

**Міністерство аграрної політики і продовольства України
Харківський національний аграрний університет
імені В.В. Докучаєва**

А.В. Кулешов, М.О. Білик

**ПРАКТИКУМ
З ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ ХВОРОБ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

Харків – 2014

ББК П4Я7
УДК 632.914
К 90

Рецензенти: чл.-кор. НААНУ, д-р с.-г. наук *В.П. Петренкова*;
д-р с.-г. наук *Г.І. Яровий*

*Рекомендовано до друку вченою радою ХНАУ ім. В.В. Докучаєва
(протокол № 5 від 28 травня 2014 р.)*

Кулешов А.В.

К90 Практикум з прогнозу розвитку хвороб сільськогосподарських культур/
А.В. Кулешов, М.О. Білик / Харк. нац. аграр. ун-т. ім. В.В. Докучаєва –Х.,
2014. – 197 с.

Призначено для поглиблення і закріплення теоретичних знань з дисципліни «Прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур». Включено 22 лабораторно-практичні роботи за відповідною тематикою, що мають індивідуальні завдання, розроблених для студентів на основі впроваджених у практику прогнозування хвороб рослин і перспективних методах. Практикум передбачає активну роботу студентів в аудиторії та самостійно в реальних умовах. Кожна тема може розглядатися як мікромодуль, виконується за відповідною методикою, підсумовується.

Розраховано на студентів напряму підготовки 6.090105 «Захист рослин» ОКР «бакалавр», студентів магістратури, науковців, спеціалістів фітосанітарних інспекцій та ін.

**ББК П4Я7
УДК 632.914**

©Кулешов А.В.,
Білик М.О., 2014
©Харківський НАУ
ім. В.В. Докучаєва, 2014

ВСТУП

Хвороби сільськогосподарських культур віднесені до тих факторів, які щорічно суттєво обмежують продуктивність рослин, погіршують якість рослинної продукції. У сучасних умовах спеціалізації і концентрації сільськогосподарського виробництва зростає значення захисту рослин від шкідливих організмів, особливо від небезпечних, динамічних хвороб, здатних за короткий час істотно уражувати рослини, а часто і спричиняти їх загибель.

Можливість в оптимальні строки науково обґрунтовано проводити заходи захисту рослин, оптимізувати їх стосовно до прояву хвороби дає контроль за розвитком хвороб, визначення стану популяцій фітопатогенів на поточний час і в майбутньому, що називається моніторингом і прогнозом хвороб рослин.

Особливо актуальне прогнозування для обґрунтування застосування хімічного методу захисту рослин. Концепція інтегрованого захисту рослин передбачає проведення своєчасних обстежень, обліків, аналізів, збір достатньої кількості даних, фітосанітарної інформації, яка повинна забезпечити точну оцінку фітосанітарного стану і прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур. Результатом цього будуть оптимальні строки проведення заходів захисту рослин, скорочення кількості обробок рослин фунгіцидами, підвищення ефективності профілактичних і винищувальних заходів захисту рослин, їх планування.

Для того щоб вірогідність прогнозування була високою, агрономам господарств, спеціалістам фітосанітарних інспекцій необхідно знати, своєчасно, повно й обґрунтовано використовувати існуючі методи і методики прогнозування розвитку хвороб рослин, уміти збирати, аналізувати необхідні для прогнозів дані та фітосанітарну інформацію, розробляти і використовувати різні види прогнозів розвитку основних хвороб сільськогосподарських культур.

У практикумі викладені найменш затратні методи та методики, які були розроблені в різні часи вітчизняними та

іноземними науковцями, перевірені і впроваджені у виробництво. Робота над темами й окремими завданнями наблизить студентів до умов виробництва, підвищить рівень їх професійних знань і вмінь.

Робота 1. МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ПРОГНОЗІ ХВОРОБ РОСЛИН

Погода має вирішальне значення у комплексі факторів, що впливають на розвиток рослин і хвороб, тому використання метеорологічної інформації є обов'язковою умовою під час розроблення прогнозів розвитку шкідливих організмів рослин і обґрунтування захисних заходів. При цьому використовують чотири форми метеорологічної інформації:

- дані про стан погодних умов поточного періоду;
- дані про погодні умови за минулі періоди;
- дані, які характеризують клімат регіону;
- прогноз погоди різної завчасності.

З метою розробки довгострокових і короткострокових прогнозів розвитку хвороб, як правило, користуються даними місцевих метеостанцій чи метеопунктів. Перевагою тут є невеликі затрати на отримання такої інформації. Але часто щільність мережі спостережень недостатня і отримані дані неповною мірою відтворюють реальну метеоситуацію в місцях розвитку шкідливих організмів, тому спеціалісти служби діагностики і прогнозів самостійно ведуть спостереження за погодою або отримують метеодані за допомогою автоматичних метеостанцій.

Дані про стан погодних умов повинні негайно надходити до користувачів. Технічно найбільш розвинутою є так звана система „онлайн”, у котрій забезпечується введення інформації безпосередньо в ЕОМ.

Для спостережень за змінами погодних умов безпосередньо в тих стаціях, де розвиваються хвороби, використовуються спеціальні прилади, які дозволяють визначати метеорологічні показники як у певний момент, так і безперервно протягом конкретного відрізка часу, який є найважливішим періодом у циклі розвитку хвороби. Найбільше значення для прогнозування мають показники температури і вологості середовища.

Температура середовища обумовлює швидкість розвитку хвороби, число генерацій, агресивність і шкідливість, а також стійкість і витривалість рослин.

Завдання 1. *Вивчити будову, принцип роботи і правила користування основними метеорологічними приладами. За наданими робочими стрічками самописців змін температури і відносної вологості повітря визначити мінімальні, максимальні та середньодобові показники температури і вологості повітря.*

Методика виконання завдання

1.1. Прилади для вимірювання температури повітря і ґрунту

Для вимірювання температури повітря та поверхні ґрунту використовують такі термометри: строковий, максимальний і мінімальний.

Строковий термометр ТМ-3 призначений для визначення температури повітря в конкретний момент. Це ртутний термометр, ціна поділки шкали 0,5 °С.

Максимальний термометр ТМ-1 використовується для вимірювання найвищої (максимальної) температури за період між спостереженнями. Ціна поділки шкали 0,5 °С.

Мінімальний термометр ТМ-2 застосовується для вимірювання найнижчої температури за певний проміжок часу. Термометр спиртовий, ціна поділки шкали 0,5 °С.

Для вимірювання температури поверхні ґрунту термометри встановлюють на відкритій площадці розміром 4 × 6 м. Усі три термометри розміщують посередині площадки резервуарами на схід, на відстані 10 – 15 см один від одного в невеличких заглибленнях так, щоб резервуари і зовнішня оболонка термометрів були наполовину заглиблені в ґрунт і резервуари щільно прилягали до нього. Строковий і мінімальний термометри встановлюють горизонтально, а максимальний – з невеликим ухилом у бік резервуару.

Термометри для вимірювання температури повітря встановлюють у захисній будці Селянинова або в психрометричній будці. Відлік показань термометрів проводять з точністю до 0,1 °С. Спочатку записують показання строкового

термометра, потім мінімального і максимального. Після цього максимальний термометр струшують, а штифт мінімального термометра підводять до меніска спирту.

Для безперервної реєстрації температури повітря протягом якогось проміжку часу використовують *термограф М-16А* (рис. 1.1).

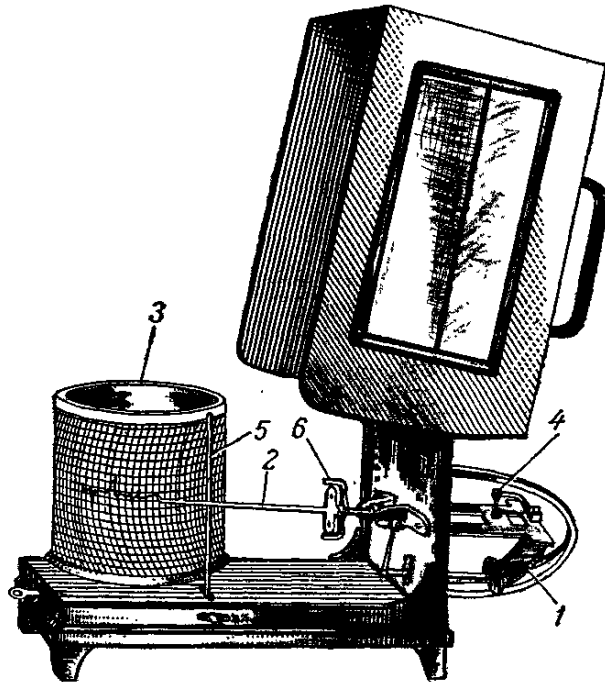


Рис. 1.1. Термограф М-16А:

- 1 – зігнута біметалева пластина; 2 – стрілка з пером; 3 – барабан з годинниковим механізмом; 4 – регулювальний болт;
5 – пружина; 6 – передаточний механізм

Приймачем температури в термографі служить зігнута металева пластина, яка одним кінцем закріплена в держаку на станині приладу, а другим за допомогою передаточного механізму з'єднана зі стрілкою, на яку встановлено перо. Перо проводить запис на паперовій стрічці закріпленій на барабані, що обертається навколо осі за допомогою годинникового механізму. Залежно від швидкості обертання барабана термографи поділяються на добові і тижневі. Стрічка термографа має шкалу температури (паралельні горизонтальні лінії) і шкалу часу (вертикальні дуги). Термограф установлюють у захисній будці БС-1 або у місці проведення спостережень.

Перед установкою термографа за допомогою ключа заводять годинниковий механізм, на барабан закріплюють паперову стрічку і надівають його на вісь корпусу. Перо

заправляють спеціальним чорнилом. Для реєстрації часу перо встановлюють шляхом обертання барабана навколо осі, а для фіксації температури (за показаннями строкового термометра) – зміною положення пера за допомогою регулювального болта. При заміні стрічки на її лицьовій стороні відмічають час закінчення запису, а на новій стрічці – час початку запису. На зворотній стороні стрічки записують назву місця проведення спостережень, дату встановлення і зняття стрічки.

Температуру ґрунту на різних глибинах вимірюють колінчатими і витяжними термометрами або термометрами-щупами.

Колінчаті термометри ТТМ-5 призначені для вимірювання температури ґрунту в теплий період на глибинах 5, 10, 15, 20 см. Це ртутні термометри з ціною поділки 0,5 °С. Колінчаті термометри встановлюють на одній площадці з термометрами для вимірювання температури поверхні ґрунту (рис. 1.2). Відлік показань на цих термометрах проводять з точністю до 0,1 °С.

Термометр-щуп АМ-6 служить для вимірювання температури ґрунту в польових умовах на глибині від 3 до 40 см. Термометрична рідина в цьому термометрі – толуол. Термометр розміщений в металевій оправі, нижній кінець загострений у вигляді конусоподібного наконечника. У верхній частині оправі міститься проріз, через який видно шкалу термометра з ціною поділки 1,0 °С (рис. 1.3).

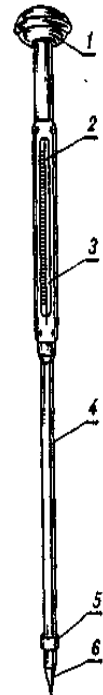
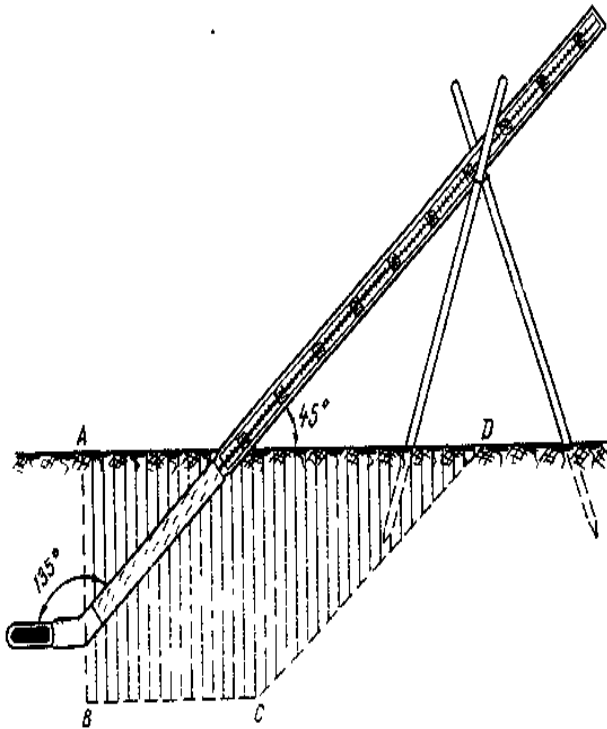


Рис. 1.2. Колінчастий термометр ТМ-5 Рис. 1.3. Термометр щуп АМ-6

Для виконання спостережень термометр установлюють вертикально в ґрунт на потрібну глибину. Вимірювання температури проводять через 10–15 хв після установки з точністю до $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.2. Прилади для вимірювання вологості повітря та інших спеціальних метеопоказників

Для вимірювання вологості повітря використовують станційний та аспіраційний психрометри і гігрометр.

Станційний психрометр складається з двох однакових спиртових термометрів. Лівий термометр психрометра прийнято називати сухим, а правий – змоченим. Перед установленням психрометра резервуар правого (змоченого) термометра щільно обгортається батистом і нижній його кінець занурюється в колінчасту трубку з дистильованою водою. Сухий термометр показує температуру повітря. Показання змоченого термометра завжди нижчі за показання сухого. За показаннями сухого та змоченого термометрів, користуючись

психрометричними таблицями, визначають відносну вологість повітря.

Аспіраційний психрометр МВ-4М використовується для вимірювання вологості повітря в польових умовах (рис. 1.4). За принципом роботи він аналогічний станційному.

У стаціонарних умовах психрометр підвішують на спеціальному стовпі на висоті 2 м, у польових умовах його можна покласти на горизонтальну підставку. Аспіраційний психрометр виносять на місце спостережень зимою за 30 хв, а влітку – за 15 хв до початку спостережень і змочують батист дистильованою водою за допомогою гумової груші. Після цього ключем заводять пружину аспіратора. Відлік показань сухого і змоченого термометрів проводять швидко. Визначення величини відносної вологості повітря за показаннями аспіраційного психрометра виконується аналогічно показанням станційного.

Для безперервної реєстрації змін відносної вологості повітря застосовується **гігрограф волосяний М-21А**. За конструкцією і принципом дії гігрограф багато в чому схожий з термографом. Приймачем вологості є пучок (35–50 шт.) знежиреного жіночого волосся. Передаточним механізмом змін довжини волосся є

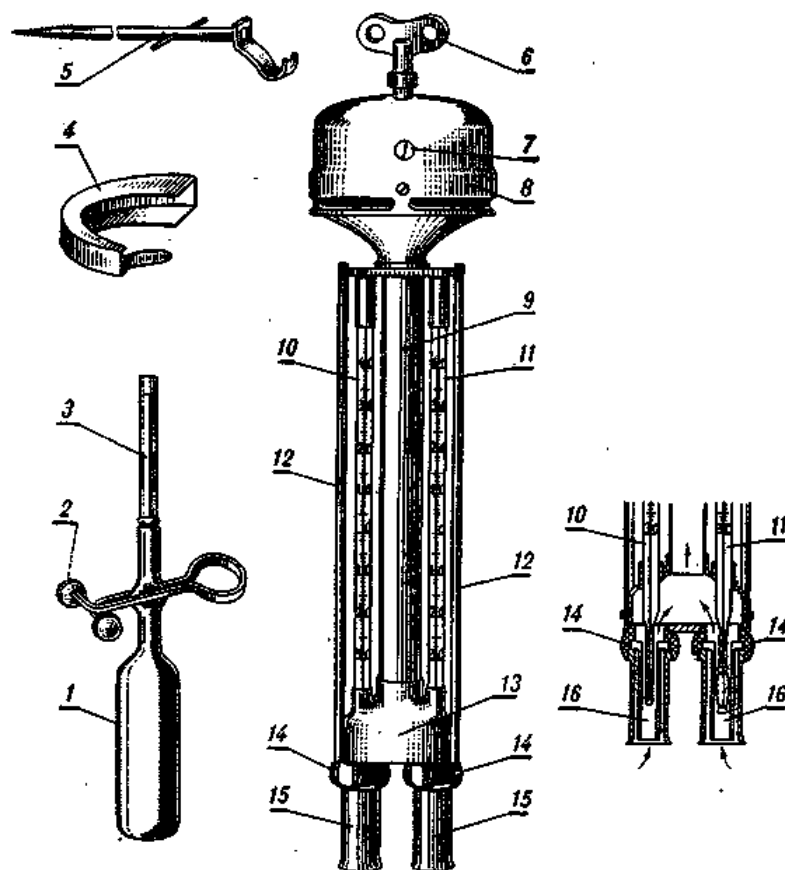


Рис. 1.4. Аспіраційний психрометр МВ-4М:

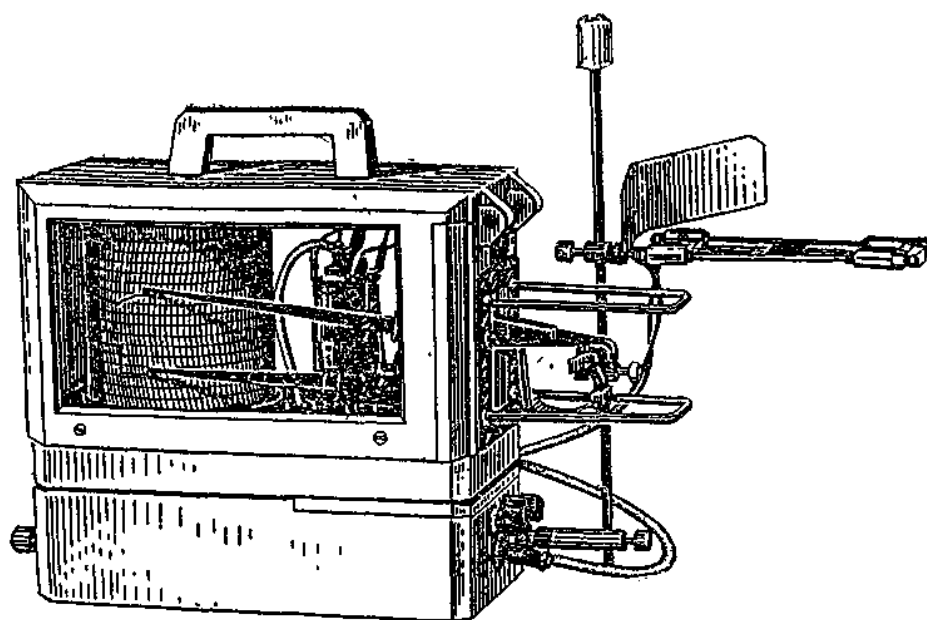
1 – гумова груша; 2 – зажим; 3 – піпетка; 4 – вітровий захист; 5 – кріючок; 6 – ключ; 7 – віконце; 8 – головка аспіратора; 9 – трубка; 10, 11 – сухий і змочений термометри; 12 – захисні планки; 13 – трійник; 14 – ізоляційні втулки; 15, 16 – трубки

система важелів, яка і передає зміну довжини волосся на стрілку з пером. При збільшенні вологості повітря волосся подовжується і перо піднімається, а при зменшенні – волосся скорочується і перо опускається вниз. Запис показань гігрографа виконується на стрічці барабана, який обертається за допомогою годинникового механізму. Принцип дії і експлуатація гігрографа й термографа аналогічні. Гігрограф установлюють і корегують за показаннями психрометра.

Самописець роси СМ-34 використовується для реєстрації тривалості й інтенсивності роси. Приймачем приладу є пластмасова чашка. Самописець роси встановлюють строго горизонтально за допомогою рівня, який вмонтовано в станину приладу, чашу-приймач урівноважують, а стрілку з пером установлюють на позначку „0”. Реєстрація роси проводиться на спеціальних стрічках, установлених на барабан з годинниковим механізмом.

Реєстратор зволоження листя рослин „Плант” (рис. 1.5) використовується для цілодобової автоматичної реєстрації часових і кількісних показників зволоження листя рослин росною, дощем, туманом.

Прилад має дистанційний датчик, регульовальний пристрій та блок живлення від електричної мережі або акумулятора.



рослин „Плант”

Датчик установлюють у полі або в кроні дерева на відстані до 25 м. Сам прилад розміщують у приміщенні або в місці, захищеному від дощу та сонця. Принцип дії приладу заснований на різниці опору проходження електричного струму сухого і зволоженого датчиків. „Плант” фіксує тривалість періоду зволоження листя, інтенсивність зволоження та джерело вологи.

Терморосограф (ТРГ). Прилад записує на спеціальну паперову стрічку температуру повітря і тривалість періодів зволоження листя рослин. Він складається з термографа М-16А, реєстратора вологих періодів із дистанційним датчиком, транзисторного підсилювача, пристрою для запису і блоку живлення з елементами живлення типу „373”. Маса приладу – 3,75 кг.

Робота 2. МЕТОДИ АНАЛІЗУ ФАКТОРІВ ПОГОДИ

Розвиток шкідливих організмів міцно пов’язаний з чинниками зовнішнього середовища, тому метеорологічні показники давно застосовуються під час розроблення різних видів прогнозів, але найчастіше – для складання короткострокових прогнозів і сигналізації строків проведення захисних заходів, у фенологічному прогнозі та прогнозі шкідливості.

Найбільша увага під час розроблення прогнозів надається таким показникам, як температура повітря, кількість опадів, відносна вологість повітря. Вибір чинників погоди, які найбільше впливають на розвиток хвороб рослин, залежить від біоекологічних особливостей розвитку конкретного шкідливого організму.

Основними погодними чинниками, що визначають розвиток хвороб рослин, є тепло- та вологозабезпеченість середовища. Певне співвідношення температури і вологості обумовлює збереження інфекційного матеріалу, контакт паразита і рослини-живителя, зараження рослин патогеном, тривалість інкубаційного періоду, інтенсивність спороутворення, розповсюдження спор тощо. Погода обумовлює стан рослин, ритм їх вегетації, стійкість до шкідливих організмів, від чого в підсумку суттєво залежить і рівень втрат урожаю.

Важливим аспектом для прогнозування розвитку хвороб рослин є визначення збігання строків появи хвороби з найбільш уразливою фенофазою рослин. При загальній фенологічній пристосованості патогена до рослини-господаря характер збігання їх критичних періодів змінюється за роками та зонами залежно від особливостей погодного режиму. Тому, розроблюючи прогноз хвороб рослин та їх шкідливості, необхідно враховувати характер розподілу метеорологічних елементів у часі. Інтенсивність розвитку хвороби при однаковій кількості опадів залежить від частоти їх випадання. Кількість днів з опадами, які забезпечують достатній для хвороби період зволоження, тривалість вологих і сухих періодів при відповідних температурах у певну фазу розвитку рослини, надають патогену можливості для розвитку зимуючих та інших пропагул, для зараження рослин, поширення інфекційного початку, впливають на тривалість і кількість генерацій і таким чином задають алгоритм патологічному процесу.

Погодні умови з їх добовою, сезонною та просторовою мінливістю визначають різноманіття екологічного стану, в якому розвиваються збудники хвороб рослин, що призводить до різного ступеня розвитку хвороб у різних стаціях.

Інформацію про чинники погоди за необхідний період отримують самостійно за допомогою спеціальних приладів або використовують дані найближчої метеостанції. Для більшої наочності кількісний хід метеопоказників зображують за допомогою графіка, який називається **клімограмою**. Для виявлення особливостей погодних умов за той чи інший період порівняно з середніми багаторічними даними використовують **клімограму відхилень**. Це дозволяє розробляти короткострокові і довгострокові прогнози розвитку шкідливих організмів і враховувати вплив погодного режиму на рослини.

Завдання 1. *Відповідно до варіанта побудувати клімограму, використовуючи для цього подекадні дані температури повітря і кількості опадів конкретного періоду й середні багаторічні показники (характеристика клімату), та дати метеорологічну характеристику цього періоду:*

варіант 1 – квітень - вересень 1994 р.;
 - “ - 2 – - “ - - „ - 1995 р.;
 - “ - 3 – - “ - - „ - 1996 р.;
 - “ - 4 – - “ - - „ - 1997 р.;
 - “ - 5 – - “ - - „ - 2002 р.;
 - “ - 6 – - “ - - „ - 2003 р.;

Методика виконання завдання

Найчастіше на клімограмах відображають температуру повітря та кількість опадів у поточному році за декадними показниками. Але аналіз метеопказників поточного року може бути повноцінним тільки при порівнянні їх із середніми багаторічними даними.

Клімограму краще виконувати на міліметровому папері (рис. 2.1). На горизонтальній осі відкладають місяці і декади (1 см = 1 декада), на лівій вертикальній осі – температуру повітря (2,5 мм = 1 °С). Шкала опадів виконується на правій вертикальній осі або поряд зі шкалою температури (1 мм = 1 мм опадів). Метеодані згідно з варіантом беруть у дод. А–Г і заносять до табл. 2.1.

Показники середньодекадної температури поточного року відкладають посередині відповідної декади. Одержані точки з'єднують, унаслідок чого отримують ламану лінію (графік). Далі відкладають точки за багаторічними даними й одержують графік, який показує хід температури повітря відповідно до характеристики клімату цієї зони. Обидві лінії повинні відрізнятися одна від одної за формою, про що даються пояснення до клімограми.

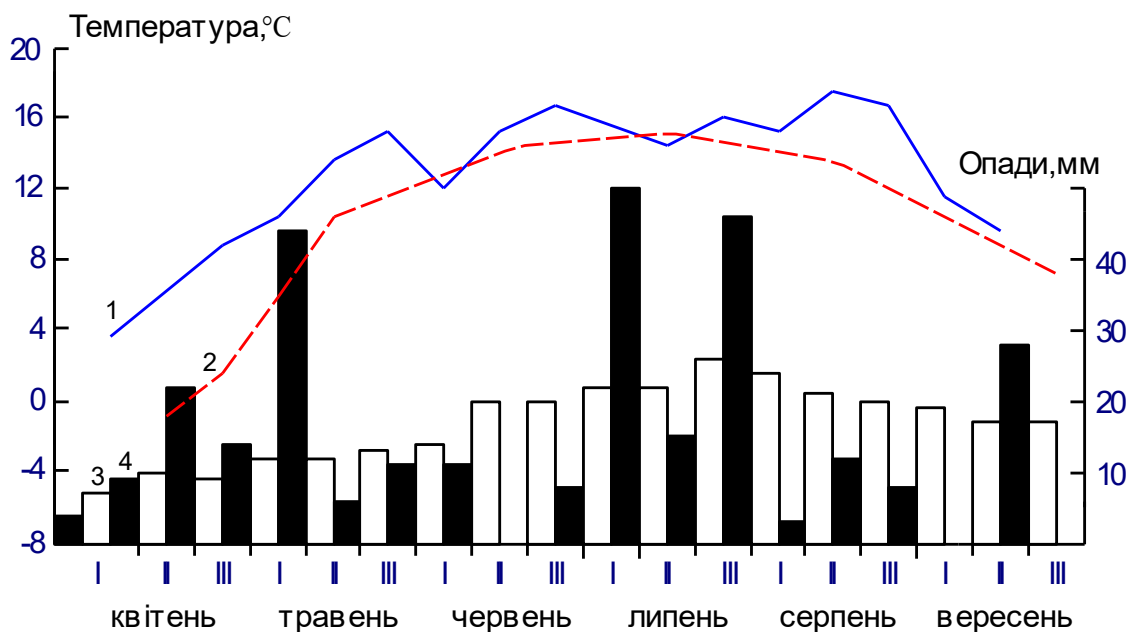


Рис 2.1. Клімограма:

1 – температура повітря поточного року; 2 – середня багаторічна температура повітря; 3 – середня багаторічна кількість опадів; 4 – кількість опадів за поточний рік

Для відображення кількості опадів краще застосовувати умовні позначення у вигляді стовпчиків. У кожній декаді їх будують по два: один відображає кількість опадів у поточному році, другий – багаторічні показники. За формою зображення стовпчики також повинні бути різними (для кращої наочності).

Завдання 2. Виконати клімограму відхилень середньодобової температури повітря та суми опадів, використовуючи подекадні метеодані певного року та середні багаторічні показники. (Варіанти ті ж, що і до першого завдання).

Методика виконання завдання

На клімограмі відхилень відображають не абсолютні значення метеопоказників, а їх відхилення від середніх

багаторічних за цей період. Аналіз показників погоди порівняно із середніми багаторічними і їх відхилення заносять до табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Аналіз показників погоди за _____

(відповідно до завдання)

Показники	Місяць і декада								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура повітря, _____ р.									
Середня багаторічна									
Відхилення \pm									
Сума опадів, мм _____ р.									
Середня багаторічна									
Відхилення \pm									

За одержаними результатами необхідно побудувати клімограму відхилень, використовуючи такий масштаб для відхилень: температури $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 1\text{ см}$, $1\text{ мм опадів} = 2\text{ мм}$. Зробити висновок щодо впливу особливостей погоди на розвиток певних хвороб і рослин.

Клімограму краще виконувати на міліметровому папері. На горизонтальній осі відкладають декади та місяці, на вертикальній – відхилення від середніх багаторічних показників (рис. 2.2).

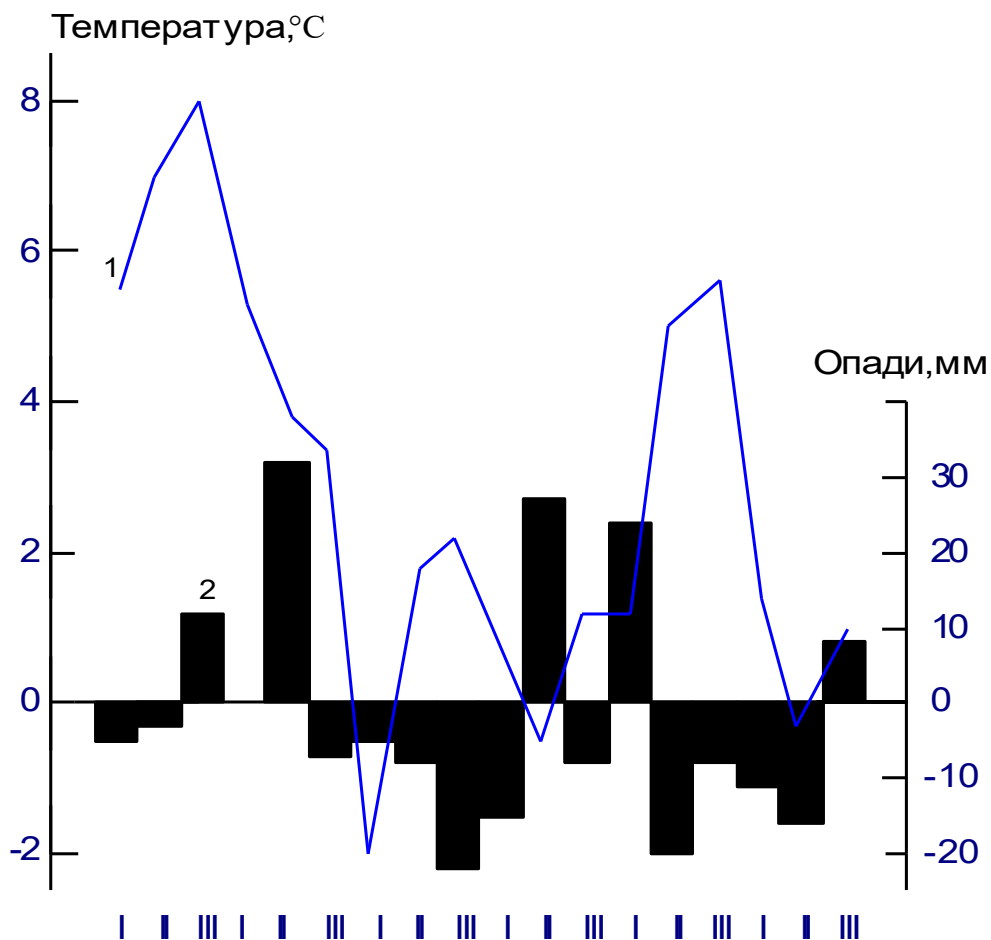


Рис. 2.2. Клімограма відхилень:

- 1 – відхилення температури від середніх багаторічних даних;
 2 – відхилення кількості опадів від середніх багаторічних даних

Завдання 3. Виконати клімограму за середньомісячними показниками температури повітря і місячних сум опадів та проаналізувати гідротермічні умови періоду вегетації рослин (квітень–вересень) на інтегральній основі. (Варіанти ті ж, що і до першого завдання).

Методика виконання завдання

Сукупну дію основних факторів погоди – температури та опадів і їх відмінності у поточному році порівняно з нормою можна дослідити шляхом побудови спеціального графіка (клімограми) за показниками середньодобової температури і кількості опадів за місяць або інший період (рис. 2.3).

Будують систему координат. По осі ординат (згідно із варіантом) відкладають значення середньої температури повітря за відповідний проміжок часу (декаду, місяць тощо), по осі абсцис – суму опадів за цей же період. Знаходять точки перетину перпендикулярів за кожний період, які послідовно сполучають ламаною лінією. Ця лінія являє собою клімограму гідротермічних умов за певний період. Для порівняння гідротермічних умов поточного року із середніми багаторічними показниками будують аналогічний графік (іншого кольору, форми, структури) за середніми багаторічними показниками, який і буде базою для порівняльного аналізу.

Відхилення точок перетину взаємно перпендикулярних ліній догори ліворуч свідчить про більш спекотні та посушливі умови; догори праворуч – про жаркі та вологі; донизу ліворуч – більш холодні та сухі; донизу праворуч – холодні та вологі.

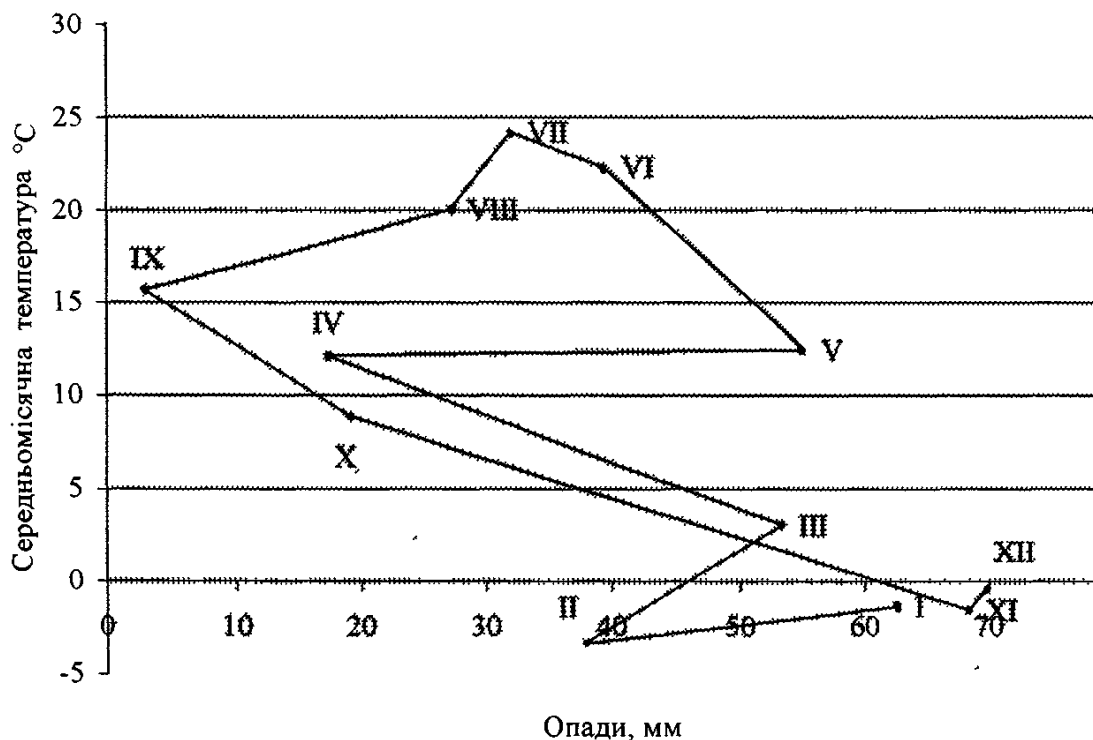


Рис. 2.3. Клімограма за середньомісячними показниками температури повітря і місячних сум опадів

Робота 3. ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИЛОВЛЮВАННЯ СПОР ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ РОСЛИН

Одним з головних факторів прогнозу хвороб рослин є показники, що характеризують стан збудника хвороби. Для виникнення хвороби необхідний певний вид збудника, достатньо агресивного та вірулентного стосовно до конкретних сортів сільськогосподарських культур. Для того щоб хвороба розвивалася масово, необхідна певна кількість інфекційного початку та рослин, на яких може розвиватись патоген. Навіть якщо всі пропагули патогена будуть життєздатними, тільки певна їх кількість за сприятливих умов викликає зараження рослин. Збільшення кількості спор на одиницю площі сприйнятливої рослини завжди збільшує потенціал хвороби і веде до збільшеності враженості рослин хворобою. Особливо це актуально для факультативних і слабких збудників хвороб, які вражають надземні органи рослин і поширюються з водою, комахами, повітряними течіями (іржасті хвороби, летюча сажка зернових колосових культур, подова гниль та ін.).

Під час прогнозування розвитку хвороб рослин слід враховувати, що підвищена кількість інфекційного початку викликає більш раннє та більш інтенсивне проявлення хвороби, починає одночасно хворіти більша кількість первинно заражених рослин, що збільшує вірогідність розвитку епіфітотії. Є багато даних, які свідчать про роль інфекційного початку в патологічному процесі. Відомо, що просторова ізоляція джерел інфекції від рослин, зменшує ураженість останніх, впливає на час проявлення, швидкість наростання хвороби та її шкідливість. Але при цьому слід пам'ятати, що одна і та ж кількість інфекційного початку має різний ефект залежно від його вірулентності, кількості доступної тканини рослини-господаря, її сприйнятливості та умов зовнішнього середовища.

Для своєчасного запобігання масовому розвитку хвороб сільськогосподарських культур та організації захисних заходів необхідно знати динаміку розповсюдження спор у повітрі, фенологічні фази розвитку рослин, строки первинного ураження і

ступінь розвитку хвороб на посівах сільськогосподарських культур.

Для визначення моменту появи спор збудників хвороб у повітрі і на рослинах, а також для визначення їх кількості застосовують спеціальні прилади-споропастки: флюгерне пристосування, ПЛС – 71, ЕСЛ – 1М, ПОЗР – М та ін.

Завдання 1. *Вивчити і замалювати принципову будову споропасток.*

Методика виконання завдання

1. *Флюгерне пристосування* являє собою звичайне предметне скло ($2,5 \times 7,5$ см), змащене вазеліном або гліцерином-желатином і вставлене під кутом 45° в держак горизонтальної рейки флюгера, яка може обертатися на вертикальній осі (рис.3. 1).

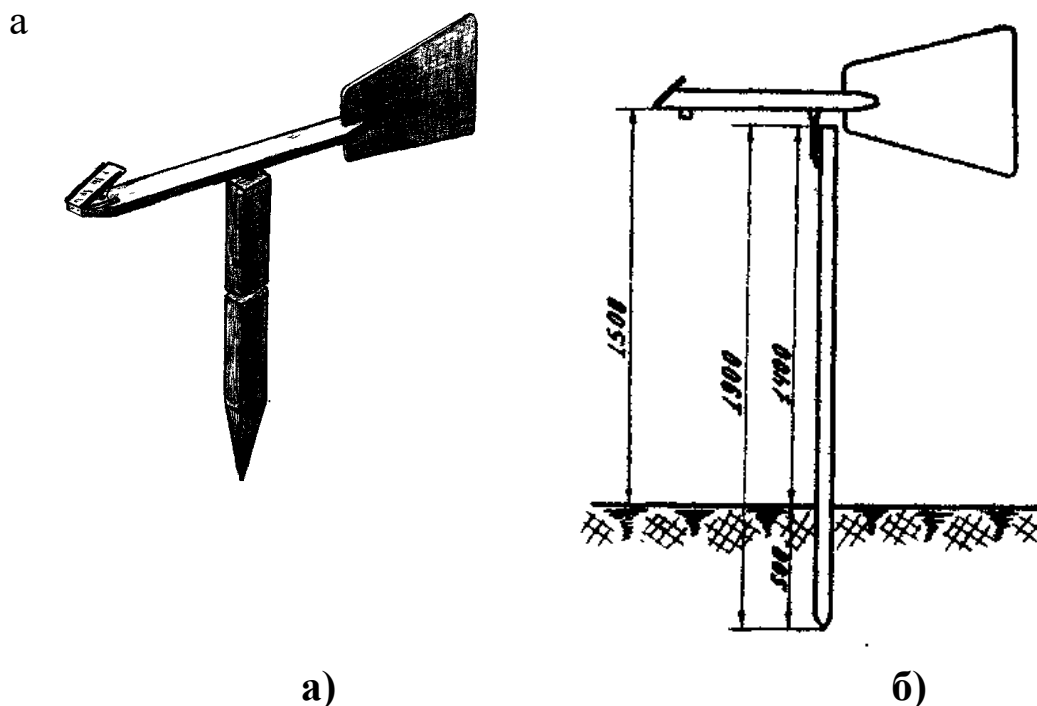


Рис. 3.1. Флюгерне пристосування для виловлювання спор, що переносяться вітром:

а – загальний вигляд; б – схема установки

Недоліком флюгерного пристосування є те, що уловлююча поверхня піддається дії чинників зовнішнього середовища.

