ґрунти, які є сухими на глибині профілю 0–50 см впродовж не менш як 45 діб поспіль в період 4 місяців після літнього сонцестояння, у той час як є вологими впродовж не менше 45 діб поспіль в

період 4 місяців після зимового сонцестояння. Середньорічна температура таких ґрунтів не перевищує $+22^{\circ}\text{C}$.

Udic – ґрунти, які впродовж не менш як 90 днів поспіль не мають жодної сухої частини профілю 0–50 см. Такі ґрунти є вологими, характерні для тих типів клімату, де евапотранспірація компенсується опадами або надходженням вологи в ґрунт з інших джерел (від підґрунтових вод).

Ustic – ґрунти, які займають проміжне положення між класами Aridic та Udic. Такі ґрунти, хоча й обмежені в обсягах вологи, але здатні накопичувати її в достатній кількості для забезпечення росту і розвитку сільськогосподарських культур.

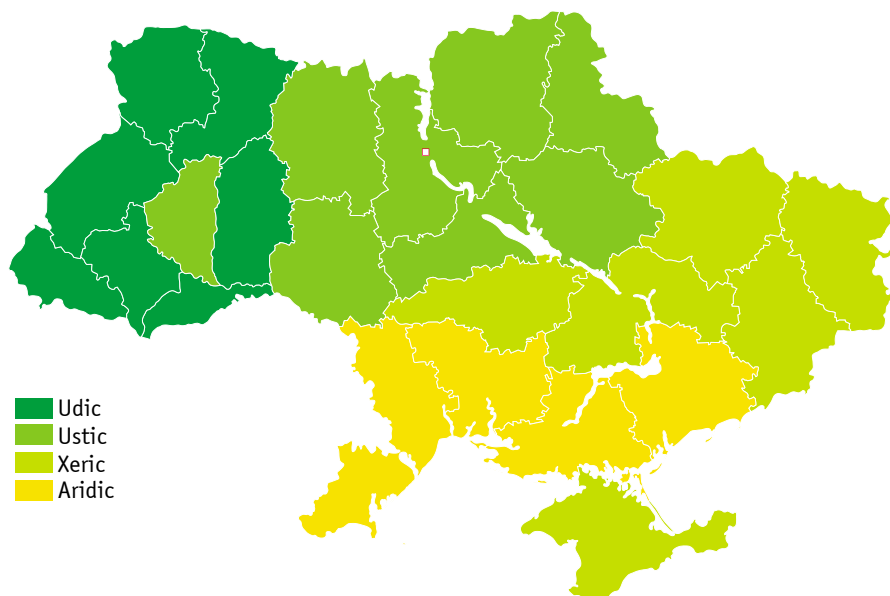


Рис. 2. Режими зволоження ґрунтів на території України за даними дистанційного зондування Землі

Класифікація кліматичних режимів за індексом аридності наведена у табл. 1 (Colantoni et al., 2015).

Такі культури як просо та сорго мають високу посухостійкість, можуть формувати врожаї навіть за умов певного рівня дефіциту вологи, так само як і окремі баштанні культури. Озимі та ярі зернові колосові культури є прикладом культур із середніми вимогами до вологозабезпечення; кукурудза зернова та соя для формування сталих врожаїв потребують посиленого водопостачання, а більшість овоче-

Таблиця 1

Індекс аридності та тип клімату

Індекс аридності (AI)	Тип клімату
<0,05	Надмірно посушливий, пустельний (НП)
0,05–0,20	Посушливий (аридний) (А)
0,20–0,50	Напіваридний (НА)
0,50–0,65	Посушливий субвологий (ПС)
0,65–0,75	Вологий (В)
>0,75	Гіпервологий (ГВ)

вих (томати, огірок, капуста) і плодово-ягідних культур, багаторічних трав (крім еспарцету виколистого) мають високі вимоги до вологозабезпечення (Кононюк та ін., 1985).

Відповідно до типів клімату та зволоження ґрунтів розроблено комплексну методику агрокліматичної класифікації території України з урахуванням потреб у зрошенні залежно від групи сільськогосподарських культур за рівнем їх вимог до вологозабезпечення (табл. 2).

Таблиця 2

Класифікація територій за потребою в зрошенні відповідно до режимів вологості ґрунтів і кліматичних умов

Режим вологості ґрунту	Тип клімату	Потреба у зрошенні
Aridic	НА	Обов'язкове для більшості с.-г. культур
	ПС	Обов'язкове для більшості с.-г. культур
	В	Бажане для культур з високими потребами у волозі
	ГВ	Бажане для культур з високими потребами у волозі
Xeric	НА	Обов'язкове для більшості с.-г. культур
	ПС	Бажане для культур з високими потребами у волозі
	В	Бажане для окремих культур з дуже високими потребами у волозі
	ГВ	Не потрібне
Ustic	НА	Бажане для культур з високими потребами у волозі
	ПС	Бажане для окремих культур з дуже високими потребами у волозі
	В	Не потрібне
	ГВ	Не потрібне
Udic	НА	Бажане для культур з високими потребами у волозі
	ПС	Бажане для окремих культур з дуже високими потребами у волозі
	В	Не потрібне
	ГВ	Не потрібне

За результатами оцінки агрокліматичних умов сформовано карти аридності та карти потреб у зрошенні за регіонами України. Оцінку регіональних показників виконували за даними обласних гідрометеорологічних центрів. Кліматичний режим Донецької та Луганської областей через неможливість одержати архівні метеорологічні дані для періодів 1991–2020 рр. не було оцінено. Метеорологічні дані, одержані

в архівах обласних гідрометеорологічних станцій, можуть вважатися цілком репрезентативними для кожного регіону, оскільки попереднє вивчення максимальної амплітуди коливання індексу аридності в рамках кожної області України за різними метеорологічними станціями засвідчило, що вони знаходяться в межах 15% та не можуть слугувати критерієм переходу області в іншу групу посушливості.

Виключенням є Миколаївська, Полтавська, Закарпатська області та Крим. Причому в Криму та Закарпатській області розбіжності в посушливості пов'язані, насамперед, з різними кліматичними особливостями рівнинної та гірської територій, а в Криму ще й з особливостями клімату південного приморського узбережжя. Істотні відхилення на рівнинній території спостерігаються лише у Миколаївській та Полтавській областях, що пов'язано з географічними особливостями розташування гідрометеорологічних станцій (табл. 3).

Таблиця 3

Варіювання індексу аридності та градації посушливості в рамках областей України за даними регіональних гідрометеорологічних центрів і станцій (1961–1990 рр.)

Область	Гідрометеорологічні станції				Максимальне відхилення, %
	облцентр	I	II	III	
Черкаська	0,67 В	0,72 В	0,65 В/ПС		7,46
Чернівецька	0,85 ГВ				–
Чернігівська	0,81 ГВ	0,88 ГВ			8,64
Дніпропетровська	0,56 ПС	0,51 ПС	0,55 ПС		8,93
Івано-Франківська	0,93 ГВ	0,86 ГВ			7,53
Харківська	0,57 ПС	0,64 ПС	0,62 ПС		12,28
Херсонська	0,40 НА	0,41 НА	0,38 НА		5,00
Хмельницька	0,86 ГВ	0,84 ГВ	0,79 ГВ		8,14
Кіровоградська	0,56 ПС	0,63 ПС	0,59 ПС		12,50
Київська	0,88 ГВ	0,87 ГВ	0,82 ГВ	0,76 ГВ	13,64
Львівська	1,08 ГВ	0,94 ГВ	0,93 ГВ		13,89
Волинська	0,80 ГВ	0,75 В/ГВ	0,87 ГВ		8,75
Миколаївська	0,47 НА	0,52 ПС	0,42 НА		10,64
Одеська	0,45 НА	0,51 ПС	0,45 НА	0,46 НА	13,33
Полтавська	0,60 ПС	0,63 ПС	0,68 В		13,33
Рівненська	0,81 ГВ	0,82 ГВ	0,77 ГВ		4,94
Сумська	0,76 ГВ	0,84 ГВ	0,76 ГВ		10,53
Тернопільська	0,90 ГВ	0,88 ГВ			2,22
Закарпатська	0,90 ГВ	0,73 В			18,89
Вінницька	0,80 ГВ	0,79 ГВ	0,86 ГВ		7,50
Запорізька	0,49 НА	0,48 НА	0,50 НА		4,08
Житомирська	0,83 ГВ	0,86 ГВ	0,90 ГВ		8,43
Крим	0,54 ПС	0,36 НА	0,42 НА	0,53 ПС	33,33

Результати вивчення типів клімату за різними часовими періодами на території України наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Режим зволоження ґрунту, індекс аридності та тип клімату за регіонами України (1961–2020 рр.)

Область	Режим вологи ґрунту	Індекс аридності (1961– 1990)	Тип клімату (1961– 1990)	Індекс аридності (1991– 2020)	Тип клімату (1991– 2020)	Індекс аридності (1991– 2000)	Тип клімату (1991– 2000)	Індекс аридності (2001– 2010)	Тип клімату (2001– 2010)	Індекс аридності (2011– 2020)	Тип клімату (2011– 2020)
Черкаська	Ustic	0,67	В	0,63	ПС	0,95	ГВ	0,55	ПС	0,41	НА
Чернівецька	Udic	0,85	ГВ	0,77	ГВ	1,17	ГВ	0,71	В	0,43	НА
Чернігівська	Ustic	0,81	ГВ	0,76	ГВ	1,15	ГВ	0,66	В	0,47	НА
Дніпропетровська	Xeric	0,56	ПС	0,61	ПС	0,92	ГВ	0,57	ПС	0,34	НА
Івано-Франківська	Udic	0,93	ГВ	0,82	ГВ	1,15	ГВ	0,79	ГВ	0,51	ПС
Харківська	Xeric	0,57	ПС	0,61	ПС	0,91	ГВ	0,57	ПС	0,36	НА
Херсонська	Aridic	0,40	НА	0,41	НА	0,46	НА	0,50	НА	0,28	НА
Хмельницька	Udic	0,86	ГВ	0,86	ГВ	1,34	ГВ	0,80	ГВ	0,44	НА
Кіровоградська	Xeric	0,56	ПС	0,57	ПС	0,87	ГВ	0,55	ПС	0,30	НА
Київська	Ustic	0,88	ГВ	0,75	В	1,13	ГВ	0,65	ПС	0,46	НА
Львівська	Udic	1,08	ГВ	1,02	ГВ	1,48	ГВ	0,94	ГВ	0,63	В
Волинська	Udic	0,80	ГВ	0,70	В	0,93	ГВ	0,62	ПС	0,54	ПС
Миколаївська	Aridic	0,47	НА	0,44	НА	0,61	ПС	0,40	НА	0,31	НА
Одеська	Aridic	0,45	НА	0,61	ПС	0,69	В	0,71	В	0,44	НА
Полтавська	Ustic	0,60	ПС	0,82	ГВ	0,98	ГВ	1,04	ГВ	0,43	НА
Рівненська	Udic	0,81	ГВ	0,73	ПС	1,05	ГВ	0,73	В	0,42	НА
Сумська	Ustic	0,74	В	0,93	ГВ	1,36	ГВ	1,01	ГВ	0,41	НА
Тернопільська	Ustic	0,90	ГВ	0,92	ГВ	1,23	ГВ	1,13	ГВ	0,41	НА
Закарпатська	Ustic	0,90	ГВ	0,82	ГВ	1,18	ГВ	0,74	В	0,55	ПС
Вінницька	Ustic	0,80	ГВ	0,73	В	1,13	ГВ	0,66	В	0,39	НА
Запорізька	Aridic	0,49	НА	0,68	В	0,82	ГВ	0,80	ГВ	0,42	НА
Житомирська	Ustic	0,83	ГВ	1,00	ГВ	1,32	ГВ	1,08	ГВ	0,60	ПС
Крим	Xeric	0,54	ПС	0,64	ПС	0,84	ГВ	0,73	В	0,36	НА
Луганська	Xeric	0,43	НА	–	–	–	–	–	–	–	–
Донецька	Xeric	0,54	ПС	–	–	–	–	–	–	–	–

Аналіз динаміки величини індексу аридності свідчить, що найбільш суттєві зміни клімату за останні роки відбулися у північних та західних областях України, у той час як південні регіони майже не змінили свого кліматичного статусу (Tatariko O., 2019).

Однак наростання посушливості клімату чітко простежується починаючи з 2010 року, що має підтвердження у результатах статистичної оцінки кліматичного тренду за період 1991–2020 рр. (табл. 5).

Таблиця 5

Аналіз тренду індекса аридності для періоду 1991–2020 рр., виконаного за методикою Мана-Кендала та Сена