Вазелінове покриття легко змивається дощем, а в спекотні дні вазелін розплавляється на сонці і стікає зі скла.

2. *Найпростіша пастка спор ПЛС-71* має більш високу чутливість порівняно з флюгерним пристосуванням. Для вилову спор використовується рамка з чотирьох вузьких стекол ($0,5 \times 7,5$ см), змащених вазеліном або гліцерином-желатином. Площа уловлюючої поверхні скла дорівнює 13 см^2 . Для захисту поверхні від опадів і прямих сонячних променів пастка забезпечена спеціальним козирком (рис. 3.2).

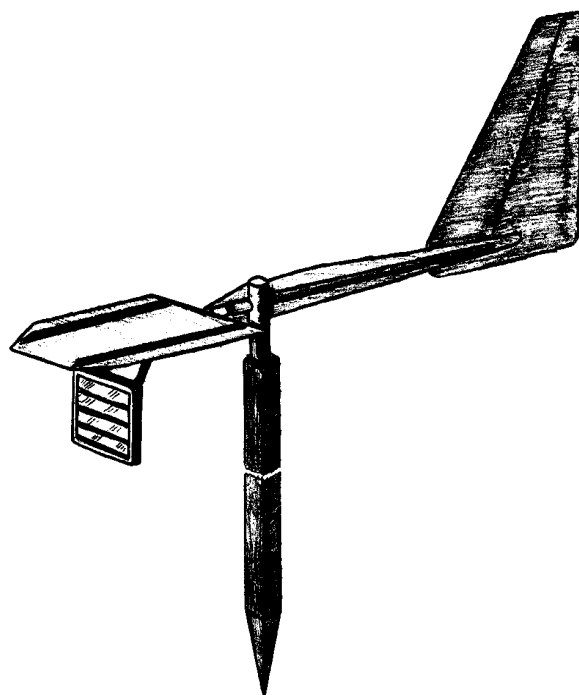


Рис. 3.2. Найпростіша пастка спор ПЛС-71

3. *Ежекторна споропастка ЕСЛ-1М* – це більш досконалий прилад порівняно з попередніми (рис. 3.3). Працює під дією вітру. Споропастка

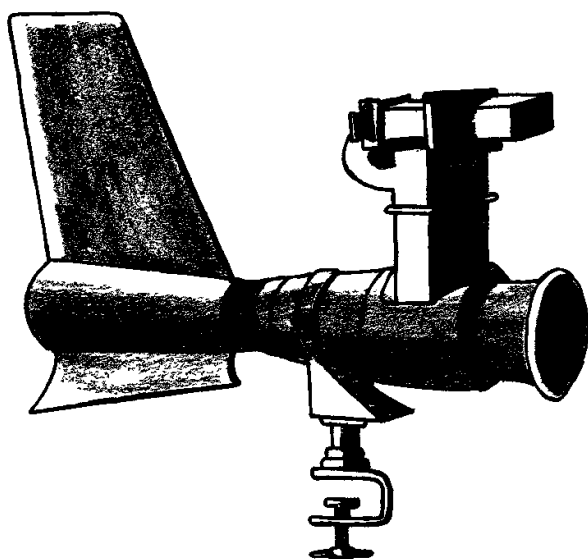


Рис. 3.3. Ежекторна споропастка ЕСЛ-1М

складається з аспіратора (трубка Вентурі) та імпакторної головки. Повітря, проходячи через трубку Вентурі, створює додатковий повітряний протяг через імпакторну головку. Для виловлення спор використовуються три вузьких скла з площею уловлюючої поверхні $9,5 \text{ см}^2$

4. *Споропастка добової дії (СДД)* застосовується для визначення добової динаміки заспороеності повітря. Проби відбираються автоматично відповідно до заданої програми. Спори грибів-збудників хвороб

рослин осідають на предметне скло, що переміщається відвісно і фіксується в 12 положеннях. Прилад складається з повітрозабірника, штатива, на якому він закріплений, електрошафи і кабелю.

Повітрозабірник установлюють у полі на висоті 150 см, відбалансовують так, щоб він вільно крутився на осі. В електрошафі розміщені блок живлення і блок автоматичного управління СДД.

Вентилятор протягом доби періодично через сопло забирає повітря (100 л/хв). Спори грибів осідають на предметне скло, покрите вазеліном. За добу відбирається 12 проб повітря.

Споропастки типу “Флюгер”, ПЛС-71, ЕСЛ-1М установлюють на підставках висотою 1,5 м від поверхні ґрунту на відкритій місцевості на відстані не менше десятикратної висоти від природних перепон і якнайдалі від джерел пилу. У кожному пункті спостережень установлюють один з приладів ПЛС-71, ЕСЛ-1М або три флюгерних пристосування. Фіксує середовище наносять на предметне скло таким чином:

а) вазелін у невеликій кількості наносять на скло і розміщують тонким рівним шаром (не менше 0,1 мм) по поверхні скла кінцем іншого предметного скла;

б) гліцеріно-желатинове середовище розтоплюють на водяній бані, потім відливають невелику його частину в чашку Петрі і ставлять на водяну баню, щоб середовище не захоллоло. Після цього беруть скло і за допомогою іншого предметного скла наносять середовище тонким рівним шаром. Середовище, що залишилося, зливають і зберігають до подальшого використання.

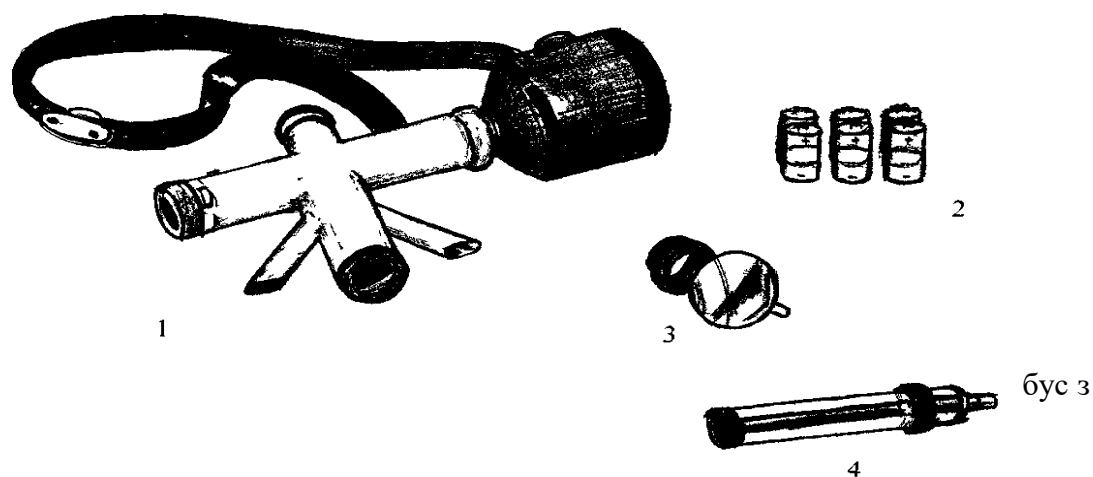
Скло, покрите фіксуючим середовищем, експонують у приладах протягом доби, замінюють скло в один і той же час. Кожне скло повинно мати етикетку, на якій указують дату проведення спостережень. Стекла переносять у спеціальних ящиках-пеналах.

5. Прилад для визначення заспорення рослин ПОЗР-М є портативною споропасткою з автономним живленням електродвигуна (рис. 3.4).

За допомогою вентилятора створюється розрідження і повітря через заборні трубки потрапляє в прилад до предметного скла, змазаного вазеліном. Скло встановлене в касеті, що може переміщуватися за допомогою гвинта. На склі можна розмістити дев'ять проб. Прилад обладнаний оптичною системою, яка

дозволяє визначати наявність спор на склі безпосередньо в полі. Порогова чутливість приладу – 0,5 спор/см². Працює прилад від шести елементів А-343 “Салют”.

Заспореність рослин за допомогою приладу ПОЗР-М визначають у денні години, коли на рослинах нема крапель води. Працюючий прилад переносять на ремінці зі швидкістю 15–20 м/хв (30–40 кроків за хвилину). Заборні трубки повинні бути опущені в травостій на 5–10 см. Тривалість взяття проби 1–2 хв. На полях площею до 50 га беруть не менше п’яти, на полях більшої площі – не менше 10 проб у різних місцях по діагоналі поля. У разі відсутності приладу ПОЗР-М заспореність рослин пшениці уредоспорами бурої та жовтої іржі можна визначити за допомогою спеціальної номограми, за даними про заспореність приземного шару повітря та середньодобову швидкість вітру. Заспореність повітря визначають за допомогою споропасток (флюгерне пристосування, ПЛС-71, ЕСЛ-1М), а дані про середньодобову швидкість вітру одержують на найближчій метеостанції. Спостереження за наявністю спор у повітрі на озимих та ярих зернових культурах проводять, починаючи з фази виходу озимих із зимівлі і з’явлення сходів ярих до молочної спілості зерна. На картоплі ця робота проводиться із фази 7–9 листків до повного цвітіння. Спостереження закінчують, якщо зареєстрована загрозна норма спор або уражено 0,1% рослин картоплі.



6. Визначник заспореності рослин (ВЗР) використовується для визначення концентрації спор грибів на рослинах. Прилад має ручний механізм переміщення предметного скла, покритого вазеліном, на яке можна відібрати п'ять проб. Тривалість терміну відбору проби – 2 хв. Вентилятор через сопло забирає повітря (40 л/хв), спори за інерцією осідають на предметне скло. Маса приладу – 1,5 кг.

Завдання 2. *Установити споропастки на посівах озимої пшениці та провести аналізи заспореності приземного шару повітря на полі.*

Методика виконання завдання

1. Установити споропастку типу «флюгер» відповідно до існуючих вимог на висоті 150 см від поверхні ґрунту на посіві озимої пшениці.

2. Предметне скло помітити етикеткою, рівномірно покрити його поверхню максимально тонким шаром вазеліну або гліцеріно-желатиновим середовищем. Підготовлене таким чином предметне скло зберігають до і після експонування в закритих спеціальних пеналах, щоб не допустити його забруднення.

3. Установити підготовлене предметне скло на споропастку на одну добу. Після експонування скло зняти зі споропастки, помістити в планшет і в лабораторії під мікроскопом на малому збільшенні виявити та за морфологічними мікроознаками визначити види спор, підрахувати і встановити їх кількість на 1 см² або на 1 м². Під час виконання цієї роботи бажано використовувати препаративодія. Проведення періодичних аналізів раз на 5–10 днів дозволить виявити початок і встановити динаміку заспорення рослин.

Результати виконання завдання

1. Види збудників хвороб озимої пшениці, спори яких виявлені за допомогою споропасток: _____

2. Кількість спор за кожним видом на 1 см², на 1 м²:

Робота 4. МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ХВОРОБ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ СИГНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Одним зі шляхів зменшення кількості обробок рослин фунгіцидами є їх використання тільки в тих випадках, коли виникає реальна небезпека масового розвитку хвороб. У багатьох країнах світу створені і широко використовуються в практиці моделі прогнозу цілого ряду хвороб рослин, розвиток яких суттєво залежить від метеорологічних чинників (фітофтороз і альтернаріоз пасльонових культур, парша яблуні, сіра гниль та мілдью винограду, сіра гниль цибулі та ін.). Більшість таких моделей ґрунтуються на щоденних даних температури і вологості повітря, тривалості зволоження вегетативних органів рослин та інших метеофакторів, які впливають на спороутворення збудників хвороб, їх поширення і проростання, на зараження рослин інфекційним початком. Інші моделі ґрунтуються на показниках кількості інокулюма (спор) на одиницю площі органів рослини або суми градусо-днів.

Залежно від типу моделі кінцевим результатом її використання може бути або оцінка вірогідного ступеня розвитку хвороби або рекомендації щодо проведення обробки рослин фунгіцидами.

Деякі моделі прогнозування розвитку хвороб не потребують використання спеціального обладнання, інші, більш складні, базуються на використанні комп'ютерів та іншого електронного обладнання для спостереження і реєстрації чинників погоди. Прикладом першого типу моделей може бути номограма Міллса для прогнозування парші яблуні, модель Шредера і Ульріха для негативного прогнозу фітофторозу картоплі, моделі СПІ (стан потенційної інфекції), розроблені Стрижиком для прогнозування розвитку сірої гнилі та мілдью винограда.

З розвитком ЕОМ все більше приділяється уваги розробці складних моделей, які спрощують процес прогнозування та підвищують точність прогнозів. Найбільш відомі такі складні моделі прогнозування: *Blitekast* (фітофтороз картоплі), *FAST* (альтернаріоз помідорів), *Applescab* (парша яблуні) та ін.

Для ефективної реалізації всіх моделей необхідне безперервне отримання та аналіз метеорологічної інформації. У сучасних приладах використовуються електронні датчики, які запам'ятовують, накопичують і аналізують отриману інформацію згідно з програмою і видають результати на екран приладу або принтер комп'ютера.

Автоматичні агрометеостанції, які використовують у багатьох країнах світу мають від чотирьох до 11 датчиків для різних параметрів стану погоди, блок пам'яті (*EPROM*). За допомогою отриманої інформації можна спрогнозувати час проведення захисних заходів, мінімізувати кількість обробок рослин фунгіцидами, обрати більш ефективну і безпечну схему використання пестицидів.

Станція *Spa Micrographics automatic weather Station* має вісім датчиків фіксації факторів погоди і може забезпечувати сигналізацію ризику для 18 хвороб рослин, зокрема, фітофторозу картоплі, парші яблуні, борошнистої роси, септоріозу, кореневих гнилей та іржастих хвороб зернових злакових культур, ряду хвороб рапсу та ін.

Автономні пристрої, у яких датчики сполучені з електронними розробниками прогнозів хвороб рослин, мають назву прилади-сигналізатори. Вони застосовуються як для прогнозування окремих хвороб, так і для прогнозування їх комплексів.

4.1. Використання простих і складних моделей прогнозу розвитку хвороб рослин

Для прогнозу розвитку **фітофторозу картоплі** використовують прогнозну модель Шредера і Ульріха, за допомогою якої за метеорологічними показниками з моменту появи сходів картоплі визначають кінець безпечного періоду, коли враження рослин фітофторозом ще неможливе (метод негативного прогнозу) [13]. Ця модель застосовується в Німеччині з 1967 р. і є першою великою практичною програмою з використанням ЕОМ у фітопатології. Модель можна зобразити за допомогою формули:

$$\sum_{t=1}^{t=n} f(p)t=150 \text{ (або 270)},$$

де $f(p)$ – оцінка хвороби за тиждень;
 $t - 1, 2, \dots n$ тижнів після появи сходів картоплі до t_n тижнів перед спалахом хвороби.

В університеті Геттінген на основі цього рівняння була розроблена програма для персонального комп'ютера, побудована за принципом меню, тому користувачеві для користування нею не потрібні додаткові спеціальні знання. У комп'ютер в певному порядку вводять необхідну інформацію (дату, час доби, температуру і вологість повітря). Перше передбачення критичної дати відповідає показнику "150" (сумарний метеорологічний показник), який відповідає ступеню ураження картоплі фітофторозом 0,1. Досягнення другої критичної суми "270" означає, що ураження рослин становить 1,0. Епіфітотія можлива при сумарному метеорологічному показнику >270 .

Модель *Blitecast* для оцінки ступеня розвитку фітофторозу картоплі (індекс небезпечності хвороби) широко розповсюджена в багатьох країнах світу. Вона базується на врахуванні показників вологості й температури повітря і визначає строк першого обприскування рослин картоплі фунгіцидами та частоту наступних обприскувань.

Модель використовують двома шляхами. Перший полягає в тому, що дані про погодні умови на конкретному полі за минулі періоди (за кожен тиждень) періодично вводять у комп'ютер, який і прогнозує розвиток фітофторозу. У другому випадку використовують автономний прилад-сигналізатор *Blitecaster*, який у полі фіксує фактори погоди, розраховує потенціал хвороби та сигналізує про необхідність проведення захисних заходів.

Моделювання розвитку *парші яблуні* оснований на дослідженнях Міллса. Широко відома таблиця Міллса (дод. В) та спеціальна номограма.

В Італії за допомогою таблиці Міллса на основі використання показників середньої температури повітря й

температури і тривалості періоду зволоження листя визначають небезпечність первинної інфекції парші. Обприскування дерев фунгіцидами рекомендується проводити, коли період зволоження листя тривав 17 год при температурі повітря 8 °С. Первинна інфекція виникає в разі потрапляння на листя аскоспор збудника з краплями дощу. Наявність спор визначають за допомогою спеціальних споропасток, тривалість періоду зволоження листя і температуру періоду за допомогою термогуммітографа.

У Данії створена система прогнозу парші яблуні, яка визначає, скільки часу (годин) повинно пройти при певній температурі та вологості повітря до проявлення цієї хвороби. При цьому вважають, що в цей період спори збудника парші присутні на листі яблуні. Швидкість проростання спор збільшується при більш високих температурах, і крива Міллса відображає цей зв'язок. Це зворотня крива проростання спор. Але тривалі сухі періоди – більше 4 год – викликають загибель спор, якщо вони почали проростати. Роль вологості повітря найбільш важлива перед інфікуванням тканин листка. При вологості менше 80 % кількість конідій, що формуються, зменшується на 50 %.

Модель *Applescab* – це комп'ютерна програма для приладу-сигналізатора парші яблуні, розроблена в США в університеті штату Мічиган. Прилади прогнозу *Apple Scab Predictor (ASP)* вимірюють температуру і вологість повітря, тривалість періоду зволоження листя, накопичують і аналізують інформацію за таблицею Міллса, сигналізують про початок інфекційного процесу, дають рекомендації щодо проведення захисних заходів. Крім цього, на основі суми температур визначають час кінця виходу аскоспор збудника з псевдотецієв.

У Німеччині та Польщі використовуються аналогічні прилади *Biomat SWP, KMS-P, Metos, ABI-201*.

На сьогодні в ряді країн Європи використовуються різні програми для прогнозування розвитку **хвороб винограду**. Зокрема, в Італії та Франції широко відомі прикладні комп'ютерні програми для прогнозування мілдью та сірої гнилі. Вони спираються на відому модель Стрижика (метод СПІ для визначення стану потенціалу інфекції), який потребує оперативних даних від автоматичних метеостанцій.

Використання методу СПІ для прогнозування сірої гнилі винограду забезпечує проведення оптимальної кількості обробок рослин фунгіцидами на основі вимірювання температури і вологості повітря з початку цвітіння винограду. Обґрунтовуються чотири обприскування винограду у певні фенофази культури: А – кінець цвітіння; В – перед змиканням грон; С – визрівання ягід; D – за 21 добу до збирання врожаю. Перше обприскування проводять, якщо значення $СПІ_A > 25$, обприскування В необхідно проводити, якщо $СПІ_B > СПІ_A$, обприскування С є обов'язковим, обприскування D необхідно проводити за умови, якщо $СПІ_D - СПІ_C > 2$. Для визначення СПІ у Франції використовується прилад епіметр, який устанавлюють безпосередньо на виноградниках.

Модель СПІ для прогнозування *мільдю* винограду дозволяє визначати кількість вірулентних ооспор, що утворилися після зимівлі. Значення СПІ є функцією середньої температури і відносної вологості повітря вдень з 8 до 19 год. При $СПІ < -10$ первинна інфекція слабовірулентна і захисні обробки проводити не потрібно. При значенні СПІ $-10-0$ проводять одну профілактичну обробку фунгіцидами перед тривалим вологим періодом (дощем), наступну винищувальну обробку проводять через 2-3 доби після нього. При СПІ на рівні $0-10$ проводиться профілактична обробка в разі виявлення осередків первинної інфекції, щоб захистити рослини винограду від подальшого зараження збудником мільдю. Якщо значення СПІ > 10 – обробку проводять перед проявленням первинної інфекції, щоб захистити рослини від подальшого зараження.

Динаміка визрівання ооспор і наступний ступінь ураження рослин з початку вегетації залежить від кількості опадів після утворення ооспор. Для прогнозу строку визрівання основної маси ооспор у Франції була розроблена модель РОМ (прогноз строків визрівання ооспор), що оснований на обліку кількості опадів з вересня місяця. Агресивність хвороби залежить від розподілу опадів з моменту формування ооспор. Дослідженнями визначено, що чим швидше настає дата ДОМ, тим сильніший ступінь розвитку хвороби навесні.

З 1998 р. у Франції розроблена модель *Vilvit (Mildion Vitacees)*, яка визначає цикли інфекції мільдю влітку. Її використовують від дати появи зрілих ооспор та відповідної фенофази винограду, коли стає можливим його зараження. *Vilvit*

використовує показники температури і вологості повітря, які фіксують на висоті 2 м від поверхні ґрунту. Модель розраховує для кожної половини дня параметри, що дозволяють визначити рівень ризику від наявного інфекційного початку мілдью; 1 – *SPOSPO* – загальна кількість відокремлених і розпорошених спор, що можуть уразити виноград з першим дощем, що дозволяє визначити неминучий ризик.

В Італії для прогнозу мілдью використовують різні прилади-сигналізатори, зокрема *Agree 28*, що визначає ступінь розвитку хвороби у відсотках, а також більш складні прилади, які можуть прогнозувати розвиток декількох хвороб: *Agree 48*, *SM 3800*, *WST 4000*, *Silidata AD 999*.

У Франції випробувана система *SPOTTS* для прогнозу фомозної гнилі винограду, яка може забезпечити скорочення кількості обробок виноградників фунгіцидами із 7 до 2–4.

У США розроблена система *BLIDHT-ALERT* для визначення оптимальних строків обробки **цибулі** проти шийкової гнилі, яка дозволяє скоротити кількість обробок рослин цибулі на 2-3 обробки.

Таким чином, досвід розвинутих країн показує, що використання приладів-сигналізаторів, автоматизація розробки короткострокових прогнозів хвороб рослин дозволяє оптимізувати заходи проти них, значно скоротити кількість обробок рослин фунгіцидами.

Завдання 1. *Ознайомитися з комп'ютерним сигналізатором AVI-201 і вивчити технологію його використання.*

Комп'ютерний сигналізатор AVI-201 – це електронний прилад для визначення на основі аналізу погодних умов, за яких можливий розвиток інфекції парші яблуні. Відповідна комп'ютерна програма виконує аналіз показників погодних умов за шкалою Міллса. Прилад виготовляється у Польщі і широко застосовується в країнах Східної Європи і СНД. У комплект прибору входять:

- 1) блок сигналізатора з екраном інформації, кнопками керування, гніздами з'єднання з датчиками і комп'ютером;
- 2) з'єднувальний кабель (20 м);
- 3) датчики температури і вологості повітря (мінімальний, максимальний та середні показники);
- 4) два датчики зволоженості листя (штучні листки);
- 5) дощомір.

На передній панелі приладу (рис. 4.1) є кнопки, за допомогою яких знімаються відповідні дані:

кнопка + – означає установку часу і визначення функції приладу;

кнопка – – аналогічна попередній, але використовується під час зворотного огляду функцій;

кнопка ↑ – служить для повернення до основного вікна;

кнопка ↓ – потрібна для змін у поточному вікні на наступні і підтвердження заданих величин.

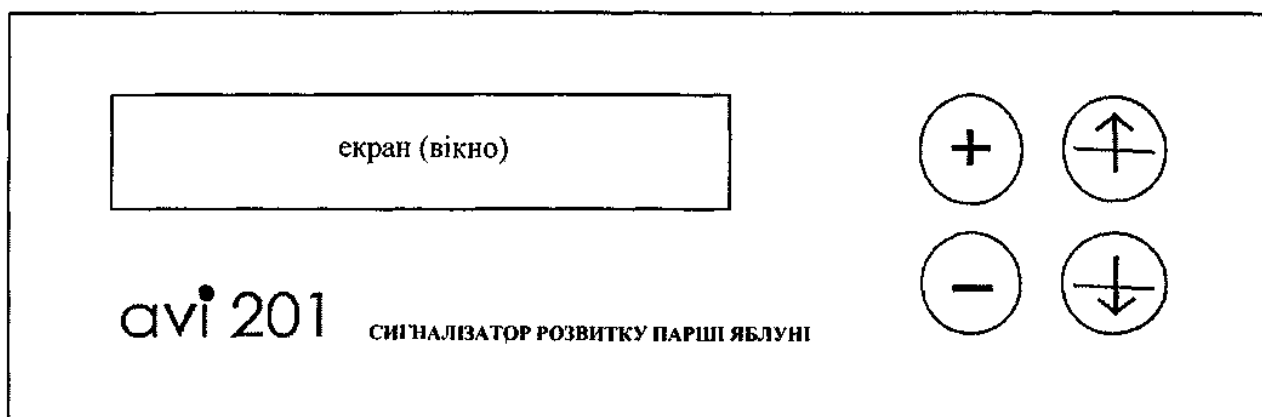


Рис. 4.1. Передня панель сигналізатора АВІ-201

АВІ-201 живиться від електромережі. Датчики вологості і температури встановлюють у саду в північно-західній частині крони дерева. Краще зробити це на спеціальному стовпчику, до якого закріплюють і дощомір. Два датчики зволоженості (штучні листя) закріплюють до гілочок. Сигналізатор встановлюють у приміщенні і кабелем з'єднують з блоком датчиків.

Прилад аналізує інформацію і визначає ступінь загрози ураження яблуні паршою: “слабкий”, “середній” і “сильний”, дублюючи візуальні показники на екрані звуковим сигналом.

Програма сигналізатора може бути відкоригована на більшу чи меншу чутливість залежно від завдань, які заплановані, та може бути пристосована для моніторингу погодних умов стосовно до інших патогенів.

У разі відсутності живлення в електромережі прилад працює від акумулятора не менше 10 год.

АВІ-201 під час використання його з комп'ютером забезпечує реєстрацію даних факторів погоди кожні 12 хв. Ємність пам'яті 20 діб. Прилад проводить 3150 вимірів за кожні 12 хв у діапазоні температур 0–30 °С, вологості 50–95 %.

Робота 5. ОБЛІК ТА ОБРОБКА ПЕРВИННИХ ДАНИХ ЩОДО РОЗВИТКУ ХВОРОБ РОСЛИН

Час першого прояву хвороби і динаміку її подальшого розвитку встановлюють на стаціонарних ділянках. Такі ділянки виділяють у найбільш типовому для зони господарстві. Кількість ділянок устанавлюють за принципом господарської значимості культур. Стаціонарні ділянки розміщують на 2-3 полях масиву, де рослини уражуються комплексом основних хвороб. Спостереження й обліки тут здійснюються систематично протягом усієї вегетації рослин, але не рідше ніж через кожні 10 днів.

Під час проведення обліків необхідно, щоб отримані результати були достатньо точними з погляду їхньої вірогідності. Цей показник залежить від кількості обстежених екземплярів, загальної кількості рослин на обстежуваній площі, відсотка хворих рослин та інших факторів. Тому дані обліків оцінюють за допомогою помилки спостереження за формулою:

$$m = \pm \sqrt{\frac{P(1-P)}{s}} \cdot \left(1 - \frac{s}{S}\right),$$

де m – помилка спостереження (у частках від одиниці);

s – кількість рослин у кожній пробі;

S – загальна кількість рослин на обстежуваній території;

P – кількість хворих рослин (у частках від одиниці) з числа оглянутих.

При 95 %-му рівні вірогідності кількість уражених рослин повинна бути у межах $P \pm 2m$ від одиниці (загальної кількості рослин). Якщо необхідно одержати більш точні дані, збільшують кількість рослин у вибірці.

Загальну кількість рослин польових культур на одиниці площі визначають за нормою висіву і польовою схожістю насіння, або підрахунком числа рослин на 1 м², 1 погонний метр або іншу одиницю з подальшим перерахунком на 1 га чи загальну площу поля. У плодово-ягідних насадженнях кількість рослин у ряду перемножують на кількість рядів на ділянці.

Техніка обліку складається із загальної оцінки стану рослин на полі та у вірогідних пробах, відборі проб та їх ретельному аналізі. Рослини або їх окремі органи аналізують безпосередньо в полі, в окремих випадках – в лабораторії. Залежно від характеру

проявлення хвороби на полі, проба може являти собою облікову площадку (при осередковому прояві хвороби) або групу рослин (при рівномірному розсіяному поширенні хвороби), які оглядають в одному місці без вибору. Проби відбирають по діагоналі, двох напівдіагоналях, у шаховому порядку або іншим способом відповідно до конфігурації поля з урахуванням його особливостей.

Фітосанітарна інформація про розвиток популяцій шкідливих організмів, яку отримують на полях та інших угіддях під час проведення обстежень та обліків, досить неоднорідна і потребує відповідної обробки й узагальнення для подальшого використання. Для того, щоб отримані дані можна було накопичувати, узагальнювати, співставляти, аналізувати і робити на цій основі правильні висновки про стан і подальший розвиток популяцій, цю роботу в господарствах, районах, областях України проводять на єдиній методичній основі. Вивчення матеріалу теми допоможе засвоїти правила обробки первинної та іншої фітосанітарної інформації.

Завдання 1. *Згідно з даними обліку хвороби, який був виконаний за спеціальною шкалою (табл. 5.1), визначити поширеність, інтенсивність і розвиток хвороби на кожному полі та середньозважені показники поширеності і розвитку хвороби по варіанту. Виявити поля з найбільшим ураженням хворобою культури для проведення на них спеціальних захисних заходів.*

Методика виконання завдання

Фітопатологічне обстеження складається з підготовчого, польового і камерального етапів. Під час підготовчих робіт складають маршрут, обирають об'єкти обстеження, готують форми обліку та ін. Польові роботи передбачають проведення маршрутного і детального обстежень, під час яких отримують дані про ураженість культур хворобами. Після збору польових даних переходять до їх камеральної обробки. Кількість стаціонарних ділянок у базовому господарстві визначають за принципом господарської значимості культур. Такі ділянки

розміщують на двох-трьох полях (угіддях), характерних для культури у цій зоні.

Таблиця 5.1

Результати обстежень групи полів на ураження рослин хворобою

Варіант -	№ поля	Площа, га	Обстежено рослин, шт.	У тому числі		Інтенсивність ураження рослин у балах, шт.			
				здорові	уражені	1	2	3	4
	1	78	100	81	19	7	2	6	4
1	2	210	150	101	49	19	11	9	10
	3	243	175	27	148	52	41	37	18
	1	118	125	21	104	31	28	33	12
2	2	41	100	5	95	81	9	5	0
	3	300	200	118	82	4	36	40	2
	1	112	125	3	123	84	15	20	4
3	2	201	150	119	31	24	3	3	1
	3	87	125	97	28	18	8	1	1
	1	71	100	12	88	18	30	27	23
4	2	144	125	18	107	64	21	12	10
	3	294	200	147	53	34	12	4	3
	1	312	200	24	176	79	45	31	11
5	2	35	100	5	95	64	27	4	0
	3	102	125	71	54	13	11	15	15
	1	152	125	22	103	33	26	21	23
6	2	273	175	78	97	24	23	29	21
	3	84	100	0	100	52	31	11	6

Спостереження та обліки на стаціонарних ділянках проводять систематично – кожної декади, а якщо необхідно – і частіше, протягом періоду вегетації. Це дає змогу не тільки визначити початок хвороби, а й простежити динаміку її розвитку.

Для сигналізації строків проведення захисних заходів проти динамічних і небезпечних хвороб здійснюють спеціальні спостереження за “критичними періодами”, початком льоту спор та їх кількістю або іншими достатньо точними критеріями прогнозу.

Маршрутне обстеження проводять для отримання матеріалів про ураження культур на значних територіях. Такі обстеження

здійснюють за планом, кожен рік на одних і тих же масивах у двох-трьох найбільш типових господарствах району. Площу обстежених полів визначають залежно від загальної площі культури

з таким розрахунком, щоб охопити спостереженнями не менше 10 % площі її посіву.

За вегетаційний період маршрутні обстеження проводять тричі: на польових культурах – у фазу повних сходів, у період колосіння або цвітіння та перед збиранням урожаю; на плодово-ягідних культурах – після цвітіння, через місяць і перед збиранням урожаю.

Техніка обліків полягає в загальній оцінці стану рослин, відборі пробних зразків та їх ретельному огляді, частіше безпосередньо в полі (на корені). Залежно від культури та характеру ураження, при рівномірному розповсюдженні хвороби облікова проба являє собою групу рослин, рослину або певну кількість органів рослини.

При вогнищному прояві хвороби проба може являти собою облікову ділянку. Проби розташовують по одній або двох діагоналях чи рівномірно по всій ділянці залежно від її конфігурації.

Під час виконання фітопатологічної оцінки стану посівів чи насаджень головними показниками є *поширеність* і *розвиток хвороби*. Їх необхідно чітко розрізняти, використовуючи відповідні методи визначення.

Поширеність хвороби – це кількість хворих рослин або окремих органів рослин порівняно з усіма обстеженими, виражена у відсотках. Це кількісний показник, який показує частоту проявлення хвороби на рослинах чи на окремих органах рослин. Розповсюдженість (поширеність) хвороби визначають за формулою:

$$P = \frac{n \cdot 100}{N}, \quad (5.1)$$

де P – поширеність хвороби, %;

n – кількість хворих рослин чи органів у пробах, шт.;

N – загальна кількість рослин у пробах.

Деякі хвороби, які спричиняють повну загибель рослини чи окремих її органів, що формують урожай, характеризують тільки цим показником (чорна ніжка, сажкові хвороби, плодова гниль та ін. (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Оцінка ступеня поширеності хвороб

Назва хвороби	Ураження рослин, %			
	поодинокі	слабке	середнє	сильне
Сажка хлібних злаків	0,01-0,02	0,3-1,0	1,01-3,0	$\geq 3,01$
Випрівання озимих	0,1-25	26-50	51-75	76-100
Ріжки жита	до 0,1	0,1-0,5	0,6-2,5	$\geq 2,6$
Пустоколосість	до 0,1	0,2-10	11-25	≥ 26
В'янення	до 5	6-10	11-25	≥ 26
Коренева гниль	до 15	16-25	26-50	≥ 51
Вірусні та бактеріальні	до 5	6-15	16-30	≥ 31

Поширеність хвороби на полях у господарстві, районі, області підраховують як середньовиважений показник за формулою:

$$P_c = \frac{\sum(S \times P)}{\sum S}, \quad (5.2)$$

де P_c – середньозважена поширеність хвороби, %;

$\sum(S \cdot P)$ – сума добутків площ полів на відповідний їм відсоток поширеності хвороби;

$\sum S$ – загальна обстежена площа, га.

Інтенсивність (ступінь) ураження рослин – це якісний показник, який визначають візуально за площею ураженої поверхні органів рослини або за інтенсивністю проявлення симптомів хвороби. Оцінюють за допомогою різних умовних шкал. Частіше використовують процентно-бальні шкали, від чотирьох до 12 балів. Шкала із чотирьох балів відповідає групам інтенсивності ураження в балах: один-два бали – депресія

хвороби (до 25 %); три бали – помірний розвиток (26–50 %); чотири бали – епіфітотія (уражено понад 50 % поверхні). Однак ця шкала недосконала внаслідок нерівномірності розподілу між ступенями ураження (балами). Для більш точного обліку хвороб використовують дев'ятибальні шкали Расиньша (табл. 5.3), Пітерсона та ін.

Таблиця 5.3

Шкала Расиньша	
Інтенсивність ураження	
бал	%
1	0 (0-0,9)
2	4 (1,0-8,7)
3	15 (8,8-22,0)
4	30 (22,1-39,8)
5	50 (39,9-60,1)
6	70 (60,2-77,9)
7	85 (78,0-91,2)
8	96 (91,3-99,0)
9	100 (99,1-100)

У дужках наведені ліміти відсоткових значень для кожного бала. Зростання кількості облікових балів (бонітування) більше дев'яти теоретично можливе, але через значну помилку окомірного обліку недоцільне. Для підвищення точності обліку необхідно збільшувати кількість повторень (проб).

Середню інтенсивність ураження визначають за формулою:

$$I = \frac{\sum(a \cdot b)}{n}, \quad (5.3)$$

де I – середня інтенсивність ураження хворих рослин, % або балів;

$\sum(a \cdot b)$ – сума добутків числа рослин (органів) на відповідний відсоток або бал;

n – кількість хворих рослин (органів), шт.

Розвиток хвороби показує узагальнену інтенсивність ураження органів однієї рослини або рослин на ділянці, полі. Цей інтегральний показник використовують частіше, ніж попередній. Визначають його за формулою:

$$R = \frac{\sum(a \cdot b)}{N}, \quad (5.4)$$

де R – розвиток хвороби, балів;

$\Sigma(a \cdot b)$ – сума добутоків числа рослин (органів) на відповідний бал ураження;

N – загальна кількість обстежених рослин (органів).

Виконуючи облік за бальною шкалою при рівномірній ціні між ступенями (балами) шкали, показник розвитку хвороби можна виразити у відсотках за формулою:

$$R = \frac{\sum(a \cdot b)}{N \cdot k} \cdot 100, \quad (5.5)$$

де k – найвищий бал шкали обліку.

Середньозважений показник розвитку хвороби для групи полів культури у господарстві, районі, області визначають за формулою:

$$R_c = \frac{\sum(S \cdot R)}{S}, \quad (5.6)$$

де $\Sigma(S \cdot R)$ – сума добутоків площ полів на відповідний показник розвитку хвороби;

S – обстежена площа, га.

Результати підрахунків занести до табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Результати обробки первинних даних обліків ураження рослин хворобою

№ поля	Поширеність хвороби, %	Середньовиважена поширеність хвороби, %	Інтенсивність ураження, бал (%)	Розвиток хвороби		Середньовиважений розвиток хвороби, %
				бал	%	
1						
2						
3						

Висновки:

Завдання 2. За даними табл. 5,1, 5.4 визначити інтегральні коефіцієнти, які характеризують стан хвороб рослин.

Залежно від різних чинників (зовнішнє середовище, внутрішні фактори) стан ураженості рослин хворобами змінюється впродовж періоду вегетації і по роках. Тому хвороби рослин мають певну динаміку, хід якої необхідно контролювати і враховувати під час розроблення прогнозів розвитку хвороб для конкрет

ного поля, господарства, району чи зони. Для узагальнення основних характеристик хвороби (поширення, інтенсивність ураження, розвиток) використовують інтегральні показники (коефіцієнти), які відображають стан популяції на певній території та в конкретний період. У ході порівняльного аналізу за вегетаційними періодами та роками можна виявити тенденції розвитку хвороби, зміни в “запасі” інфекції та своєчасно оптимізувати заходи захисту рослин.

Одночасне використання декількох параметрів стану хвороби ускладнює аналіз і оцінку патологічного процесу, тому введення в практику спеціальних інтегральних коефіцієнтів дозволяє більш системно оцінювати фітосанітарний стан та підвищити точність прогнозів розвитку хвороб.

Найчастіше використовуються такі інтегральні коефіцієнти: коефіцієнт розвитку хвороби (K_p), коефіцієнт інтенсивності ураження ($K_{i,y}$), “запас” інфекції (Z_i).

Їх визначають за відповідними формулами:

$$K_{\delta} = \frac{D \cdot R}{100}, \quad (5.7)$$

де K_p - коефіцієнт розвитку хвороби;

P – поширеність, %;

R – розвиток хвороби, бал або %.

$$K_{i,y} = \frac{D \cdot I}{100}, \quad (5.8)$$

де $K_{i,y}$ – коефіцієнт інтенсивності ураження;

P – поширеність, %;

I – інтенсивність ураження, бал або %.

$$C_s = \frac{\sum(S \cdot K_D)}{100}, \quad (5.9)$$

де Z_i – “запас” інфекції;

$\Sigma(S \cdot K_p)$ – сума добутків площ полів на відповідний коефіцієнт розвитку хвороби.

Методика виконання завдання

Використовуючи дані табл. 5.5 та формули 5.7–5.9, визначити за два послідовних роки (минулий і поточний) коефіцієнт розвитку хвороби (K_p), коефіцієнт інтенсивності ураження ($K_{i,y}$), “запас” інфекції (Z_i) та тенденції до їх зміни у господарстві і виконати прогноз розвитку хвороби на наступний рік.