Область	Статистичні індекси								
	alpha	MKstat	s.e.	z-stat	p-value	trend	slope	lower	upper
Черкаська	0,05	-263	55,94	-4,68	$2,82 \times 10^{-6}$	↓	-0,0267	-0,0347	-0,0159
Чернівецька	0,05	-261	56,03	-4,64	$3,48 \times 10^{-6}$	↓	-0,0309	-0,0430	-0,0208
Чернігівська	0,05	-316	56,02	-5,62	$1,88 \times 10^{-8}$	↓	-0,0262	-0,0370	-0,0196
Дніпропетровська	0,05	-274	56,02	-4,87	$1,10 \times 10^{-6}$	↓	-0,0220	-0,0296	-0,0167
Івано-Франківська	0,05	-240	55,98	-4,27	$1,96 \times 10^{-5}$	↓	-0,0275	-0,0377	-0,0180
Харківська	0,05	-310	56,02	-5,52	$3,48 \times 10^{-8}$	↓	-0,0236	-0,0314	-0,0180
Херсонська	0,05	-124	55,96	-2,20	$2,79 \times 10^{-2}$	↓	-0,0069	-0,0129	-0,0007
Хмельницька	0,05	-288	56,02	-5,12	$3,01 \times 10^{-7}$	↓	-0,0385	-0,0491	-0,0280
Кіровоградська	0,05	-283	55,99	-5,04	$4,74 \times 10^{-7}$	↓	-0,0242	-0,0307	-0,0183
Київська	0,05	-286	55,98	-5,09	$3,56 \times 10^{-7}$	↓	-0,0294	-0,0375	-0,0218
Львівська	0,05	-258	56,02	-4,59	$4,49 \times 10^{-6}$	↓	-0,0354	-0,0450	-0,0246
Волинська	0,05	-180	55,98	-3,20	$1,39 \times 10^{-3}$	↓	-0,0155	-0,0253	-0,0050
Миколаївська	0,05	-171	55,95	-3,03	$2,38 \times 10^{-3}$	↓	-0,0100	-0,0167	-0,0033
Одеська	0,05	-141	55,98	-2,50	$1,24 \times 10^{-2}$	↓	0,0107	-0,0186	-0,0039
Полтавська	0,05	-185	56,01	-3,28	$1,02 \times 10^{-3}$	↓	-0,0253	-0,0380	-0,0139
Рівненська	0,05	-241	56,03	-4,28	$1,84 \times 10^{-5}$	↓	-0,0253	-0,0347	-0,0183
Сумська	0,05	-315	55,99	-5,61	$2,05 \times 10^{-8}$	↓	-0,0429	-0,0558	-0,0346
Тернопільська	0,05	-234	56,04	-4,16	$3,22 \times 10^{-5}$	↓	-0,0387	-0,0528	-0,0250
Закарпатська	0,05	-205	56,01	-3,64	$2,71 \times 10^{-4}$	↓	-0,0229	-0,0309	-0,0129
Вінницька	0,05	-312	56,04	-5,55	$2,87 \times 10^{-8}$	↓	-0,0315	-0,0405	-0,0225
Запорізька	0,05	-197	56,01	-3,50	$4,66 \times 10^{-4}$	↓	-0,0183	-0,0259	-0,0105
Житомирська	0,05	-262	55,99	-4,66	$3,14 \times 10^{-6}$	↓	-0,0374	-0,0473	-0,0240
Крим	0,05	-253	55,99	-4,50	$6,77 \times 10^{-6}$	↓	-0,0240	-0,0300	-0,0164
УКРАЇНА	0,05	-307	56,05	-5,46	$4,78 \times 10^{-8}$	↓	-0,0262	-0,0315	-0,0218

Картографування індексу аридності за 30-річними періодами дає змогу візуально оцінити ступінь трансформації клімату в Україні. Так період 1991–2020 рр. відзначається наростанням посушливості та переходом у більш дефіцитні за рівнем зволоження, порівняно з 1961–1990 рр., таких територій як Черкаська, Вінницька, Київська, Волинська, Рівненська області, у той час як Одеська та Запорізька області характеризуються переходом у більш сприятливі за ступенем надходження вологи зони (Lykhovyd P., 2021).

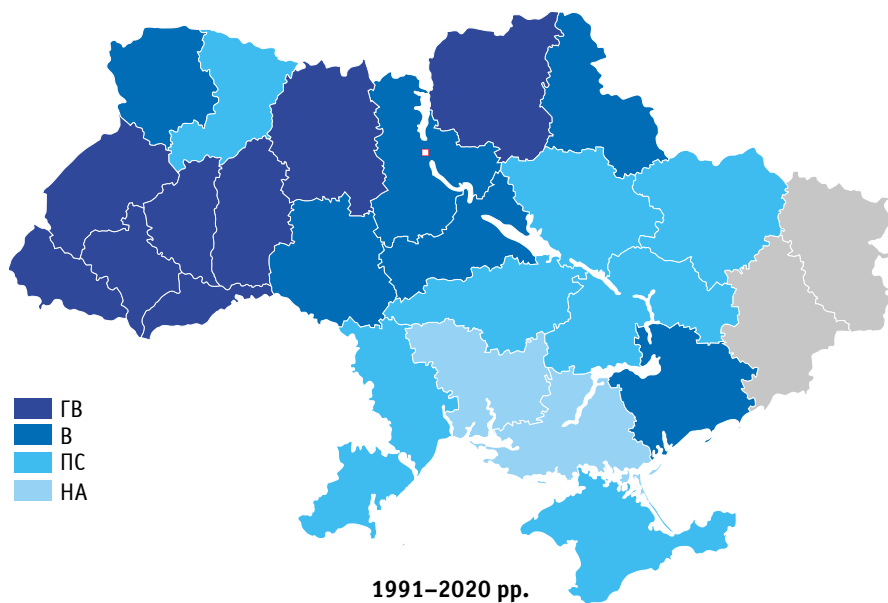
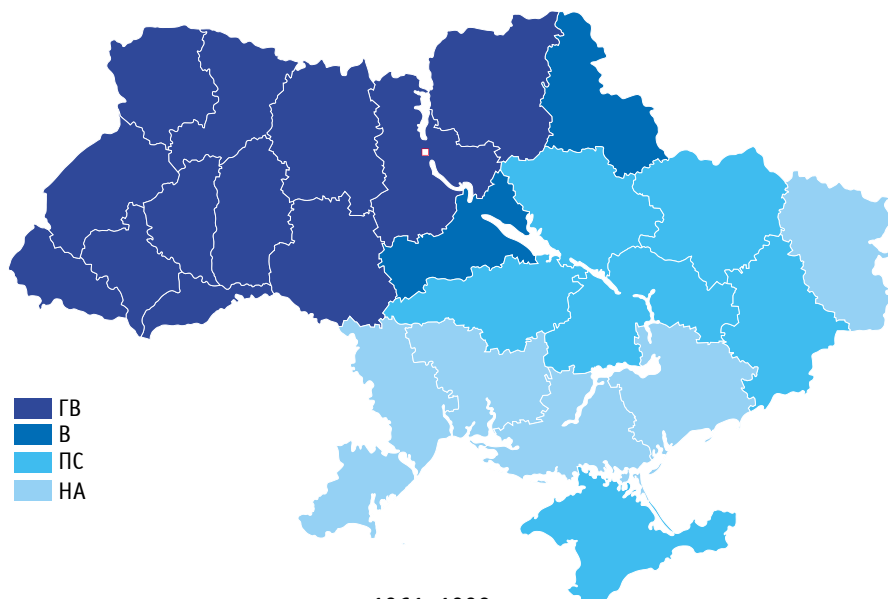
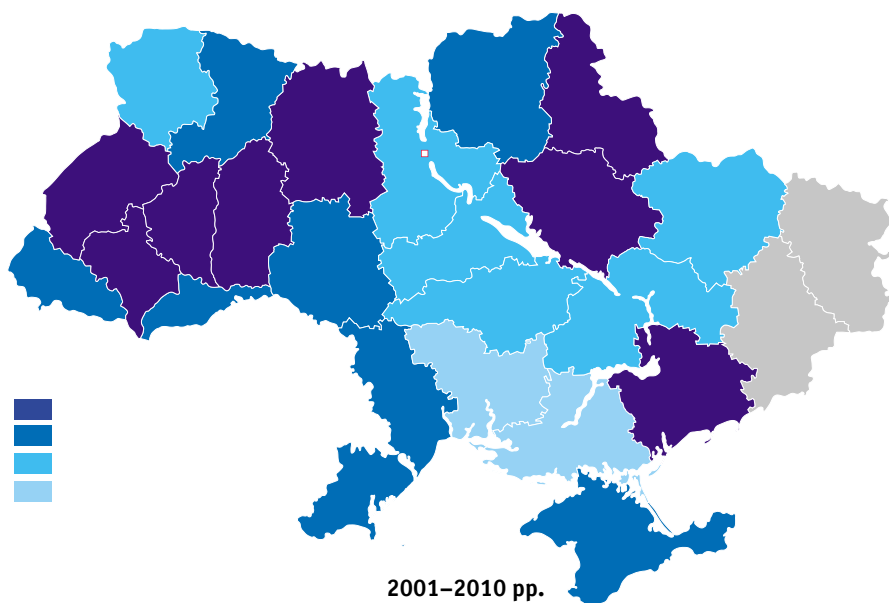
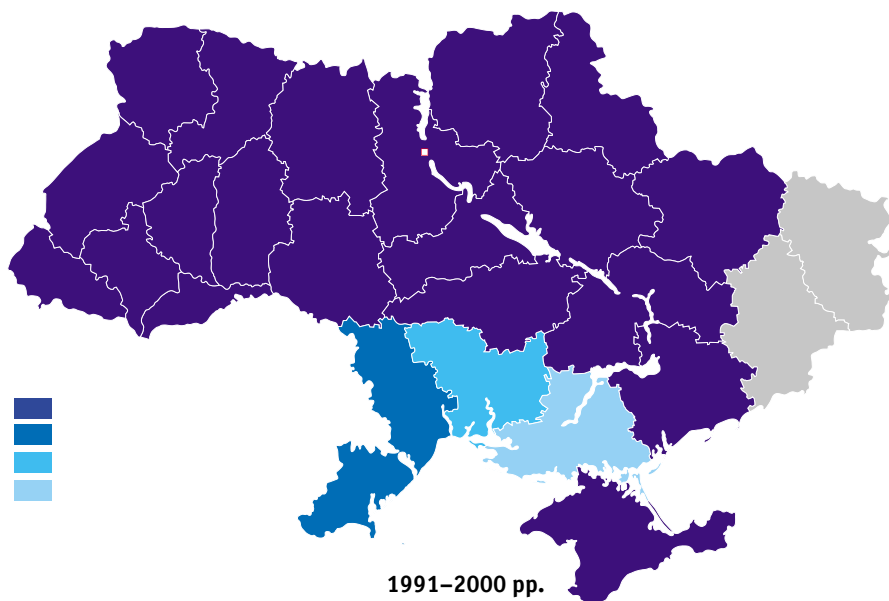


Рис. 3. Динаміка індексу аридності за регіонами України за 30-річними періодами 1961–2020 pp.



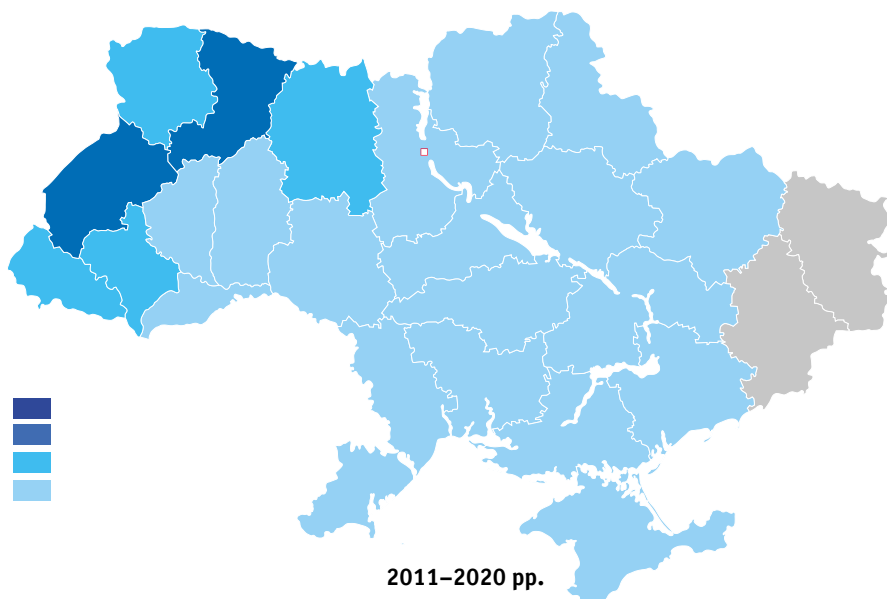


Рис. 4. Динаміка індексу аридності за регіонами України за десятирічними періодами 1991–2020 pp.

Найбільш інтенсивні кліматичні зміни за останні 30 років відбувалися в Чернігівській, Харківській, Сумській та Вінницькій областях ($МК-stat < -300$ та $p-value < 10^{-7}$). Мінімальну інтенсивність кліматичні зміни мали у Херсонській, Волинській, Миколаївській, Одеській, Полтавській та Запорізькій областях ($МК-stat > -200$, $p-value > 10^{-5}$). Сильне наростання посушливості (мінімальні значення статистичного показника *lower slope*) зафіксовано в таких областях України як Чернівецька, Хмельницька, Львівська, Сумська, Тернопільська, Вінницька, Житомирська; мінімальна динаміка характерна для таких областей як Херсонська, Миколаївська, Одеська, Запорізька, Дніпропетровська та Волинська.