Таблиця 5.5

Просторові показники стану хвороб (по варіантах)

Варіант	Обстеже		Пошире		Інтенсивність		Розвиток	
	на площа		ність, %		ураження, %		хвороби, %	
	М. р.	П. р.	М. р.	П. р.	М. р.	П. р.	М. р.	П. р.
1	300	400	70	85	32	40	15	20
2	250	350	80	70	35	30	18	12
3	500	600	60	90	20	35	10	17
4	750	850	95	65	40	20	20	10
5	900	800	85	60	45	30	30	15
6	450	300	65	95	30	66	15	34

Примітка: М. р. – минулий рік; П. р. – поточний рік.

Результати розрахунків подати за формою табл. 5.6.

Таблиця 5.6

Інтегральні показники стану хвороб рослин (варіант __)

Рік	K_p	$K_{i,y}$	Z_i	Прогноз хвороби
Минулий				

Поточний				
----------	--	--	--	--

Висновки:

Робота 6. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ НА РОЗВИТОК ПРОПАГУЛ ПАТОГЕНІВ ТА ХВОРОБ РОСЛИН

Серед великої кількості факторів, які входять у поняття «зовнішнє середовище» і впливають на розвиток хвороб рослин, провідна роль належить абіотичним елементам – клімату і погоді. Провідна роль погоди у виникненні епіфітотій визнана усіма дослідниками, а наука про вплив зовнішніх умов на хвороби рослин є основою сучасної епіфітотіології–науки про причини та закономірності розвитку хвороб рослин. Однак, на цей час для багатьох хвороб ще не виявлений ступінь впливу умов середовища на окремі етапи патологічного процесу. Складність цієї проблеми полягає і в тому, що комплекс факторів, які визначають розвиток хвороби, та ступінь їх впливу змінюються залежно від виду і сорту культури, а також від расового складу популяції патогена.

Установлено, що сорти твердої пшениці більш стійкі до іржастих і сажкових хвороб, борошнистої роси, але більш сприйнятливі до корневих гнилей, ніж сорти м'якої пшениці; виноград європейського походження більше уражується мілдью і оїдіумом, ніж американські форми; азіатські та американські види ягідних культур більш стійкі до антрактозу тощо [8].

Одні і ті ж патогени під час розвитку на різних сортах рослин мають відмінності за темпами розвитку, спороношенням, частотою заражень, швидкістю накопичення інфекції, що обумовлює різну інтенсивність їх розвитку і прояву.

Разом із цим фактори середовища неоднаково впливають на окремі життєві форми, популяції і раси патогенів. Усе це необхідно враховувати під час проведення досліджень, аналізів та прогнозування хвороб рослин.

У прогнозі хвороб ураховують вплив кліматичних факторів на такі етапи патологічного процесу: збереження інфекційного початку, його поширення, здійснення зараження та динаміка хвороби. На кожному етапі в ролі провідних виступають різні фактори клімату. Залежно від біологічних особливостей та

реакції на умови середовища, патогенів можна розділити на такі групи:

I група – ґрунтові патогени, життєвий цикл яких проходить у ґрунті або на рослинних рештках, які містяться в ґрунті (кореневі гнилі різних культур, рак картоплі, кіла капусти та ін.). Провідні фактори – вологість і температура ґрунту, вміст у ньому кисню тощо.

II група – патогени, що зберігаються у насіннєвому матеріалі чи на його поверхні (насіннєва інфекція, сажка, фузаріози, фітофтороз картоплі тощо). У цій групі слід виділити паразитів, які розвиваються у тканинах рослин. На них в основному впливають погодні умови у період проростання насіння, початку вегетації та інфікування рослин (сажкові хвороби). Інша біоекологічна підгрупа збудників – це ті, які потрапляють у тканини рослин через зовнішні покриви протягом вегетації. Тут важливі погодні фактори впродовж усього періоду росту і розвитку рослин.

III група – збудники, які ведуть тільки паразитичний спосіб життя, або облігатні паразити (іржасті і борошнесторосяні гриби). Їх розвиток пов'язаний з погодними умовами в періоди накопичення, збереження інфекційного початку і зараження рослин. Тут провідними факторами є гідротермічний режим повітря, частота випадання опадів, наявність і тривалість роси, сухих і вологих періодів.

IV група – патогени, що мають сапрофітну фазу на рослинних рештках (парша яблуні, кокомікоз вишні тощо). Тут поряд із поточними умовами погоди певну роль відіграють фактори, які впливають на життєздатність патогенів узимку (висота снігового покриву, температура і глибина промерзання ґрунту тощо).

6.1. Вплив тепла на перебіг хвороб рослин

Температура середовища визначає можливість виникнення хвороби, обумовлює життєздатність збудника та його збереження до початку вегетації рослин. Так, спори збудника борошнистої роси пшениці здатні проростати при температурі повітря від 0 до 35 °С, що не дозволяє цим пропагулам зберігатися при позитивних температурах повітря. Спори збудника мільдю винограду можуть зберігати життєздатність біля 20 діб тільки при температурі нижче 10 °С. При вищій температурі вони

проростають упродовж 5–10 діб. При температурі повітря вище 15 °С значно скорочується період інфекційної здатності зооспор збудника фітофторозу картоплі.

Деякі довше зберігають життєздатність спори іржастих грибів. Урединіоспори можуть зберігатися декілька місяців, а високі температури повітря проявляють тут негативний вплив. У природних умовах більшість пропативних спор помітно зменшують агресивність до кінця вегетаційного періоду.

Розвиток хвороб можливий у широкому діапазоні температур повітря, про що свідчать дані табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Температурні показники розвитку деяких хвороб рослин

Назва хвороби	Стадія розвитку хвороби	Температура повітря, °С		
		нижня межа	оптимум	верхня межа
Стеблова іржа пшениці	Проростання спор	2	21-23	26-31
	Зараження рослин	10	23-25	30
	Розвиток на рослинах	2	20	-
Бура іржа пшениці	Проростання спор	2	20	32
	Розвиток у рослинах	2	25	35
Жовта іржа пшениці	Проростання спор	1	9-13	23
	Зараження рослин	5	15-20	26
	Розвиток у рослинах	3	12-15	20
Гельмінтоспоріозна коренева гниль	Проростання спор	6	22-28	36
	Розвиток у рослинах	8-9	18-25	-
	Спороношення	5	22-26	35
Летюча сажка пшениці	Проростання спор	4-5	22-30	-
	Розвиток (утворення спор)	5	16-18	25-30
Офіобольозна прикоренева гниль пшениці	Розвиток у тканинах рослини	5-8	18-28	30
Фузаріоз колосу пшениці	Проростання спор	7-10	25-30	37-38
	Спороношення	10	24-26	40
Пірикуляріоз рису	Розвиток у тканинах рослини	6	-	31
Фітофтороз	Проростання спор	-	10-15	-

картоплі	Утворення росткових трубочок	4	25	30
Мілдью винограду	Проростання спор	-	10-15	-
	Розвиток у рослинах	8	25	33
Оїдіум винограду	Проростання спор	5	10-30	33

Завдання 1. Відповідно до варіанта (табл. 6.2) виконати аналіз температури повітря у відповідні календарно-фенологічні строки та визначити можливість утворення певних фенофаз патогенів і ступінь сприятливості температурних умов.

Таблиця 6.2

Вихідні дані для виконання завдання 1

Варіант	Назва хвороби	Роки	Період аналізу (критичний період)
1	Стеблова іржа Бура іржа	1995- 1996	Квітень-травень
2	Жовта іржа Гельмінтоспоріозна коренева гниль	1995- 1996	Квітень-травень
3	Летюча сажка Офіобольозна прикоренева гниль Фузаріоз колосу	2002- 2003	Травень-червень Квітень-травень Червень-липень
4	Фітофтороз картоплі Мілдью винограду Оїдіум винограду	1995- 1996	Червень Квітень-травень
5	Стеблова іржа Бура іржа	2002- 2003	Квітень-травень
6	Жовта іржа Гельмінтоспоріозна коренева гниль	2002- 2003	Квітень-травень
7	Летюча сажка Офіобольозна прикоренева гниль	2002- 2003	Травень-червень Квітень-травень

	Фузаріоз колосу		Червень-липень
8	Фітофтороз картоплі Мілдью винограду Оїдіум винограду	2002-2003	Червень Квітень-травень

Методика виконання завдання

1. Згідно з метеоданими, наведеними в дод.А, визначити дати початку утворення патогенами на відповідних культурах тих чи інших стадій. Вважати, що певна стадія патогена може утворюватися починаючи з дати стабільного переходу (більше трьох діб) середньодобових температур вище від показників наведених у табл. 6.1.

2. Результати аналізу впливу тепла на розвиток хвороби викласти за формою табл. 6.3.

3. Сформулювати висновки щодо сприятливості температурного режиму для утворення певних стадій збудників хвороб.

Таблиця 6.3

Результати аналізу впливу температури повітря на розвиток хвороб рослин (варіант №--)

Рік	Назва хвороби	Стадія розвитку хвороби	Дати утворення стадій

Висновок:

Температура повітря регулює і швидкість проростання спор збудників хвороб. Термін проростання спор найменший при оптимальних температурах. Спори більшості патогенів проростають при достатній вологості середовища. Тривалість періоду збереження вологи на рослинах залежить від температури. При її наростанні швидкість випаровування вологи з поверхні рослин збільшується, що обмежує можливість їх зараження патогеном, тому важливо знати температуру, яка забезпечить достатню тривалість зволоження рослин. Така

залежність встановлена для багатьох хвороб, що відображено в спеціальних таблицях, графіках, номограмах.

Завдання 2. За допомогою даних табл. 6.4 згідно з запропонованим варіантом (табл. 6.5) визначити для певної хвороби можливість проростання спор і ступінь сприятливості гідротермічного режиму для інфікування рослин у певні критичні періоди. Аналіз виконати подекадно за один місяць з початку патологічного процесу.

Таблиця 6.4

**Мінімальна тривалість зволоження рослин
необхідна для проростання спор залежно від температури, (год).**

Назва хвороби	Середня температура періоду, °С					
	5	10	15	20	25	30
Бура іржа пшениці	7	5	4	3,5	3,5-4	-
Корончата іржа вівса	24	10	6	5	5	12
Парша яблуні	29	12	8,5	8,5	11	-
Плодова гниль	-	18	12	11	5	-
Червона плямистість сливи	8-9	5	4	3	2	-
Мілдью винограду	10,5	7	4,5	2,5-3	1-1,5	6-7

Таблиця 6.5

Вихідні дані для виконання завдання 2

Варіант	Хвороба	Фенофаза рослин	Рік аналізу	Місяць аналізу
1	Бура іржа пшениці	Кущіння	1994	квітень
2	Корончата іржа вівса	Кущіння	1995	травень
3	Парша яблуні	Утворення листя	1996	квітень
4	Плодова гниль	Визрівання плодів	1997	вересень
5	Червона плямистість сливи	Утворення листя	2002	травень
6	Мілдью винограду	Пагони 12-15 см, лист – 3-4 см	2003	травень

Методика виконання завдання

1. За метеоданими відповідного періоду визначити сприятливий для проростання спор час. Для цього необхідно врахувати середньодобову температуру, опади більше 1 мм, середню вологість повітря і тривалість періоду зволоження рослин.

2. Оскільки прямі дані щодо тривалості періоду зволоження відсутні, необхідно визначити її за спеціальною номограмою (рис. 6.1).

3. . Результати аналізу викласти за формою табл. 6.6.

Таблиця 6.6

Ступінь сприятливості гідротермічного режиму для інфікування рослин

Назва хвороби	Критичний період (фенофаза)	Період проростання спор, дата	Середня температура повітря, °С	Тривалість зволоження рослин, год

Усього сприятливих для інфекції днів _____

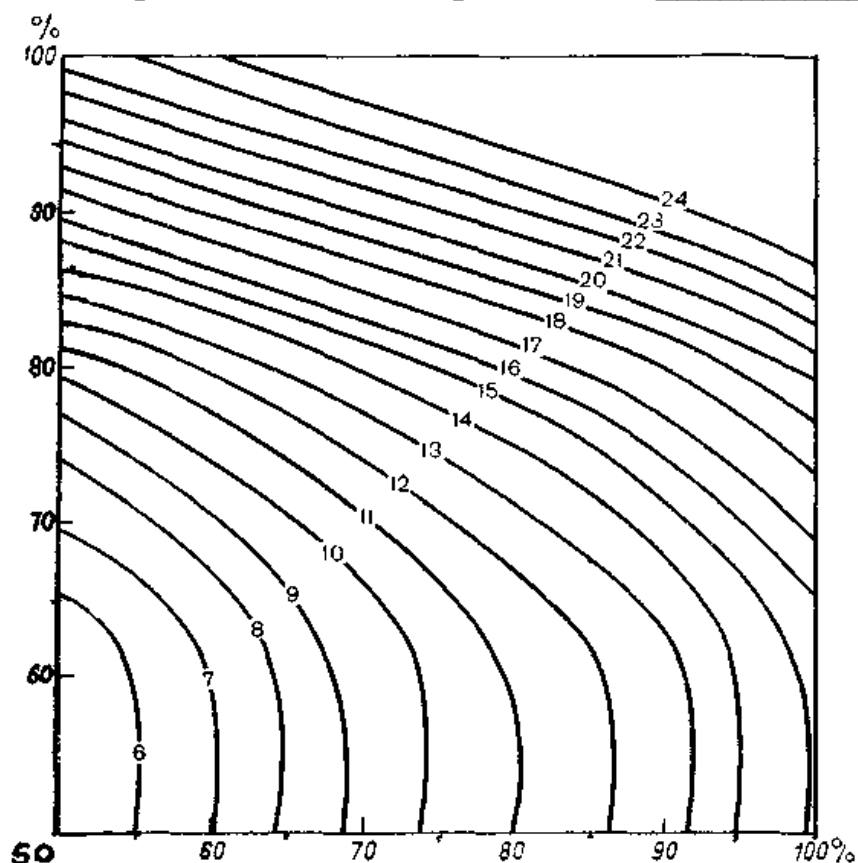


Рис. 6.1. Номограма для визначення тривалості періоду (год.) з краплинно-рідинною вологою на листках пшениці, год

6.2. Вплив вологи на перебіг хвороб рослин

Вплив вологи проявляється на всіх етапах патологічного процесу, починаючи з періоду формування інфекційного початку. Наприклад, визначено, що конідії борошністороссяних грибів набагато краще проростають, якщо вони утворилися в сухих умовах [14]. Конідії фітофтори картоплі при вологості повітря 20–40 % втрачають життєздатність через 1–2 год, а при 50–80 % – через 3–5 год.

Інтенсивний розвиток моніліального опіку відбувається в роки з вологою і прохолодною погодою під час цвітіння дерев. Підвищена вологість середовища при помірних температурах забезпечує сприятливі умови для патогена і подовжує період цвітіння дерев, що збільшує сприйнятливість рослин до інфекції. Така ж залежність простежується і для парші плодкових культур. Критичним періодом тут є час від фази зеленого конуса до кінця цвітіння, коли відбувається первинне зараження рослин. Тривала волога весна з великою кількістю дощових днів сприяє сильному розвитку хвороби [8].

Вирішальне значення фактор вологості має лише протягом відносно короткого періоду – від початку проростання спор до проникнення патогена в рослину. Але вплив цього фактора на зараження рослин настільки великий, що часто перевищує вплив інших умов середовища. Так, спори фітофтори картоплі, мілдью винограду, стеблової іржі пшениці, парші яблуні, антракнозу смородини, плодової гнилі, септоріозу злаків тощо. проростають тільки в разі наявності крапельної вологи. Для проростання спор бурої і жовтої іржі необхідна вологість повітря 100%, при вологості 98–99 % проростають спори бурої іржі жита та корончатої іржі вівса. Спори церкоспорозу буряків при 100 %

вологості повітря проростають через 24 год, при 90 % – через 34 год, при 70–80 % не проростають і через 48 год [8]. При високій вологості повітря зростає кількість рослин, уражених сажкою, фузаріозом та іншими хворобами зерна.

У ґрунтових патогенів спори краще розвиваються при неповному насиченні ґрунту вологою, що пов'язано з наявністю в ньому кисню, який необхідний для розвитку спор. Так, ураження капусти килою починається лише при 60 % повної вологоємності ґрунту. Сприятливі умови для розвитку рака картоплі створюються при сумі опадів за рік більше 600–700 мм, оптимальні – більше 1000 мм. При вологості ґрунту менше 50 % хвороба не розвивається.

Існує група фітопатогенних грибів, проростання спор яких може відбуватися навіть в умовах посухи. Найбільш характерні з них борошністоросяні патогени. Спори борошністої роси пшениці добре розвиваються в умовах від 30 до 100 % відносної вологості повітря, оїдіуму винограду – від 8 до 100 %. Зафіксовані випадки проростання спор цих патогенів при відносній вологості близькій до нуля. Установлено також, що в посушливих регіонах проростання конідій збудника борошністої роси яблуні відбувається у нічні години, коли вологість повітря зростає до 75–80 % і протягом 4–7 год випадає роса.

Таблиця 6.7

Кількість рослин ярої пшениці, уражених летючою сажкою в різних гідротермічних умовах, %

Вологість повітря, %	Температура повітря, °С					
	13-14	15-16	17-18	19-20	23-24	25-26
60	-	-	-	-	-	46,0
70-75	39	50	-	-	63	73
76-80	-	45	31	57	-	76
81-85	47	-	36	51	-	-
86-90	54	-	51	52	-	80
100	-	-	-	-	-	84

Завдання 3. Відповідно до варіанта (табл. 6.5) визначити вірогідний ступінь ураження ярої пшениці летючою сажкою

шляхом аналізу сприятливості гідротермічних умов у критичний період (фаза цвітіння – II декада червня).

Методика виконання завдання

1. Виконати прогноз зараження рослин ярої пшениці летючою сажкою при високому інфекційному навантаженні, користуючись метеоданими за період цвітіння культури (II декада червня) та довідковими даними, наведеними в табл. 6.7.

2. Результати роботи подати за формою табл. 6.8.

Таблиця 6.8.

**Вірогідне ураження рослин ярої пшениці
летючою сажкою (варіант ___)**

Рік аналізу	Метеодані		Вірогідне ураження рослин, %
	температура, °С	вологість, %	

6.3. Визначення тривалості періоду зволоження рослин для прогнозу розвитку хвороб

Підвищення вологозабезпечення середовища є необхідною умовою зараження рослин і розвитку хвороби. Важлива не тільки наявність вологи на рослині, а й певна тривалість періоду її наявності. Чим довший цей період, тим більша кількість уражених хворобою рослин.

Таблиця 6.9

**Тривалість періоду зволоження листя пшениці
та інтенсивність її ураження стебловою іржею**

Тривалість періоду зволоження, год	Уражено рослин, %
2	0
3	2
6	17

12	28
16	33
20	59
24	89
30	98
36	100

Визначення тривалості періоду зволоження рослин необхідне для розробки короткострокових прогнозів динамічних небезпечних хвороб. Цей показник є одним з основних метеофакторів, які необхідні для моделювання епіфітотій за допомогою сучасних приладів-сигналізаторів, але до цього часу на метеостанціях такі дані відсутні.

Для отримання необхідних показників можна використати стандартні непрямі метеодані, які інтегрують сумісну дію вологості і температури. Таким показником є відносна вологість повітря. З'ясовано, що при значеннях цього показника біля 80 % і більше створюються умови для конденсації вологи на рослинах. Математично ця залежність виражається формулою:

$$y = 0,858x + 3, \quad (6.1)$$

де y – тривалість вологого періоду (год.) на рослинах;

x – кількість годин з відносною вологістю повітря 80 % і більше на висоті метеобудки.

Звичайно вологий період розпочинається ввечері і закінчується вранці. Аналіз багаторічних даних виявив можливість отримання цих характеристик на основі відомостей про середньодобову вологість повітря [15].

Таблиця 6.10

Кількість годин з вологістю 80 % і більше при різних значеннях середньодобової вологості повітря

Середньодобова вологість повітря, %	Кількість годин з вологістю повітря ≥ 80 %		
	усього	вранці	увечері
50	3	3	-
60	5	5	-
70	9	7	2
80	14	9	5

90	22	11	11
----	----	----	----

Завдання 4. *Непрямим способом за допомогою даних табл. 6.9–6.10 та формули 6.1 визначити за критичний період розвитку пшениці (фенофаза – вихід у трубку, травень) середню кількість годин за добу з вологістю повітря вище 80 %, середню тривалість вологого періоду на рослинах та можливе ураження рослин пшениці стебловою іржею за певних погодних умов.*

Методика виконання завдання

1. За травень відповідного року (згідно з варіантом) визначити середню вологість повітря та середню кількість годин за добу з вологістю вище 80 %.
2. За формулою 6.1 визначити середню тривалість вологого періоду у фенофазу пшениці «вихід у трубку» (травень).
3. Визначити можливу поширеність стеблової іржі пшениці за цих погодних умов (табл. 6.9).

Варіанти завдання наведені в табл. 6.5.

Результати виконання завдання 4:

- середня вологість повітря за травень ---- р. – ____ %;
- середня кількість годин за добу з вологістю повітря більше 80 % – ____ год;
- середня тривалість вологого періоду – ____ год;
- вірогідна поширеність стеблової іржі – ____ %.

Робота 7. ВИКОРИСТАННЯ ФЕНОДАТ У ПРОГНОЗІ РОЗВИТКУ ХВОРОБ РОСЛИН

Для планування заходів проти хвороб рослин важливо знати строки першого їх проявлення. Особливо це актуально для небезпечних епіфітотійних хвороб, які швидко розвиваються за сприятливих для них умов.. Перші обробки фунгіцидами рослин проти них треба проводити перед проявленням хвороби на рослинах або одразу після нього, щоб захистити від первинної інфекції ще здорові рослини. Своєчасне і якісне виконання першої обробки рослин фунгіцидами має велике профілактичне та винищувальне значення. Інфекційний початок, який зберігся і вступив у контакт з рослиною на період її першого можливого ураження, гине, патологічний процес у новому вегетаційному періоді не розпочинається, рослина не уражується збудником хвороби, росте і виходить з критичного, найбільш небезпечного періоду. Динаміка хвороби мінімальна і залежить в основному від ефективності дії препарату і стійкості рослин. Тому одним з головних завдань моніторингу хвороб є виявлення першого їх прояву.

Прогноз першого прояву хвороби може спиратися на зв'язок розвитку фітопатогена в популяції рослин. За тривалий період багатовікової еволюції фітопаогенів вони пристосувалися уражувати рослини у певні строки. При цьому початок розвитку хвороби залежить від стану рослин і ступеня сприятливості факторів погоди. Залежно від умов патологічного процесу його початок в умовах певної природно-кліматичної зони проходить у межах певного періоду. Строки прояву хвороби в діапазоні коливань факторів патогенезу бувають найбільш ранні, пізні та середньобогаторічні. У зв'язку із цим під час прогнозування розвитку хвороби слід урахувувати **правило стійкості багаторічних фенодат**: у хвороб, які уражують у рослин органи, що формуються кожного року у період вегетації, строки їх першого проявлення пристосовані до визначених дат і змінюються по роках у певних межах під впливом факторів зовнішнього середовища.

Багаторічні фенодати відображають зв'язок хвороби з кліматом природно-кліматичної зони (середньобагаторічний стан погоди) та іншими факторами зовнішнього середовища тривалої дії. Аналіз поточного погодного режиму на його схожість з характеристиками клімату дає підстави для прогнозування строків першого прояву та подальшої динаміки розвитку хвороби.

Фенологічну інформацію, яка отримана в науково-дослідних установах, спеціалісти фітосанітарних інспекцій в однотипних умовах аналізують для виявлення періоду можливого першого прояву хвороби (найбільш рання та пізня фенодати) та розраховують середню багаторічну дату. Період аналізу повинен бути достатньо тривалим для виявлення статистично значущих характеристик (10-12 і більше років).

Завдання 1. *Виконати аналіз фенологічної інформації щодо проявлення основних хвороб овочевих культур в умовах Лісостепу України. Виявити діапазон коливань строків початку патологічного процесу, розрахувати середню багаторічну фенодату відповідно до даних табл. 7.1.*

Методика виконання завдання

1. Шляхом аналізу фенодат, наведених у табл. 7.1 відповідно до варіанта, установити найбільш ранню та пізню дати першого прояву хвороби, а також визначити середню багаторічну дату. Для цього складаємо числа фенодат періоду спостережень і отриману суму ділимо на число років спостережень. Якщо дати прояву хвороби належать до різних місяців, то для вирівнювання фенодат у часі числа фенодат більш раннього місяця беруться без змін, а до чисел фенодат наступного місяця додають загальну кількість днів у попередньому місяці. Якщо значення частки не перевищує кількість днів у першому місяці (30 чи 31), то це число і є середньою багаторічною датою, а якщо частка більша від кількості днів у першому місяці, то від цього числа треба відняти кількість днів першого місяця, і це буде середньою багаторічною датою, яка належить до більш пізнього місяця.

2. Визначити суму ефективних температур, що накопичилась в умовах конкретного року (дод. А за варіантом),

починаючи підрахунок від дати стабільного переходу через поріг 5 °С до дати прояву хвороби. Порівняти динаміку накопичення ефективного тепла з багаторічними значеннями за цей же період (дод. Б).

Для цих розрахунків використовують формулу:

$$\sum T_{\text{дод}} = (\dot{O}_{\text{над.}} - \dot{O}_{\text{подо.}}) \cdot n,$$

де: $T_{\text{сер.}}$ – середньодобова температура, °С;

$T_{\text{пор.}}$ – нижній температурний поріг розвитку хвороби, 5°С;

n – кількість днів.

3. Визначити вірогідні строки прояву хвороби в умовах конкретного року шляхом порівняння значень сум ефективних температур за поточний рік з багаторічним. Відставання чи випередження наростання показника СЕТ за поточний рік від багаторічного є основою для прогнозування вірогідної дати прояву хвороби. Для визначення ступеня мінливості фенодати в днях отриману різницю між показниками СЕТ за поточний рік і багаторічним необхідно поділити на середнє значення ефективної температури за один день за останню декаду перед вірогідним проявом хвороби.

4. Результати виконаної роботи занести в табл. 7.2.

Таблиця 7.2.

Результати виконання завдання 1

Назва хвороби	Дати прояву хвороби			Сума ефективних температур		Дата вірогідного прояву хвороби
	рання	пізня	середня багаторічна	за поточний рік	багаторічна	

Робота 8. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТЕОПРЕДИКТОРІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ПРОГНОЗІВ РОЗВИТКУ ХВОРОБ РОСЛИН

8.1. Прогнозування розвитку хвороб рослин за ГТК

У прикладній біології для врахування одночасної дії головних елементів клімату – температури та опадів, здавна застосовують інтегральний показник – гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Г.Т. Селянинова. Його використовують для оцінки періоду з температурою вище 10 °С і визначають за формулою:

$$\hat{A}\hat{O}\hat{E} = \frac{\sum \hat{I} \cdot 10}{\sum \hat{O}}, \quad (8.1)$$

де $\sum O$ – сума опадів;

$\sum T$ – сума середньодобових температур.

Під час оцінювання агрокліматичних ресурсів території вважають, що ГТК у межах 1,0–1,5 характеризує оптимальне зволоження, більший від 1,5 – надмірне, менший від 1,0 – нестійке, менший від 0,5 – слабке (посуха).

Завдання 1. *Визначити ГТК та оцінити ступінь сприятливості погодних умов для деяких хвороб сільськогосподарських рослин.*

Методика виконання завдання

У табл. 8.1 наведені значення ГТК, які відповідають оптимальним гідротермічним умовам для розвитку певних хвороб сільськогосподарських рослин. Відповідно до варіанта завдання (табл. 8.2) визначають ГТК певного періоду вегетації рослин і, користуючись даними табл. 8.1, визначають ступінь сприятливості погодних умов для заданої хвороби та складають короткостроковий прогноз її розвитку. Одержані результати подають за формою табл. 8.3.

Таблиця 8.1

**Показники сприятливих гідротермічних умов
для окремих хвороб сільськогосподарських культур**

№	Назва хвороби та її збудника	Критичний період	ГТК	Примітка
1	Лінійна іржа озимої пшениці <i>Russinia graminis</i> Pers.	Червень–І декада липня (молочна зрілість - збирання врожаю)	>1,6	
2	Жовта іржа злаків <i>Russinia striiformis</i> Wesst.	Квітень - травень	>1,7	
3	Карликова сажка озимої пшениці <i>Tilletia controversa</i> Kuehn.	Вересень (Сходи)	0,7-1,0	Зараження зерна
4	Гельмінтоспоріоз пшениці <i>Bipolaris sorokiniana</i> Shoem.	Липень	>0,7-1,2	При 19-20 °С
5	Церкоспоріоз сої <i>Cercospora sojina</i> Hara.	Червень-липень	1,4-2,0	
6	Фітофтороз картоплі <i>Phytophthora infestans</i> Mont.	Друга декада липня (Цвітіння)	>2	

Таблиця 8.2

Вихідні дані для завдання 1

№ варіанта	Назва хвороби	Роки спостережень
1	Лінійна іржа озимої пшениці	1994, 2003
2	Жовта іржа злаків	1995, 2002
3	Карликова сажка озимої пшениці	1996, 2003
4	Гельмінтоспоріоз пшениці	1997, 2002
5	Церкоспороз сої	1994, 1997
6	Фітофтороз картоплі	1995, 2003

Результати виконання завдання 1

Назва хвороби	ГТК (по роках)		Оптимальне значення ГТК	Прогноз розвитку хвороби	

8.2. Прогноз розвитку альтернаріозу помідорів за ТВП

Практика свідчить, що ГТК можна успішно використовувати для прогнозування розвитку хвороб, збудники яких інтенсивно розвиваються в разі випадання великої кількості опадів при невисоких температурах повітря, оскільки значення ГТК збільшується з ростом суми опадів і зниженням температури повітря.

У той же час для багатьох тепло- та вологолюбивих шкідливих організмів сприятливими для їх розвитку є підвищені температури і достатня вологозабезпеченість. У цьому випадку величина ГТК буде зменшуватися, таким чином ступінь зв'язку ГТК з розвитком шкідливого організму буде оберненим. Тому для оцінки сприятливості погодних умов для тепло- і вологолюбивих збудників хвороб (септоріоз помідорів, альтернаріоз картоплі і помідорів та ін.) запропоновано температурно-вологісний показник (ТВП), величину якого визначають за формулою:

$$\text{ТВП} = \frac{\sum O \cdot T}{D}, \quad (8.2)$$

де $\sum O$ – сума опадів (мм) за період спостережень;

T – середньодобова температура повітря періоду;

D – тривалість періоду (днів).

ТВП – це відносний інтегральний показник, який відображає кількість тепла та вологи за кожний день періоду спостережень. Із зростанням температури його значення збільшується.

Завдання 2. *Визначити ступінь сприятливості погодних умов за ТВП для альтернативу помідорів і скласти прогноз розвитку хвороби.*

Методика виконання завдання

Відповідно до варіанта завдання (табл. 8.4) визначають величину ТВП і, користуючись даними табл. 8.5, прогнозують розвиток альтернативу помідорів. Результати виконаної роботи заносять до табл. 8.6.

Таблиця 8.4

Періоди спостережень за розвитком альтернативу помідорів

Варіант	Період спостережень
1	III декада травня – I декада червня (1994, 1995 рр.)
2	Червень (1994, 1995 р.)
3	III декада травня – I декада червня (1996, 1997 рр.)
4	Червень (1996, 1997 рр.)
5	III декада травня – I декада червня (2002, 2003 рр.)
6	Червень (2002, 2003 рр.)

Таблиця 8.5

Залежність інтенсивності розвитку альтернативу помідорів від ТВП

Величина ТВП	Інтенсивність розвитку хвороби
0 – 20	Депресія
20,1 – 35	Помірна
Більше 35	Епіфітотія

Результати виконання завдання 2

Величина ТВП по роках		Прогноз розвитку хвороби по рокам	

8.3. Застосування спеціальних метеопредикторів у прогнозі розвитку хвороб рослин

Характер зволоження рослин під час вегетації при відповідному температурному режимі часто має вирішальне значення для динаміки розвитку хвороб. Для деталізації цього важливого фактора пропонується використання таких спеціальних метеопредикторів прогнозу:

- коефіцієнт інтенсивності опадів;
- коефіцієнт кратності опадів;
- індекс сприятливості погодних умов.

Коефіцієнт інтенсивності опадів розраховується за формулою:

$$\hat{E}_{\text{іо}} = \frac{\sum \hat{I}}{n \cdot 10}, \quad (8.3)$$

де $\sum O$ – сума опадів за певний період, мм;

n – кількість днів з опадами за цей період.

Слід відзначити, що при збільшенні цього коефіцієнта зменшується заспореність (кількість спор та інших пропагул) на рослинах і в повітрі, збільшується вологість повітря і ґрунту, період зволоження органів рослин крапельною вологою, унаслідок чого покращуються умови для збільшення кількості інкубаційних періодів, швидкості інфекційного процесу, у той час як для аерогенних хвороб зменшується динаміка поширення й інтенсивності ураження.

Коефіцієнт кратності опадів визначається за формулою:

$$\hat{E}_{\text{од.}} = \frac{n}{N}, \quad (8.4)$$

де n – кількість днів з опадами за певний період;

N – тривалість періоду, днів.

Цей коефіцієнт має позитивну кореляцію із розвитком найбільш шкодочинних хвороб рослин. Чим частіше суттєво звожуються органи рослин, тим більше їх ураження хворобою.

Індекс сприятливості погодних умов (для вологолюбивих патогенів – збудники фітофторозу, пероноспорозу та ін.) визначається за формулою:

$$I_{\text{под.}} = \frac{\hat{A} \cdot \hat{E}_{\text{од.}} \cdot \sum I}{\hat{E}_{\text{од.}}}. \quad (8.5)$$

Завдання 3. *Розрахувати коефіцієнти інтенсивності і кратності опадів та індекс сприятливості погодних умов.*

Методика виконання завдання

Від погодних умов на початку вегетації сільськогосподарських культур (травень–червень) суттєво залежить динаміка розвитку багатьох хвороб епіфітотійного характеру. Тому аналіз гідротермічного режиму цього періоду дає змогу розробляти сезонний прогноз таких хвороб. Розрахунки предикторів прогнозу проводять, використовуючи метеорологічні дані за травень–червень 1994–1997, 2002, 2003 рр. відповідно до варіанта. Завдання виконують за такою схемою:

1. Помісячно визначити суму опадів, кількість днів з опадами, ГТК.

2. За відповідними формулами визначити коефіцієнти інтенсивності і кратності опадів, індекс сприятливості погодних умов.

3. Результати роботи подати в табл. 8.7, виконати аналіз отриманих матеріалів і зробити висновок щодо сприятливості

погодного режиму першої половини вегетаційного періоду для основних епіфітотійних хвороб.

Таблиці 8.7

Значення метеопредикторів прогнозу епіфітотійних хвороб (рік)

Місяць	Значення предикторів					
	ΣO	n	$ГТК$	$K_{int.}$	$K_{кр.}$	$I_{спр.}$
травень						
червень						

Висновки:

Робота 9. ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ ІРЖАСТИХ ХВОРОБ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР

9.1. Короткостроковий прогноз хвороб на біометеорологічній основі

Метод заснований на визначенні строків зараження рослин збудником хвороби і тривалості інкубаційних періодів залежно від метеорологічних факторів. Розрахунки дозволяють визначити проходження окремих етапів патологічного процесу з точністю від кількох годин до одного-двох днів.

Вплив температури повітря на швидкість розвитку збудників іржі можна виразити формулою:

$$n = \frac{\sum t}{T - t}, \quad (9.1)$$

де n – тривалість інкубаційного періоду (для субоптимальних температур у діапазоні “мінімум-оптимум”);

$\sum t$ – сума ефективних температур за період;

T – середня температура періоду;

t – нижній температурний поріг розвитку збудника.

Технологія розробки короткострокового прогнозу іржастих хвороб злаків включає ряд етапів:

1. З ранньої весни проводять обстеження озимини, дикорослих злаків, проміжних рослин-господарів на виявлення урединій іржі. Якщо необхідно, виконують аналіз повітря на наявність спор збудників іржі.

2. Визначивши дату проявлення хвороби, аналізують погоду цього і наступних днів для того, щоб визначити день, коли за умовами вологості і температури відбулося перше зараження рослин. Для цього необхідна інформація про наявність краплинно-рідинної вологи, термін її збереження на рослинах (у годинах) і середню температуру за цей період. Все це визначають візуально

прямими спостереженнями або за допомогою самописця роси і термографа.

Для пшениці ці показники можна визначити також за спеціальною номограмою (рис. 9.1) і за формулами 9.2–9.3.

За допомогою номограми за показниками середньодобової вологості повітря за дві доби підряд визначають тривалість періоду з краплинно-рідинною вологістю на рослинах. На осі X – середньодобова вологість за поточну добу; на осі Y – середньодобова вологість за попередню добу.

Середню температуру повітря за період роси можна визначити за формулами:

$$\text{до колосіння пшениці} \quad T = 0,77x + 5; \quad (9.2)$$

$$\text{після колосіння} \quad T = 0,938x + 2, \quad (9.3)$$

де T – середня температура за період зволоження;

x – мінімальна температура повітря.

Для визначення днів, коли можливе зараження рослин пшениці бурю іржею, користуються кривою К.М. Степанова (рис. 9.2).

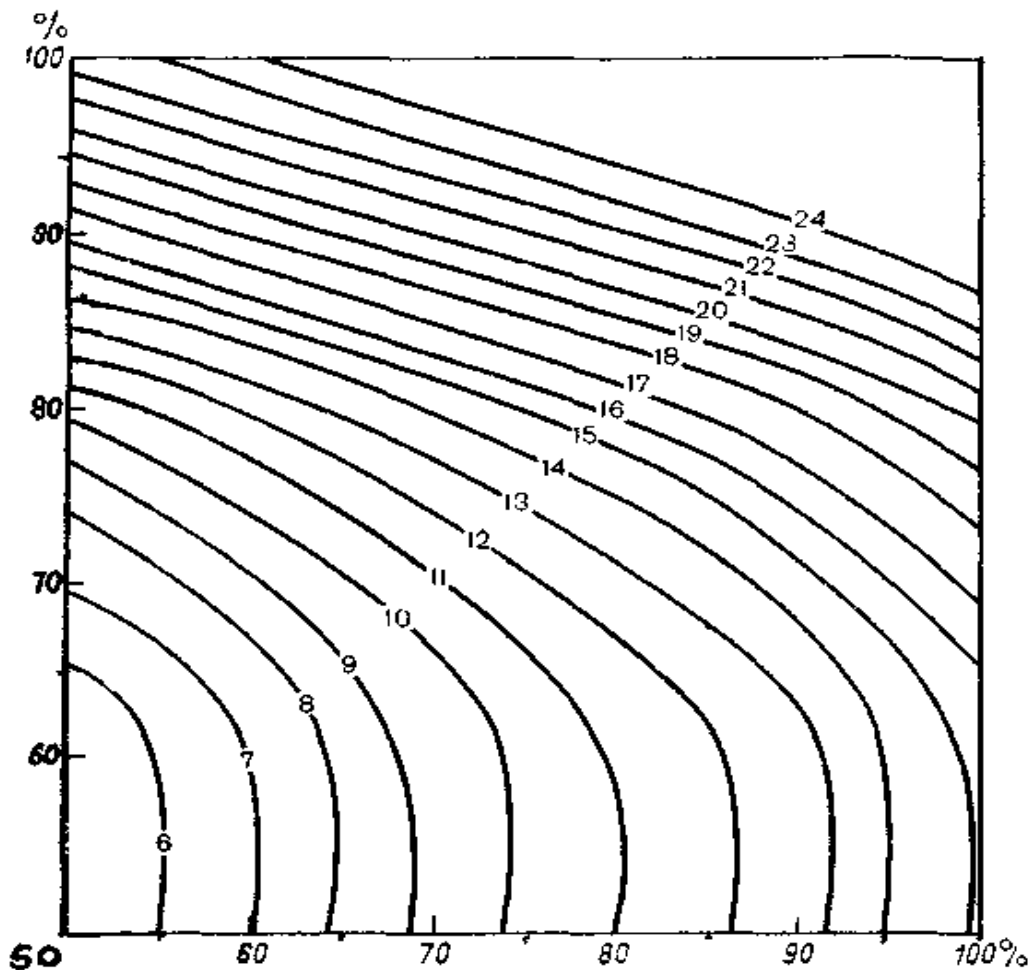


Рис. 9.1. Номограма для визначення тривалості періоду з краплинно-рідинною вологістю на листках пшениці, год

Для стеблової іржі дні зараження визначають за допомогою формул:

$$\text{для пшениці} \quad t = 79 : (T + 0,2); \quad (9.4)$$

$$\text{для жита} \quad t = 87 : (T + 0,3); \quad (9.5)$$

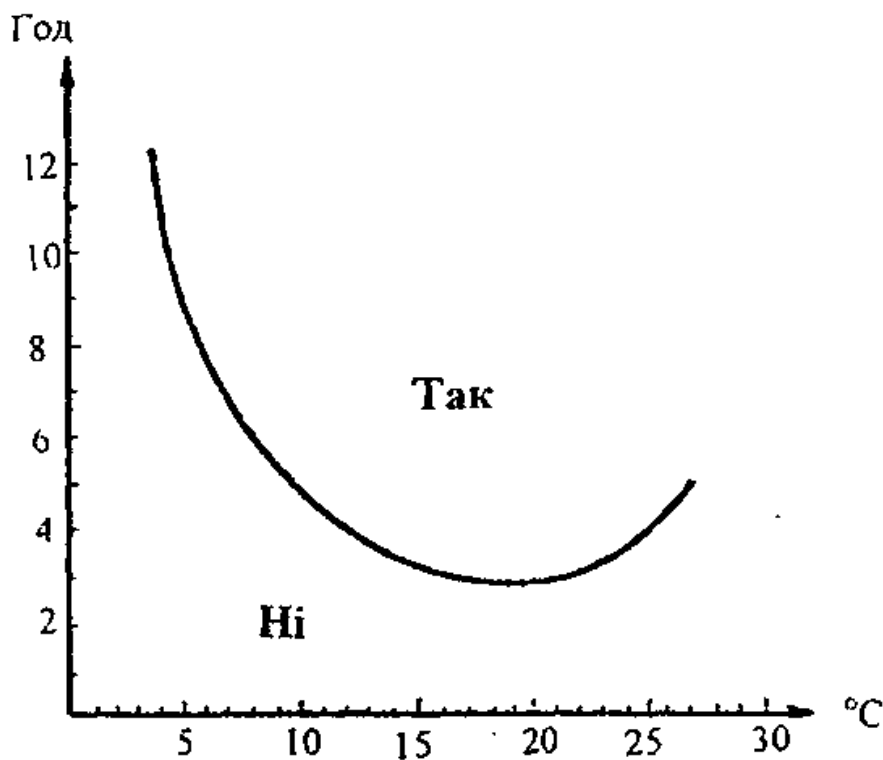
$$\text{для вівса} \quad t = 97 : (T + 1,5), \quad (9.6)$$

де t – тривалість зволоження рослин, год;

T – середня температура за період зволоження.