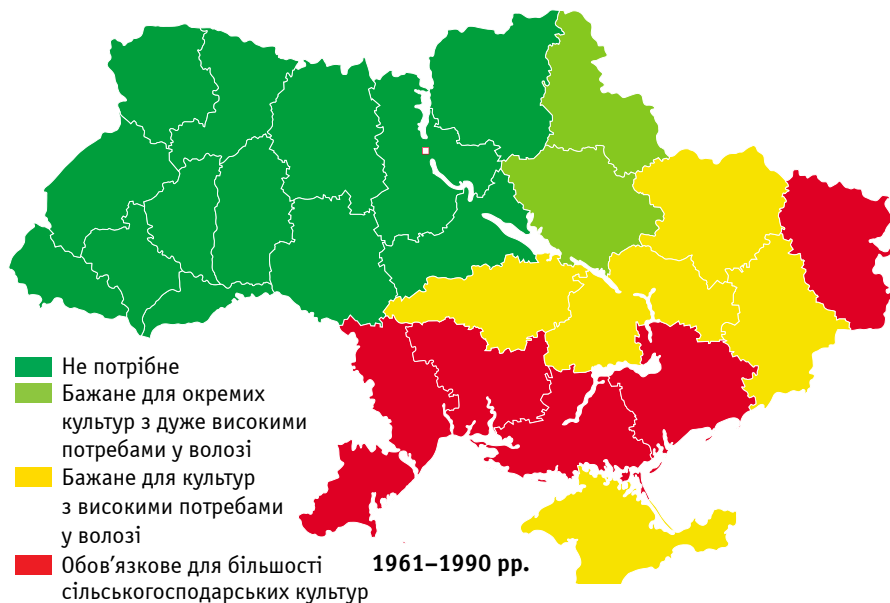
Більш детально відстежити динаміку кліматичних змін в останні десятиліття можна за 10-річними періодами. Якщо період 1991–2000 pp. характеризувався як сприятливий за рівнем зволоження, то починаючи з 2001 року настає період поступової аридизації клімату, який бере початок у регіонах центральної та північно-західної України, а у період 2011–2020 pp. більшість території держави належить до напіваридної зони, за виключенням території окремих північно-західних областей (рис. 3 та 4).

Таким чином, станом на сьогодні потребу в зрошенні для сталого виробництва продукції рослинництва певною мірою мають практич-

но всі регіони України, крім кількох західних областей (Львівська та Рівненська області не мають потреб у зрошенні, Житомирська, Хмельницька, Івано-Франківська, Закарпатська та Волинська області потребують зрошення для вирощування культур з особливо високими та специфічними вимогами до вологозабезпечення – окремі види овочевих культур, багаторічні трави, виноград, окремі плодово-ягідні культури та породи дерев). Якщо до 2000-х років зрошення було необхідним лише в південній і центральній частині України, то на сьогодні воно актуальне і для північних, і для східних регіонів (Lykhovyd P., 2018).

Визначення потреб у зрошенні на основі бази даних Soil Explorer та розрахованої величини індексу аридності вказує на зростання потреб у цьому меліоративному заході. Якщо при аналізі 30-річних періодів (1961–1990 та 1991–2020 рр.) різниця майже непомітна (рис. 5), то аналіз 10-річних періодів свідчить про поступове зростання потреб у зрошенні практично по всіх областях України починаючи з 2001 року (рис. 6).

При цьому вже зараз помітна значна невідповідність між фактичною наявністю зрошувальних систем і можливостями штучного зволоження з реальними потребами в ньому. Проблема полягає не тільки у відсутності зрошувальних мереж, але й в їх занедбаному технічному стані, неналежному використанні, серйозному пошкодженні та



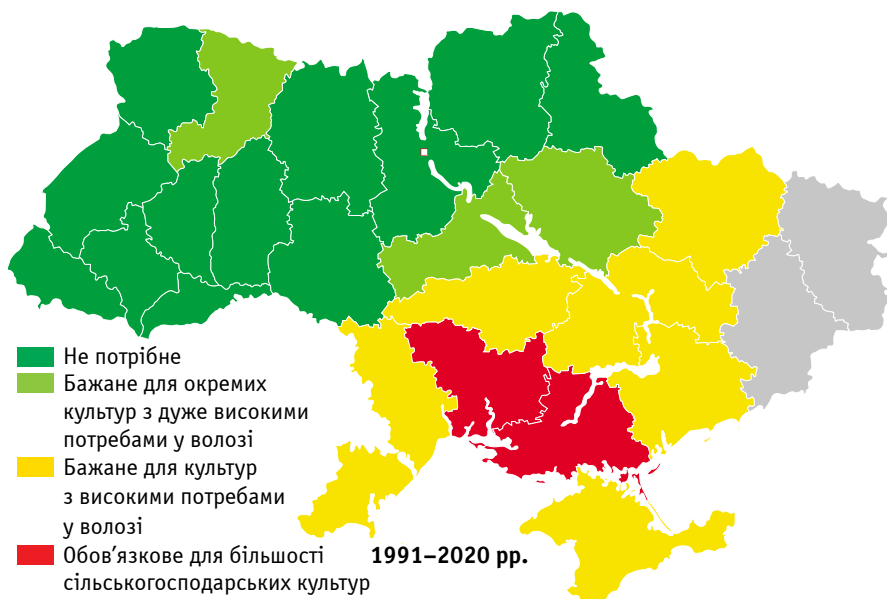


Рис. 5. Потреби в зрошенні для різних за вимогами до вологозабезпечення сільськогосподарських культур за областями України за 30-річними періодами



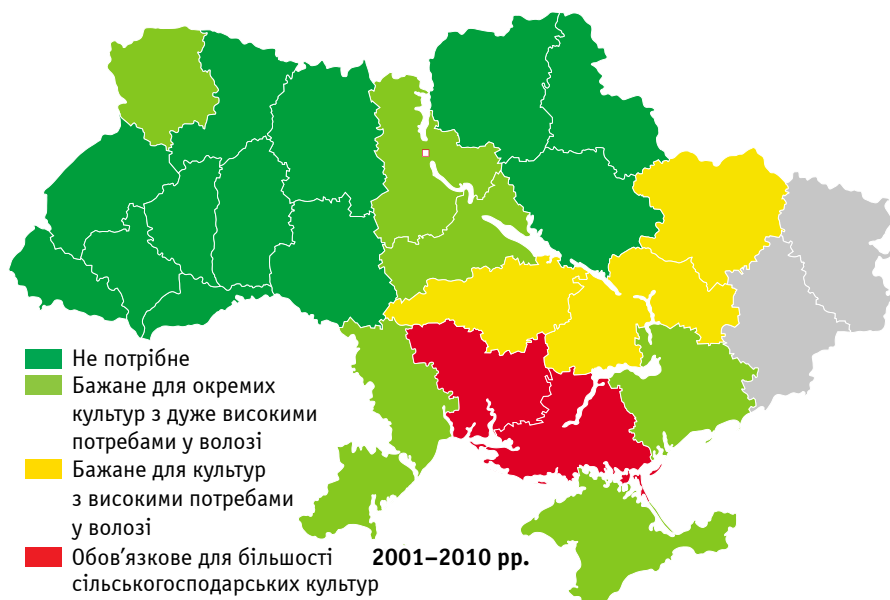


Рис. 6. Потреби в зрошенні для різних за вимогами до вологозабезпечення сільськогосподарських культур за областями України за 10-річними періодами

забрудненні джерел водозабору внаслідок бойових дій, а також економіко-правових аспектах регулювання ведення меліоративних робіт і надання відповідних послуг агровиробникам, що у сукупності дає надзвичайно потужний гальмівний ефект та стримує розвиток кліматично ефективного зрошуваного землеробства в Україні. Станом на 2019 рік з 2,17 млн га зрошуваних земель в Україні лише 532 тис. га реально зрошувалися, а це становить лише 24,5%. Враховуючи встановлені тенденції до наростання кліматичної посухи на території України, навіть за сприятливого сценарію, більше ніж 50% території держави потребуватиме зрошення для сталого виробництва продукції рослинництва, а за окремими прогнозами до 70% ріллі в Україні до 2050 року потерпатиме від нестачі вологи (Юрченко, 2021). Ромащенко та ін. (2015) зазначали, що на території Степу (Херсонська, Миколаївська, Одеська та Запорізька області) рентабельне вирощування переважної більшості сільськогосподарських культур можливе виключно в умовах зрошення, яке є основним фактором та рушійною силою забезпечення сталого розвитку та продовольчої безпеки (Лиховид П. В., 2023).

Згідно з виконаними розрахунками станом на 2019 рік інтенсивне зрошення для всіх видів сільськогосподарських культур, вирощуваних в Україні (крім окремих посухостійких видів) потрібне на території 8 областей із загальною площею орних земель понад 12 млн га (без урахування посівних площ в Криму). Ще 8 областей з сумарною посівною площею 9,37 млн га потребують зрошення в окремі періоди року або для певних видів сільськогосподарських культур. Лише 5 областей з кумулятивною площею орних земель 3,44 млн га можуть вирощувати польові культури в умовах без зрошення, і тільки 2 регіони України мають такий рівень природного зволоження, який є достатнім для всіх видів культурних рослин (1,29 млн га). Таким чином, станом на 2019 рік понад 75% ріллі вимагали зрошення, з них 42,9% – інтенсивного, що додатково підтверджує дані Ромащенко та ін. (2020). Реально потреби в зрошенні станом на довоєнний період були задоволені на 10%. Це дуже низький рівень. А враховуючи корективи, внесені у стан зрошення в Україні під час мілітарної активності, особливо руйнування дамби Каховської ГЕС і як наслідок цілої екосистеми Каховського водосховища, магістральних та вторинних каналів Інгулецької зрошувальної мережі, насосних станцій та іншого обладнання, українське землеробство в зоні південного Степу знаходиться у реальній загрозі повного колапсу, а Україна ризикує в найближче десятиліття поступово перетворитися із світової житниці на напівпустелю, і не зможе повноцінно забезпечити навіть внутрішню продовольчу безпеку (Сидоренко та ін., 2016).

Бібліографія

1. Демидась Г. І., Коваленко В. П. Динаміка наростання листкової поверхні на фотосинтетичний потенціал післяукісних посівів. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 51. С. 189–192.
2. Андронакі А. Б. Оцінка впливу змін клімату на ріст, розвиток і формування врожайності вики. *Матер. всеукр. студентської наук. конф.* Умань, 2019. С. 7–8.
3. Андронакі А. Б. Агрокліматичні особливості формування врожайності вики ярої в умовах змін клімату. *Матер. конф. молодих вчених ОДЕКУ*. Одеса, 2019. С. 33–34.
4. Адаптивні технології вирощування круп'яних культур. / за ред. С. П. Полторецького, В. Я. Білоножка. Умань: Сочінський М. М., 2018. Ч. 1. Гречка. 174 с.
5. Ільчук Р. В. Основні закономірності продуктивності і якості сортів картоплі різних груп стиглості. *Картоплярство України*. 2011. № 1/2 (22/23). С. 38–48.
6. Каленська С. М., Кнап Н. В. Стан та перспективи виробництва картоплі в світі та в Україні. *Зб. наук. праць Вінницького нац. аграрного ун-ту*. 2012. Вип. 4 (63). С. 41–48.
7. Голодна А. В., Яблонська В. В. Урожайність та якість зерна люпину вузьколистого за вирощування в зоні західного Полісся. *Землеробство*. 2014. Вип. 1/2. С. 88–91.
8. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Дідур І. М., Прокопчук В. М. Люпин білий. Генетичний потенціал та його реалізація у сільськогосподарське виробництво. Вінниця, 2018. 231 с.
9. Poltoretskyi S. P. Agrobiological basis of high-quality millet seed formation. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. 124 p.
10. Полторецький С. П. Білоножка В. Я., Полторецька Н. М., Березовський А. П. Агробіологічні та екологічні основи насіннєзнавства проса. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2016. 256 с.
11. Полторецький С. П. Вплив особливостей збору врожаю на насіннєву продуктивність проса посівного в Правобережному Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2015. № 2 (51).
12. Блащук М. І., Полторецький С. П., Білоножка В. Я. Формування технологічної якості зерна проса залежно від особливостей збору врожаю. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 10. С. 61–66. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201710-12>
13. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. UPOV TG/36/6. Geneva. 1996, 2002. 23 p.
14. Гайдаш В. Д.; Климчук М. М.; Макара М. М. та ін. Ріпак: ботанічна характеристика. Біологічні особливості. Селекція і насінництво. Технологія вирощування. Використання / упоряд. М. М. Макара. Івано-Франківськ: Сіверсія, 1998. 223 с.
15. Boiko M. O. The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія : Агрономія. 2016. Вип. 235. С. 33–39.
16. Герасименко Л. А. Ріст і розвиток рослин сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* L. Pers.) за різних строків сівби та глибини загортання насіння в умовах центрального Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2013. № 1. С. 76–78. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.1\(18\).2013.58764](https://doi.org/10.21498/2518-1017.1(18).2013.58764)