Зараження слід вважати таким, що відбулося, якщо тривалість періоду з крапельно-рідинною вологою була такою ж або більшою, ніж обчислена за відповідними формулами.

3. Після визначення дня першого зараження рослин іржею розраховують тривалість уредогенерації гриба. Для цього, починаючи з наступного дня після зараження, фіксують і додають наростаючим підсумком суму ефективних температур, користуючись даними табл. 9.1. Після набору необхідної суми ефективних температур перша генерація гриба закінчується, на рослинах з'являються урединіопустули і відбувається розповсюдження спор гриба.



4. Після закінчення першої генерації гриба проводять обстеження рослин на полях для підтвердження появи нових урединіопустул. Розрахунок другої і наступних генерацій проводять аналогічно.

5. Фунгіциди застосовують перед закінченням чергової генерації гриба, якщо створюється загроза епіфітотії хвороби. При цьому враховують термін захисної дії фунгіциду та вплив погодних умов.

Завдання 1. Розрахувати короткостроковий прогноз іржі злаків на біометеорологічній основі (варіанти згідно з табл. 9.1).

Методика виконання завдання

1. Припустимо, що в результаті виконаних обстежень і аналізів визначено дату появи урединій на рослинах: а) для 1–3-го варіантів – 15 квітня 2002 р.; б) для 4–6-го варіантів – 1 травня 2003 р.

Таблиця 9.1

Показники температури повітря для розрахунку тривалості інкубаційного періоду

№ варіанта	Назва хвороби	Нижній поріг розвитку, °С	Сума ефективних температур за генерацію, °С
1	Бура іржа пшениці	1,9	85
2	Бура іржа жита	1,9	94
3	Стеблова іржа пшениці	2,0	125
4	Стеблова іржа вівса	1,2	117
5	Стеблова іржа жита	1,9	126
6.	Карликова іржа ячменю	2,4	86

2. Аналізують фактичну середньодобову вологість повітря згідно з метеоданими і за допомогою номограми (рис. 9.1) визначають тривалість вологого періоду. За формулою 9.2 розраховують температуру за період роси (до фази колосіння).

3. Можливість зараження рослин (теоретичний показник необхідного для зараження періоду зволоження, год) визначають відносно до варіантів за допомогою кривої К.М. Степанова (рис. 9.2) або за формулами 9.4–9.6.

Якщо фактичний період зволоження (за номограмою) більший від теоретичного показника, цей день вважається першим днем зараження рослин іржею.

4. Визначивши день зараження, підраховують тривалість першої генерації гриба за сумою ефективних температур.

Після закінчення першої генерації, якщо необхідно, аналогічно розраховують строки розвитку наступних генерацій збудника, визначають строки проведення захисних заходів.

Результати виконаної роботи заносять до табл. 9.2.

Таблиця 9.2

**Розрахунок короткострокового прогнозу
розвитку _____
(назва хвороби)**

Дата	Відносна вологість повітря, %	Вологий період, год	Мінімальна температура повітря, °С	Температура вологого періоду, °С	Ефективна температура		Примітки*
					за добу	сума	

*У примітках зазначають дати початку та кінця генерацій і дати проведення обробок посівів фунгіцидами.

**9.2. Визначення загрози виникнення епіфітотії
стеблової іржі злаків**

Головними чинниками погоди, що визначають розвиток стеблової іржі злаків є вологість і температура повітря. Проростання спор збудника та розвиток хвороби проходить з наявністю на

рослинах краплинно-рідинної вологи при сприятливих температурах

повітря у відповідні фази розвитку злакових культур і з наявністю достатньої кількості інфекційного початку.

Знаючи умови, за яких можлива епіфітотія, можна своєчасно провести необхідні захисні заходи для зниження її шкодочинності.

Завдання 2. *Визначити загрозу виникнення епіфітотії стеблової іржі пшениці на основі ступеня заспорення посіву урединіоспорами у відповідну фенофазу пшениці за певних гідротермічних умов.*

Методика виконання завдання

1. В умовах лабораторії імітують потрапляння спор на предметне скло споропасток “флюгер”. Для цього етикетують і покривають тонким шаром вазеліну предметні скельця, розміщують їх в аудиторії на відстані 3–4 м від вентилятора, після чого висипають у струмінь повітря від вентилятора, направленою вгору і в бік скельця 150–200 мг урединіоспор. Після цього вентилятор вимикають і через 4–5 хв скельця забирають для аналізу.

2. Заспорені скельця розглядають під мікроскопом при малому збільшенні. Спочатку проглядають “пробну” смужку по всій довжині скла і підраховують кількість спор. На основі одержаних даних за табл. 9.3 визначають площу поверхні скла, яка підлягає аналізу під мікроскопом.

Таблиця 9.3

Площа предметного скельця для мікроскопіювання залежно від кількості спор на пробній смужці

Кількість спор на пробній смужці	0	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	>10
Необхідна площа розгляду, % від загальної площі предметного скла	100	70	50	35	35	35	17

3. За формулою (9.7) розраховують кількість смуг, на яких необхідно підрахувати спори:

$$K = 0,2 \cdot \frac{S}{D}, \quad (9.7)$$

де K – кількість смуг, на яких необхідно підрахувати спори;

S – площа поверхні скла, яку проглядають, % від загальної площі скла;

D – діаметр поля зору мікроскопа, мм (дод. Г).

Розрахункову кількість смуг заокруглюють до цілого значення. Смуги на склі розміщують рівномірно на всій поверхні.

4. Після підрахунку кількості спор на проглянутій частині обчислюють їх кількість на всій поверхні скла за формулою 9.8:

$$N = \frac{20 \cdot n}{D \cdot K}, \quad (9.8)$$

де N – кількість спор на всій поверхні скла, шт.;

n – кількість спор на проглянутій площі, шт.;

D – діаметр поля зору мікроскопа, мм;

K – кількість проглянутих смуг, шт.

5. Після визначення кількості спор на всій поверхні скла визначають площу предметного скла і кількість спор на 1 м² поля.

6. Ступінь загрози виникнення епіфітотії стеблової іржі встановлюють за спеціальною номограмою (рис. 9.3), яка дозволяє визначити мінімальну кількість уредоспор, що може спричинити епіфітотію хвороби в конкретній фазі вегетації культури за відповідних погодних умов.

Для визначення суми температур за вологий період необхідно мати дані про тривалість періоду наявності краплинно-рідинної вологи (роси, дощу) на рослинах (у годинах) і середньої температури повітря за вологий період.

Вихідні дані для виконання завдання 2 наведені в табл. 9.4.

По осі T номограми відкладають суму температур за вологий період, яка являє собою добуток середньої температури повітря за

вологий період на тривалість цього періоду в годинах. З одержаної точки встановлюють перпендикуляр до перехрещення з похилою лінією, яка відтворює відповідну фазу вегетації пшениці в цей період. Точку перехрещення виносять горизонтальною лінією на вісь Q, яка показує мінімальну кількість спор, що спроможна викликати епіфітотію хвороби із втратами врожаю зерна понад 25%.

Таблиця 9.4

Вихідні дані для виконання завдання 2

Варі-ант	Фенофаза рослин	Сума температур за вологий період, °С		
		30	100	170
1	Кущіння	30	100	170
2	Початок виходу в трубку	40	110	180
3	Колосіння	50	120	190
4	Масовий вихід в трубку	60	130	200
5	Колосіння	70	140	210
6	Кущіння	80	150	220

Q

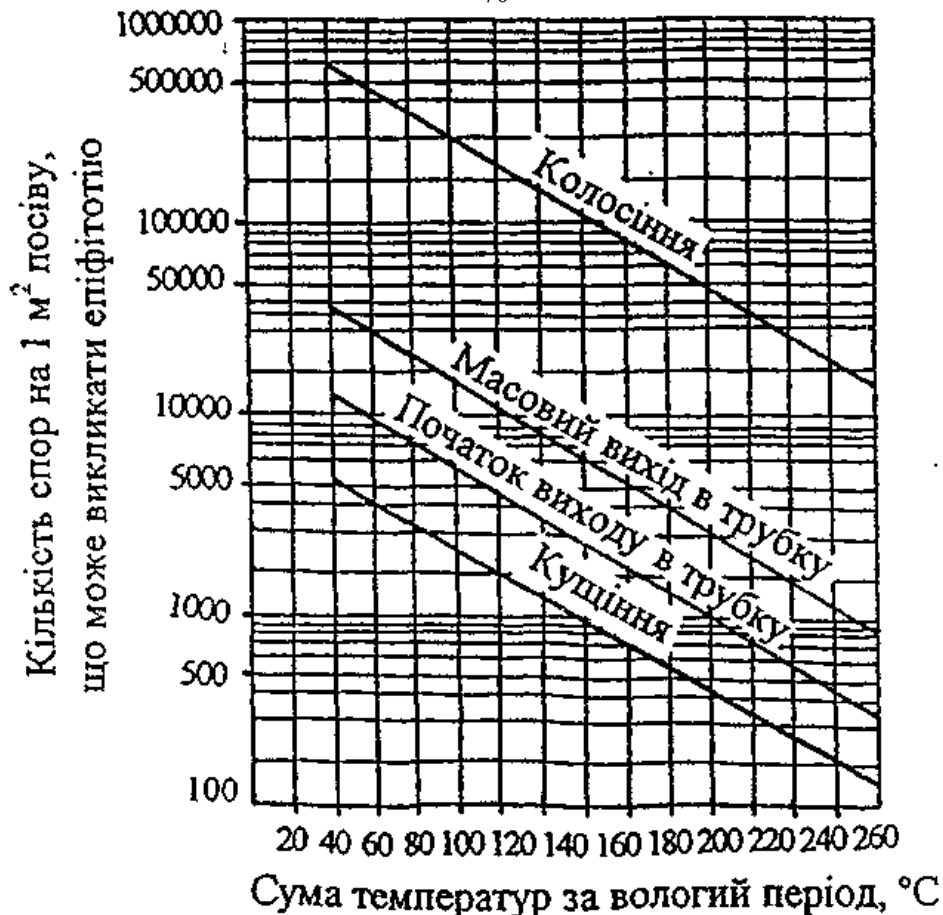


Рис. 9.3. Номограма для визначення ступеня загрози виникнення епіфітотії стеблової іржі злаків

Результати виконаної роботи подати за такою формою:

1. Кількість спор на пробній смужці, шт. –
2. Площа предметного скла, що підлягає аналізу % –
3. Кількість проглянутих смуг, шт.–
4. Кількість спор на предметному склі, шт. –
5. Кількість спор на 1 м² посіву, шт. -
6. Сума температур за вологий період °С –
7. Фенофаза пшениці –
8. Прогноз розвитку стеблової іржі пшениці за різних погодних

умов:

9.3. Розробка прогнозу розвитку стеблової іржі злаків на основі агрокліматичних показників періоду формування врожаю

Дослідженнями в основних зонах поширення хвороби виявлено високий ступінь залежності між ураженням рослин хворобою і динамікою зволоження під час формування врожаю пшениці. Коефіцієнти кореляції між цими явищами за період «молочна стиглість – збирання врожаю» становили 0,72–0,86. Визначено, що в роки з інтенсивним розвитком іржі було багато днів з дощем, росю, туманом, і навпаки, коли рослини зволожувалися рідко і спостерігалися тривалі періоди без дощу, зафіксовано слабкий прояв хвороби. Найбільший вплив на динаміку перебігу хвороби має чергування днів з дощем ($r=+0,82$) та періодів без дощу ($r=-0,81$).

Завдання 3. *Визначити вірогідний ступінь розвитку стеблової іржі злаків шляхом аналізу режиму зволоження рослин за фенофазу молочної стиглості зерна (II–III декади червня).*

Методика виконання завдання

Встановлено, що при 60 % днів з дощем у період фенофази «молочна стиглість зерна» і тривалості сухих періодів не більше 3–4

днів слід очікувати *сильного* розвитку стеблової іржі і суттєвої її шкідливості; *помірний* розвитку хвороби фіксуватиметься при кількості днів з дощем 40–60 % і тривалості періодів без дощу 5–6 днів; *слабке* проявлення хвороби відмічається при кількості днів з дощем менше 40 % і тривалості періодів без дощу більше 7-8 днів.

Таблиця 9.5

Вихідні дані для виконання завдання 3

Варіант	Роки
1	1994, 2003
2	1995, 2002
3	1996, 2001
4	1997, 2000
5	1998, 1999

6	1995, 2000
---	------------

1. Аналізом метеоумов періоду формування зерна (II-III декади червня) поточного року (згідно варіанту) визначити сприятливість режиму зволоження рослин пшениці

2. Виконати прогноз прояву стеблової іржі злаків у період формування зерна: слабкий розвиток (депресія), середній розвиток (помірний), сильний розвиток (епіфітотія).

Результати виконаної роботи подати за формою табл. 9.6.

Таблиця 9.6

Прогноз розвитку стеблової іржі пшениці (варіант __)

Рік	Днів з дощем, %	Тривалість сухих періодів, днів	Прогноз

Робота 10. ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ ТВЕРДОЇ САЖКИ ПШЕНИЦІ

Джерелом інфекції твердої сажки пшениці є теліоспори, які зберігаються на здоровому зерні і в ґрунті. Проростають вони після посіву насіння, і грибниця заражає рослини. Спори в ґрунті втрачають життєздатність упродовж трьох тижнів і через це мають обмежене значення як джерело інфекції.

Оптимальними умовами для проростання інфекційних гіф є температура 16–18 °С і вологість ґрунту 40–60 %, але максимальне ураження паростків відбувається при температурі 5–10 °С та при глибокому загортанні насіння в ґрунт, коли можливості патогена щодо зараження рослин збільшуються. Головним фактором, що впливає на ступінь ураження рослин пшениці твердою сажкою, є ступінь заспорення насіння.

Під час розробки довгострокового прогнозу розвитку сажкових хвороб, збудники яких зберігаються у вигляді теліоспор на поверхні

насіння, за основу беруть визначення кількості спор патогена на одну насініну.

Для складання довгострокового (сезонного) прогнозу розвитку твердої сажки пшениці і визначення можливості використання насіння для посіву користуються даними табл. 10.1.

Таблиця 10.1

**Приблизна ураженість пшениці твердою сажкою
залежно від ступеня заспореності насіння**

Кількість спор на одну насініну, шт.	80	478	702	5576	39850	100402	209872
Максимальна ураженість пшениці твердою сажкою, %	0,4	2,1	4,4	15,4	45,5	47,5	53,9

Існує декілька методів визначення заспореності насіння.

1. *Метод зовнішнього огляду (візуальний)*. Зразок насіння ретельно розглядають (на забарвлення, запах та ін.). При цьому можна побачити сажкові мішечки, а при значному заспоренні – зернівки, у яких спорами сажки покриті бороздка, хохолок та ін. Насіння, яке значно заспорене сажкою, має запах розсолу оселедців.

Для визначення домішок сажкових мішечків із зразка насіння відбирають наважку 20 г, вибирають сажкові мішечки і зважують їх. Масу мішечків виражають у відсотках з точністю до 0,001. Цей метод доволі простий, але одержувані результати досить приблизні.

2. *Метод мембранних фільтрів*. Наважку насіння 50 г розміщують у колбу, заливають 100 мл води і струшують протягом 3 хв. Воду переливають у циліндр з пористим дном, на якому закріплено мембранний фільтр. З кожного зразка насіння роблять 2-3 змиви. Потім фільтр виймають із циліндра, розміщують на предметному склі з краплею кедрової олії. Олія заповнює всі пори фільтра і він стає прозорим. Під час розглядання в мікроскоп спори сажки добре помітні і їх неважко підрахувати. Метод достатньо точний, але потребує спеціального обладнання.

3. *Метод центрифугування і мікроскопічного аналізу змивної води* полягає в тому, що сажкові спори змиваються з насіння водою,

одержана суспензія центрифугується, унаслідок чого сажкові спори осідають на дно пробірки. Цей осад розбавляють певним об'ємом води і підраховують кількість спор в одній краплі суспензії. Подальшими відносно простими обчисленнями визначають кількість спор сажки на одній насініні і прогнозують проявлення сажки за даними табл. 10.1.

Цей метод має спрощений варіант, коли за кількістю спор у полі зору мікроскопа визначають ступінь заспорення насіння, використовуючи спеціальну шкалу.

Згідно з вимогами до якості насінневих посівів злакових культур, за результатами апробації ураження рослин сажкою не повинно бути більшим від значень, наведених у табл. 10.2.

Завдання 1. *Визначити заспореність насіння озимої пшениці методом центрифугування та скласти довгостроковий прогноз розвитку твердої сажки.*

Методика виконання завдання

1. Із зразка насіння відбирають без вибору дві проби по 100 шт. Кожну пробу висипають у колбу місткістю 200 мл і зали-

вають 10 см³ води. Колбу струшують протягом 5 хв. Спори змиваються з насіння й утворюють з водою суспензію.

Таблиця 10.2

Допустимі норми ураження посівів злакових культур сажкою (поширеність хвороби, %)

Культура	Вид сажки	Категорія посівів			
		ОН	ЕН	РН 1–3	РН 4–5
Пшениця	Тверда	Не допускається	Не допускається	0,1	0,3
	Летюча	Не допускається	0,1	0,3	0,5
	Стеблова і карликова	Не допускається			

Ячмінь	тверда	Не допускається	Не допускається	0,3	0,5
	Летюча	Не допускається	0,1	0,3	0,5
Овес	Летюча і покрита	Не допускається	0,1	0,3	0,5
Просо	Летюча	Не допускається	0,1	0,3	0,5

2. Одержану суспензію виливають у центрифужні пробірки і центрифугують протягом 3 хв при 100 об/хв. Спори опадають на дно пробірки, а над осадом залишається прозора вода.

3. Після центрифугування воду зливають, стінки пробірки промокають фільтрувальним папером і до осаду додають визначену кількість крапель води (залежно від кількості осаду – 30, 60, 90 крапель). Скляною паличкою або піпеткою осад ретельно змішують з водою і одну краплю суспензії наносять на предметне скло.

4. При малому збільшенні мікроскопа підраховують кількість спор у кожному з десяти полів зору, які рівномірно розміщують по покривному склу за схемою (рис. 10.1).

Результати підрахунків складають, ділять на 10 і визначають середню кількість спор в одному полі зору.

5. Для обчислення площі поля зору за допомогою окулярного мікрометра вимірюють діаметр поля зору мікроскопа на збільшенні, при якому проводили підрахунок спор, і визначають площу поля зору. У разі відсутності окулярного мікрометра площу поля зору визначають за таблицею (дод. Г).

	1		2		3	
		5		4		
	6		7		8	
		10		9		

Рис. 10.1. Схема для підрахунку спор

6. Обчислюють кількість полів зору в покривному склі. Для цього визначають площу покривного скла і ділять її на площу поля зору.

7. Визначають кількість спор в одній краплі суспензії: середню кількість спор в одному полі зору множать на кількість полів зору на покривному склі.

8. Обчислюють кількість спор, змитих зі 100 насінин: кількість спор в одній краплі множать на кількість крапель води, що брали для розведення осаду спор після центрифугування.

9. Визначають заспореність насіння (спорове навантаження на одну насініну): кількість спор, що містяться в осаді, ділять на 100.

10. За допомогою даних табл. 10.1 складають довгостроковий прогноз розвитку твердої сажки і визначають можливість використання насіння для посіву. Для отримання більш точних результатів проводять інтерполяцію даних.

Результати роботи подати за такою формою:

1. Кількість крапель води, що додали до осаду спор –
2. Кількість спор у кожному з 10 полів зору мікроскопа –
3. Середня кількість спор в одному полі зору мікроскопа –
4. Марка мікроскопа, його збільшення (окуляр, об'єктив), площа поля зору –
5. Площа покривного скла, під яким проглядали краплю суспензії, мм² –
6. Кількість полів зору, яка вміщується на покривному склі –
7. Кількість спор сажки в одній краплі суспензії –
8. Кількість спор сажки на 100 насінинах –
9. Кількість спор сажки на одній насініні –
10. Прогноз прояву твердої сажки і рекомендації щодо використання насіння пшениці:

Завдання 2. *Визначити ступінь заспореності насіння озимої пшениці методом центрифугування за спрощеною методикою.*

Методика виконання завдання

1. Дві наважки насіння по 5 г висипають у колби, заливають 12–13 мл теплої води і відстоюють 15 хв для відокремлення спор від насіння.

2. Колби з насінням старанно збовтують, воду ретельно зливають у центрифужні пробірки і суспензію центрифугують протягом 3 хв.

3. Надосадову воду обережно зливають, щоб осад спор залишився на дні пробірки.

4. До осаду додають 0,5 мл чистої води і старанно перемішують.

5. Роблять мікроскопічний аналіз кожної наважки на малому збільшенні мікроскопа ($\times 120$). На предметне скло наносять краплю суспензії і проглядають 10 полів зору, підраховують кількість спор у кожному з них і визначають середню кількість спор в одному полі зору для кожної з двох наважок насіння. Якщо середня кількість спор у наважках відрізняється між собою в 7–10 разів, то роботу повторюють.

6. Визначають ступінь заспорення насіння за такими показниками:

- до двох спор у полі зору – слабке заспорення;
- від трьох до 10 – середнє;
- більше 10 спор – сильне.

Результати виконання завдання подають за формою:

1. Кількість спор в кожному проглянутому полі зору та в середньому на одне поле зору за наважками –

2. Ступінь заспорення насіння –

Робота 11. МЕТОДИ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ ФІТОФТОРОЗУ КАРТОПЛІ І ПОМІДОРІВ

11.1. Методи прогнозу фітофторозу картоплі

Фітофтороз картоплі проявляється щорічно, а один раз у три – чотири роки в східній частині Лісостепу України розвиваються епіфітотії, які завдають великих збитків.

Тривалість інкубаційного періоду збудника фітофторозу (*Phytophthora infestans*) залежить від температури повітря і може тривати від трьох до 13 діб. Для утворення конідій гриба

вирішальним фактором є вологість повітря, а для розвитку ендогенного міцелію – температура повітря.

Конідіальне спороношення гриба на листях, як правило, утворюється вранці. Цьому сприяє тривале зволоження рослин (4–5 год) при відносній вологості повітря не нижче 75 %. Найбільше спор проростає при значенні температури 10–15 °С. Мінімальною температурою, при якій можливий розвиток гриба, є 1,5 °С, максимальною – 30 °С. При 40 °С розвиток гриба припиняється і він гине. Розвитку хвороби сприяє зміна прохолодних ночей порівняно теплими днями з високою вологістю повітря.

Короткостроковий прогноз фітофторозу картоплі складають на підставі даних про запас інфекції, погодні умови з фази бутонізації культури, скоростиглість і стійкість сортів тощо.

Для проявлення фітофторозу достатньо двох діб зі значенням температури повітря, що нижче від точки роси (не менше 4 год), мінімальною температурою повітря протягом ночі не нижче 10 °С, середньою хмарністю наступного після цієї ночі дня не менше 0,8 бала і кількістю опадів не менше 0,1 мм.

Існує декілька методів короткострокового прогнозу фітофторозу картоплі.

1. Метод ВІЗР. Зараження рослин картоплі фітофторозом стає можливим під час змикання картоплиння в міжряддях, що здебільшого збігається з фазою масової бутонізації – початком цвітіння картоплі. Спостереження за температурою і вологістю повітря проводять безпосередньо в посадках ранніх сортів картоплі, починаючи з моменту змикання бадилля (фаза бутонізації) за допомогою термографа і гігрографа.

Критичний період (можливе зараження бадилля) характеризується такими показниками (критерії Бомона): протягом двох діб підряд (48 год.) відносна вологість повітря повинна бути не нижче 75 %, мінімальна температура повітря – не нижче 10 °С, а максимальна – не вище 25 °С. Встановивши критичний період, за номограмою Н.А. Наумової (рис. 11.1) визначають тривалість інкубаційного періоду (діб) і дату прояву хвороби.

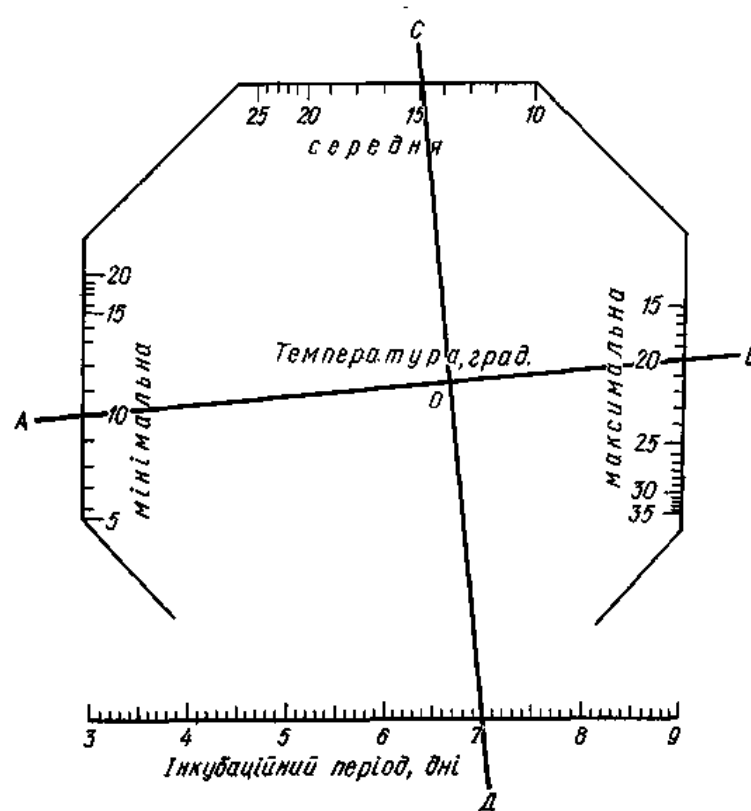


Рис. 11.1. Номограма Н.А.Наумової

2. *Метод Уліга (метеобудки).* Цей метод доцільно використовувати тоді, коли настають сприятливі умови для розвитку фітофторозу картоплі у період бутонізації культури (помірна температура і висока вологість повітря, часті дощі, похмурі дні). За цих погодних умов показники факторів погоди, які одержані за допомогою приладів-самописців у травостої рослин і в метеобудці на висоті 2 м, вирівнюються.

Показниками “критичного періоду” в цьому разі є 48 год з температурою не нижче 11 °С, мінімальною вологістю повітря не ниж-

че 60 % і середньодобовою вологістю повітря не менше 84 %. У подальшому технологія розробки прогнозу така ж, як і за методом ВІЗР. З періоду бутонізації ранніх сортів картоплі слідкують за метеоданими найближчої метеостанції, аналізуючи їх за кожен день. Після визначення “критичних днів” за номограмою Н.А. Наумової встановлюють тривалість інкубаційних періодів і час обробки рослин фунгіцидами. Необхідно мати на увазі, що тривалість інкубаційного періоду буде більшою на стійких до хвороби сортах картоплі і навпаки.

Завдання 1. *Розробити короткостроковий прогноз фітофторозу картоплі за методами ВІЗР і Уліга (метеобудки).*

Проаналізувавши погодні умови за відповідний період (початок спостережень з 15 червня (з фази бутонізації), згідно з варіантом (табл. 11.1) визначити:

- “критичні дні”;
- тривалість інкубаційного періоду за номограмою Н.А. Наумової;
- дату проявлення фітофторозу на рослинах і дату першого обприскування рослин фунгіцидами;
- дату початку та кінця другого і третього інкубаційних періодів, узявши до уваги, що фактична поява хвороби на рослинах була наступного дня після закінчення розрахованого перед цим інкубаційного періоду;
- дату повторного обприскування рослин з урахуванням погодних умов і тривалості періоду захисної дії фунгіциду.

Таблиця 11.1

Періоди спостережень за розвитком фітофторозу картоплі

Варіант	Рік спостережень
1	1994
2	1995
3	1996
4	1997
5	2002
6	2003

Методика виконання завдання

1. Спостереження і аналіз метеоданих починають з фази рослин картоплі “початок бутонізації”. Залежно від методу спостереження проводять за допомогою самописців або аналізують метеодані найближчої метеостанції. За фактичними кількісними показниками факторів погоди визначають критичний період (дві доби підряд):

а) за методом ВІЗР середньодобова вологість повітря – не нижче 75 %, мінімальна температура повітря – не нижче 10 °С, а максимальна – не вище 25 °С (критерії Бомона);

б) за методом Уліга середньодобова вологість повітря – не нижче 84 %, мінімальна вологість – не нижче 60 %, температура повітря – не нижче 11 °С.

2. Визначивши “критичні дні”, обчислюють середньоарифметичні показники мінімальної, максимальної і середньодобової температури повітря за три доби підряд, починаючи з другого дня “критичного періоду”. Допускаємо при цьому, що показники температури повітря після цих трьох днів різких змін не зазнають.

3. Тривалість інкубаційного періоду визначають за номограмою Н.А. Наумової (рис. 11.1). На номограму накладають прозорий папір або плівку з двома взаємно перпендикулярними лініями так, щоб горизонтальна лінія з’єднала точки на номограмі з показниками середніх мінімальної і максимальної температур за тридобовий період, верхній кінець вертикальної лінії збігався з показником середньодобової температури, тоді нижній кінець цієї лінії покаже тривалість інкубаційного періоду в добах.

4. Прогнозну дату проявлення хвороби визначають на основі тривалості інкубаційного періоду. Початком інкубаційного періоду є другий день “критичного періоду”.

5. За сприятливих для розвитку фітофторозу погодних умов обприскування картоплі фунгіцидами необхідно провести до закінчення першого інкубаційного періоду. Якщо після закінчення інкубаційного періоду настала несприятлива для розвитку хвороби погода (сухо і жарко або холодно), обприскування фунгіцидами проводити не слід до закінчення наступного інкубаційного періоду, проходження якого визначають аналогічно до першого.

6. Тривалість другого і наступних інкубаційних періодів визначають також за допомогою номограми Н.А. Наумової. Їх розрахунок необхідно починати з дня фактичного прояву хвороби, який визначають після закінчення першого інкубаційного періоду шляхом щоденного старанного обстеження нижнього ярусу листя в найбільш сприятливих для розвитку хвороби місцях.

Обприскування проводять через один інкубаційний період. При цьому враховують конкретні погодні умови, період захисної дії фунгіцидів тощо.

Результати роботи записують в табл. 11.2.

Таблиця 11.2

**Прогноз фітофторозу картоплі за методами ВІЗР і Уліга
(варіант №_)**

Номер інкуб. періоду	Дати критичних періодів і розрахункових днів	Температура повітря						Тривалість інкубаційного періоду	Дата прояву хвороби, діб	Дата проведення обприскування
		мінімальна		максимальна		середньодобова				
		по днях	середня	по днях	середня	по днях	середня			
За методом ВІЗР										
За методом Уліга										

3. *Метод змінної середньої* базується на спостереженнях за температурою і вологістю повітря та кількістю опадів. Для визначення строку закінчення першої генерації хвороби необхідно обчислити середньодобову температуру повітря, середню відносну вологість повітря і суму опадів за 10 днів підряд. Розрахунки починають з моменту змикання бадилля картоплі.

Хвороба проявиться на рослинах, якщо середньодобова температура повітря за 10 діб підряд буде в межах 13–20 °С,

вологість повітря – не нижче 75 %, а сума опадів – не менше 20 мм. За таких умов інкубаційний період гриба закінчується в кінці цього сприятливого

періоду. Якщо ж умови не збігаються із цими вимогами, то необхідно перший день періоду, що аналізують, виключити з розрахунку, а дані наступної доби включити і так робити до тих пір, поки не з'являться необхідні показники або не закінчиться небезпечний період ураження картоплі хворобою. Потім визначають дату вірогідного проявлення хвороби і першого обприскування рослин фунгіцидами.

Якщо в наступні після цього 6-8 діб сприятливі для розвитку фітофторозу умови зберігаються, то слід чекати епіфітотії. Метод змінної середньої застосовують, як правило, паралельно з методами ВІЗР або Уліга, за допомогою яких визначають перше проявлення хвороби, а можливість розвитку епіфітотії визначають за методом змінної середньої.

Аналіз погодних умов виконують доти, доки можливе проведення хімічних заходів. Це залежить від скоростиглості сорту і виду фунгіцидів.

Завдання 2. *Розрахувати короткостроковий прогноз розвитку фітофторозу картоплі за методом змінної середньої.*

Методика виконання завдання

1. Відповідно до варіанта виконати аналіз погодних умов для визначення дати прояву хвороби. Аналіз метеоданих провести починаючи з періоду змикання бадилля картоплі. Результати занести до табл. 11.3.

Висновки: _____

Таблиця 11.3

Прогноз розвитку фітофторозу картоплі за методом змінної середньої

Дати сприятливого періоду (з ___	Середньодобові		Сума опадів, мм	Дата прояву хвороби
	температура повітря, °С	відносна вологість		

		повітря, %		
по _____)				

Завдання 3. Розробити прогноз розвитку фітофторозу картоплі, використовуючи всі вищезазначені методи.

Методика виконання завдання

Дату першого прояву хвороби визначити за методом ВІЗР або Уліга (завдання 1), а вірогідність розвитку епіфітотії в подальшому визначити за методом змінної середньої, аналізуючи фактори погоди після прояву хвороби на рослинах.

Якщо епіфітотія неможлива, то який розвиток хвороби очікується: помірний, слабкий, депресивний? Для оцінки необхідно також використати показник ГТК за червень–липень.

Результати роботи сформулювати у вигляді сигналізаційного повідомлення.

11.2. Методи прогнозування фітофторозу помідорів

Джерелом інфекції фітофторозу помідорів здебільшого бувають уражені рослини картоплі, унаслідок чого на помідорах хвороба з'являється пізніше, ніж на картоплі. В останні роки зафіксовано значний розвиток південного фітофторозу (*Ph. parasitica*). Вимоги цього патогена до зовнішніх умов вивчені недостатньо.

Прогнозування розвитку фітофторозу на помідорах розпочинають із фази зеленої стиглості плодів, коли 10 % рослин мають плоди зеленої стиглості, або під час зімкнення бадилля на ранніх сортах помідорів. Використовують такі методи прогнозу.

1. *Метод ВІЗР* (критерії Бомона і номограма Н.А. Наумової).

2. *За стандартними даними метеостанцій*. Критичні умови для зараження рослин збудником фітофторозу складаються, якщо протягом 48 год відзначена мінімальна температура повітря не нижче 10 °С, максимальна – не вище 26 °С, середньодобова температура – 12–22 °С, мінімальна відносна вологість повітря – не нижче 60 %. У цих умовах відбувається зараження рослин патогеном. Тривалість інкубаційного періоду визначають за номограмою Н.А. Наумової.

3. *Метод змінної середньої.* Прояв фітофторозу відбувається, якщо протягом 6-8 днів спостерігалися такі погодні умови: середньодобова температура була в межах 13–20 °С, середня вологість повітря – не нижче 75 %, сума опадів – не менше 20 мм.

4. *За допомогою спеціальних формул.* Критичні дні і перше зараження рослин визначають за методом ВІЗР, а тривалість інкубаційного періоду за формулами:

$$t \text{ (на листі)} = 49,9 : (T - 5,5); \quad (11.1)$$

$$t \text{ (на плодах)} = 67,3 : (T - 4,1), \quad (11.2)$$

де t – тривалість інкубаційного періоду, діб;

T – середньодобова температура повітря, °С.

У розрахунках беруть до уваги температуру за три доби, починаючи з другої доби критичного періоду.

Завдання 4. *Розробити короткостроковий прогноз фітофторозу помідорів за другим і четвертим методами з 1 липня відповідного року (табл. 11.4).*

Таблиця 11.4

Періоди спостережень за розвитком фітофторозу помідорів

Варіант	Рік спостережень
1	1994
2	1995
3	1996
4	1997
5	2002
6	2003

Методика виконання роботи така, як у першому завданні. Результати прогнозування подати в табл. 11.5.

Таблиця 11.5

Прогноз розвитку фітофторозу помідорів (варіант №_)

Метод прогнозу, №	Дати		Тривалість інкубаційного періоду, діб	Дати	
	критичного періоду	початку інкубаційного періоду		прояву хвороби	застосування фунгіцидів

					В

Завдання 5. Виконати аналіз погодних умов за період можливого ураження рослин фітофторозом (липень-серпень) для виявлення ступеня вірогідності розвитку хвороби (табл. 11.4).

Для оцінки сприятливості погоди використати метод змінної середньої і показники ГТК за червень–липень. Епіфітофія (розвиток хвороби понад 50 %) буде, якщо $ГТК \geq 2$; помірний розвиток хвороби (25–50%) при значеннях ГТК від 1 до 2; слабкий (10–25 %) – при ГТК у межах 0,5–1,0; депресивний (менше 10 %) – при $ГТК < 0,5$.

Результати аналізу подати в текстовій формі.

Робота 12. КОРОТКОСТРОКОВИЙ ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ НЕСПРАВЖНЬОЇ БОРОШНИСТОЇ РОСИ ОГІРКА

Розвитку несправжньої борошнистої роси огірка сприяють помірні температури повітря і висока зволоженість рослин. Біологічно й економічно виправдано своєчасне проведення тільки однієї профілактичної обробки фунгіцидами. Це можливо за умови використання короткострокового прогнозу розвитку хвороби.

12.1. Прогноз за методом Т.В. Павлової на метеорологічній основі

Науковцем Т.В. Павловою [12] запропонований коефіцієнт, який має високий ступінь зв'язку з розвитком цієї хвороби і продуктивністю рослин. Його визначають за формулою:

$$K_n = \frac{\sum T}{\sum O_n + \sum P} \cdot 100, \quad (12.1)$$

де K_n – коефіцієнт;

$\sum T$ – сума значень середньодекадної температури повітря за III декаду травня – I декаду червня;

$\sum O_n$ – кількість опадів за цей же період, мм;

$\sum P$ – тривалість росяного періоду, год.

Дуже важливим моментом у тактиці хімічного захисту огірка від несправжньої борошнистої роси є визначення строку першого прояву хвороби.

Завдання 1. *На підставі аналізу метеопоказників конкретного вегетаційного періоду визначити строк першого прояву несправжньої борошнистої роси і обробки рослин огірка фунгіцидами. Розрахувати коефіцієнт (K_n) за формулою 12.1.*

Методика виконання завдання

1. За метеоданими травня– червня визначають дату стійкого переходу середньодобової температури повітря через 15 °С.

2. Підсумовують, починаючи з цієї дати, середньодобову температуру повітря за кожен день, поки цей параметр не досягне 430 °С.

3. Починаючи із дня набору 430 °С, підсумовують кількість опадів і тривалість росяного періоду за номограмою (рис. 9.1).

Перший прояв хвороби слід очікувати, коли сума показників ($\Sigma_{Op} + \Sigma_p$) досягне 200. Профілактичну обробку рослин проводять до цієї дати. Сумарний показник прогнозу (200) особливо швидко набирається за рахунок тривалості росяних періодів.

Варіанти для виконання завдання – метеодані за відповідні роки (табл. 12.1)

Таблиця 12.1

Вихідні дані для виконання завдань 1, 2

Варіант	Рік спостережень
1	1994
2	1995
3	1996
4	1997
5	2002
6	2003

Результати виконання завдання

1. Дата стійкого переходу середньодобової температури повітря через 15°С. –

2. Дата набору суми середньодобових температур повітря 430 °С –

3. Дата набору кількості опадів і довжини росяного періоду (до 200 одиниць) –

4. Дата першого обприскування огірків фунгіцидами –

5. Сума середньодекадних температур за III декаду травня – I декаду червня –

6. K_n за формулою 12.1 –

12.2. Прогноз на біометеорологічній основі за індексами погоди

Завдання 2. Розрахувати короткостроковий прогноз розвитку несправжньої борошнистої роси огірка та визначити дату проведення обприскування рослин фунгіцидом.

Для розрахунку прогнозу розвитку несправжньої борошнистої роси огірка необхідно мати дані:

– суму ефективних температур, яка при порозі 10 °С становить 568–574 °;

– індекс погоди (I_n) – 28 балів і більше;

– концентрацію спор збудника 500 шт/м³ і більше, життєздатність спор 70–100 %;

– краплинна волога при температурі не нижче 15 °С повинна зберігатися на рослинах не менше, ніж до 8–9 год ранку.

Методика виконання завдання

Припустимо, що в польових умовах (конкретного року) склалися оптимальні для розвитку хвороби погодні умови і в повітрі є необхідна концентрація життєздатних спор збудника (краплинна волога зберігається достатньо довго, концентрація життєздатних спор збудника ≥ 500 шт/м³).

1. Підрахувати необхідну суму ефективних температур (568–574°), починаючи з дати переходу середньодобової температури через 10 °С.

2. За останню десятиденку і в подальшому (за необхідністю) методом змінної середньої визначити індекс погоди за формулою Пеймла та Петрліка, адаптованої до несправжньої борошнистої роси огірка:

$$I_n = \frac{100 + 8 \cdot (T - 15) + 2 \cdot (p - 70) + O_n}{k}, \quad (12.2)$$

де I_n – індекс погоди;

T – середньодобова температура повітря, °С;

p – середньодобова вологість повітря, %;

O_n – кількість опадів, мм;

k – кількість днів без опадів.

3. Якщо індекс погоди перевищив значення 28 балів і необхідні для зараження рослин умови зберігаються, то десятий день є критичним для початку розвитку хвороби.

4. Знаючи, що тривалість інкубаційного періоду збудника несправжньої борошнистої роси огірка становить 5-6 діб (залежно

від сорту), визначають дату прояву хвороби і дату першого обприскування рослин фунгіцидами.

Варіанти завдання наведено в табл. 12.1.

Результати виконання завдання

1. Дата накопичення відповідної СЕТ –
2. Сприятливий період з $I_n \geq 28$ балів з _____ по _____;
3. Дата прояву хвороби на рослинах –
4. Дата проведення першого обприскування рослин огірка фунгіцидами проти несправжньої борошнистої роси –

Робота 13. ПРОГНОЗУВАННЯ УРАЖЕНОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ ХВОРОБАМИ ПІД ЧАС ЇЇ ЗБЕРІГАННЯ

Лежкість овочів залежить від багатьох факторів: сорту, типу ґрунтів, попередника, довжини періоду вегетації, кількості опадів, температурного режиму, співвідношення норм добрив, умов збирання, перевезення та зберігання овочів тощо.

Оптимальними для високої лежкості коренеплодів моркви є тривалість вегетації 120–130 діб, сума температур від посіву до збирання врожаю 2000–2300°, кількість опадів за цей же період 250–320 мм. Норми внесених мінеральних добрив не повинні перевищувати $N_{120}P_{90}K_{90}$.

Математичне вираження залежності збереженості моркви від вищевказаних факторів має вигляд:

$$y = 109,908 - 0,112x_1 - 0,001x_2 - 0,012x_3 - 0,043x_4 + 0,011x_5 + 0,043x_6, \quad (13.1)$$

де y – збереженість моркви, %;

x_1 – кількість днів від посіву до збирання;

x_2 – сума температур за цей період, °С;

x_3 – сума опадів за цей період, мм;

x_4, x_5, x_6 – внесено відповідно азоту, фосфору, калію (кг д. р. на 1 га).

В Інституті овочівництва та баштанництва НААНУ Г.І. Яровим [17] виявлена залежність ураження хворобами коренеплодів моркви в період зберігання від тривалості вегетаційного періоду, суми температур, опадів за цей же період, яка може бути виражена у вигляді рівняння регресії:

$$Y = 46,37134 + 1,98143x_1 - 0,10753x_2 - 0,11258x_3, \quad (13.2)$$

де Y – ураженість коренеплодів хворобами, %;

x_1 – кількість днів від посіву до збирання;

x_2 – сума позитивних температур за період вегетації, °С;

x_3 – сума опадів за цей же період, мм.

Точність прогнозування за цією формулою становить 85-90 %.

Завдання 1. Ураховуючи агротехнічні та метеорологічні фактори (табл. 13.1 та дод. А), виконати прогноз збереженості (формула 13.1) та ураження коренеплодів (формула 13.2) під час їх зберігання за відповідними формулами згідно з варіантом.

Таблиця 13.1

Показники факторів агротехніки вирощування моркви

Варіант	Рік	Строки		Внесено добрив, кг д.р. на 1 га		
		сівби	збирання врожаю	азоту	фосфору	калію
1	1994	18.04	16.08	100	60	-
2	1995	11.04	25.08	120	90	90
3	1996	25.04	15.08	60	60	60
4	1997	10.04	20.08	160	-	-
5	2002	28.04	29.08	100	90	90
6	2003	15.04	30.08	140	-	-

Результати занести в табл. 13.2.

Таблиця 13.2

Прогноз збереження та ураження коренеплодів моркви

Варіант	Кількість днів від посіву до збирання	Сума температур періоду, °С	Сума опадів, мм	Прогноз	
				збереження коренеплодів, %	ураження хворобами, %

Робота 14 . КОРОТКОСТРОКОВИЙ ТА СЕЗОННИЙ ПРОГНОЗ ПАРШІ ЯБЛУНІ

Парша яблуні щорічно має велике поширення і розвиток на листках і плодах, що позначається на продуктивності культури і якості урожаю. Хвороба згідно з екологічною класифікацією належить до крапельно-повітряних інфекцій і для швидкого розвитку потребує значного зволоження у фазу вивільнення аскоспор із псевдотеціїв, що формуються і дозрівають навесні в минулорічному опалому листі і заражають молоді листки (первинна інфекція), та від сприятливих умов у період розповсюдження конідій від хворих органів рослини до здорових (вторинна інфекція). Тому розвиток парші суттєво залежить від погоди в першій половині вегетації, коли листя і плоди мають найбільшу сприйнятливість до хвороби. Чим раніше опадає листя, тим раніше визрівають псевдотеції, вихідні отвори яких завжди спрямовані догори.

Після закінчення зими розвиток псевдотеціїв відновлюється, у них формуються сумки з двоклітинними жовтуватими аскоспорами. Після зволоження дощем опалого листя в плодових тілах виникає підвищений тиск і сумки із сумкоспорами виштовхуються з псевдотеція на висоту до 50 мм. Підхоплені повітряними течіями, вони переносяться і осідають на рослини. Аскоспори здатні проростати при температурі 8–32 °С (оптимум 20–22 °С). Тривалість інкубаційного періоду залежить від температури і становить від 6 до 25 діб. За сприятливих умов, формуються 8–10 генерацій гриба.

Конідії патогена забезпечують масове зараження рослин і поширюються переважно за допомогою крапель дощу в межах дерева або на дерева, що ростуть поруч.

14.1. Короткостроковий прогноз парші

Основне завдання під час захисту яблуні від парші фунгіцидами полягає в максимальному обмеженні первинної інфекції аскоспорами. Чим більше первинних осередків хвороби, тим швидше і небезпечніше відбувається подальший її розвиток. Відправним моментом короткострокового прогнозу парші є результати аналізів стану псевдотеціїв. Є певний досвід визначення дати визрівання аскоспор за сумою середньодобових температур за період з 1 березня. З накопиченням СЕТ 105–140

°С з'являються зрілі псевдотеції. Більш точним методом є безпосередній аналіз псевдотеціїв. Для цього навесні не пізніше початку набухання плодових бруньок, у різних місцях саду щоденно беруть по 10 торішніх опалих листків з ознаками ураження паршею з наявними псевдотеціями. Псевдотеції на листках мають вигляд невеликих чорних крапок біля плям парші на верхньому боці листка. Листя розмочують у воді до м'якого стану і з кожного листка препарувальною голкою вилучають по 5–10 псевдотеціїв, розміщують їх на предметне скло у краплю води, накривають покривним скельцем, розміщують препарат під мікроскоп і обережно розчавлюють плодові тіла та досліджують наявність сумок і сумкоспор. Такі аналізи проводять щоденно до того моменту, коли будуть виявлені в сумках зрілі забарвлені аскоспори. У подальшому аналіз повторюють регулярно через п'ять діб до повного звільнення псевдотеціїв від аскоспор.

Залежно від ступені зрілості псевдотеціїв у приготовленому препараті під мікроскопом можна побачити:

- незрілі псевдотеції, у яких сумки заповнені склоподібною масою без спор або з безбарвними спорами;
- частково зрілі псевдотеції, у яких частина сумок із забарвленими у жовто-оливковий колір сумкоспорами;
- цілком зрілі псевдотеції – у сумках видно тільки забарвлені спори;
- частково або повністю порожні від аскоспор псевдотеції.

У той день, коли будуть виявлені зрілі аскоспори починають спостереження за їх виходом із плодових тіл. Для цього в чашку Петрі із вологим фільтрувальним папером кладуть добре зволожений листок яблуні, взятий у саду з великою кількістю псевдотеціїв вихідними отворами догори. На нього кладуть два сірники, а на них – предметне скло. Чашку Петрі закривають кришкою на добу. Після цього предметне скло знімають, наносять краплю води на бік, що був спрямований до листка, накривають двома покривними скельцями і проводять під мікроскопом на малому збільшенні суцільний перегляд. Для запобігання пропускам під час перегляду користуються препаратом водієм. Якщо цей прилад відсутній, на покривному

склі проводять чорнилами 8-9 паралельних ліній, що дозволяє проглядати препарат без пропусків.

Спостереження за викиданням спор проводять щоденно у 5–8 вологих камерах. Кожного дня в камери закладають нові листки та міняють фільтрувальний папір.

Виявлені зрілі аскоспори (по 20–50 під кожним покривним склом) свідчать про здатність псевдотеціїв викидати спори в сад у при зволоженні опалого листа. Це є важливим показником прогнозу первинної інфекції парші.

Одночасно проводять фенологічні спостереження за яблуневими насадженнями. Відзначають початок і масове проходження таких окремих фенофаз: набухання плодових бруньок, розкриття бруньок (оголення зеленого конуса), оголення суцвіть (між листочками висуваються верхівки бутонів), зелений бутон (листочки розійшлися і видно зелені бутони), рожевий бутон (чашолистки розвинулися і видно рожеві бутони), цвітіння, опадання $\frac{3}{4}$ пелюсток, замикання чашечки (чашолистки піднімаються догори і з'єднуються один з одним), утворення черешкової ямки на плодах, закінчення опадання надлишкової зав'язі, зрілість плодів.

За листовими бруньками відзначають фази «зелений конус», «розгортання листа», «утворення верхівкової бруньки (закінчення «росту пагонів»», «осіннє опадання листа».

Викидання аскоспор відбувається при зволоженні листа переважно дощем, такі умови забезпечують проростання спор і зараження молодого листа. У цьому випадку дають сигнал про проведення першого весняного обприскування яблуневих садів фунгіцидом, яке необхідно провести до випадання дощу.

Прогнози подальших заражень листа збудником виконують залежно від прогнозів випадання наступних дощів, тому що кількість аскоспор збільшується, а на деревах яблуні утворюються сприйнятливі до парші листки.

Кількість аскоспор на 1 см² листа після дощу можна визначити за формулою:

$$y = 5,4x + 446,$$

де y – кількість спор на 1 см²;

x – тривалість дощу, хв.

Дні або періоди інфекцій визначають за допомогою показників тривалості зволоження листя і температури за цей період (періоди Міллса).

Ефективність заходів проти парші суттєво залежить від обмеження первинних інфекцій. Аскоспори здатні тривалий час заражати листя, але більша їх кількість поширюється до фази цвітіння яблуні. У період від початку вегетації до утворення черешкової ямки виходить від $\frac{3}{4}$ до $\frac{9}{10}$ запасу аскоспор. Яблуня в цей період найбільш сприйнятлива до інфекції.

Друге обприскування виконують не раніше як через вісім днів після першого, якщо очікується дощ. Але перед початком цвітіння саду обов'язково проводять обприскування фунгіцидами, ураховуючи те, що під час цвітіння можуть виникнути сприятливі для зараження умови.

Продовжити проведення заходів проти парші можна при опаданні $\frac{3}{4}$ пелюсток. Якщо опадів немає, а стоїть суха сонячна погода, обробку саду переносять до чергового викидання аскоспор. Застосування фунгіцидів узгоджують з обприскуванням саду інсектицидами проти яблуневої плодожерки.

Завдання 1. *Виконати короткостроковий прогноз розвитку парші яблуні на основі результатів аналізів визрівання зимуючого запасу інфекції (псевдотеціїв), фенології яблуні та погодних умов.*

Методика виконання завдання

1. На початку набрякання плодових бруньок при накопиченні 105–140 °С з 1 березня в різних місцях яблуневого саду відбирають по 10 торішніх листків з ознаками ураження паршею і псевдотеціями.

2. Розмочують листя водою до м'якого стану, препарувальною голкою дістають 5–10 псевдотеціїв і поміщають у краплю води на предметне скло мікроскопа, накривають покривним склом; легенько надавлюючи голкою на покривне скло, розчавлюють плодові тіла і визначають стан зрілості псевдотеціїв. Результати аналізу заносять до табл. 14.1.

3. У наступні дні повторюють аналогічні аналізи аж до того дня, коли будуть виявлені зрілі аскоспори.

4. Визначають день, коли відмічено вихід аскоспор із псевдотеціїв (викидання спор у повітря). Для цього в чашку Петрі на вологий фільтрувальний папір кладуть зволожений листок яблуні з псевдотеціями вихідними отворами догори. На листок кладуть два сірники, на які поміщають предметне скло мікроскопа. Закривають чашку кришкою і експонують одну добу.

5. Через добу предметне скло дістають із чашки, наносять краплю води, накривають двома покривними скельцями й уважно переглядають на малому збільшенні всю площу препарату. Такі аналізи проводять щоденно у п'яти вологих камерах, кожен день закладаючи в них нові листки, взяті із саду.

6. Одночасно із цими аналізами фіксують фенофази яблуні та наявність доступних для зараження паршею тканин.

7. Прогнози заражень листків збудником парші виконують з урахування дат випадання дощу після появи спор у повітрі. Кількість рекомендованих обприскувань саду фунгіцидами та строки їх проведення коригують з характером погоди у критичний період.

Таблиця 14.1

Динаміка визрівання псевдотеціїв

Дата аналізу	псевдотецієву	З них:									
		незрілих		частково зрілих		цілком зрілих		частково порожніх		повністю порожніх	
		екз.	%	екз.	%	екз.	%	екз.	%	екз.	%

Результати виконання завдання 1

1. Результати аналізів (табл. 14.1) та інші висновки:

- початок визрівання псевдотеціїв _____ (дата)
- зрілі аскоспори _____
- вихід аскоспор із сумок _____
- закінчення первинної інфекції _____

2. Фенофази яблуні (дати) _____
3. Дата випадання дощу і первинного зараження яблуні _____
4. Дати повторних обприскувань саду фунгіцидами залежно від строку дії препарату та погодного режиму _____

14.2. Сезонний прогноз парші яблуні

Відомо, що період відновлення та перший місяць вегетації яблуні суттєво впливає на динаміку розвитку парші. Прохолодна волога погода цього критичного періоду, температура нижче 12–14 °С, багато днів з дощем, більша від норми кількість опадів сприяють розвитку хвороби.

В умовах Лісостепу України виконано пошук найбільш впливових на перебіг хвороби факторів погоди. Виявлено, що гідротермічні умови травня, коли швидко зростає маса зелених органів яблуні, доступних до зараження, та масово проходить їх первинне зараження аскоспорами, визначають подальшу динаміку розвитку парші. Визначено, що найбільш придатними для розробки сезонного прогнозу є такі показники погоди: сума опадів ($\Sigma_{оп.}$), коефіцієнт інтенсивності опадів ($K_{інт.}$), ГТК Селянинова, індекс сприятливості погоди (див. роботу 8). У табл. 14.2 показаний характер реагування хвороби на погодні умови травня.

Таблиця 14.2

Сприятливість погодних умов травня для парші яблуні

Предиктор прогнозу	Сезонний прогноз розвитку парші			
	депресія	слабкий розвиток	помірний розвиток	епіфітотія
$\Sigma_{оп.}$	0-10	11-30	31-50	>50
ГТК	до 0,5	0,6-1,5	1,6-2,0	>2
$I_{спр.}$	10-50	51-150	151-200	>200

Завдання 2. Виконати сезонний прогноз розвитку парші яблуні за метеопредикторами травня відповідного до варіанта року (табл. 14.3).

Методика виконання завдання

1. За метеоданими травня визначити значення пре дикторів погоди: сума опадів (мм), кількість днів з дощем, середня температура повітря за місяць та після випадання дощів, інтенсивність опадів ($K_{\text{інт.}}$), індекс сприятливості погоди ($I_{\text{спр.}}$), ГТК.

2. За даними табл. 14.2 та іншими характеристиками скласти прогноз розвитку парші.

Таблиця 14.3

Вихідні дані для виконання завдання 2

Варіант	Рік спостережень
1	1994
2	1995
3	1996
4	1997
5	2002
6	2003

Результати виконання завдання:

- $\Sigma_{\text{оп.}}$, мм _____
- кількість днів з дощем _____
- $K_{\text{інт.}}$ _____
- ГТК _____
- $I_{\text{спр}}$ _____
- Т повітря, °С _____
- прогноз парші _____

Робота 15. КОРОТКОСТРОКОВИЙ ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ МІЛДЬЮ ТА ОІДИУМУ ВИНОГРАДУ

15.1. Короткостроковий прогноз розвитку мілдью

Існує *три основних методи* визначення строків проведення захисних обприскувань фунгіцидами виноградників від мілдью:

1) за інкубаційними періодами:

а) розрахунки за сумою ефективних температур;

б) погодинний підрахунок тривалості інкубаційного періоду за методом А.Л. Шатского [15].

2) за приростом зелених органів;

3) візуальні спостереження в природних умовах з використанням уражених мілдью торішніх листків винограду (метод пророщування ооспор).

Для розвитку хвороби необхідні *такі умови*:

- наявність життєздатних ооспор або конідій;

- наявність на лозі сприйнятливих до зараження листків розміром 2–3 см;

- тривалий рясний дощ при температурі на поверхні ґрунту не нижче 11 °С (опади протягом 2-3 діб).

Можливість зараження виноградної лози мілдью залежно від температури повітря і тривалості зволоження органів рослин виражена номограмою Шанта (рис. 15.1).

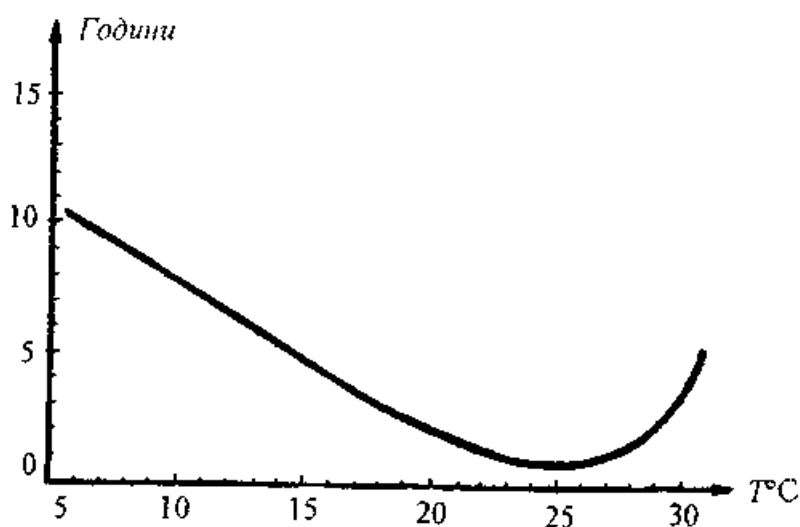


Рис. 15.1. Номограма Шанта

15.1.1. Прогноз за сумою ефективних температур

Нижній поріг розвитку мілдью винограду 8 °С. Сума ефективних температур для проходження інкубаційного періоду становить 61°. У разі наявності збудника хвороби (ооспори на опалому минулорічному листі) і молодого листя розміром 2–3 см проводять спостереження за зволоженням листя дощем, росою або туманом, відмічаючи тривалість зволоженого стану листя і температуру повітря за цей період. За номограмою Шанта визначають можливість зараження виноградної лози збудником хвороби. Установивши день зараження, підраховують суму ефективних температур.

Більш простим способом визначення моменту зараження є орієнтування на тривалий дощ при середньодобовій температурі не нижче 11°C. Початок другого і наступних інкубаційних періодів установлюють при тривалому зволоженні листя в нічний час та мінімальній температурі не нижче 13°C.

При середньодобових температурах від 8 до 17° обприскування виноградників фунгіцидами починають після проходження першої половини інкубаційного періоду (при сумі ефективних температур 30°). При середньодобових температурах у межах 18–20° виноградники обприскують через добу після початку інкубаційного періоду. При середньодобовій температурі вище 20 °С обприскування починають одночасно з початком інкубаційного періоду. Користуватися цим методом прогнозування доцільно навесні, а також при сухій погоді в літній період.

Завдання 1. *Визначити дати початку і тривалості перших трьох інкубаційних періодів збудника мілдью винограду за сумою ефективних температур, а також строки проведення обприскувань виноградників фунгіцидами.*

Методика виконання завдання

Установивши, сприйнятливість виноградної лози до збудника мілдью (молоде листя розміром 2–3 см і більше) і

наявність на винограднику збудника хвороби, що буває майже завжди, визначають дату зараження лози. Зараження можливе при температурі повітря не нижче 11 °С і опадах протягом двох діб підряд.

Аналіз метеопоказників розпочинають з 21 травня відповідно до варіанта (табл. 15.1).

Таблиця 15.1

Періоди спостережень за розвитком мілдью винограду

Варіант	Рік спостережень
1	1994
2	1995
3	1996
4	1997
5	2002
6	2003

Одержані результати подають у вигляді табл. 15.2.

Таблиця 15.2

Тривалість інкубаційних періодів мілдью і строки застосування фунгіцидів

Дата спостережень	Ефективна температура		№ інкубаційного періоду і його тривалість, діб	Строки застосування фунгіцидів*
	за добу	сумарна		

*Обприскування фунгіцидами проводять через один інкубаційний період.

15.1.2. Прогноз розвитку мілдью за методом А.Л. Шатського

Високі денні температури можуть викликати помітні відхилення під час обчислення інкубаційних періодів за середньодобовими показниками. Температури, вищі від термічного оптимуму патогена, пригнічують збудника хвороби і уповільнюють його розвиток. Чим більше таких днів, тим

довший інкубаційний період. У таких випадках необхідно проводити погодинний облік тривалості інкубаційного періоду протягом усієї доби за формулами:

$$1. \text{ Для температур нижче } 24,8 \text{ } ^\circ\text{C} \quad X = \frac{T - 8}{60,7 \cdot 24}; \quad (15.1)$$

$$2. \text{ Для температур вище } 24,8 \text{ } ^\circ\text{C} \quad X = \frac{32,8 - T}{28,6 \cdot 24}, \quad (15.2)$$

де X – частка інкубаційного періоду (тривалість усього періоду дорівнює одиниці);

T – температура повітря за годину спостережень.

Завдання 2. *Обчислити частку інкубаційного періоду збудника мілдью винограду за методом А.Л. Шатського шляхом аналізу показань термографа М-16 за конкретний день тижня.*

Методика виконання завдання

Завдання виконують відповідно до варіанта (табл. 15.3).

Таблиця 15.3

Дні спостережень за розвитком мілдью

Варіант	Дні спостережень
1	Понеділок
2	Вівторок
3	Середа
4	Четвер
5	П'ятниця
6	Субота

Одержані результати подати у вигляді табл. 15.4.

Таблиця 15.4

Години спостережень	Температура, $^\circ\text{C}$	Частка інкубаційного	Сума часток інкубаційного
---------------------	-------------------------------	----------------------	---------------------------

		періоду за годину	періоду
1			
2 і т. д.			

15.1.3. Прогноз епіфітотій мілдью

Обробка даних щодо кількості інкубаційних періодів за певний час, інтенсивності і частоти опадів, теплозабезпеченості дозволяє прогнозувати епіфітотії мілдью.

Депресія хвороби спостерігається в умовах, коли дощі випадають не частіше одного разу на 8–16 днів; помірний розвиток – коли дощі повторюються через 6–12 днів; небезпечний розвиток – дощі через 3–7 днів. Епіфітотійним (дуже небезпечним) є режим погоди, коли дощі йдуть тривалий час, мають зливовий характер, через що обприскування винограду стає неможливим.

Залежно від характеру погоди обирається оптимальна кількість обробок, вид фунгіциду і строки їх застосування. При депресії проводять 2–3, при помірному розвитку – 4–5, небезпечному – 5–6, епіфітотійному – 7–8 обприскувань.

Завдання 3. *Визначити ступінь сприятливості погодних умов для мілдью винограду і розробити тактику захисту від хвороби за червень, липень, серпень (варіанти завдання 1).*

Методика виконання завдання

1. Підрахувати кількість днів з опадами за період, що аналізується.

2. Визначити частоту випадання дощів за формулою:

$$C = \frac{N}{n}, \quad (15.3)$$

де C – частота випадання дощів;

N – кількість днів періоду;

n – кількість днів з опадами.

3. Визначити коефіцієнт кратності опадів ($K_{кр}$) за формулою:

$$K_{\hat{e}\delta} = \frac{n}{N}. \quad (15.4)$$

4. Визначити коефіцієнт інтенсивності опадів (K_{int}) за формулою:

$$\hat{E}_{\hat{z}\delta} = \frac{\sum \hat{I}_n}{n \cdot 10}, \quad (15.5)$$

де ΣO_n – сума опадів за період, мм.

5. Визначити індекс сприятливості погодних умов для хвороби за формулою:

$$I_{\hat{m}\delta} = \frac{\tilde{A}\hat{O}\hat{E} \cdot \hat{E}_{\hat{z}\delta} \cdot \hat{I}\hat{i} \cdot \hat{m}}{\hat{E}_{\hat{e}\delta}}, \quad (15.6)$$

де $O_{п.с.}$ – середня кількість опадів за один день періоду, мм.

6. За отриманими даними визначити можливий режим розвитку мілдью винограду, кількість обприскувань та оптимальні види фунгіцидів.

Результати аналізу подати в табл. 15.5.

Таблиця 15.5

Прогноз розвитку мілдью винограду

Місяці	Значення показників						Прогнозований розвиток хвороби	Кількість обприскувань
	\mathcal{C}	$K_{кр}$	K_{int}	$ГТК$	$O_{п.с.}$	$I_{спр.}$		
Червень								
Липень								
Серпень								

Епіфітотії мілдью відбуваються, якщо в період активного приросту зелених органів (пагонів, листків, грон), які малостійкі до хвороби, часто випадають дощі. При цьому створюються умови для перезараження рослин. Кількість генерацій збудника (основних і проміжних) збільшується відповідно до режиму зволоження і температури. Прогноз сезонного розвитку мілдью і система захисту рослин від нього розробляється на основі кількості основних та проміжних генерацій хвороби у червні–липні. У подальшому рослини стають стійкими до ураження мілдью, а період захисту закінчується відповідно до регламенту застосування фунгіцидів. Планування строків і кількості

обприскування виноградників фунгіцидами, підбір препаратів необхідно пов'язувати з прогнозом розвитку хвороби.

Схему патологічного процесу можна відобразити на спеціальному графіку (рис. 15.1).

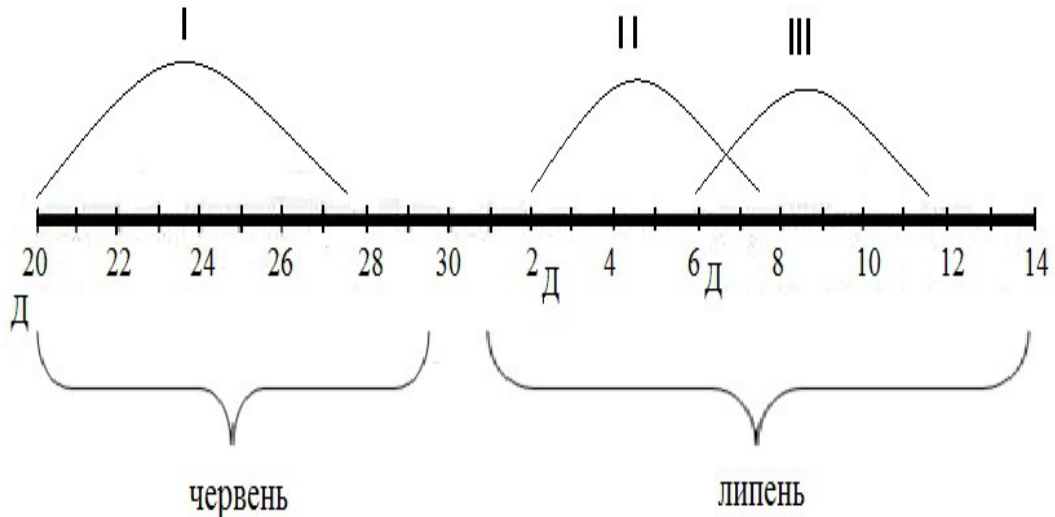


Рис. 15.1. Кількість і тривалість генерацій мілдью в 2000 р.
Умовні позначення: Д – день з дощем; I, II – основні генерації;
III – додаткова (проміжна) генерація

Завдання 4. Виконати аналіз режиму зволоження рослин винограду у критичний період (червень–липень) і визначити можливий його вплив на кількість генерацій мілдью. Запланувати відповідно до ситуації строки та кількість проведення обприскувань фунгіцидами, а також підібрати оптимальні препарати. Варіанти такі ж, як і до завдання 1.

Методика виконання завдання

1. Визначити відсоток днів з дощем більше 1 мм за критичний для мілдью період (червень-липень) та середню тривалість сухих періодів у днях. На основі результатів аналізу виконати прогноз ступеня розвитку хвороби.

2. Знаючи дати випадання суттєвих опадів, розрахувати кількість генерацій хвороби та їх тривалість за методом сум ефективних температур (див. завдання 1).

3. Виконати графік проходження генерацій мілдью у червні–липні на прикладі рис. 15.1. Запланувати кількість і строки проведення обприскувань фунгіцидами.

15.2. Короткостроковий прогноз розвитку оїдіуму винограду

Перші ознаки хвороби спостерігаються, коли сума середніх добових температур повітря (сума активних температур), починаючи від фази набухання бруньок винограду, становить 237 °С. День прояву хвороби вважається за початок першого інкубаційного періоду (першого зараження конідіями). Потім за чотири наступних дні після першого прояву оїдіуму обчислюють середнє арифметичне значення середньодобових температур повітря, а далі за допомогою кривої А.Я. Сейдаметова (рис. 15.2) визначають тривалість першого інкубаційного періоду, потім другого і наступних.

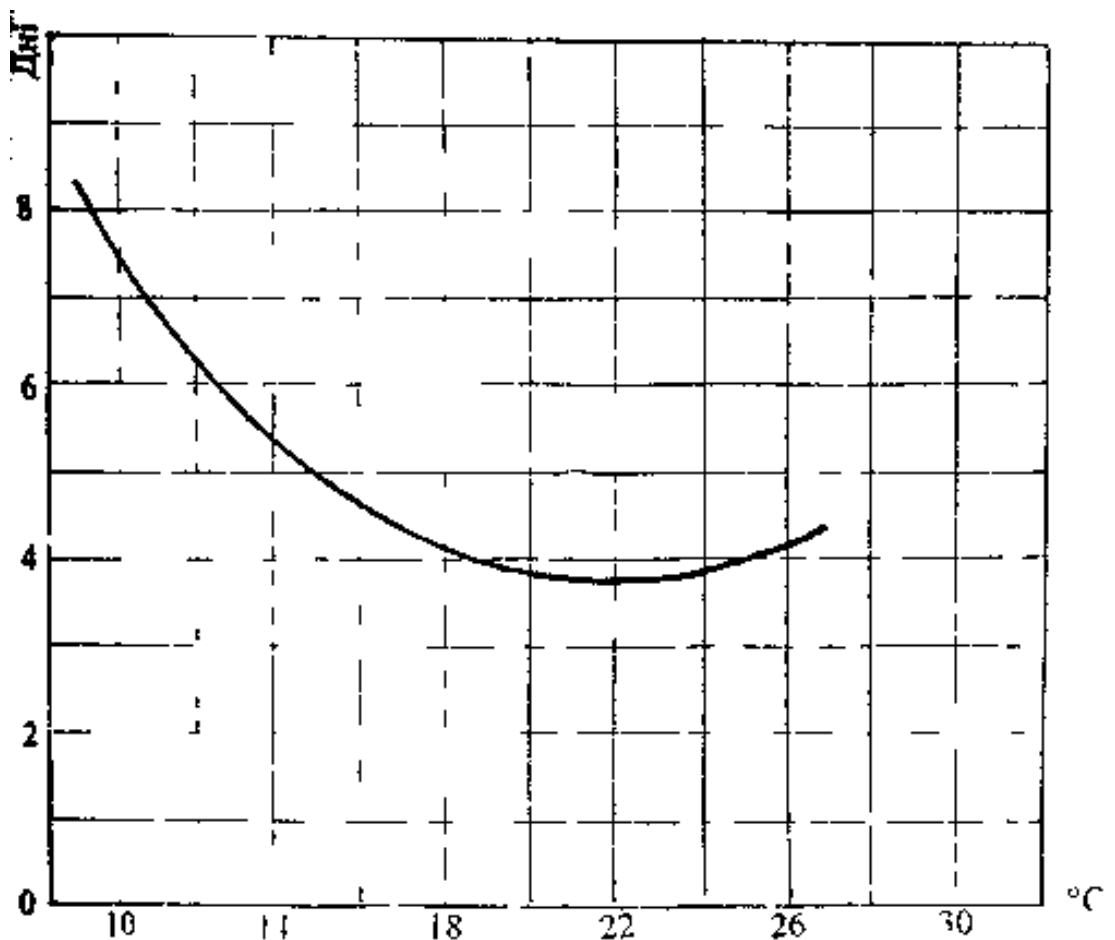


Рис. 15.2. Крива А.Я. Сейдаметова

Перший обробіток виноградників фунгіцидами проти оїдіуму проводять, починаючи з вогнищ хвороби при сумі активних температур 237° , другий – у кінці першого інкубаційного періоду. При цьому слід мати на увазі період захисної дії фунгіцидів і темпи приросту лози.

Завдання 5. *За сумою активних температур визначити дату першого прояву оїдіуму, тривалість інкубаційного періоду за допомогою кривої Сейдаметова і строки проведення захисних обробок виноградників, умовно прийнявши, що фаза набухання бруньок винограду наставала з 15 квітня відповідного року (варіанти за завданням 1).*

Одержані результати подаються у вигляді табл. 15.6

Таблиця 15.6

Короткостроковий прогноз розвитку оїдіуму винограду

Дата початку спостережень	Дата прояву хвороби	Середня температура повітря за 4 доби	Тривалість інкубаційного періоду, діб	Дата кінця інкубаційного періоду	Дата першого застосування фунгіцидів

Робота 16. ВИЗНАЧЕННЯ СТРОКІВ ПРОЯВУ ТА ШКІДЛИВОСТІ АЛЬТЕРНАРІОЗУ КАРТОПЛІ

16.1. Визначення шкідливості альтернаріозу картоплі

Альтернаріоз (макроспоріоз, рання суха плямистість) є однією з основних хвороб картоплі і щорічно суттєво уражує рослини, а за сприятливих умов виникають епіфітотії із втратами урожаю більше 20 %. Хвороба спричиняє передчасне засихання листя, рідше інших органів рослин, погіршується обмін речовин, фотосинтез, змінюється активність ферментів. Втрати урожаю залежать від ступеня ураження рослин. Виявлено, що ця залежність майже лінійна і для середньостиглих сортів може бути визначена за формулою:

$$V_1 = 5,34b + 0,67; \quad (16.1)$$

для середньопізнньостиглих:

$$V_2 = 5,26b + 0,52, \quad (16.2)$$

де V – втрати урожаю;

b – бал ураження рослин хворобою.

Втрати урожаю залежать від ступеня ураження листя і фактично не залежать від скоростиглості сорту.

Завдання 1. *Визначити втрати урожаю картоплі від альтернаріозу на основі результатів обліку ураженості листя (табл. 16.1).*

Таблиця 16.1

Ураженість картоплі альтернаріозом, бал

Сорт картоплі	Варіант / бал ураження					
	1	2	3	4	5	6
Середньо-стиглий	0,6	3,5	2,7	4,3	2,0	3,6
Середньопізнньостиглий	2,1	1,1	0,8	1,5	1,0	1,3

Результати виконання завдання:

- втрати урожаю середньостиглого сорту _____%;
- втрати урожаю середньопізнньостиглого сорту _____%.

16.2. Визначення строків першого прояву альтернаріозу картоплі

Одним з головних завдань моніторингу хвороб є встановлення строків першого їх прояву. Більш ранній початок патологічного процесу слід розглядати як передумову для небезпечного розвитку хвороби, яка може мати більшу кількість генерацій, унаслідок чого за сприятливих умов зростає ураженість рослин і шкідливість хвороби.

Хвороби рослин спричинюються популяціями патогенів, які у вигляді спеціалізованих рас розвиваються на певних видах рослин, їх сортах і мають певні межі та динаміку розвитку під впливом зовнішніх умов природно-кліматичної зони та господарства. Патологічний процес слід розглядати як розвиток паразитарної системи, що регулюється механізмами гомеостазису і має внутрішню стабільність.

Початок прояву як етап патологічного процесу також має певну варіабельність по роках і залежить від стану рослини і сприятливості факторів зовнішнього середовища. Виявлено, що на прояв альтернаріозу впливають температура і вологість повітря у червні. Розроблено математичні моделі, які відображають зв'язок строку першого прояву альтернаріозу із цими факторами:

$$I_t = 0,96t^2 - 37,8t + 383,9; \quad (16.3)$$

$$I_w = 0,02w^2 - 3,6w + 161,7, \quad (16.4)$$

де I – строк прояву хвороби після 1 червня;

t – середньодобова температура повітря червня, °С;

w – середня вологість повітря червня, %.

Для отримання більш точної дати прояву хвороби необхідно визначити середню дату з результатів розрахунків за формулами 16.3-16.4. Похибка прогнозу становить 4-5 діб.

Завдання 2. Виконати прогноз дати першого прояву альтернаріозу за математичними моделями (формули. 16.3-16.4) за метеоумовами першої декади червня (рік за варіантами 1994-1999 рр.).

Для того щоб забезпечити достатню завчасність сезонного прогнозу, беруть метеодані першої декади червня відповідного року і припускають, що такі ж параметри погоди будуть і в наступні декади.

Результати виконання завдання:

- строк прояву хвороби після 1 червня _____ діб;
- середньодобова температура повітря червня _____ °С;
- середня температура повітря червня _____ %.
- дата прояву альтернаріозу _____.

16.3. Прогноз сезонного розвитку альтернаріозу картоплі

Установлено, що на ступінь розвитку альтернаріозу картоплі впливають такі фактори, як температура повітря у липні-серпні ($t_{лс}$), відносна вологість повітря цього ж періоду та ін.

Розроблено математичну модель, яка відображає зв'язок між показником розвитку хвороби і температурою повітря у липні-серпні:

$$R(t_{лс}) = 0,98t_{лс}^2 - 25,05t_{лс} + 172,25, \quad (16.5)$$

де R – вірогідний розвиток хвороби, %;

$t_{лс}$ – середньодобова температура липня-серпня.

Враховуючи те, що запропоновані формули прогнозу не забезпечують достатнього часу для організації процесу ефективного використання фунгіцидів, оскільки у серпні закінчується вегетація більшості сортів картоплі, математична модель сезонного прояву хвороби має відносно незначне практичне значення для загальної оцінки сприятливості погодних умов для розвитку альтернаріозу.

Завдання 3. *Визначити вірогідний розвиток альтернаріозу картоплі за одним із предикторів сезонного прогнозу – середньою температурою повітря липня-серпня (варіанти за завданням 2).*

Методика виконання завдання

1. Визначити середню температуру повітря за липень-серпень відповідно до варіанта.