17. Lykhovyd P. V. Global warming inputs in local climate changes of the Kherson region: current state and forecast of the air temperature. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8. No. 2. P. 39–41. DOI: 10.15421/2018_307
18. Кух М. В., Яланський О. В. Перспективи вирощування сорго зернового в умовах південно-західної частини Лісостепу України. *Зб. наук. праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2011. Вип. 19. С. 112–116.
19. Кириченко В. В., Петренкова В. П., Рябчун В. К. та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур (горох, соя). / за ред. В. В. Кириченка. Харків, 2009. 170 с.
20. Димитров В. Г. Формування продуктивності сої залежно від біологічних особливостей та оптимізації елементів технології вирощування в умовах Лісостепу України. 2018. 61 с.
21. Методика проведення експертизи сортів ячменю звичайного (*Hordeum vulgare* L.) на відмінність, однорідність і стабільність. *Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність* / За ред. Ткачик С. О. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. С. 138–157.
22. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability Barley / TG/19/11/2018-09-20.
23. Nabati J., Nezami A., Neamatollahi E., Akbari M. GIS-based agro-ecological zoning for crop suitability using fuzzy inference system in semi-arid regions. *Ecological Indicators*, 2020. Vol.117, 106646. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106646>
24. Tarariko O., Ilienکو T., Kuchma T., Novakovska I. Satellite agroecological monitoring within the system of sustainable environmental management. *Agricultural Science and Practice*. 2019. Vol. 6, № 1. P. 18–27. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.01.018>
25. Gu Y., Brown J. F., Verdin J. P., Wardlow B. A five year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. *Geophysical Research Letters*. 2007. Vol. 6. L06407. <https://doi.org/10.1029/2006GL029127>
26. Amalo L. F., Ma'rufah U., Permatasari P. A. Monitoring 2015 drought in West Java using normalized difference water index (NDWI). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2018. Vol. 149, № 1. 012007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/149/1/012007>
27. Antognelli S. NDVI and NDMI vegetation indices: instructions for use. 2018. URL: <https://www.agricolus.com/en/vegetation-indices-ndvi-ndmi/>
28. Ромащенко М. І., Балюк С. А., Вергунов В. А. та ін. Сталій розвиток меліорації земель в Україні в умовах змін клімату. *Аграрні інновації*. 2020. Вип. 3. С. 59–64. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.3.10>
29. Сидоренко В. В., Мігальов А. О., Негуляєва Н. М. та ін. Фертигація як захід інтенсифікації зрошуваного землеробства. *Дослідницьке*, 2016. 113 с.
30. Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Рябков С. В. та ін. Тимчасові норми водопотреби для краплинного зрошення сільськогосподарських культур в умовах Степу України. Київ, 2015. 20 с.
31. Ляшенко Г. В. Методологічні засади різномасштабного агрокліматичного районування територій. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2013. № 12. С. 184–192. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/4639>
32. Сіряк Н. В. Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України стосовно до культури проса. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2012. Вип.14. С. 106–113.
33. Букарева С. А. Агроєкологічне районування території Херсонської області для формування посівів пшениці. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Серія: Географія і сучасність. 2014. Вип. 20(32). С. 71–78.
34. Ласло О. О., Писаренко П. В. Агроєкологічне районування угідь за рівнем урожайності основних сільськогосподарських культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. Вип. 3. С. 12–14.
35. Васалатій Н. Агрокліматичне районування території Степу України стосовно культури озимого ріпаку. *Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації: матер. IX Всеукраїнської наук. конф.* 2013. С. 231–232.
36. FAO. A framework for land evaluation. Food and Agricultural Organization: Soils Bulletin. Rome: Italy, 1976.

37. Єгорова Т. М., Сапсай Т. П. Актуальні питання агроєкологічного районування України. *Агроєкологічний журнал*. 2019. № 3. С. 6–13. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2019.183462>
38. Зимарова А. А. Використання географічно зваженого аналізу головних компонент для агро-екологічного зонування території України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 1. С. 82–91. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2019.170594>
39. Єгорова Т. М., Конішук В. В. Актуальні питання агроєкологічного районування України. *Вісник Дніпропетровського державного агро-економічного університету*. 2014. №1(33). С. 156–161.
40. Єгорова Т. М. Ландшафтно-гідроекологічні особливості агросфери України. *Агроєкологічний журнал*. 2018. № 2. С. 6–12. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2018.156621>
41. Конішук В. В., Єгорова Т. М. Агроєкологічне районування України. *Агроєкологічний журнал*. 2018. № 4. С. 6–22. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2018.155744>
42. Kukul M. S., Irmak S. Climate-driven crop yield and yield variability and climate change impacts on the U.S. Great Plains agricultural production. *Scientific Reports*. 2018. № 8. 3450. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-21848-2>
43. Паляничко Н. І., Данькевич С. М. (2019). Природно-географічні особливості районування території Малеого Полісся України у контексті економіки збалансованого землекористування. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 1. С. 14–22. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2019.170517>
44. Vozhehova R. A. Water resources and food supply systems. *Irrigated Agriculture*. 2022. Vol. 78. P. 10–14. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.78.2>
45. Lykhovyd P. Irrigation needs in Ukraine according to current aridity level. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22, № 8. P. 11–18. <https://doi.org/10.12911/22998993/140478>
46. Лиховид П. В. Аналіз агрокліматичних умов у Херсонській області за 2022 рік із використанням сучасних інформаційних технологій. *Зрошуване землеробство*. 2023. Vol. 79. P. 47–51. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.6>
47. Budyko M. I. The Heat Balance of the Earth's Surface. US Department of Commerce, Washington, D. D. 1958. 259 pp.
48. Colantoni A., Delfanti L., Cossio F. et al. Soil aridity under climate change and implications for agriculture in Italy. *Applied Mathematical Sciences*. 2015. Vol. 9(50). P. 2467–2475. doi:10.12988/ams.2015.52112
49. Patel N. R., Mandal U. K., Pande L. M. Agro-ecological zoning systema remote sensing and GIS perspective. *Journal of Agrometeorology*. 2000. Vol. 2, № 1. P.1–13. <https://doi.org/10.54386/jam.v2i1.358>
50. Vozhehova R. A., Kokovikhin S. V., Lykhovyd P. V. et al. Artificial croplands and natural biosystems in the conditions of climatic changes: possible problems and ways of their solving in the South Steppe zone of Ukraine. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. Vol. 9(6). P. 331–340. <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/4937>

**Оптимальні значення температури повітря, вологості ґрунту та САТ
у розрізі фенологічних фаз росту та розвитку рослин**

№ з/п	Фази росту і розвитку	Температура		Вологість		САТ	
		від	до	від	до	від	до
Буряк цукровий							
1	Проростання	5	10	70	75	100	120
2	Сходи (емергенція)	10	15	70	75	140	150
3	Веgetативний ріст	15	20	70	80	300	800
4	Бутонізація і цвітіння	18	25	75	80	1000	1200
5	Формування коренеплодів	18	24	60	70	1400	1600
6	Достигання коренеплодів	18	24	70	76	1800	2000
Горох посівний							
1	Сходи (емергенція)	10	20	70	80	50	100
2	Фаза розвитку рослини	15	25	60	70	200	400
3	Фаза бутонізації	15	20	60	70	300	500
4	Фаза цвітіння	15	20	60	70	400	600
5	Фаза формування стручків	15	20	60	70	450	640
6	Фаза достигання стручків	15	20	50	60	500	700
Горошок посівний							
1	Проростання	5	10	70	75	100	150
2	Сходи (емергенція)	10	18	65	70	150	200
3	Фаза листя	15	21	70	80	300	350
4	Фаза цвітіння	18	24	80	85	700	1000
5	Фаза формування стручків	18	24	80	85	350	400
6	Фаза дозрівання стручків	18	24	75	80	450	500
Гречка їстівна							
1	Сходи (емергенція)	15	20	60	80	120	150
2	Фаза розвитку рослини	20	25	50	70	250	300
3	Фаза бутонізації	15	25	60	80	100	150
4	Фаза цвітіння	15	25	60	80	200	300
5	Фаза формування плодів	15	25	50	70	150	200
6	Фаза дозрівання плодів	20	25	50	70	200	250
Жито посівне							
1	Фаза проростання і емергенції сходів	5	12	70	80	100	150
2	Фаза розвитку рослини	15	20	70	80	400	600
3	Фаза формування колосків (колосіння)	20	30	80	90	400	600
4	Фаза цвітіння і запилення	15	20	80	90	400	600
5	Фаза дозрівання зерна	20	25	60	70	400	600
Картопля							
1	Проростання	7	10	70	80	100	150
2	Сходи (емергенція)	10	15	60	70	150	200
3	Фаза вегетативного росту	15	20	60	70	300	500
4	Фаза бутонізації та цвітіння	15	20	50	70	500	600
5	Фаза формування бульб	16	22	70	80	700	800
6	Фаза дозрівання бульб	15	18	50	60	900	1000