2. За формулою 16.5 розрахувати вірогідний розвиток альтернаріозу картоплі у відповідний до варіанта рік.

Результати роботи:

- температура липня-серпня _____ °С;
- розвиток альтернаріозу _____ %.

Робота 17. ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ УРОЖАЮ СІЛЬСЬКО-ГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД ГРИБНИХ ХВОРОБ

За результатами обліку поширення та розвитку грибкових хвороб сільськогосподарських культур можна визначити розміри спричинених ними збитків. Розрізняють два види втрат урожаю – прямі і приховані. Прямі втрати врожаю від хвороб – це фактичні втрати врожаю, які визначають як процент рослин, що загинули, або рослин, що не сформували врожаю. Приховані втрати виникають при ураженні рослин без зовнішніх ознак хвороби. Якщо хвороба спричиняє відмирання рослин або продуктивних органів, втрати не піддаються безпосередньому обліку.

В усіх випадках втрати врожаю можна обчислити за формулою:

$$B = \frac{(A - a) \cdot 100}{A}, \quad (17.1)$$

де B – втрати врожаю, %;

A, a – врожай відповідно здорових і хворих рослин;

Втрати врожаю наводяться у відсотках або вагових одиницях з розрахунку на одну рослину, на 1 га, на 1 м² та ін.

Завдання 1. *Визначити втрати врожаю злакових зернових культур від сажки та іржі.*

Методика виконання завдання

1.1. Визначення втрат урожаю зернових злакових культур від сажки

Для сажкових хвороб злаків встановлена стійка кореляція між втратами врожаю і поширеністю хвороби, %. На основі цього показника розроблені відповідні формули, за допомогою яких можна визначати втрати врожаю зернових злакових культур від сажки (табл. 17.1).

Таблиця 17.1

**Формули для обчислення загальних втрат урожаю зернових
злакових культур від сажки [14]**

Зернові злаки	При ураженні рослин сажкою, %	
	< 1,25	> 1,25
Ярі	$y=11x - 4,4x^2$	$y=5,89 + 0,79x$
Озимі	$y=20x - 8x^2$	$y=11,55 + 0,76x$

Примітка: y – загальні втрати врожаю, %; x – ураженість рослин сажкою, %.

При ураженні посівів ярих злаків на 30 % і більше, а озимих на 50 % і більше приховані втрати, як правило, не відмічаються. У таких випадках втрати врожаю у відсотках будуть дорівнювати відсотку уражених сажкою рослин.

Відсоток уражених рослин (поширеність хвороби) розраховують для кожного виду сажки за результатами аналізу апробаційного снопа з точністю до сотих за формулою:

$$P = \frac{n \cdot 100}{N}, \quad (17.2)$$

де P – поширеність хвороби, %

n – кількість уражених хворобою рослин у пробі, шт.;

N – загальна кількість рослин у пробі, шт.

Якщо під час виконання роботи неможливо провести обліки в польових умовах, то користуються даними табл. 17.2.

1.2. Визначення втрат урожаю пшениці від іржастих хвороб

Втрати врожаю зерна пшениці (у відсотках) при ураженні рослин іржею визначають за допомогою табл. 17.3, беручи до уваги вид іржі та розвиток хвороби в конкретну фазу вегетації рослин. Розрахунок втрат урожаю пшениці від усіх видів іржі проводять методом інтерполяції, оскільки залежність розвитку хвороби та недобору врожаю криволінійна. Наприклад, щоб визначити втрати врожаю від стеблової (лінійної) іржі при рівні розвитку хвороби 35 %, необхідно за табл. 17.3 знайти різницю між найближчими значеннями розвитку хвороби (колонка 1) 40 - 30 = 10 і значеннями втрат урожаю (колонка 6) 15 - 8 = 7.

Потім обчислити втрати врожаю на 1 % розвитку хвороби: $7 : 10 = 0,7$; на 5 % – $0,7 \cdot 5 = 3,5$. Таким чином, втрати врожаю зерна пшениці при розвитку хвороби 35 % становитимуть: $8,0 + 3,5 = 11,5$ %.

Таблиця 17.2

**Ураженість рослин зернових злаків сажкою
і втрати врожаю від неї**

Варіант	Культура	Кількість стебел у пробному снопі, шт.	Кількість стебел, уражених сажкою, шт.	Поширеність хвороби, %	Загальні втрати врожаю, %
1	Оз. пшениця	1227	13		
	Овес	1431	44		
	Ячмінь	1083	327		
2	Жито	1342	59		
	Ячмінь	1112	3		
	Оз. пшениця	1219	641		
3	Оз. ячмінь	1015	11		
	Яра пшениця	1501	783		
	Овес	1244	10		
4	Ячмінь	1753	31		
	Жито	1412	11		
	Оз. пшениця	1142	592		
5	Овес	1357	42		
	Оз. пшениця	1434	3		
	Ячмінь	1095	432		
6	Яра пшениця	1143	17		
	Оз. пшениця	1277	674		
	Жито	1396	17		

Таблиця 17.3

Втрати врожаю зерна пшениці від іржастих хвороб

Розвиток хвороби, %	Втрати врожаю зерна, %				
	бура іржа			жовта	стеблова
	цвітіння	молочна стиглість	налив зерна	молочна стиглість	повна стиглість
5	0,2	-	0	0,2	-
10	1,0	0	3,4	1,0	0,5
20	2,3	0,8	5,8	2,3	3,4
30	5,4	1,4	9,3	5,4	8,0
40	10,0	3,0	13,3	10,0	15,0
50	14,0	6,0	17,7	14,0	29,0
60	18,0	8,8	22,2	18,0	43,0
70	22,1	11,5	26,0	22,1	54,0
80	26,5	14,5	28,5	26,5	61,0
90	30,8	17,0	30,7	30,8	68,0
100	35,0	20,0	33,0	32,5	75,0

Для виконання завдання користуються результатами, одержаними під час обстеження посівів пшениці на ураженість рослин іржастими хворобами або даними табл. 17.4.

Таблиця 17.4

Ураженість пшениці іржастими хворобами і втрати врожаю від них

Варіант	Вид іржі	Фенофаза розвитку рослин пшениці	Розвиток хвороби, %	Втрати врожаю, %
1	2	3	4	5
1	Жовта	Молочна стиглість	18,5	
	Бура	Молочна стиглість	82,9	
	Стеблова	Повна стиглість	47,4	
2	Бура	Цвітіння	8,7	
	Жовта	Молочна стиглість	93,1	

	Стеблова	Повна стиглість	11,8	
<i>Продовження табл. 17.4</i>				
1	2	3	4	5
3	Стеблова	Повна стиглість	41,2	
	Бура	Налив зерна	77,3	
	Жовта	Молочна стиглість	28,4	
4	Жовта	Молочна стиглість	12,7	
	Стеблова	Повна стиглість	68,9	
	Бура	Цвітіння	54,6	
5	Бура	Молочна стиглість	27,8	
	Жовта	Молочна стиглість	14,5	
	Стеблова	Повна стиглість	34,8	
6	Стеблова	Повна стиглість	72,9	
	Бура	Налив зерна	89,5	
	Жовта	Молочна стиглість	24,2	

Завдання 2. *Визначити можливі втрати врожаю від борошністої роси, септоріозу та корневих гнилей за відповідними рівняннями регресії, використовуючи показники розвитку хвороби, наведені в табл. 17.5.*

Методика виконання завдання

1. Втрати врожаю озимої пшениці від борошністої роси можна визначити за формулами:

$$\text{а) для стійких сортів} \quad y = 0,18x - 0,94; \quad (17.3)$$

$$\text{б) для нестійких сортів} \quad y = 0,20x + 2,70, \quad (17.4)$$

де y – втрати врожаю;

x – максимальний розвиток хвороби після колосіння пшениці.

2. Втрати врожаю озимої пшениці від септоріозу можуть варіювати від 5 до 55 %. На кожний відсоток розвитку хвороби на стійких до септоріозу сортах озимої пшениці зменшення маси зерна становить 0,17 %, на нестійких – 0,49 %.

Втрати врожаю зерна озимої пшениці від септоріозу можна визначити також за формулою:

$$y = -2,6943 + 0,6366x, \quad (17.5)$$

де x – розвиток септоріозу на листі у фазу цвітіння пшениці.

3. Зниження продуктивності уражених кореневою гниллю рослин відбувається в основному через зниження маси 1000 зерен (до 65 %), та зменшення кількості зерен в колосі (до 35 %). Коефіцієнт шкодочинності хвороби становить у середньому 6,5 % на кожний бал ураження, або 0,26 % на 1 % ураження.

Шкодочинність фузаріозної кореневої гнилі озимої пшениці можна визначити за формулою:

$$y=0,26x, \quad (17.6)$$

де x – розвиток хвороби, %.

Таблиця 17.5

**Показники розвитку хвороб озимої пшениці
та втрати врожаю від них, %**

Вариант	Борошниста роса				Септоріоз		Кореневі гнилі	
	стійкий сорт		нестійкий сорт		x	y	x	y
	x	y	x	y				
1	5,2		17,3		8,0		6,5	
2	3,0		21,0		16,4		10,3	
3	7,5		19,7		21,7		12,0	
4	4,4		28,4		15,5		17,7	
5	6,3		27,0		10,6		28,0	
6	5,8		30,3		25,0		20,5	

Завдання 3. За наведеним у табл. 17.6 матеріалом побудувати графік динаміки розвитку фітофторозу на бадиллі картоплі та визначити втрати врожаю картоплі від ураження фітофторозом, % і ц/га.

Методика виконання завдання

Спостереження за розвитком фітофторозу на картоплі проводять у період від фази бутонізації до початку відмирання листя. Для обліків на полях площею до 5 га беруть 100 кущів, від 5 до 10 га – 200 кущів, від 10 до 50 га – 500 кущів, на полях площею понад 50 га беруть додатково по 10 кущів на кожні 10 га. Обліки проводять по діагоналі поля, обстежуючи по 10 розміщених поруч кущів. Ступінь ураженості кожного куща визначають за спеціальною шкалою (табл. 17.7).

Середню ураженість рослин на полі визначають шляхом ділення суми ступеня ураження окремих ділянок на їх кількість.

Таблиця 17.6

Ураженість бадилля картоплі фітофторозом

Ва- рі- ант	Група сортів	Ступінь ураженості бадилля картоплі фітофторозом, %						Фактичн а врожайні сть, ц/га
		15.06	30.06	15.07	31.07	20.08	9.09	
1	Ранньостиглі	3,2	12,3	32,5	-	-	-	81,5
2	Середньостиглі	1,7	7,9	18,4	44,3	-	-	97,4
3	Середньопіз- ньостиглі	-	2,1	15,3	41,8	51,7	-	135,6
4	Пізньостиглі	-	1,5	9,3	29,4	41,1	59,6	156,3
5	Середньопіз- ньостиглі	-	3,7	25,6	37,8	63,9	-	123,7
6	Пізньостиглі	-	3,7	20,4	45,8	67,5	90,6	125,1

Установлено, що втрати врожаю картоплі від фітофторозу пропорціональні площі під кривою, яка відображає динаміку розвитку хвороби (рис. 17.1).

Таблиця 17.7

Шкала оцінки ураженості картоплі фітофторозом

Інтенсивність ураження	Оцінка ураженості, %
Плям нема	0
На куці уражена одна листова долька	0,1
Близько 10 плям на куці	1
Уражено поверхні бадилля, %:	
≤ 10	10
11–25	25
26–50	50
51–75	75
Усі листки відмерли	100

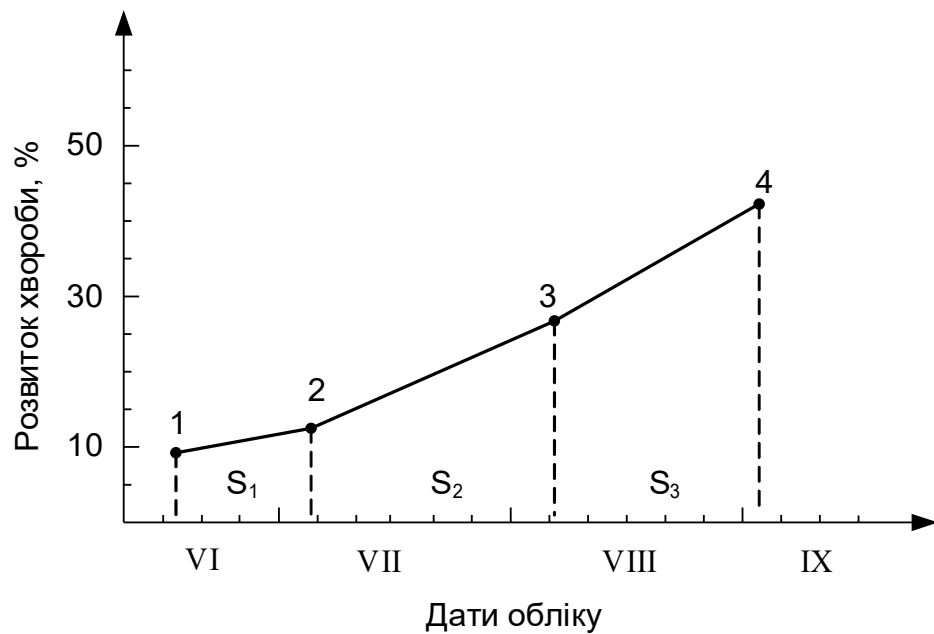


Рис. 17.1. Динаміка розвитку фітофторозу картоплі

Указаний зв'язок виражається рівнянням:

$$B = \frac{S}{q} \cdot 100, \quad (17.7)$$

де B – втрати врожаю, %;

S – площа на графіку під кривою, яка відображає динаміку розвитку фітофторозу;

q – тривалість періоду від фази утворення суцвіть до кінця вегетації картоплі, днів.

Величина q визначається швидкостиглістю сорту картоплі та умовами його вирощування. Для різних груп сортів середня величина q становить для: ранньостиглих – 46 днів, середньостиглих – 52, середньопізнньостиглих – 84 і пізнньостиглих – 97 днів.

За вегетаційний період необхідно провести не менше трьох обліків ураженості картоплі фітофторозом. Перший облік необхідно провести при ураженості бадилля хворобою в межах 1–10 %, а останній – у кінці розвитку хвороби.

Площа під кривою, яка відображає динаміку розвитку хвороби протягом вегетаційного періоду, є сумою площ під відрізками цієї кривої, що відповідають розвитку фітофторозу в період між двома послідовними обліками: $S = S_1 + S_2 + \dots + S_n$ (див. рис. 17.1). Площа під кривою між двома послідовними обліками розраховується за формулою:

$$S_n = k_i \cdot n, \quad (17.8)$$

де k_i – коефіцієнт питомої шкодочинності, який визначається за спеціальною номограмою (рис. 17.2);

n – кількість днів між обліками.

Для визначення k_1 на осі абсцис номограми позначають точку, яка відповідає ступеню ураженості картоплі фітофторозом при першому обліку, на осі ординат – ступеню ураженості при другому обліку, а в точці перетину перпендикулярів, опущених з цих точок, знаходять значення k_1 . Значення $k_2, k_3 \dots k_i$ визначають аналогічним шляхом.

Потім підсумовують обраховані площі, одержують величину загальної площі під кривою і за відповідною формулою визначають можливі втрати врожаю картоплі від фітофторозу у відсотках. Знаючи фактичну врожайність, можна визначити втрати, ц/га.

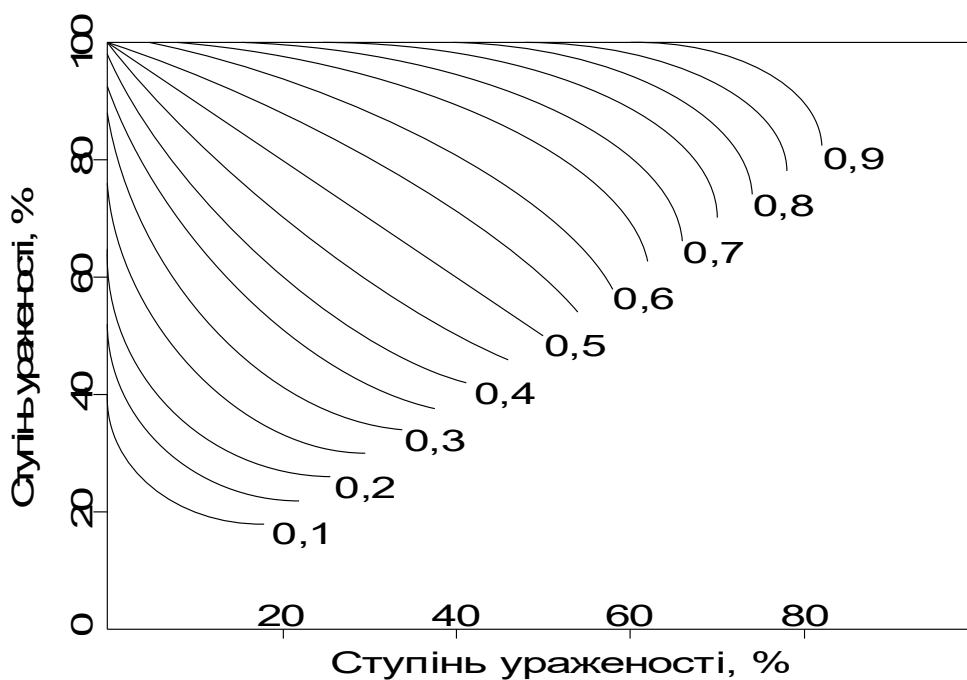


Рис. 17.2. Номограма для визначення коефіцієнта питомої шкодочинності, k

Завдання 4. *Визначити втрати врожаю помідорів від альтернаріозу за спеціальною номограмою (рис. 17.3) відповідно до варіанта (табл. 17.8).*

За даними А.В. Кулешова [5], зменшення врожаю помідорів від альтернаріозу відбувається, в основному, внаслідок ураження листків, у яких спостерігаються значні зміни в обміні речовин, фотосинтетичних та фізіологічних процесах, через що листки передчасно відмирають, зменшується кількість і маса плодів. Крім цього, урожай знижується за рахунок безпосереднього ураження 3–10 % плодів, а також стебел, черешків листя, квіток і зав'язі. Поріг шкоди спостерігався при ураженні більше 10 % листя. Прогноз втрат можливий за умов розробки сезонного прогнозу розвитку хвороби на передзбиральний період за спеціальною номограмою (рис. 17.3).

Для того, щоб визначити втрати врожаю плодів помідорів, знаходимо точку перетину горизонтальної лінії від показника розвитку хвороби до кривої врожайності. Від знайденої точки

опускаємо вертикальну лінію на вісь абсцис, за якою і визначаємо рівень втрат.

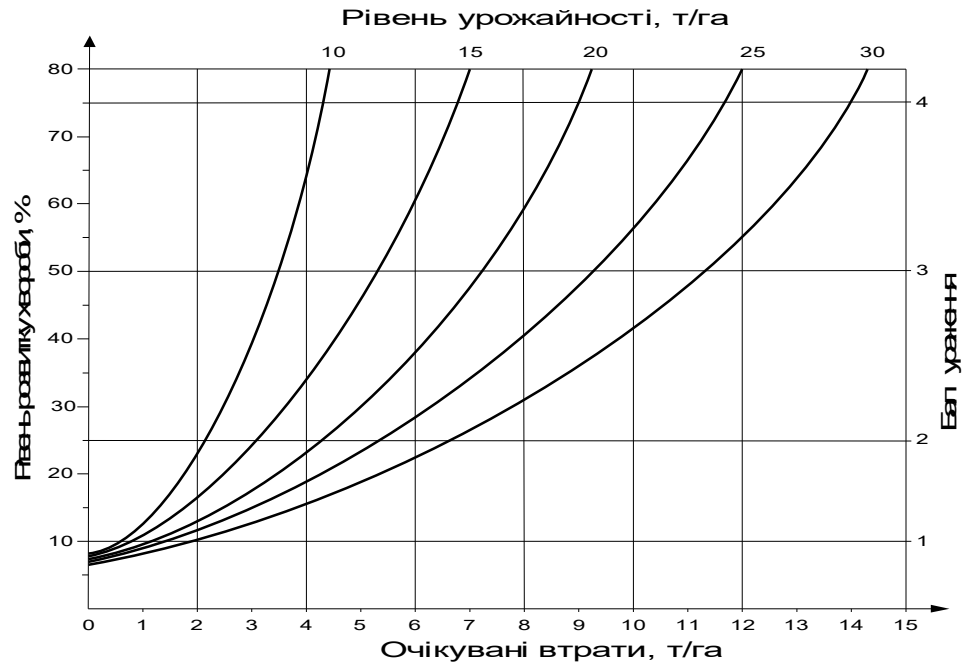


Рис. 17.3. Номограма для визначення втрат урожаю помідорів від альтернаріозу

Таблиця 17.8

Інформація для виконання завдання

Варіант	Розвиток хвороби, %	Очікуваний урожай, т/га
1	20	15
2	25	20
3	30	10
4	35	20
5	15	25
6	20	17

Результати: втрати _____ т/га
втрати _____ %.

Робота 18. ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН ТА ЇХ ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Інтегрований захист рослин від шкідливих організмів передбачає точну оцінку фітосанітарного стану поля й оптимальне використання заходів, у тому числі і хімічних, мета яких – зберегти врожай при мінімальному обсязі застосування пестицидів. Пестициди слід застосовувати лише при розвитку шкідливих організмів, який створює загрозу економічно відчутних втрат урожаю, тобто при перевищенні економічного порога шкідливості (ЕПШ). Ці показники зараз застосовуються в основному для обґрунтування заходів швидкодіючого хімічного методу проти шкідників, менше – для бур'янів і хвороб. Для хвороб першорядне значення має прогноз строку проявлення і ступеня ураження рослин. Часто для небезпечних патогенів строк першого обприскування фунгіцидами визначають за першим проявом симптомів хвороби.

Ще в 30-ті рр. ХХ ст. А.А. Любищевим були сформульовані загальні принципи щодо визначення доцільності захисту рослин. Авторами сучасної теорії визнаються американські вчені В.М. Стерн та ін. Вони запропонували під час вирішення цієї проблеми спиратися на два параметри:

- рівень економічної шкоди (*РЕШ*) – це найменша щільність популяції шкідника, яка спричиняє економічний збиток”;
- економічний поріг (*ЕП*) – щільність, при якій слід починати проведення заходів захисту, щоб запобігти розвитку популяції вище від рівня економічної шкоди.

РЕШ – це показник розвитку шкідливих організмів, при якому виникають втрати врожаю, що за вартістю дорівнюють витратам на захист рослин ($B_{з.р.} \cdot Ц = B_{з.р.}$).

Загальна модель *РЕШ*, запропонована Г.А. Нортоном, отримала світове визнання і використовується з невеликими модифікаціями:

$$РЕШ = \frac{А_{с.д.}}{О \cdot \bar{A} \cdot \hat{E}} \quad (18.1)$$

де $B_{з.р.}$ – витрати на захист 1 га;

$Ц$ – ціна продукції (за ц, т);

D – втрати врожаю на одиницю щільності шкідника або відсоток розвитку хвороби;

K – коефіцієнт зменшення втрат у результаті проведення відповідного заходу захисту (показник біологічної ефективності, виражений у відсотках, перетворений на коефіцієнт, наприклад, ефективність 90 % – коефіцієнт – 0,9).

Ця модель базується на принципі „залишитися при своїх”, у той час коли виконання заходів захисту рослин економічно доцільне лише тоді, коли витрати не тільки повертаються, а й дають певний прибуток. Інакше додаткові витрати будуть збільшувати собівартість продукції.

Запропоновано новий термін – „економічний поріг шкідливості” (*ЕПШ*) і доведено, що використання хімічного методу ефективно тоді, коли витрати не тільки окупаються, а й приносять прибуток. Рівень прибутку не повинен зменшувати рівень рентабельності виробництва продукції, який забезпечується в конкретному господарстві чи районі, іншими заходами технології вирощування культури.

На початковому етапі розробки *ЕПШ* ціна пестицидів була порівняно невеликою, тому витрати на захист окупалися невисокою прибавкою врожаю і *ЕПШ* були розроблені для рівнів розвитку шкідливих організмів, при яких втрати врожаю становлять 3–5 %. Але останнім часом у зв'язку із впровадженням у практику нових, більш ефективних та безпечних для зовнішнього середовища, але водночас дорожчих пестицидів, витрати на їх застосування стали окупатися збереженням 5–7 і навіть 15 % урожаю. Таким чином, *ЕПШ* – це такий рівень розвитку шкідливого організму (чисельність шкідника, ушкодження рослин, розвиток хвороби, ураженість рослин, кількість бур'янів), при якому втрати врожаю можуть перевищувати 5–7 %, а проведення заходів захисту рослин (у т.ч. застосування пестицидів) збільшує рентабельність виробництва культури і зменшує собівартість урожаю.

Формула для визначення *ЕПШ* має такий вигляд:

$$A\ddot{I}\ddot{O} = \frac{\hat{A} \cdot \hat{I} \cdot \hat{D}}{\ddot{O} \cdot \ddot{A} \cdot \hat{E}}, \quad (18.2)$$

де B – витрати на захист рослин (вартість препарату, обробки, витрати на збір збереженого врожаю), грн;

H – коефіцієнт накладних витрат на прямі витрати (становить 5–30 % = 1,05–1,3);

P – коефіцієнт рентабельності загальних витрат на виробництво продукції (при 180 % дорівнює 1,8);

C – закупівельна ціна, грн (за 1ц, 1т);

D – втрати врожаю на одиницю щільності шкідників, 1 % розвитку хвороб або пошкодження рослин, одну бур'янину (ц/га, т/га);

K – коефіцієнт зменшення втрат.

Визначена пряма залежність *ЕПШ* від вартості пестициду і зворотна – від рівня врожайності. Дорогі препарати доцільно застосовувати при високій урожайності, коли відчутний кожен відсоток втрат. Суттєвий вплив на рівень *ЕПШ* мають закупівельні ціни. Математичний зв'язок компонентів формули 18.2 дуже простий, але складність у розрахунках *ЕПШ* виникає через велику варіабельність чотирьох основних компонентів: ціни продукції та витрат на захист рослин, розміру втрат і рівня рентабельності. Тому у виробництві користуються середніми показниками *ЕПШ* з урахуванням стану рослин, екологічного стану, що складається на відповідний проміжок часу (погодні фактори, розвиток корисних організмів тощо) та особливостей розвитку шкідливих організмів у кожному регіоні. Більшість *ЕПШ* розраховані на несприятливі умови для рослин і сприятливі – для шкідливих організмів, тому у звичайних умовах їх можна збільшувати у 2,0–2,5 рази.

Недоліки *ЕПШ*:

- вони використовуються лише стосовно до швидко- та сильнодіючих заходів захисту рослин, в основному хімічного;
- може бути невизначеність чи певна помилка у прогнозі втрат урожаю;
- профілактичні заходи, які дозволяють керувати розвитком популяцій, часто більш дієві та економічно доцільні, ніж хімічний метод, навіть обґрунтований *ЕПШ*.

Але за всіх умов використання *ЕПШ* дозволяє зменшити обсяг обробок на 30 % і одночасно підвищити ефективність тих робіт, що проводяться. Розрахунки і конкретизація *ЕПШ* для умов поля дозволяє оптимізувати застосування пестицидів та інших захисних заходів.

18.1. Визначення ЕПШ для окремих видів хвороб сільськогосподарських культур

Завдання 1. Розрахувати ЕПШ хвороб, за формулою 18.2, користуючись даними табл. 18.1

Таблиця 18.1

Інформація для розрахунку ЕПШ хвороби рослин

Вариант	Витрати на захист рослин (В), грн			Коефіцієнт накладних витрат (Н)	Коефіцієнт рентабельності (Р)	Ціна продукції за 1ц, грн (Ц)	Втрати врожаю на 1% розвитку хвороби, ц/га (Д)	Коефіцієнт зменш. втрат (К)
	вартість препарату	вартість обробки	витрати на збирання збереженого врожаю					
1	50	4,4	0,2	1,1	1,5	65	0,3	0,6
2	70	5,0	0,2	1,1	1,6	70	0,4	0,7
3	68	5,2	0,3	1,2	1,7	75	0,5	0,75
4	90	5,5	0,3	1,2	1,4	80	0,6	0,8
5	15	4,5	0,4	1,3	1,5	70	0,7	0,6
6	20	4,8	0,4	1,3	1,6	75	0,8	0,7

Результат розрахунку: ЕПШ _____ %.

18.2. Визначення еколого-економічних порогів шкідливості (ЕЕП)

На сучасному етапі визначення суто економічної доцільності проведення захисних заходів недостатньо. Пороги шкідливості повинні відображати не менш важливу екологічну та соціальну доцільність захисту. Запропоновано за орієнтований показник брати допустимий рівень втрат урожаю, еквівалентний не одноразовій окупності, як для показника РЕШ (формула 18.1), а триразовій окупності витрат чистим прибутком. Такий підхід дає змогу враховувати також екологічні та соціальні наслідки застосування пестицидів.

Рівень окупності можна визначити за формулою:

$$P_0 = \frac{O_3 \cdot \ddot{O} - \hat{A}}{\hat{A}}, \quad (18.3)$$

де U_3 – збережений урожай, ц/га;

C – закупівельна ціна, грн/ц;

B – сумарні витрати на захист рослин, грн/га.

У цьому випадку за умов $P_0 = 3$ вартість збереженого врожаю повинна бути у чотири рази більша, ніж витрати на застосування фунгіцидів. Тоді еколого-економічний поріг визначається за формулою:

$$EEP = \frac{\times \cdot 4 \cdot \hat{A}}{\acute{O}\grave{c} \cdot \grave{O}}, \quad (18.4)$$

де C – розвиток хвороби, усунення якого дає змогу зберегти врожай, %;

4 – коефіцієнт EEP .

Ця формула враховує лише прямолінійну залежність між розвитком хвороби і втратами врожаю.

Завдання 2. *Визначити рівень окупності P_0 й еколого-економічний поріг EEP за формулами 18.3 і 18.4, даними табл. 25.1 (завдання 1), якщо збережений урожай Y_3 унаслідок застосування фунгіцидів проти хвороби становив 3ц/га (для всіх варіантів).*

Результати: P_0 – ____;
 EEP – ____.

Завдання 3. *Визначити біологічну ефективність хімічних заходів захисту яблуні від парші, використовуючи дані табл. 18.2.*

Методика виконання завдання

Біологічну ефективність заходів захисту рослин від хвороб найчастіше оцінюють за ступенем ураження рослин або урожаю (плодів, зерна, коренеплодів тощо) за формулою:

$$C = \frac{a - b}{a} \cdot 100, \quad (18.5)$$

де a, b – ураженість рослин (урожаю) відповідно на контрольній і дослідній ділянках, %.

За цією формулою визначають технічну ефективність заходів захисту рослин від хвороб, які спричиняють загибель рослин або їх генеративних органів.

Біологічну ефективність заходів для захисту рослин від хвороб, що уражують листя та інші вегетативні органи, визначають за формулою:

$$C = \frac{R_k - R_o}{R_k} \cdot 100, \quad (18.6)$$

де C – технічна ефективність, %;

R_k, R_o – показник розвитку хвороби відповідно на контрольній і обробленій ділянці.

Таблиця 18.2

**Технічна ефективність хімічного захисту яблуні
від плодової гнилі та парші**

№ варі- анта	Плодова гниль			Парша яблуні		
	уражено плодів, %		технічна ефектив- ність, %	розвиток хвороби, %		Технічна ефек- тивність, %
	дослід	контроль		дослід	контроль	
1	2,4	35,2		5,6	44,6	
2	1,6	28,7		2,7	51,3	
3	2,0	44,9		9,4	67,5	
4	3,7	53,8		1,8	38,6	
5	6,4	46,9		12,6	43,4	
6	3,7	56,7		4,4	58,2	

**Робота 19. ПЛАНУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОВЕДЕННЯ ЗАХОДІВ
ЗАХИСТУ РОСЛИН НА НАСТУПНИЙ РІК**

Головним принципом планування захисних заходів є їх економічна й екологічна доцільність. Найбільш вірогідне планування можливе для стабільно шкодочинних видів, чисельність яких, як правило, перевищує показники ЕПШ (економічний поріг шкідливості).

Планування обсягу захисних робіт можна виконати за формулою:

$$Y = y \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (19.1)$$

де Y – прогнозований обсяг робіт на майбутній рік, га;

y – середній обсяг фактично виконаних робіт у поточному і в минулому роках, га;

k_1 – розрахунковий коефіцієнт заражених площ;

k_2 – розрахунковий коефіцієнт розвитку хвороби.

Розрахунковий коефіцієнт заражених площ k_1 обчислюють за формулою:

$$k_1 = (S_{1в} + S_{1л} + S_{1о}) : (S_{2в} + S_{2л} + S_{2о}), \quad (19.2)$$

де $S_{1в}$, $S_{1л}$, $S_{1о}$, $S_{2в}$, $S_{2л}$, $S_{2о}$ – заражена хворобою площа при весняному, літньому й осінньому обстеженнях відповідно у поточному і минулому роках.

Розрахунковий коефіцієнт розвитку хвороби k_2 визначають за формулою:

$$k_2 = (Ч_{1в} + Ч_{1л} + Ч_{1о}) : (Ч_{2в} + Ч_{2л} + Ч_{2о}), \quad (19.3)$$

де $Ч_{1в}$, $Ч_{1л}$, $Ч_{1о}$, $Ч_{2в}$, $Ч_{2л}$, $Ч_{2о}$ – розвиток хвороби відповідно у поточному і минулому роках, %.

Завдання 1. Розрахувати плановий обсяг робіт для захисту сільськогосподарських культур від хвороб відповідно до даних табл. 19.1–19.2, використовуючи формули 19.1–19.3.

Результати роботи подати за такою формою:

1. Середній обсяг виконаних робіт y – _____ .
2. Розрахунковий коефіцієнт заражених площ k_1 – ____ .
3. Розрахунковий коефіцієнт розвитку хвороби k_2 – _____ .
4. Плановий обсяг робіт із захисту рослин на майбутній рік Y – ____ .

Таблиця 19.1

Результати обстежень поточного року

№ варіанта	Обсяг виконаних робіт, га	Заражена площа S, га			Розвиток хвороби, %		
		навесні	улітку	восени	навесні	улітку	восени
1	180	120	230	260	1,5	2,0	2,3
2	230	100	300	340	2,0	2,8	3,0
3	400	200	520	600	6,0	10,0	12,0
4	650	350	700	850	1,2	2,5	2,2
5	500	550	700	800	0,5	3,0	3,3
6	800	950	1200	1300	3,0	5,0	5,5

Таблиця 19.2

Результати обстежень минулого року

Варіант	Обсяг виконаних робіт, га	Заражена площа S, га			Розвиток хвороби, %)		
		навесні	улітку	восени	навесні	улітку	восени
1	250	160	300	320	1,8	2,5	2,9
2	150	40	200	220	1,0	2,0	2,3
3	550	280	700	800	10,0	15,0	18,0
4	450	100	500	600	1,0	2,2	2,3
5	700	800	950	1000	0,8	4,0	4,5
6	600	850	1100	1200	2,0	4,2,0	4,5

За допомогою методів кореляційного і лінійного регресивного аналізів встановлено високий зв'язок між прогнозованими і фактичними обсягами захисних заходів ($K_k = 0,86$), а також між посівними площами і фактичними обсягами захисних заходів ($K_k = 0,87$) від деяких шкодочинних хвороб.

Для розрахунку планового обсягу робіт проти фітофторозу картоплі, бурої та стеблової іржі пшениці (Y) у конкретному регіоні (область, район, господарство) необхідно площу під культурою (S) помножити на коефіцієнт кратності обробок згідно з прогнозованим розвитком хвороби (k) за формулою 19.4.

$$Y = S \cdot k \quad (19.4)$$

Коефіцієнти кратності обробок визначають за табл. 19.3–19.4.

Таблиця 19.3

Коефіцієнти кратності обприскувань фунгіцидами картоплі проти фітофторозу

Інтенсивність розвитку фітофторозу	Розвиток хвороби, %	Коефіцієнт кратності обприскувань
Епіфітотійний	50-70	2,7
Помірно-епіфітотійний	40-49	2,1
Помірний	30-39	1,5
Депресивно-помірний	25-29	0,9
Депресивний	1-24	0,3

Таблиця 19.4

Коефіцієнти кратності обприскувань фунгіцидами пшениці проти бурі та стеблової іржі

Інтенсивність розвитку іржі	Розвиток іржі, %		Коефіцієнт кратності обприскувань
	бурої	стеблової	
Дуже слабка	< 10	< 5	0,3
Слабка	11–33	6–12	0,9
Помірна	34–47	13–25	1,5
Сильна	>47	>25	2,5

Завдання 2. Розрахувати плановий обсяг робіт для захисту картоплі від фітофторозу та пшениці від іржі відповідно до варіанта (табл. 19.5).

Таблиця 19.5

Інформація для розрахунку планового обсягу захисних заходів

№ варіанта	Площа картоплі, га	Розвиток фітофторозу, %	Площа пшениці, га	Розвиток іржі, %	
				бурої	стеблової
1	5200	55	900	6	3

2	4000	42	1400	15	8
3	2500	36	2500	30	12
4	2000	28	5000	38	19
5	1500	12	7000	45	24
6	8000	20	9000	52	28

Результати виконаної роботи подати за формою табл. 19.6.

Таблиця 19.6

План робіт із захисту рослин

Хвороба	Оцінка розвитку хвороби	Плановий обсяг захисних робіт, га

Робота 20. РОЗРАХУНОК МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ХВОРОБ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР І ВТРАТ УРОЖАЮ

20.1. Моделі динаміки розвитку хвороб

Для визначення швидкості розвитку хвороб може бути застосоване математичне моделювання. Воно дозволяє оцінити значення окремих факторів для патологічного процесу, визначити можливий ступінь ураження рослин і втрат від хвороби та оптимізувати систему захисту культури в конкретних екологічних умовах.

У сільськогосподарському виробництві особливу небезпеку мають такі епіфітотії, які досягають високого рівня розвитку раніше, ніж закінчиться формування і визрівання врожаю. Для запобігання втратам урожаю необхідно визначити не тільки оптимальні строки проведення заходів із захисту рослин, а й передбачити весь характер перебігу хвороби.

Динаміка розвитку будь-якої хвороби може бути показана в загальному вигляді формулою:

$$y = f(x), \quad (20.1)$$

де y – показник патологічних змін, що характеризує хворобу і виражений у балах або відсотках ураженої тканини;

$f(x)$ – функція, що відображує залежність змін показника y від зовнішніх умов при певному запасі інфекції, для конкретного сорту рослин і відповідного рівня агротехніки.

Для вирішення цього завдання необхідно мати дані регулярних обліків хвороби на визначеному сорті рослини у конкретних погодних умовах. Отримані показники використовують для розрахунку рівняння, яке і буде математичною моделлю динаміки розвитку хвороби для певних умов.

Завдання 1. *Розрахувати математичну модель динаміки розвитку хвороби на підставі регулярних спостережень за нею.*

Методика виконання завдання

Складання рівняння здійснюється за допомогою інтерполяційної формули Ньютона. Якщо мати дані обліків розвитку хвороби через рівні проміжки часу за чотири терміни (цього достатньо для такого рівняння), то формула матиме вигляд:

$$y = f(x) = y_0 + (x-1) \cdot \Delta_1 y_0 + (x^2 - 3x + 2) \times \frac{\Delta_2 y_0}{2} + (x^3 - 6x^2 + 11x - 6) \cdot \frac{\Delta_3 y_0}{6}, \quad (20.2)$$

де y_0 – початкове значення аргументу;

$\Delta_1 y_0, \Delta_2 y_0, \Delta_3 y_0$ – різниці функцій першого, другого і третього порядків;

x – порядкові номери строків обліку хвороби (вузли інтерполяції).

Побудову математичної моделі динаміки хвороби показано на прикладі розвитку бурої іржі озимої пшениці: проведено чотири обліки розвитку хвороби з інтервалом 10 днів, результати яких становили відповідно 0,01; 0,40; 1,80; 22,40 %.

Різницю функцій першого порядку знаходимо послідовним відніманням результату кожного наступного обліку від результату попереднього. Припустимо, різниця першого порядку ($\Delta_1 y_0$) буде знайдена відніманням результатів обліків, тоді різниці другого і третього порядків ($\Delta_2 y_0, \Delta_3 y_0$) визначаємо таким же способом (табл. 20.1).