Продовження Додатку

№ з/п	Фази росту і розвитку	Температура		Вологість		САТ	
		від	до	від	до	від	до
Кукурудза звичайна							
1	Сходи (емергенція)	20	30	60	70	100	150
2	Фаза формування листя	20	30	60	80	300	500
3	Фаза формування волоті і качанів	20	30	70	80	400	600
4	Фаза запилення	20	30	70	80	300	500
5	Фаза дозрівання зерна	20	25	50	60	400	600
Люпин							
1	Проростання	15	20	70	80	80	120
2	Сходи (емергенція)	10	25	70	75	120	200
3	Фаза вегетативного росту	15	25	60	70	500	700
4	Фаза цвітіння	18	25	60	70	800	1000
5	Фаза формування стручків	18	25	60	70	1200	1500
6	Фаза дозрівання стручків	15	20	50	60	1800	2000
Овес посівний та овес голозерний							
1	Сходи (емергенція)	10	20	70	80	100	150
2	Фаза розвитку рослини	15	25	60	70	600	900
3	Фаза виходу в трубку (утворення бокових пагонів)	15	25	60	70	600	900
4	Фаза початку формування колосків (колосіння)	15	25	60	70	600	900
5	Фаза цвітіння	15	25	60	70	300	450
6	Фаза формування зерна	10	20	50	60	600	900
7	Фаза дозрівання зерна	10	20	50	60	300	450
Просо посівне							
1	Сходи (емергенція)	20	25	60	75	80	120
2	Фаза розвитку рослини	22	28	55	65	120	200
3	Фаза кущіння	24	30	55	65	250	300
4	Фаза викидання волоті	25	30	55	65	450	550
5	Фаза цвітіння	25	30	55	65	600	700
6	Фаза формування зерна	24	30	55	65	700	800
7	Фаза дозрівання зерна	24	30	50	55	800	1000
Пшениця м'яка озима							
1	Сходи (емергенція)	10	20	60	75	100	150
2	Фаза кущення	12	18	70	75	200	300
3	Фаза виходу в трубку	15	22	70	75	400	500
4	Ввикидання прапорц. листка	16	24	65	70	600	800
5	Фаза колосіння	18	24	60	70	200	400
6	Фаза цвітіння	18	24	60	70	1000	1200
7	Фаза наливу зерна	16	22	55	65	1200	1400
8	Фаза дозрівання зерна	16	22	50	60	1400	1600
Пшениця м'яка яра							
1	Сходи (емергенція)	10	15	60	75	100	120
2	Фаза кущення	15	20	55	70	200	300
3	Фаза виходу в трубку	16	22	55	65	400	450
4	Викидання прапорц. листка	17	24	50	60	500	600

Продовження Додатку

№ з/п	Фази росту і розвитку	Температура		Вологість		САТ	
		від	до	від	до	від	до
5	Фаза колосіння	18	25	50	60	700	800
6	Фаза цвітіння	18	24	50	55	800	900
7	Фаза наливу зерна	20	28	45	55	1000	1100
8	Фаза дозрівання зерна	22	30	35	45	1200	1400
Ріпак							
1	Сходи (емергенція)	5	15	70	80	50	100
2	Фаза розвитку рослини	10	20	70	80	400	500
3	Фаза бутонізації	15	25	70	75	800	1000
4	Фаза цвітіння	18	25	70	75	1000	1200
5	Фаза формування стручків	15	25	70	75	1300	1500
6	Фаза дозрівання стручків	15	20	60	70	1700	2000
Соняшник однорічний							
1	Сходи (емергенція)	18	25	70	80	80	100
2	Фаза розвитку рослини	20	30	60	70	150	200
3	Фаза бутонізації	20	28	60	70	300	350
4	Фаза цвітіння	20	28	55	60	400	450
5	Фаза формування насіння	20	30	50	60	500	600
6	Фаза дозрівання насіння	20	30	40	50	800	900
Сорго звичайне							
1	Сходи (емергенція)	20	30	70	80	60	90
2	Фаза розвитку рослини	25	35	60	70	400	500
3	Фаза викидання волоті	25	35	60	70	800	1000
4	Фаза цвітіння	25	35	55	60	1000	1200
5	Фаза формування зерна	25	35	50	60	1200	1500
6	Фаза дозрівання зерна	25	35	40	50	1500	1550
Соя культурна							
1	Сходи (емергенція)	20	30	60	70	100	150
2	Фаза розвитку рослини	20	30	50	60	150	300
3	Фаза бутонізації	22	30	55	60	300	450
4	Фаза цвітіння	22	30	55	60	450	600
5	Фаза формування бобів	22	30	55	60	600	800
6	Фаза дозрівання бобів	20	28	55	60	800	1000
Тритикале							
1	Сходи (емергенція)	10	20	70	80	100	150
2	Фаза розвитку рослини	15	25	60	70	500	800
3	Фаза початку формування колосків	15	25	60	70	500	800
4	Фаза активного зростання колоска	15	25	60	70	500	800
5	Фаза цвітіння	15	25	60	70	200	400
6	Фаза формування зерна	15	25	50	60	500	800
7	Фаза дозрівання зерна	10	20	40	50	200	400
Ячмінь звичайний							
1	Сходи (емергенція)	10	20	70	80	150	200
2	Кущення	15	25	60	70	400	600
3	Викидання прапорц. листка	15	25	60	70	400	600
4	Колосіння	15	20	60	70	400	600

Продовження Додатку

№ з/п	Фази росту і розвитку	Температура		Вологість		САТ	
		від	до	від	до	від	до
5	Цвітіння	15	20	60	70	200	400
6	Фаза формування зерна	15	20	60	70	400	600
7	Фаза дозрівання зерна	10	15	60	70	200	400

Наукове видання

**Довідник оптимальних ґрунтово-кліматичних умов вирощування сортів рослин
та агроекологічного районування сільськогосподарських земель України**

Укладачі: Н. В. Лещук, Н. С. Орленко, Т. М. Хоменко, С. М. Гринів, С. О. Заєць,
Т. Ю. Марченко, П. В. Лиховид, О. В. Вольвич, О. А. Руденко; за заг. ред. С. І. Мельника,
Р. А. Вожегової.

Комп'ютерне макетування: Бойко А. І.

Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.

Друк офсетний. Гарнітура Schoolbook.

Друк. арк. 6. Умов. друк. арк. 5,58. Обл.-видав. арк 5,2.

Наклад 20 прим. Зам. № 1306/1.

Віддруковано з оригіналів замовника.

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.

21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.

Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852, (098) 46-98-043.

e-mail: info@tvoru.com.ua

<http://www.tvoru.com.ua>