Значення різниць функцій підставляємо у формулу:

$$y = f(x) = 0,01 + (x-1) \cdot 0,39 + (x^2 - 3x + 2) \cdot (1,01 : 2) + (x^3 - 6x^2 + 11x - 6) \cdot (18,19 : 6). \quad (20.3)$$

Після відповідних математичних дій і алгебраїчних спрощень формула має вигляд:

$$y = 3x^3 - 17,5x^2 + 31,9x - 17,6. \quad (20.4)$$

Таблиця 20.1

Визначення різниці функцій для побудови моделі розвитку епіфітотії

Номер обліку	Розвиток хвороби за строками обліку, %	Різниця функцій		
		1-го порядку	2-го порядку	3-го порядку
1	0,01 (y_0)			
		0,39 ($\Delta_1 y_0$)		
2	0,40		1,01 ($\Delta_2 y_0$)	
3	1,80	1,40		18,19 ($\Delta_3 y_0$)
			19,20	
4	22,40	20,60		

Користуючись цим рівнянням, можна визначити розвиток хвороби для кожного строку обліку у відомих умовах зовнішнього середовища. Для цього у формулу замість x підставляємо порядковий номер обліку хвороби (вузол інтерполяції). Знайдені за рівнянням показники розвитку хвороби можуть відрізнятися від фактичних усього на 0,2–0,4 %. Ця різниця не має практичного значення через те, що точність окомірного обліку ураженості рослин коливається у межах ± 5 %. Від’ємний показник розвитку хвороби, якщо він буде наявним, має суто математичне значення і приймається як такий, що дорівнює нулю.

Таким чином, користуючись наведеним вище прикладом, необхідно розраховувати математичну модель розвитку хвороби в певних екологічних умовах за такою ж схемою за результатами обліків через однакові проміжки часу (табл. 20.2).

Зробивши розрахунок і отримавши рівняння, слід виконати перевірку точності математичної моделі. Для цього треба підставити у формулу замість x номер обліку, отримати результат, порівняти його з фактичними даними обліків, які були використані студентом згідно з варіантом, і знайти різницю між ними.

Таблиця 20.2

Динаміка розвитку хвороб, %
(варіанти завдання 1)

Номер обліку	Бура іржа пшениці	Септоріоз пшениці	Борошнеста роса пшениці	Церкоспороз буряку	Фітофтороз картоплі	Парша яблуні
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	0,3	1,4	2,0	3,3	1,6	0,7
2	1,8	4,7	6,5	8,0	10,6	1,8
3	12,3	17,0	11,8	15,1	23,0	14,4
4	30,5	40,2	20,7	33,3	47,0	36,5

Примітка. 1 – 6 – варіанти.

Завдання 2. Розрахувати математичну модель швидкості розвитку хвороби.

Методика виконання завдання

Швидкість патологічного процесу являє собою першу похідну від функції y за x . Тобто $y=f(x)$, а $y_1=f'(x_1)$. Нагадаємо, що під час знаходження першої похідної степеневі функції показник степеня зменшується на одиницю, а коефіцієнт аргументу перемножується на показник степеня. Це можна подати в загальному вигляді:

$$(x^n)^1 = nx^{n-1}. \quad (20.5)$$

Похідна постійного члена рівняння дорівнює нулю. Для нашого прикладу (див. завдання 1) після проведення математичних перетворень формула математичної моделі швидкості хвороби має вигляд:

$$y_1=9x^2- 35x + 31,9. \quad (20.6)$$

Підставляючи у це рівняння послідовно значення x (номери обліку – 1, 2, 3, 4), отримуємо відносний показник швидкості хвороби на різні дати обліку: 5,9; 2,1; 7,9; 35,9.

Зменшення абсолютного значення похідної, а тим більше зміна її знака з плюса на мінус показує на те, що в цьому проміжку часу відбувалося зменшення швидкості інфекційного процесу і навпаки – збільшення значень похідної та зміна знака з мінуса на плюс показує підсилення патологічного процесу.

Таким чином, згідно із завданням необхідно здійснити математичне перетворення рівняння динаміки розвитку хвороби, яке студент отримав під час виконання першого завдання, і розрахувати рівняння швидкості хвороби та знайти їх значення на кожний строк проведення обліків (1, 2, 3, 4).

Зробити коментар ходу патологічного процесу.

20.2. Моделі втрат урожаю сільськогосподарських культур від шкідливих організмів

Проведено значний обсяг досліджень щодо визначення ступеня втрат урожаю для різного рівня розвитку шкідників, хвороб, бур'янів. Експериментальні дані, наведені в таблицях, графіках, номограмах, відображають зменшення продуктивності рослин під впливом певної кількості шкідливого організму. Часто такі дані диференційовані і показують певний бал або відсоток заселення або пошкодження шкідником, ураження хворобою та засмічення бур'янами. У цьому випадку можна розрахувати математичні моделі втрат урожаю, які складаються за допомогою інтерполяційної формули Ньютона (20.2).

Залежність величини втрат від ступеня впливу шкідливого організму може бути представлена в загальному вигляді:

$$y = f(x), \quad (20.7)$$

де y – розмір втрат;

$f(x)$ – функція, що показує залежність змін y від ступеня впливу шкідливого організму на продуктивність рослин.

Формула передбачає використання даних для п'ятибальної оцінки шкоди (чотирьох ступенів зменшення врожаю). Загальний вигляд формули і технологія розрахунків такі самі, як для завдання 1.

Завдання 3. Розрахувати формули втрат урожаю від хвороб за даними табл. 20.3.

Таблиця 20.3

Ступінь зменшення врожаю залежно від розвитку хвороб

Бал ураження або розвитку хвороби, %	Зменшення врожаю, %					
	Бура іржа пшениці (колосіння)	Борошниста іржа злаків	Септоріоз пшениці	Фітофтороз картоплі (цвітіння)	Альтернативний картоплі	Парша яблуні
	1	2	3	4	5	6
1 (5)	0,7	9	2,5	0,1	3,5	0,5
2 (25)	8,0	20	10	14	8,7	3,0
3 (50)	25,0	29	20	21	13,1	18,0
4 (75)	37,0	34	30	27	18,3	38,5

Примітка. 1–6 – варіанти.

Методика виконання завдання

1. Користуючись даними табл. 20.3, відповідно до варіанта визначають різниці функцій першого, другого і третього порядку, які необхідні для розрахунку за формулою Ньютона окремо для кожного шкідливого організму за схемою, наведеною в табл. 20.4.

2. Значення різниці функцій підставляємо у формулу Ньютона (20.2), виконуємо відповідні математичні дії і отримуємо формули, за якими можна визначити рівень втрат урожаю сільськогосподарських культур для відповідного бала або відсотка розвитку шкідливого організму. Для цього в отримані формули замість x необхідно підставити бал або відсоток розвитку хвороби.

Таблиця 20.4

**Визначення різниці функцій різного порядку
для побудови моделей втрат урожаю від _____**
назва хвороби

Ступінь розвитку шкідливого організму, бал або %	Ступінь зменшення врожаю залежно від розвитку шкідливого організму	Різниця функцій		
		першого порядку	другого порядку	третього порядку
1	$a(y)$	$b-a = \Delta_1 y_0$		
2	b	$c-b = c_1$	$(\Delta_1 y_0 - c_1) = \Delta_2 y_0$	
3	c	$d-c = d_1$	$d_1 - c_1 = d_2$	$\Delta_2 y - d_2 = \Delta_3 y_0$
4	d			

Примітка. a, b, c, d – зменшення врожаю відповідно розвитку хвороби (див. табл. 20.3), %, г, кг, ц;

y_0 – початкове значення аргументу (для першого бала чи ступеня зменшення врожаю);

$\Delta_1 y_0$ – різниця показників втрат урожаю між другим та першим балами (ступенем), функція першого порядку;

$\Delta_2 y_0, \Delta_3 y_0$ – функції другого і третього порядку.

Хід розрахунків показати окремо для шкідника, хвороби та бур'яну за своїм варіантом, а результати подати у табл. 20.5.

Таблиця 20.5

Результати розрахунку формул втрат урожаю

Назва хвороби	Початкове значення показника втрат (y_0)	Різниця функцій			Формули втрат урожаю
		першого порядку	другого порядку	третього порядку	
Хвороба					

Формула прогнозу втрат урожаю: $y=$
Робота 21. МЕТЕОПАТОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ДОВГОСТРОКОВОГО
ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ ХВОРОБ РОСЛИН

Розвиток прогнозу шкідливих організмів передбачає глибоке вивчення, знаходження і визначення залежності між станом їх популяцій і ступенем впливу факторів зовнішнього середовища, серед яких найбільш впливовими є елементи погоди попередніх періодів розвитку виду.

На цій основі проведена значна наукова робота з отримання і використання прогностичних формул. Зокрема, К.М. Степанов, А.Є. Чумаков [14] розробили методи довгострокового прогнозу для бурої іржі озимої пшениці, фітофторозу картоплі.

А.В. Кулешов [6] використав цей метод для прогнозу альтернаріозу помідорів, септоріозу пшениці і запропонував застосовувати його не тільки для хвороб, а й для прогнозу інших шкідливих організмів, стосовно яких у межах певної агрокліматичної зони є достатня та об'єктивна фітосанітарна інформація.

У Північнокавказькому інституті фітопатології на ЕОМ були розраховані рівняння довгострокового прогнозу бурої іржі для майже всіх ґрунтово-кліматичних зон СНД. Для різних хвороб у не однакових за екологічними умовами зонах прогностичні фактори та їх числові значення будуть різними. Кожен з окремих факторів може мати свій зв'язок і ступінь впливу на патологічний процес, а може лише частково відобразити як предиктор прогнозу вплив на розвиток хвороби у майбутньому році. Тому більш значну залежність відображає сумарний вплив групи факторів, який виражають через відповідний індекс – цифровий відносний показник. Кількісна мінливість хвороби і її залежність від сумарного індексу може бути прямолінійною:

$$y=a+vx+cx^2, \quad (21.1)$$

де y – очікуваний розвиток хвороби;

a, v, c – числові коефіцієнти;

x – сумарний індекс.

Прогноз, який ґрунтується на елементах погоди попередніх періодів, може бути розроблений за *метеопатологічним* і

метеобіологічним принципами. У першому випадку використовують фактори, які визначають умови інфекційного процесу; у другому – які впливають на рослину-живителя або форми паразита у стані спокою.

Методи кореляційного аналізу на цих принципах дають достатньо високу точність прогнозування, але значні відхилення елементів погоди (аномальні) від норми призводять до погіршення цього показника, особливо це стосується суми опадів. Необхідно користуватися точною об'єктивною і деталізованою інформацією за якомога більший проміжок часу. Задовільні результати дає аналіз за 11–12-річний період.

Індекси для окремих факторів погоди краще визначати за синоптичні сезони: весна (III-IV), перша половина літа (V-VI), друга половина літа (VII-VIII), осінь (IX-X), передзима (XI-XII), зима (I-II). Але найкраще пов'язувати періоди аналізу погоди з біологічними особливостями розвитку шкідливого організму в часі. З елементів погоди беруть опади, температуру повітря, а також, якщо необхідно, інші показники – стандартні або спеціально розраховані залежно від біологічних вимог патогена.

Для обчислення сумарного індексу вибирають ті фактори, для яких шляхом аналізу отримані значні коефіцієнти кореляції ($r \geq \pm 0,5$). Прогноз краще складати за трьома градаціями: норма, вище чи нижче від норми на період найбільшого розвитку хвороби на певну фазу вегетації рослин. З появою нової інформації через деякий час формули прогнозування слід уточнювати.

Методика метеопатологічного прогнозу передбачає поетапну його розробку: отримання й обробку даних про розвиток хвороби, обчислення коефіцієнтів кореляції та їх середньої помилки, середнього квадратичного відхилення фактора, окремих і сумарних індексів та перевірку їх надійності, обчислення формул прогнозу та їх використання.

Якість і однотипність первинних даних має вирішальне значення для розробки прогнозу. Використовують показники розвитку хвороби за одні й ті ж самі фази вегетації рослин.

Аналіз не потребує строгої хронологічної послідовності, і якщо дані за окремі роки відсутні, то ці роки можуть бути виключеними, але загальна кількість років повинна бути не менше 11.

Завдання 1 (етап 1). Виконати аналіз первинних даних про розвиток бурої іржі, ураховуючи інформацію про розвиток хвороби (табл. 21.1).

Таблиця 21.1

Первинні дані для розробки довгострокового прогнозу бурої іржі пшениці

Рік обліку (n)	Розвиток бурої іржі (y), % за варіантами					
	1	2	3	4	5	6
2001	34,7	26,2	42,1	36,8	28,6	37,4
2002	15,1	17,3	14,8	18,2	16,4	15,9
2003	3,6	2,7	3,3	5,1	2,2	4,4
2004	44,7	37,2	40,7	35,8	43,7	38,8
2005	6,3	8,8	10,1	7,4	9,4	6,9

Примітка. Фенофаза – молочна стиглість, сорт сприйнятливий до хвороби.

Методика виконання завдання

З метою скорочення часу на розрахунки для обчислень використаємо інформацію за 5-річний період. Нині існують програми для ЕОМ, що дозволяють робити це швидко, точно й ефективно. Приклад математичної обробки первинних даних про розвиток бурої іржі пшениці наведено в табл. 21.2.

1. За наведеним прикладом обробити первинні дані: округлити їх до цілих чисел і визначити їх суму (Σ), а отриманий результат поділити на число років обліку (n), щоб знайти середній багаторічний відсоток розвитку хвороби (m). Якщо він буде дробним, необхідно його заокруглити до цілого числа.

2. Підрахувати по роках позитивні чи негативні відхилення в розвитку хвороби (dy) від середнього багаторічного показника, %.

3. Обчислити квадрати відхилень (d^2y) та визначити їх сумарний підсумок.

Таблиця 21.2

**Математична обробка первинних даних розвитку
бурої іржі пшениці (приклад)**

Рік обліку хвороби (n)	Розвиток хвороби (y), %		Відхилення від середнього багаторічного (dy)	Квадрат відхилення від середнього багаторічного (d^2y)
	фактич ий	округлени й		
2001	73,3	73	+32	1024
2002	66,2	66	+25	625
2003	19,8	20	-21	441
2004	42,7	43	+2	4
2005	4,3	4	-37	1369
Сума (Σ) 5		206	+59; -58	3463
Середнє (m)		41		

Завдання 2 (етап 2). Обчислити парний коефіцієнт кореляції (r) і виявити зв'язки між показниками розвитку хвороби (y) та окремими факторами зовнішнього середовища (x) попередніх періодів (опадів за квітень, травень) за даними табл. 21.3.

Кореляційний аналіз дозволяє виявити залежність між особливостями погодного режиму, умовами розвитку рослин і патологічним процесом. Для аналізу обирають суму опадів і температуру повітря помісячно або за інші попередні періоди. Для виявлення надійних предикторів прогнозу необхідно проводити аналіз за більшою кількістю факторів.

Обчислення коефіцієнта кореляції за характером і послідовністю фактично збігаються з обробкою первинних даних (завдання 1). У табл. 21.4 наведений приклад обробки даних за обраним для аналізу фактором погоди.

Таблиця 21.3

**Сума опадів за квітень (IV), травень (V) за варіантами
для аналізу на ступінь зв'язку з розвитком іржі**

Рік обліку (<i>n</i>)	Сума опадів за варіантами											
	1		2		3		4		5		6	
	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V
2001	28,3	63,0	33,1	55,3	59,3	60,6	36,0	66,4	61,4	45,9	20,4	50,7
2002	30,2	45,2	42,2	30,6	40,1	26,4	50,5	40,3	30,8	34,1	45,1	39,3
2003	17,4	20,6	25,3	12,0	26,0	8,2	21,1	14,6	17,7	6,0	18,8	7,4
2004	48,7	77,3	58,4	71,2	50,8	48,3	44,0	57,9	56,3	70,3	59,0	62,2
2005	15,0	29,8	37,7	26,9	30,4	15,9	30,6	22,0	35,0	12,7	36,7	15,0

Таблиця 21.4

**Визначення зв'язку між сумою опадів за вересень
попереднього року і розвитком бурі іржі**

Рік обліку хвороби (<i>n</i>)	Числове значення фактора (<i>x</i>)	Відхилення від середньої багаторічного фактора (<i>dx</i>)	Квадрати відхиленн я від середньог о багаторічн ого фактора (<i>d²x</i>)	Відхилення показника розвитку хвороби (<i>dy</i>)	Добуток відхилення фактора на відхилення хвороби (<i>dx·dy</i>)
2001	32	+3	9	+32	+96
2002	35	+6	36	+25	+150
2003	20	-9	81	-21	+189
2004	43	+14	196	+2	+28
2005	15	-14	196	-37	+518
Σ 5	145	+23; -23	518		+981
<i>m</i>	29				

Методика виконання завдання

1. Згідно з даними про суми опадів (див. табл. 21.3), за методикою завдання 1 провести обробку цифрового матеріалу

послідовно за квітень, травень. Результати подати за формою табл. 21.4. Слід уважно проводити дії із числами, що мають різні знаки.

Значення d^2x завжди позитивне. Значення dy перенести з табл. 21.2.

2. Після обчислення всіх показників визначити коефіцієнт кореляції (r) за формулою:

$$r = \frac{(\sum dx \cdot dy)}{\sqrt{\sum d^2x \cdot \sum d^2y}}. \quad (21.2)$$

Значення показників для розрахунків беруть з табл. 21.2 і 21.4. Спочатку потрібно визначити коефіцієнт кореляції суми опадів за квітень з розвитком бурої іржі у фазу молочної стиглості пшениці (r_1). Потім виконати аналогічні математичні дії для суми опадів за травень і визначити коефіцієнт кореляції суми опадів за травень з розвитком бурої іржі (r_2). Результати розрахунків за кожен місяць подати за формою табл. 21.4.

Про справжню або уявну залежність свідчить стандартне відхилення коефіцієнта кореляції (середня помилка, m_r), яку визначають за формулою:

$$m_r = \pm (1-r^2) : \sqrt{n}. \quad (21.3)$$

Знак середньої помилки може бути і “+”, і “-”, але він повинен збігатися із знаком коефіцієнта кореляції, для якого визначається помилка. Кореляцією, яка має практичне значення, слід уважати такою: $0,5 < r < 1$. Під час обчислення сумарного індексу у розрахунок беруть коефіцієнти, які перевищують свою помилку, але краще обирати для прогнозування такі фактори, зв'язок з якими у хвороби більш надійний ($r > 2m_r$ і навіть $r > 3m_r$).

У нашому прикладі розрахунок цих показників такий:

1. Коефіцієнт кореляції:

$$\begin{aligned} \sum dx \cdot dy &= 981; \\ \sqrt{\sum d^2x \cdot \sum d^2y} &= \sqrt{518 \cdot 3463} = 1339,34; \\ \text{тоді } r &= \frac{+981}{1339,34} = +0,732. \end{aligned}$$

2. Середня помилка:

$$m_r = \pm(1-0,732^2) : \sqrt{5} = 0,464:2,24 = 0,207.$$

Коефіцієнт кореляції перевищує свою помилку більше ніж у три рази, що вказує на надійний зв'язок фактора погоди з розвитком хвороби.

Результати завдання 2:

$$r_1 \text{ (сума опадів IV)} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$r_2 \text{ (сума опадів V)} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$mr_1 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$mr_2 = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Завдання 3 (етап 3). Обчислити середньоквадратичні відхилення факторів (δ), індекси погоди (e) та сумарні індекси групи факторів (x).

Методика виконання завдання

1. Визначити середньоквадратичні відхилення факторів погоди за квітень і травень (δ_1 , і δ_2) за формулою:

$$\delta = \sqrt{(\sum d^2 x) : (n-1)}. \quad (22.4)$$

Під час аналізу значної кількості факторів елементи погоди, для яких значення коефіцієнтів кореляції були відносно малими (менше ніж 0,2), і ті, що не перевищують своєї помилки, вибраковуємо.

У нашому прикладі:

$$\delta = \sqrt{518 : 4} = \sqrt{129,5} = 11,38 .$$

2. Обчислити парні індекси погоди для кожного фактора по роках за формулою:

$$e = x : \delta. \quad (21.5)$$

3. Числові значення суми опадів за квітень (x_1) і травень (x_2) ділимо на середньоквадратичні відхилення δ_1 і δ_2 і знаходимо по роках парні індекси погоди e_1 і e_2 .

Для цього прикладу результати розрахунків наведені в табл. 21.5.

Таблиця 21.5

Обчислення індексу для окремого фактора

Рік обліку хвороби	Сума опадів за вересень $r = +0,732; \delta = 11,38$	
	Значення фактора (x)	Парний індекс погоди (e)
2001	+32	2,81
2002	+35	3,07
2003	+20	1,76
2004	+43	3,78
2005	+15	1,32

Знак e залежить від знака коефіцієнта кореляції та знака показника фактора. Якщо знаки однакові, то індекс буде позитивний, при різних знаках – індекс від'ємний.

Отримавши для кожного фактора погоди індекси (e), обчислюємо також для кожного року сумарні індекси (x) за формулою:

$$x = \sum e : k, \quad (21.6)$$

де k – кількість використаних факторів.

4. Сумарний індекс x становитиме середнє з:

$$(e_1 + e_2) : 2.$$

Сумарний індекс є своєю рідною рівнодіючою різностороннього впливу факторів попереднього періоду на розвиток хвороби. Результати розрахунків за варіантом необхідно занести до табл. 21.6.

Таблиця 21.6

**Обчислення окремих і сумарних індексів
для суми опадів за квітень, травень**

Рік обліку хвороби	Індекси погоди (e)				Сумарні індекси (x)	
	x_1 (IV)	e_1	x_2 (V)	e_2	$\sum e$	x
2001						
2002						
2003						
2004						
2005						

Завдання 4 (етап 4). Розрахувати формули прогнозу (рівняння регресії).

Методика виконання завдання

1. Після того, як буде отриманий надійний сумарний індекс, а зв'язок між елементами погоди і розвитком хвороби прямолінійний, можна розраховувати рівняння типу: $y = a + bx$. Значення постійних параметрів рівняння визначають на основі фактичних багаторічних даних. Їх обчислення проводять за способом найменших квадратів за допомогою таких рівнянь:

$$\Sigma y = a \cdot n + b \Sigma x; \quad (21.7)$$

$$\Sigma xy = a \Sigma x + b \Sigma x^2. \quad (21.8)$$

Для цього обробляють дані відповідно до табл. 21.6.

Таблиця 21.6

Обробка даних розвитку хвороби у зв'язку із сумарним індексом

Рік обліку хвороби (n)	Сумарний індекс (x)	Квадрат сумарного індексу (x^2)	Фактичний розвиток хвороби (y)	Добуток сумарного індексу на проявлення хвороби (xy)
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				
$\Sigma n=5$	$\Sigma x=$	$\Sigma x^2=$	$\Sigma y=$	$\Sigma xy=$

2. Отримані показники слід підставити у рівняння 21.7–21.8 і розв'язати цю систему рівнянь з двома невідомими. Спочатку проводять перехресне множення цифрових значень обох рівнянь на показники коефіцієнта a . Після цього отриманий числовий ряд другого рівняння необхідно помножити на (-1) і підсумувати обидва рівняння, при цьому перший член рівнянь з невідомим a скоротиться і залишиться рівняння з одним невідомим b , числове значення якого можна визначити.

Обчислення члена a проводять за рівнянням 21.7, підставивши у нього визначене значення b . Перевірку отриманих параметрів проводять шляхом підставлення їх значень у

рівняння 21.7, після розв'язування якого права та ліва його частини повинні бути майже рівними.

3. Формула (рівняння) прогнозу набуває такого вигляду:

$$y = \pm a + bx, \quad (21.8)$$

де a , b – визначені числові значення постійних членів;

x – сумарний індекс погоди.

Результат завдання:

(формула прогнозу)

Завдання 5. *Визначити за відповідною формулою прогноз поширеності летючої сажки ярої пшениці на наступний рік у північному регіоні.*

На проявлення летючої сажки ярої пшениці в наступному році суттєвий вплив має температура ґрунту в перші 2–3 дні після сівби. За низької температури розвиток міцелію в тканинах рослини уповільнюється і рослина уникає зараження патогеном. Але вирішальне значення для первинного зараження рослин має відносна вологість повітря і наявність крапельно-рідинної вологи під квітковими плівками під час колосіння і цвітіння рослин. Тому основними прогностичними факторами (предикторами) довгострокового сезонного прогнозу летючої сажки ярої пшениці є показники погоди у період від початку колосіння до кінця цвітіння рослин. При цьому в різних регіонах значення цих факторів для розвитку хвороби неоднакове. У регіонах з достатнім зволоженням головну роль відіграє температура, а в регіонах з дефіцитом вологи – вологість повітря і кількість опадів. Установлено, що сума опадів 60–100 мм за період цвітіння культури збільшує зараження рослин, але сильні зливи при цьому змивають спори патогена з рослин, що стримує інфекційний процес.

На ступінь ураження рослин патогеном впливає інфекційне навантаження – кількість спор, що потрапляють на один колос чи зернівку, яку можна визначити за спеціальними методиками за допомогою споропасток.

Дослідниця Т.Н. Філіпова (1976) розробила на метеобіологічній основі математичні моделі (формули) довгострокового прогнозу летючої сажки для різних агрокліматичних зон.

Північні регіони:

$$y = -0,627 + 1,415x_1 + 0,015x_2 + 0,007x_3 \pm 0,04, \quad (21.9)$$

де y – прогнозована поширеність летючої сажки;

x_1 – поширеність сажки в поточному році, %;

x_2 – середня температура повітря червня-липня, °С;

x_3 – кількість днів у червні-липні з опадами понад 5 мм.

Південні регіони:

$$y = -0,334 - 0,0002x_1 + 0,022x_2 \pm 0,04, \quad (21.10)$$

де x_1 – середня максимальна температура повітря липня, °С;

x_2 – кількість днів у червні з опадами понад 5 мм.

Центральні регіони:

$$y = 2,02 - 0,06x_1 - 0,035x_2 \pm 0,05, \quad (21.11)$$

де x_1 – середня максимальна температура повітря червня, °С;

x_2 – кількість днів у червні-липні з опадами понад 5 мм.

Методика виконання завдання

1. Для розрахунків використовують формулу 21.9
2. Беруть до уваги, що поширеність сажки у поточному році становила 0,2 %.
3. Метеоумови червня та липня поточного року беруть з додатків практикуму відповідно до варіанта.
4. Варіантам 1–4 відповідають роки 1994–1997.

За результатами розрахунків зробити висновок щодо можливості використання у наступному році посівів ярої пшениці як насінневих та дати рекомендації відповідно до фітосанітарного стану посівів.

Робота 22. ПРОГНОЗУВАННЯ ХВОРОБ РОСЛИН НА ОСНОВІ

СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Метеопатологічний прогноз передбачає отримання і використання предикторів погоди на основі ретроспективного аналізу і знаходження зв'язку багаторічної динаміки хвороб із найбільш дієвими метеофакторами.

Для факторів погоди характерна значна мінливість за періодами патологічного циклу, які визначають у майбутньому стан розвитку хвороби. Складна взаємодія основних факторів погоди і хвороби не може бути виражена прямолінійно, тому математичні моделі, як правило, тільки приблизно описують можливий перебіг хвороби в конкретних умовах.

У літературних джерелах відомі спроби деталізувати характеристики патологічного процесу для окремих хвороб. Але таких епіфітотіологічних досліджень дуже мало через ряд об'єктивних причин. У цих умовах новим аспектом досліджень, що спрямовані на покращення прогнозу хвороб рослин, може бути вивчення гомеостазу «поведінки» паразитарних систем у різних природно-кліматичних зонах для рослин з однаковим генотипом.

Гомеостази – це стан рухливої динамічної рівноваги природної системи, якою є хвороба рослини, що підтримується постійною саморегуляцією на всіх етапах її розвитку.

Отримані дані у спрощеному варіанті будуть необхідними для розробки спеціальних шкал оцінки сприйнятливості погодних умов та визначення можливого ступеня ураження або для створення більш досконалих математичних і комп'ютерних моделей прогнозу. Поняття «паразитарна система» введено Є. Мартіні у 30-ті рр. ХХ ст., але відповідних досліджень дуже мало і вони виконані переважно в західних країнах. Важливою рисою будь-якої біологічної системи є наявність відносної внутрішньої стабільності, яка регулюється механізмами гомеостазу і залежить від умов зовнішнього середовища. Тому для прогнозування хвороб необхідно визначити для різних зон України параметри розвитку паразитарних систем (збудник хвороби – рослина-господар) під впливом погодних умов.

Під час статистичного аналізу визначається амплітуда мінливості ураження хворобами на одиницю суми опадів, температури і відносної вологості повітря за формулою:

$$b = \frac{\sum xy - xyn}{\sum x^2 - x^2n}, \quad (22.1)$$

де b – коефіцієнт регресії, який свідчить на скільки одиниць змінюється результативна ознака (поширеність, розвиток хвороби);

x – погодні умови;

y – результативна ознака;

n – кількість років.

Крім цього параметра можуть бути визначені коефіцієнти еластичності і стабільності, гомеостатичність хвороби.

В умовах Харківської області виконаний моніторинг розвитку основних хвороб помідорів та огірка за 16 років і статистичний аналіз впливу основних метеофакторів на розвиток цих хвороб, а також виявлені показники мінливості популяцій хвороб.

Визначено, що коливання поширеності фітофторозу помідорів за роками становить 42 %, розвитку – 22,6 % при середніх значеннях відповідно 28,0 та 13,9 %. Зміни суми опадів викликало зміну поширеності хвороби на 0,16 % розвитку – на 0,33 %. Температура повітря мала від’ємний вплив і при її підвищенні на 1°C поширеність зменшувалась на 0,52 %, розвиток на 0,45 %. Збільшення вологості повітря на 1 % викликало приріст поширеності хвороби на 4,43 %, розвитку – на 1,43 %.

Поширеність альтернаріозу помідорів становила 27 %, розвиток 8,9 %. Коефіцієнт кореляції суми опадів з розвитком хвороби високий – $r=0,98$. При збільшенні цього показника на 1 мм розвиток альтернаріозу зростає на 1 %. Підвищення вологості на 1 % сприяло поширенню хвороби на 1,8 %.

Поширеність септоріозу становила 4,7–8,0 %, у середньому 6,6 %, розвиток хвороби – 1,7 %. Від зміни суми опадів на 1 мм поширеність змінювалась на 0,05 %, розвиток хвороби на 0,01 %. Збільшення температури повітря на 1°C зменшувало поширення хвороби на 0,27%, розвиток на 0,06%. Приріст вологості повітря на 1% збільшував показник поширеності на 0,45 %, а розвиток септоріозу на 0,12 %.

Пероноспороз огірка мав поширеність 9-55%, у середньому 27,8 %, при ступені ураження 2–27%, у середньому – 14,5 %.

Виявлено суттєвий негативний вплив підвищення температури повітря ($b=-2,59 - -1,57$ та) та позитивний вплив вологості повітря ($b=0,68 - 2,07$). Для переноспорозу сприятливими є помірні опади, випадання роси, вологість повітря вище 70 %, які забезпечують збереження вологи на рослинах більше 4-5 год, особливо вночі.

Стан популяцій борошнистої роси мало залежав від суми опадів, більш суттєво впливали з позитивною кореляцією підвищення температури і вологості повітря.

Виявлені параметри стану популяцій основних хвороб помідорів та огірків, а також їх залежність від погоди може бути використана для короткострокового та сезонного прогнозування.

Таблиця 22.1

**Мінливість показників стану хвороб овочевих культур
у Харківській області в 1990–2005 рр. залежно
від факторів погоди, %**

Ураження та коефіцієнт регресії для факторів погоди (ϵ)	Фітофтороз		Пероноспороз		Борошниста роса		Бактеріоз	
	ністьпошире	розвиток	ністьпошире	розвиток	ністьпошире	розвиток	ністьпошире	розвиток
Опади, ϵ_o	0,16	0,33	-0,69	-0,09	0,04	0,01	0,25	0,04
Температура, ϵ_m	-0,52	-0,45	-1,57	-2,59	0,12	0,04	0,29	0,43
Вологість повітря, ϵ_v	4,43	1,43	0,68	2,07	0,17	0,02	0,21	0,02
Середні багаторічні, %	28,0	13,9	27,8	14,5	13,2	3,9	22,1	11,1

Завдання 1. *Визначити вірогідні поширеність і розвиток хвороб помідора та огірка шляхом аналізу відмінностей погоди червня (основний період вегетації) за відповідний до варіанта рік (табл. 22.2).*

Вихідні дані для виконання завдань 1, 2

Варіант	Рік спостережень
1	1994
2	1995
3	1996
4	1997
5	2002
6	2003

Методика виконання завдання

1. Згідно з метеоданими за відповідний рік визначити середньомісячні значення температури і вологості повітря та суму опадів за червень (критичний період розвитку хвороб).

2. Порівняти отримані показники із середньобагаторічними і визначити відхилення їх значень від середньобагаторічних (+, -).

3. За даними табл. 22.1 виконати прогноз прояву хвороб (поширеність і розвиток, %). Для цього коефіцієнт регресії певного фактора погоди помножити на показник відхилення погодного фактора від середньобагаторічного та додати або відняти від показника середньобагаторічного прояву хвороби. При цьому необхідно враховувати знак коефіцієнта регресії (b), який показує тенденцію та кількість одиниць, на яку може змінитись поширеність чи розвиток хвороби в умовах конкретного року, коли має місце відхилення погоди від норми. Розрахунки проводять за формулою:

$$P, P_{\pm} = P_{cb} \pm (P_{cb} \cdot \text{відхилення показників погоди} \cdot b), \quad (22.2)$$

де P, P_{\pm} – вірогідні поширеність чи розвиток хвороби;

P_{cb}, P_{cb} – середньобагаторічні показники прояву хвороби, %;

b – коефіцієнт регресії для певного фактора погоди.

4. Розрахунок вірогідного прояву хвороб виконати послідовно для кожного з факторів погоди. Результати прогнозу занести до табл. 22.3, зробити висновки щодо сприятливості погоди для розвитку хвороб та можливого їх прояву.

Результати аналізу метеофакторів і прогнозу ураженості

овочевих культур на основі системного аналізу за _____ р.

Назва метео-факторів	Значення за червень	Відхилення від норми	Можливі зміни стану хвороби, %								
			фітофтороз		пероноспороз		борошниста роса		бактеріоз		
			П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	

Примітка: П – поширеність, %; Р – розвиток, %.

Висновок:

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ОСНОВНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ
ВЕГЕТАЦІЙНИХ ПЕРІОДІВ 1994 – 1997, 2002, 2003 рр.

Квітень 1994 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	6,1	11,4	1,8		75	57
2	6,3	13,5	-0,2		79	66
3	6,8	12,8	1,3		76	59
4	8,2	13,3	4,0		68	56
5	9,6	15,0	6,0		63	50
6	9,0	13,1	6,1		62	52
7	9,9	13,7	5,0		64	50
8	8,0	12,0	6,3		64	55
9	7,9	9,0	5,0		85	70
10	9,6	15,2	5,5	0,3	73	65
За дек.	8,1	15,2	-0,2	0,3	73	50
11	10,9	14,6	8,0		82	74
12	11,4	17,6	5,9		76	63
13	13,2	19,6	7,3		69	50
14	14,2	20,3	8,5		60	43
15	11,9	17,9	7,9	2,5	77	52
16	13,8	20,9	6,2		57	40
17	15,0	22,1	9,7		52	36
18	16,5	24,0	9,9		52	35
19	12,0	15,0	8,0		60	57
20	9,4	15,3	3,0		61	57
За дек.	12,8	24,0	3,0	2,5	64	35
21	8,1	10,0	6,0	6,2	74	61
22	6,1	8,0	5,0	9,7	92	80
23	8,2	11,0	5,0	3,5	92	90
24	10,4	14,1	6,1	16,5	96	92
25	10,2	11,9	8,0	4,7	93	88
26	10,9	14,8	7,8		90	80
27	11,8	17,7	8,8		79	66
28	13,2	19,1	6,9		60	40
29	14,3	20,6	7,2		50	34
30	16,1	13,0	8,0		47	31
За дек.	10,9	23,0	5,0	40,6	77	31

Т р а в е н ь 1994 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна	Мінімальна
	середня	макс.	мін.		вологість, %	вологість повітря, %
1	16,9	23,4	10,0		52	38
2	14,2	19,0	10,0		62	56
3	9,4	12,3	6,0	5,4	81	69
4	4,0	6,3	2,0	11,9	88	80
5	6,0	10,2	2,0		80	63
6	8,4	12,1	5,0	8,5	92	90
7	4,5	6,4	2,9	2,6	89	80
8	11,9	16,2	7,0		78	63
9	11,3	16,0	6,1		72	46
10	10,0	14,0	5,9		76	60
За.дек.	9,7	23,4	2,0	28,4	77	38
11	10,9	13,8	7,0	0,5	80	68
12	13,2	18,2	8,8		67	41
13	14,7	20,4	9,1		49	32
14	14,5	21,9	8,1	2,5	62	45
15	10,7	16,6	6,4		71	48
16	16,0	23,0	9,0		59	39
17	17,6	25,0	11,8	6,9	62	41
18	20,4	27,9	13,3	2,5	56	30
19	21,1	28,5	15,0		46	29
20	22,4	29,0	15,0		48	28
За дек.	15,2	29,0	6,4	12,4	60	28
21	21,9	27,2	16,0		48	32
22	17,2	19,9	15,0	3,1	72	60
23	11,7	15,7	8,3		72	79
24	14,9	18,1	9,6	9,2	63	67
25	12,1	15,1	9,6		80	67
26	13,9	17,4	8,7		72	54
27	15,6	19,7	10,9	4,1	88	83
28	17,0	18,2	7,9	28,5	91	83
29	11,3	15,5	6,9	0,7	70	56
30	12,6	18,0	6,0		60	40
31	12,4	14,0	11,0		80	75
За дек.	14,2	27,2	6,9	45,6	74	32

Червень 1994 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	10,2	14,2	6,0	3,2	79	60
2	10,9	15,0	7,0		74	63
3	14,8	20,0	10,0		79	70
4	16,7	22,0	12,6		74	69
5	17,2	23,4	14,0		55	47
6	18,4	21,4	13,6		74	64
7	17,1	20,8	14,		75	56
8	14,5	16,9	12,9		87	81
9	19,3	25,4	12,6		72	55
10	21,9	28,1	16,1	3,4	68	40
За дек.	16,1	28,1	6,0	6,6	77	40
11	17,9	21,7	15,8	16,8	89	79
12	17,6	20,6	14,9	1,9	90	84
13	17,8	23,0	15,0	3,7	76	62
14	15,3	17,0	11,0	7,5	75	65
15	14,8	18,0	10,0		79	60
16	15,8	20,0	12,1	0,9	69	60
17	16,0	20,0	12,4		70	60
18	14,1	18,2	11,5	6,2	80	70
19	13,5	17,0	10,0		75	67
20	14,1	16,9	11,9	3,8	87	78
За дек.	15,7	23,0	10,0	40,8	79	58
21	13,6	17,8	9,9		68	54
22	16,4	27,8	9,3		66	48
23	18,4	24,0	13,9		67	53
24	14,1	18,1	9,8	1,5	75	58
25	12,2	14,7	8,9	3,0	88	67
26	16,1	20,8	9,6	2,5	84	58
27	19,9	26,3	11,1		66	42
28	20,6	25,3	16,5		64	50
29	19,3	24,1	14,5		59	42
30	19,2	24,0	15,0		57	36
За дек.	17,0	27,8	8,9	7,0	69	36

Л и п е н ь 1994 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	21,3	27,0	16,0		67	55
2	17,0	22,1	14,2		56	40
3	18,0	22,5	13,		67	53
4	19,9	24,8	15,0		66	42
5	17,9	22,9	12,9	3,9	68	50
6	16,8	20,5	11,3		67	48
7	14,7	17,3	11,8		71	60
8	17,9	22,3	12,5	0,7	62	43
9	20,7	26,8	14,0	1,4	76	60
10	21,3	26,0	16,5		78	61
За дек.	18,6	27,0	11,3	6,0	68	40
11	20,6	24,8	14,9		61	43
12	22	28,8	14,3		52	33
13	22,6	29,2	15,8		47	30
14	20,2	24,6	14,4		52	32
15	22,4	27,8	15,1	4,2	62	41
16	20,4	28,0	16,7	7,4	76	61
17	23,1	29,1	16,4		75	60
18	24,5	29,7	16,7	0,5	65	48
19	21,8	28,3	18,8	1,5	79	66
20	21,5	25,7	16,9		60	44
За дек.	21,9	29,7	14,3	13,6	63	30
21	21,5	25,5	16,5		58	40
22	20,7	26,2	16,1		58	36
23	18,4	23,7	12,9		64	45
24	17,4	22,0	11,6		64	46
25	20,9	27,2	12,3		50	38
26	19,6	26,4	14,0		49	32
27	20,1	27,2	15,0		52	30
28	20,4	26,4	16,8	4,6	55	42
29	19,2	24,5	15,0		53	37
30	20,3	27,0	15,0		42	30
31	20,2	26,0	15,0		42	28

За дек.	19,9	28,0	11,6	4,6	53	28
---------	------	------	------	-----	----	----

Серпень 1994 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна	Мінімальна
	середня	макс.	мін.		вологість, %	вологість повітря, %
1	21,9	27,5	15,6		50	36
2	23,2	29,8	16,7		51	30
3	22,7	30,0	17,9	2,9	55	32
4	19,6	23,3	16,8		71	51
5	20,6	25,3	13,7		55	39
6	22,5	28,7	15,1		50	31
7	25,1	31,6	17,6		44	29
8	25,1	32,	19,0		43	36
9	27,4	33,0	21,0		43	30
10	27,2	33,5	21,4		42	29
За дек.	23,5	33,5	13,7	2,9	50	29
11	24,0	29,5	19,9		54	42
12	23,2	31,0	17,0		52	35
13	19,6	26,2	14,1	6,0	61	50
14	20,3	25,0	14,5		60	44
15	18,7	21,7	15,5	6,8	67	40
16	13,6	17,9	11,2	3,5	68	60
17	15,7	21,5	9,7		69	47
18	18,4	23,6	11,1		68	45
19	20,8	26,6	13,2		62	40
20	18,1	22,1	14,8	0,4	68	54
За дек.	19,2	31,0	9,7	16,7	63	35
21	17,8	21,0	13,1	0,3	65	44
22	15,6	18,0	12,7	1,0	72	64
23	16,0	19,0	12,0	0,3	77	62
24	16,1	20,0	12,0		74	65
25	16,5	20,0	9,0		72	60
26	15,6	20,1	9,0		62	39
27	14,1	19,5	8,9		58	49
28	15,6	20,0	10,0		72	61
29	17,4	22,1	11,3		71	32
30	18,8	23,9	12,8		59	35

31	19,2	24,1	13,8		57	40
За дек.	16,6	24,1	8,9	1,6	67	35

Вересень 1994 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	18,8	24,3	15,1	2,7	82	66
2	18,6	24,0	11,7		72	45
3	19,7	25,0	15,4		69	50
4	19,7	24,6	15,8	0,3	74	67
5	19,3	24,0	14,8		72	46
6	16,0	19,0	13,4	31,0	86	83
7	18,5	23,6	15,0	16,0	76	56
8	12,0	12,3	11,4	8,4	90	88
9	14,7	17,7	11,9	3,8	81	63
10	16,0	21,8	8,6		73	48
За дек.	17,3	25,0	8,6	62,2	78	45
11	18,0	23,0	14,6		74	53
12	15,1	18,2	12,3		65	46
13	13,0	18,5	7,4		65	42
14	13,0	14,8	7,6	3,4	80	72
15	11,5	12,4	10,5	4,1	91	88
16	11,0	14,2	7,9	2,1	77	68
17	7,3	12,4	3,0		69	54
18	6,9	8,0	4,5	4,7	80	723
19	10,1	11,7	7,9		81	78
20	12,5	14,7	10,5	11,4	94	92
За дек.	11,8	23,0	3,0	25,7	78	42
21	11,7	12,8	10,3	1,0	92	88
22	5,3	7,2	3,7		76	67
23	5,7	10,7	1,4		55	32
24	6,8	12,9	0,6		57	40
25	8,8	13,5	4,1		65	52
26	10,0	13,8	6,1		63	48
27	8,4	13,2	5,6		61	36
28	7,9	13,6	2,1		66	38
29	9,2	15,2	2,9		61	40

30	10,3	17,0	4,2		60	37
За дек.	8,4	17,0	0,6	1,0	66	32

**ОСНОВНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ
ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ 1995 р.**

К в і т е н ь 1995 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	0,9	2,2	-0,2	17,8	90	85
2	1,3	4,0	-2,0		81	72
3	1,9	4,0	-1,7	0,8	89	87
4	2,4	10,0	-3,5		76	60
5	0,8	1,2	-3,1	8,1	88	80
6	2,3	7,0	-1,5		70	60
7	3,5	5,0	2,0	4,4	80	62
8	3,9	6,0	0	4,7	88	80
9	4,8	6,0	3,4	3,6	94	85
10	5,3	7,0	2,8	9,0	94	91
За дек.	2,7	10,0	-3,5	48,5	85	60
11	8,7	14,4	3,7	3,3	90	84
12	5,2	10,2	1,7		76	60
13	9,2	17,0	2,6		76	63
14	11,0	17,1	5,8		70	50
15	8,5	11,3	6,8	3,5	90	87
16	9,7	12,5	7,1	0,6	90	80
17	9,4	13,0	5,4	1,4	67	50
18	10,4	15,7	7,5	7,7	76	65
19	12,0	18,0	7,0	3,2	75	54
20	15,0	23,0	10,4		65	50
За дек.	9,9	23,0	1,7	19,7	78	50
21	16,6	24,0	12,0		58	50
22	14,5	23,0	9,0	4,2	62	55
23	15,4	22,7	8,5		61	50
24	17,4	24,3	10,8		57	37
25	17,5	25,0	11,4		49	34
26	15,6	28,0	11,9		74	51
27	15,7	22,2	10,9	0,9	77	66
28	15,6	21,1	9,9		75	60
29	15,5	22,5	9,1		79	69
30	14,3	16,5	10,8		70	53
За дек.	15,8	25,0	8,5	5,1	66	34

Т р а в е н ь 1995 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна	Мінімальна
	середня	макс.	мін.		вологість, %	вологість повітря, %
1	11,7	16,7	7,9		60	41
2	8,6	13,0	4,8		52	37
3	6,8	9,7	3,0		51	40
4	9,4	14,5	2,8		50	36
5	11,9	17,0	4,1		59	43
6	12,6	18,3	6,9		63	45
7	11,6	15,8	7,6	0,3	78	65
8	11,5	18,3	7,9		76	60
9	13,5	14,7	6,8	0,9	71	54
10	12,4	17,2	8,4		73	58
За дек.	11,0	19,7	2,8	1,2	63	36
11	8,2	13,1	4,8	0,3	70	52
12	12,0	15,1	5,8		72	60
13	17,2	23,7	11,5		71	52
14	22,2	28,3	17,5		77	60
15	20,1	22,7	16,8	1,5	81	75
16	10,8	16,9	9,6		84	80
17	12,8	19,5	6,8		70	54
18	15,6	21,5	9,1		62	43
19	15,4	21,0	10,9	1,2	76	53
20	18,2	25,5	10,1		68	45
За дек.	15,2	28,3	4,8	3,0	73	43
21	17,5	27,3	12,0	4,0	83	69
22	17,6	25,7	12,4	0,3	80	60
23	19,6	26,2	12,6		75	48
24	23,4	29,7	15,9		59	40
25	21,7	27,4	17,9	9,8	73	60
26	21,9	27,7	16,5		80	65
27	23,8	30,3	17,0		58	40
28	23,6	29,6	18,6		51	37
29	22,2	27,8	17,9	0,3	62	47
30	23,6	29,3	17,0		55	39

31	24,1	30,5	16,7		45	30
За дек.	20,9	30,5	12,0	14,4	66	30

Червень 1995 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	25,3	31,7	18,5		49	33
2	25,2	31,3	18,1		45	29
3	26,3	32,6	18,7		43	27
4	26,6	31,8	19,2		45	30
5	24,4	29,	18,2	0,4	51	39
6	20,1	24,3	17,1		66	50
7	18,1	22,4	14,2		64	51
8	20,1	25,2	15,9		52	40
9	22,9	27,3	17,0		44	30
10	24,2	28,4	18,8		52	36
За дек.	23,3	32,6	14,2	0,4	51	27
11	24,7	29,5	19,5		51	31
12	22,2	27,5	18,6		61	47
13	21,5	27,3	16,9	1,6	60	48
14	24,3	30,2	18,2	4,5	50	31
15	22,8	28,9	19,1		55	39
16	24,4	30,9	18,9		62	47
17	24,2	31,4	18,6	2,1	57	38
18	24,4	30,2	18,9	1,3	61	46
19	23,2	28,9	19,5	0,4	69	53
20	19,2	25,7	17,0	1,9	72	55
За дек.	23,1	31,4	16,9	11,8	60	31
21	15,4	19,5	12,9	2,1	69	60
22	14,7	18,4	11,4	13,9	88	81
23	19,4	25,0	14,9		89	60
24	19,6	25,4	13,9		75	55
25	22,3	29,3	17,1	2,9	75	61
26	22,7	26,2	17,8	2,7	81	69
27	21,5	27,1	18,3	7,8	78	65
28	22,0	26,0	18,6		79	70
29	20,2	23,9	17,9	45,4	89	82

30	19,9	24,1	17,4		81	69
За дек.	19,8	29,3	11,4	74,8	80	55

Л и п е н ь 1995 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів,мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	20,3	25,1	15,9		69	51
2	21,0	26,2	16,7		64	47
3	17,8	23,7	12,4		57	41
4	20,3	27,2	11,9		59	47
5	22,9	26,9	16,9		71	63
6	19,6	24,2	16,3		70	54
7	19,5	25,9	14,2		69	56
8	20,5	25,7	15,1		60	46
9	22,3	26,5	15,9		70	58
10	23,1	29,2	16,7		61	48
За дек.	20,7	29,2	11,9	0	65	41
11	23,0	29,3	17,4		54	39
12	21,8	26,0	18,1	0,7	58	45
13	22,7	27,5	16,9		53	38
14	23,2	29,3	16,3		51	36
15	24,5	29,9	18,1		54	39
16	20,8	25,0	16,9	1,9	76	57
17	18,9	23,7	15,4	4,0	80	50
18	19,9	27,4	12,9		48	37
19	21,9	29,2	13,8		44	31
20	18,1	20,6	15,6	7,4	73	60
За дек.	21,3	29,9	12,9	14,0	55	31
21	17,4	23,7	13,4		67	51
22	21,4	27,4	14,8		54	42
23	23,5	31,6	17,2		50	33
24	24,8	31,8	18,2		46	30
25	24,9	31,2	19,9	1,1	60	38
26	19,9	23,1	17,6		76	60
27	19,7	25,0	15,9		67	49
28	15,1	16,4	13,8	0,6	71	56
29	15,8	18,0	13,9	4,5	86	80

30	17,1	21,7	15,5	0,5	79	71
31	20,6	26,6	14,8		73	53
За дек.	20,0	31,8	13,4	6,7	66	30

Серпень 1995 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	21,9	27,9	16,1		68	46
2	22,8	28,5	16,1		71	54
3	22,4	27,9	16,9		73	52
4	19,7	21,3	17,9	7,0	86	82
5	20,6	25,7	15,4	7,9	82	65
6	17,7	19,8	16,1	1,5	80	68
7	17,4	20,9	15,2	1,0	80	62
8	19,2	25,8	12,9		64	40
9	18,0	23,7	13,8	1,8	70	50
10	17,4	22,3	11,9		61	38
За дек.	19,7	28,5	11,9	19,2	74	38
11	18,4	25,5	10,4		66	47
12	15,5	18,7	11,4		73	56
13	16,6	22,5	9,3		66	30
14	17,9	23,1	10,9		64	45
15	18,7	24,5	11,8		65	41
16	20,1	26,0	13,8		64	43
17	21,7	27,8	14,9		67	50
18	21,4	27,2	15,2		64	44
19	22,5	28,8	14,8		61	42
20	23,6	30,6	15,6		55	36
За дек.	19,6	30,6	9,3	0	65	36
21	20,8	27,2	16,0		72	62
22	18,2	22,6	14,1		55	34
23	16,8	23,5	8,8		58	38
24	19,7	27,8	14,0		58	38
25	21,3	29,3	12,7		60	35
26	21,2	28,9	13,5		55	38
27	21,4	28,0	14,7	0,6	77	64
28	18,7	23,0	15,4	10,8	83	69
29	19,0	25,7	12,8		70	48

30	20,9	27,5	13,5		60	43
31	18,7	22,5	14,6	0,4	67	52
За дек.	19,7	29,3	8,8	11,8	65	34

Вересень 1995 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна	Мінімальна
	середня	макс.	мін.		вологість, %	вологість повітря, %
1	17,9	24,5	10,2		61	45
2	22,8	30,2	15,3	2,1	66	36
3	18,5	23,9	12,9		70	47
4	16,4	20,2	11,4		80	66
5	17,7	25,0	12,1	7,7	82	59
6	17,9	23,1	12,5		75	55
7	19,4	24,4	13,8	1,9	83	75
8	17,6	20,0	15,1		87	80
9	18,5	24,5	14,1		77	51
10	19,2	24,3	13,3		75	56
За дек.	18,6	30,2	10,2	11,7	76	36
11	15,7	18,1	14,0	25,1	91	85
12	17,9	23,1	12,0	1,7	76	51
13	16,8	22,0	11,5		74	44
14	18,4	24,6	11,8		71	51
15	19,0	26,4	11,0		73	58
16	16,5	21,0	12,2	17,0	79	69
17	6,3	14,2	4,9	9,0	83	80
18	6,9	12,5	1,0		59	36
19	9,5	16,1	2,0		62	42
20	9,1	13,1	3,4		68	49
За дек.	13,6	26,4	1,0	52,8	74	36
21	8,9	13,0	3,9	4,4	79	65
22	12,2	15,9	8,5	9,5	88	80
23	11,3	14,6	8,8		74	49
24	11,7	15,7	7,9		71	54
25	12,0	17,1	4,9		83	73
26	13,0	18,5	6,0		79	64
27	12,7	18,9	5,6		75	56
28	13,7	19,0	6,4		68	49
29	14,3	18,6	9,5		77	62

30	12,5	17,9	9,1	4,3	81	70
За дек.	12,2	19,0	3,9	18,2	76	49

**ОСНОВНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ
ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ 1996 р.**

Квітень 1996 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів,мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	1,9	3,3	0,8	10,6	93	90
2	2,2	5,5	-0,2	2,6	78	68
3	2,1	5,3	-0,5		83	73
4	4,1	8,5	-0,1		72	61
5	4,4	9,5	0,1		67	55
6	4,6	9,9	-0,3		63	52
7	4,1	8,0	0,4		62	47
8	4,3	7,7	0,7		74	67
9	4,1	7,5	0,8		79	70
10	3,6	5,2	1,4	1,7	89	83
За дек.	3,5	9,9	-0,5	14,9	76	47
11	4,1	7,0	1,6	2,2	90	80
12	5,0	9,7	1,7		89	72
13	5,5	9,0	1,9		86	75
14	7,3	11,9	2,5		86	70
15	8,0	13,0	3,9	1,2	87	68
16	10,4	15,8	4,8		70	56
17	7,3	10,0	5,2	9,4	90	85
18	7,1	8,5	5,6	0,4	88	87
19	9,2	13,5	5,0		71	60
20	10,0	14,4	6,0		80	65
За дек.	7,4	15,8	1,6	13,2	74	56
21	11,2	17,0	6,4		74	54
22	13,1	20,5	7,1		62	44
23	14,7	21,5	7,9		66	46
24	16,3	23,8	8,4		56	39
25	17,0	26,2	9,4		54	41
26	15,5	22,1	9,9	3,2	72	56
27	10,8	16,0	8,4	11,3	90	87
28	10,1	15,1	4,8		65	57
29	9,7	16,9	3,8		62	55
30	13,2	19,7	5,3		60	45
За дек.	13,2	26,2	3,8	14,5	66	39

Т р а в е н ь -1996 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів,мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	16,2	24,5	8,1		55	36
2	15,4	20,9	9,4		51	32
3	15,3	21,8	10,0	10,3	62	40
4	17,5	23,6	11,2	2,7	73	58
5	18,8	24,9	12,2		61	39
6	18,7	23,5	12,7		69	50
7	20,5	27,6	12,4		55	32
8	22,4	28,9	13,5		51	30
9	21,5	28,6	12,9		49	32
10	22,2	29,1	13,8		45	27
За дек.	18,9	29,1	8,1	13,0	57	27
11	22,0	28,2	13,9		45	30
12	22,7	29,9	14,2		46	28
13	22,9	30,5	13,9		42	25
14	21,8	29,7	14,5	4,3	49	30
15	18,9	25,8	12,9	9,6	60	34
16	18,8	24,8	12,9	0,7	71	51
17	21,2	28,0	13,4		65	54
18	21,0	27,2	13,8	0,4	66	46
19	18,3	24,6	14,0	6,9	74	60
20	19,1	25,5	12,0	3,8	79	66
За дек.	20,7	30,5	12,0	25,7	64	25
21	19,5	27,0	13,6	11,0	77	59
22	11,0	18,0	8,2		83	74
23	12,3	16,6	7,9	0,4	78	60
24	12,8	17,5	8,7		79	62
25	15,8	20,9	9,2		76	55
26	17,7	24,2	10,0		68	50
27	18,4	25,3	10,4		67	47
28	18,7	25,5	10,8		73	60
29	20,4	27,6	12,0		65	46

30	20,2	26,8	12,9		64	52
31	16,3	21,0	10,9		60	45
За дек.	16,6	27,6	7,9	11,4	72	45

Червень 1996 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	14,7	19,1	9,5	0,5	56	40
2	13,6	16,3	10,1	5,9	68	54
3	13,8	16,9	10,6	2,5	85	77
4	15,2	21,8	10,9	8,2	83	69
5	17,5	22,0	11,0	16,0	85	66
6	15,9	22,5	10,0		65	48
7	16,6	22,9	9,6		57	40
8	17,8	24,4	9,9		55	35
9	18,8	24,6	9,7		49	29
10	20,1	27,4	10,8		50	27
За дек.	16,4	27,4	9,5	33,1	65	27
11	21,8	30,0	12,8	0,6	62	30
12	22,9	29,5	13,4		72	40
13	23,0	29,4	14,7		60	37
14	21,8	29,7	14,9	4,2	71	39
15	13,6	18,1	10,9	14,6	87	70
16	14,3	19,0	8,9	5,0	85	69
17	15,1	19,1	8,5		80	67
18	13,7	19,5	8,2	0,5	78	64
19	16,2	22,2	8,3	5,0	85	60
20	18,7	24,9	10,3		77	57
За дек.	18,1	30,0	8,2	29,9	75,2	30
21	20,4	26,7	13,8		59	45
22	21,5	27,7	14,2		51	32
23	22,3	30,2	15,0		57	40
24	23,7	31,0	16,5		55	35
25	22,6	29,0	17,2		56	32
26	19,2	27,5	15,1	8,2	58	45
27	18,5	25,0	12,6	6,4	79	67
28	15,6	20,5	14,6		75	60
29	15,5	20,6	9,7		66	53

30	16,5	21,9	10,5		64	47
За дек.	19,7	31,0	9,7	14,6	62	32

Л и п е н ь 1996 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	19,4	23,4	14,8	1,6	79	70
2	19,7	23,8	15,4		78	63
3	22,7	28,9	15,9		66	46
4	21,0	26,0	17,6		65	50
5	21,0	26,9	14,9		60	44
6	22,1	28,5	15,1		55	38
7	24,5	32,0	15,8		59	44
8	22,0	27,5	18,8	11,4	69	58
9	25,8	33,2	18,5		61	37
10	26,6	34,8	19,8		49	27
За дек.	22,5	34,8	14,8	13,0	64	27
11	28,2	36,8	20,9		43	24
12	27,0	36,9	21,2	0,9	42	21
13	26,4	34,0	14,0		51	32
14	24,0	30,8	18,5		47	30
15	23,7	30,4	17,5		56	37
16	23,5	30,5	17,0		54	33
17	18,7	22,7	16,0	1,7	59	41
18	17,3	22,5	10,6	2,0	77	68
19	17,4	24,0	11,1	0,9	75	67
20	15,8	23,3	10,9	0,4	69	60
За дек.	22,2	36,9	10,6	5,9	57	21
21	14,8	19,9	9,2		68	54
22	15,3	20,6	8,0		63	37
23	14,8	21,2	7,8		62	40
24	16,2	23,5	8,5		62	35
25	16,8	24,2	9,7		56	37
26	19,2	25,9	10,5		63	43
27	18,1	25,2	12,1	0,6	65	49
28	17,0	23,0	12,2	1,9	72	52
29	20,2	26,0	12,5		66	40

30	21,5	28,8	13,2		64	37
31	23,4	31,2	14,9		61	33
За дек.	17,9	31,2	7,8	2,5	64	33

Серпень 1996 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімална вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	25,1	32,5	16,0		58	32
2	22,3	28,5	15,4		54	30
3	22,9	29,8	15,0		51	28
4	23,6	30,4	16,3		54	35
5	23,9	31,5	16,7		46	27
6	23,4	31,0	15,9		50	30
7	17,7	23,0	15,5	0,6	73	62
8	12,5	15,6	10,7	17,2	93	91
9	15,0	21,2	10,2	1,4	76	57
10	18,8	22,8	9,3		58	47
За дек.	20,5	32,5	9,3	19,2	61	27
11	19,2	22,9	9,9		56	45
12	20,6	25,0	9,5		57	44
13	21,4	25,4	10,3		55	38
14	22,4	27,7	10,0		52	36
15	21,5	25,8	11,2		45	30
16	22,3	26,8	12,0		42	27
17	23,9	28,2	12,6		40	24
18	22,2	29,1	13,6		44	25
19	20,6	27,7	15,7		53	35
20	21,7	25,5	16,9		56	32
За дек.	21,6	29,1	9,5		50	24
21	25,7	29,0	18,4		42	28
22	22,6	27,7	16,7	0,8	69	40
23	20,1	23,9	16,9	4,9	73	50
24	19,4	23,5	15,0		80	55
25	19,5	26,4	16,6	13,2	81	65
26	19,0	17,2	14,0	2,2	88	80
27	13,9	19,2	9,1		55	36
28	16,1	23,5	7,8		58	32
29	16,9	24,7	7,1		52	30

30	17,2	25,2	7,9		44	24
31	17,7	26,3	8,4		38	22
За дек.	18,5	29,0	7,1	21.1	62	22

В е р е с е н ь 1996 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна	Мінімальна
	середня	макс.	мін.		вологість, %	вологість повітря, %
1	19,1	27,2	9,9		36	20
2	20,4	28,3	11,9		35	21
3	21,0	28,2	13,1		35	24
4	20,3	26,2	14,2		42	29
5	17,7	22,9	14,5	3,7	75	50
6	18,2	23,0	13,9	2,9	87	70
7	19,6	23,1	12,9	0,3	85	66
8	12,9	15,7	11,9	17,4	92	86
9	14,2	19,6	9,7		82	60
10	13,8	14,7	11,5	1,8	89	77
За дек.	17,7	28,3	9,7	26,1	66	20
11	12,4	16,1	19,4		82	62
12	11,1	14,2	7,7	0,6	85	69
13	13,1	19,9	6,6	9,7	79	50
14	16,8	21,2	11,5	18,4	94	88
15	12,3	18,1	8,6	3,6	91	81
16	9,8	14,4	5,9	3,7	79	60
17	8,7	11,5	5,7	6,3	96	92
18	9,7	13,5	6,0	3,0	86	69
19	10,1	13,8	6,9	4,3	78	55
20	7,8	10,8	5,0	0,5	84	74
За дек.	11,1	21,2	5,0	50,1	85	50
21	6,3	11,0	2,9		77	54
22	6,1	10,2	1,4		65	45
23	6,6	11,5	2,4		62	43
24	7,6	11,4	3,6		68	48
25	6,8	9,0	5,5	17,9	95	93
26	10,3	12,2	6,9	0,9	91	82
27	9,4	10,8	7,4	4,8	98	95
28	9,0	10,5	6,9	14,8	96	91

29	4,4	8,8	1,2		67	49
30	3,7	10,0	-2,1		73	54
За дек.	7,0	12,2	-2,1	38,4	79	43

ОСНОВНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ 1997 р.

Квітень 1997 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	7,0	13,7	-0,1		70	59
2	9,8	17,4	1,9		72	60
3	12,1	19,7	4,4		70	60
4	7,2	13,5	5,1		76	65
5	4,8	6,0	3,9	7,3	91	85
6	4,1	7,9	-0,2		72	58
7	1,3	4,3	0,3	0,7	73	60
8	0,7	2,1	-0,2	17,6	94	88
9	0,8	3,5	-0,9	1,2	77	67
10	0	2,1	-2,7	7,7	75	65
За дек.	4,8	19,7	-2,7	26,8	75	58
11	1,6	4,2	-1,4	4,0	90	84
12	4,2	4,8	3,4	0,5	88	80
13	3,2	7,4	0,3		76	64
14	4,3	8,5	-0,4		69	55
15	7,0	9,1	4,0	0,5	85	72
16	4,3	7,1	2,5	9,7	90	81
17	6,6	9,9	4,1	2,1	88	79
18	3,8	7,2	1,7	1,7	83	72
19	4,7	7,0	2,5	2,3	79	70
20	3,2	5,0	4,7	7,7	85	77
За дек.	4,3	9,9	-1,4	28,5	82	55
21	3,9	6,1	2,0	6,2	91	84
22	2,2	6,6	-0,5	11,7	82	76
23	5,4	7,7	2,1	5,3	9,3	85
24	5,8	9,9	3,4	3,3	76	70
25	9,7	15,3	4,1		56	43
26	10,3	16,8	2,1		50	42
27	7,5	12,5	2,5		44	35
28	9,2	16,5	2,8		40	31
29	10,0	17,6	3,5		39	30
30	13,2	19,7	4,9		36	28
За дек.	7,7	19,7	-0,5	26,4	61	28

Т р а в е н ь 1997 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	14,5	21,4	6,8		42	36
2	14,2	20,7	6,7		43	36
3	12,3	16,0	6,0		49	40
4	7,5	12,6	5,1	0,4	40	32
5	11,3	17,2	2,8		42	32
6	19,7	27,7	9,7		48	40
7	19,4	26,3	13,2	0,4	58	45
8	19,7	26,0	13,7		56	42
9	23,8	31,8	14,5		49	38
10	18,0	25,2	14,9		47	36
За дек.	15,9	31,2	2,8	0,8	47	32
11	19,1	25,0	13,2		54	45
12	18,4	26,1	11,9		47	32
13	18,9	25,9	8,7		41	30
14	20,4	26,4	11,6		48	34
15	20,5	27,3	13,8		46	32
16	21,1	27,1	13,0		48	35
17	15,9	22,0	11,9		47	35
18	13,1	18,8	7,2		40	30
19	15,9	21,1	5,3		39	28
20	18,7	25,5	12,7	1,2	46	33
За дек.	18,2	27,5	5,3	1,2	46	30
21	15,9	17,3	14,2	10,0	88	80
22	16,1	21,2	12,7	7,4	82	76
23	20,8	28,0	12,2		77	70
24	15,3	18,2	12,0		70	58
25	12,5	16,1	7,6		68	55
26	8,0	12,3	7,5	19,2	90	84
27	9,7	12,6	5,0		73	66
28	8,3	9,8	6,1	1,7	75	68
29	11,0	16,0	5,9		69	60
30	10,3	12,6	7,1	2,5	74	65
31	13,1	17,0	9,6	11,3	91	85
За дек.	12,8	28,0	5,0	52,1	78	55

Червень 1997 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	13,9	18,1	9,9	6,5	89	76
2	13,3	19,2	8,9	0,8	81	62
3	14,4	19,6	9,1		70	50
4	15,2	19,5	9,9		71	55
5	16,4	22,5	10,2	1,5	75	58
6	14,9	19,5	10,9	13,5	84	70
7	16,5	19,8	12,5		79	60
8	17,9	23,7	11,8		75	55
9	20,1	28,0	13,9		69	50
10	19,9	25,9	15,2	11,2	82	71
За дек.	16,2	28,0	8,9	33,5	78	50
11	22,6	28,0	15,6		60	40
12	22,7	28,8	16,5		62	45
13	23,7	31,1	16,9		58	30
14	23,0	29,3	17,6		60	41
15	21,8	28,5	17,4	5,6	71	65
16	20,9	28,3	17,2	11,7	83	72
17	17,6	22,0	12,9	0,5	75	61
18	15,7	17,7	12,6	3,8	82	73
19	15,2	19,4	11,9	2,7	70	50
20	14,5	19,7	10,7	0,5	69	52
За дек.	19,8	31,1	10,7	24,8	68	30
21	12,8	14,5	9,9	10,3	89	85
22	15,7	20,8	11,7	8,5	89	80
23	17,7	24,2	12,0		75	56
24	20,6	26,8	13,1		73	49
25	20,0	26,9	16,1	22,2	80	69
26	21,9	28,0	15,7		71	46
27	22,5	27,7	16,7		72	60
28	23,1	28,9	17,4	6,0	74	53
29	23,4	29,3	17,9		65	43
30	23,6	29,1	17,7		59	38
За дек.	20,1	29,3	9,9	47,0	75	38

Липень 1997 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів,мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	22,4	27,7	17,1		68	51
2	22,1	27,2	16,9		68	48
3	21,2	25,3	16,7		66	50
4	22,1	28,6	15,7		62	40
5	20,1	28,0	16,8	6,6	78	60
6	21,0	27,5	16,1		75	55
7	21,6	28,0	15,8		78	60
8	20,9	25,6	16,5	28,4	85	70
9	18,0	24,5	16,1	29,8	84	75
10	16,1	21,3	15,2	13,0	88	84
За дек.	20,6	28,0	15,2	77,8	76	40
11	18,2	21,8	14,8	4,2	84	67
12	17,3	20,6	14,1	1,8	75	61
13	16,1	19,0	13,7		72	60
14	16,7	21,1	13,1		66	51
15	16,4	20,9	12,3		65	50
16	16,0	18,5	12,9	0,5	80	70
17	14,6	18,1	12,7	9,6	82	78
18	16,9	21,2	11,9		74	56
19	18,1	24,3	12,5		69	50
20	19,7	25,8	12,2		73	55
За дек.	17,0	25,8	11,9	16,1	74	50
21	18,8	21,5	16,9	0,4	78	71
22	18,0	22,5	12,9		80	65
23	18,2	23,8	11,6	1,8	84	70
24	18,3	22,5	15,3	0,4	80	64
25	18,8	24,0	16,0	0,8	74	50
26	19,0	24,8	13,4		66	47
27	21,5	25,6	14,6		62	42
28	22,3	27,5	15,1		65	44
29	22,7	27,2	16,1		67	52
30	22,8	26,7	18,5		66	55
31	21,8	26,2	18,2	10,9	77	60
За дек.	19,3	27,5	12,9	14,3	73	42

Серпень 1997 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів,мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	21,6	25,6	17,7	0,5	81	67
2	21,0	26,0	17,0		68	54
3	21,4	27,2	15,9		73	57
4	21,3	25,7	15,5		73	62
5	20,4	24,6	15,2		75	62
6	19,8	25,0	14,2		62	40
7	19,8	24,2	13,8		64	42
8	18,2	23,0	14,0		56	41
9	19,0	23,6	14,1		55	34
10	18,6	22,4	14,7		58	41
За дек.	20,1	27,2	13,8	0,5	68	34
11	17,0	20,1	14,9		64	45
12	17,1	19,2	13,9		78	68
13	17,2	21,8	13,7		76	56
14	17,1	23,2	11,9		67	40
15	16,9	20,5	12,4		62	44
16	15,5	21,0	8,2		60	38
17	13,5	19,6	7,7	0,3	64	43
18	14,1	21,0	7,2		66	40
19	13,6	19,0	7,8		64	96
20	16,1	22,5	8,0		63	42
За дек.	15,8	23,2	7,2	0,3	66	38
21	17,1	23,1	9,2		64	37
22	17,3	24,7	9,7		65	39
23	19,2	25,2	11,4		69	48
24	20,9	27,8	14,4		58	34
25	20,7	24,4	15,1		56	46
26	18,5	22,2	17,4	1,0	63	54
27	17,7	20,8	15,7	2,3	72	58
28	17,6	22,5	13,9	1,9	88	77
29	17,8	23,0	14,2		91	82
30	19,6	25,7	14,4		80	65
31	20,6	26,7	14,8		67	51
За дек.	18,1	27,8	9,2	5,2	73	34

Вересень 1997 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	12,5	15,9	9,9	2,4	66	56
2	9,6	14,6	5,5		52	30
3	8,5	10,6	4,9		57	38
4	9,4	14,2	5,9	1,9	63	45
5	8,7	14,0	4,7		78	32
6	9,6	16,4	3,9		66	40
7	11,8	19,0	4,7		67	43
8	12,4	14,8	8,0	1,6	81	75
9	14,7	18,8	11,3	0,7	80	61
10	11,5	15,0	8,9	16,5	81	66
За дек.	10,9	19,0	3,9	23,1	69	30
11	10,5	11,9	8,2	3,0	84	75
12	12,6	16,0	10,3		69	53
13	14,0	19,5	9,5		70	42
14	15,0	21,2	9,0		73	52
15	15,2	22,5	9,7		77	60
16	12,1	18,5	9,2	1,4	68	40
17	12,6	18,8	4,6		69	45
18	13,9	21,4	7,4		67	37
19	14,9	22,4	7,9		72	46
20	11,9	15,1	8,1	4,5	80	69
За дек.	13,3	22,4	4,6	8,9	73	37
21	8,5	13,0	4,3	3,4	72	51
22	8,7	14,5	3,4		69	42
23	11,0	13,9	7,0		76	58
24	9,0	12,9	3,0	7,8	85	75
25	3,9	7,5	0,8	0,3	84	74
26	3,1	5,0	0,2		90	79
27	6,9	9,4	3,7	0,9	86	73
28	8,1	11,4	6,1		85	62
29	6,0	10,8	1,9		79	57
30	6,7	9,5	1,1	3,3	79	63
За дек.	7,2	14,5	0,2	15,7	81	42

ОСНОВНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ

ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ 2002 р.

Квітень 2002 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	8,5	15,0	3,1		54	40
2	9,6	16,4	3,2		53	22
3	0,7	2,3	-1,7		64	53
4	-1,8	2,2	-6,8		45	36
5	-0,5	4,4	-6,3		55	41
6	0,8	3,4	-2,6		66	49
7	1,9	4,0	-1,4	11,9	95	92
8	3,4	4,2	2,2	0,6	85	73
9	5,3	8,2	2,1	2,5	74	59
10	8,5	12,5	3,9		55	39
За дек.	3,6	16,4	-6,8	15,0	65	29
11	8,9	14,0	3,1		53	36
12	8,2	12,5	2,9		54	31
13	6,5	9,8	1,8		59	48
14	9,6	14,7	4,2		57	40
15	11,6	16,0	7,9		63	55
16	12,6	16,2	6,3		57	34
17	13,9	18,0	6,9		56	35
18	14,4	18,5	10,1		54	37
19	14,2	19,0	8,0		48	30
20	12,7	18,0	7,1		49	35
За дек.	11,3	19,0	1,8	0,0	55	30
21	9,9	15,2	3,1		46	25
22	11,5	16,4	3,8		57	35
23	12,6	17,3	8,0		64	35
24	12,5	17,7	6,2		65	31
25	13,2	17,9	7,6		56	30
26	13,4	18,4	7,3		58	30
27	12,9	19,0	6,2		60	34
28	12,5	18,4	4,7		62	35
29	12,6	18,7	7,9		57	36
30	14,6	20,4	8,3		55	34
За дек.	12,6	20,4	3,1	0,0	58	25

Т р а в е н ь 2002 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	14,8	18,0	9,7		56	34
2	14,5	18,0	9,9	1,2	68	65
3	16,1	21,4	10,9		58	32
4	15,8	21,0	9,0		47	28
5	15,7	18,7	12,9		51	36
6	16,5	20,8	9,6		56	36
7	17,6	22,5	10,4		56	43
8	13,3	17,2	9,0		42	24
9	15,3	22,5	5,3		47	25
10	16,0	22,1	6,9		52	28
За дек.	15,6	22,5	5,3	1,2	53	24
11	14,5	18,5	9,9		63	56
12	10,2	15,5	2,5		50	30
13	13,6	19,4	5,2		48	25
14	16,5	22,2	7,9		46	28
15	17,0	22,3	10,1		48	32
16	15,8	20,2	11,1	0,3	49	36
17	15,8	20,0	9,9		72	56
18	13,2	18,0	10,0	8,2	75	62
19	11,2	15,4	7,0	0,4	70	45
20	6,8	9,5	3,3		62	41
За дек.	13,5	22,3	2,5	8,9	58	25
21	8,5	13,6	2,9		55	32
22	12,3	18,2	3,6		54	30
23	16,2	22,3	7,7		52	34
24	17,9	23,2	11,4		49	29
25	17,7	23,0	13,6	28,0	63	46
26	14,6	22,3	12,2		64	38
27	15,6	23,4	10,3		57	34
28	18,9	25,0	12,1		56	33
29	16,5	20,8	12,8		64	46
30	14,4	15,9	12,0	14,2	88	86
31	17,0	21,2	12,9		71	54
За дек.	15,4	25,0	2,9	42,2	61	29

Червень – 2002

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	18,2	22,4	12,0		62	38
2	18,4	22,6	12,3		58	35
3	17,8	23,3	12,5		58	38
4	17,3	23,0	11,9	0,4	74	60
5	16,4	20,3	11,7	4,8	77	64
6	13,7	17,2	10,9	28,4	92	88
7	12,4	16,5	9,6		88	81
8	15,6	19,2	11,0		64	42
9	15,0	17,0	12,1	3,9	80	68
10	15,3	17,7	18,3	4,3	71	56
За дек.	16,0	23,3	9,6	41,8	72	35
11	18,0	22,7	11,8		57	39
12	19,9	24,6	12,4		48	31
13	20,9	26,4	14,5		55	33
14	20,6	27,4	14,6	6,0	63	42
15	17,6	21,5	14,0	3,4	69	46
16	18,3	22,3	13,1		66	52
17	17,5	21,6	13,9		65	45
18	16,2	18,3	12,8	0,5	70	62
19	18,8	22,8	13,5		60	40
20	21,7	27,1	14,2		58	37
За дек.	19,0	27,4	11,8	9,9	61	31
21	24,2	29,6	16,8		58	35
22	25,3	31,8	18,0		55	30
23	20,0	24,0	16,4		61	41
24	21,0	25,7	15,2		57	39
25	15,8	19,3	12,8	12,5	80	68
26	17,4	23,0	11,6	6,0	78	60
27	18,2	23,7	12,4		60	42
28	20,2	24,7	13,2		59	40
29	21,7	28,8	14,3		51	29
30	19,2	22,2	15,7		59	46
За дек.	20,3	31,8	11,6	18,5	61	29

Л и п е н ь 2002 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	20,2	26,4	11,9		57	34
2	21,1	27,1	12,8		48	30
3	23,3	30,6	14,2		48	30
4	24,9	32,3	16,8		44	28
5	25,3	32,0	17,6		46	27
6	25,6	33,0	16,9		47	30
7	25,9	32,3	18,2		50	28
8	27,6	32,8	19,6		48	29
9	28,4	34,7	20,8		45	26
10	28,1	35,0	21,5		47	32
За дек.	25,0	35,0	11,9		48	26
11	27,7	34,0	19,0		50	30
12	25,8	33,6	19,7	0,5	54	31
13	22,0	24,5	17,9	37,5	79	65
14	22,5	24,3	18,3	3,1	75	60
15	24,5	29,4	20,4		71	57
16	23,3	27,0	19,4		73	60
17	24,7	28,5	18,4	5,5	70	50
18	23,4	28,2	16,6		58	38
19	22,5	27,8	16,1		49	30
20	23,4	28,5	17,0		45	26
За дек.	24,2	34,0	16,1	46,6	62	26
21	24,4	29,5	18,1		41	22
22	24,7	30,4	17,5		41	26
23	24,1	31,6	19,3	18,9	56	40
24	21,5	24,8	18,3	7,0	75	52
25	17,5	21,0	14,2	9,7	76	53
26	21,7	27,2	13,0		71	50
27	21,5	23,3	17,9		68	40
28	25,1	31,0	18,3		59	38
29	26,9	34,4	18,9	3,5	55	30
30	27,6	33,5	21,2		49	32
31	26,1	33,2	18,1		47	34
За дек	23,7	34,4	13,0	39,1	57	22

Серпень 2002 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	24,8	29,8	19,7	0,3	61	40
2	26,2	33,0	17,9	3,3	60	35
3	25,1	30,3	18,6		52	40
4	25,9	30,6	19,6		59	46
5	20,2	22,5	16,6	27,6	82	69
6	20,6	24,2	18,3		75	59
7	18,6	23,0	13,9		60	42
8	17,1	22,8	11,8		55	38
9	16,8	22,6	9,3		53	35
10	17,4	22,7	9,9		58	42
За дек.	21,0	33,0	9,3	31,2	62	35
11	19,3	24,0	11,9		55	37
12	20,4	25,9	12,1		49	31
13	23,0	25,6	18,9		59	52
14	20,2	20,8	19,3	3,0	72	60
15	20,0	21,8	17,0	3,6	84	72
16	20,0	21,8	17,0	1,6	75	60
17	21,8	25,5	16,7		60	42
18	19,1	22,8	16,3		63	52
19	16,9	22,0	9,8		53	35
20	18,3	24,5	8,9		60	36
За дек.	19,9	25,9	8,9	8,2	63	31
21	20,0	25,6	11,4		63	37
22	21,4	27,5	15,1		58	30
23	16,8	22,7	10,1		56	32
24	15,7	20,0	9,2		56	36
25	17,3	23,6	8,1		54	35
26	18,9	23,7	11,6		64	42
27	17,2	23,7	9,8		50	27
28	17,4	24,5	8,2		55	30
29	18,6	26,2	10,1		48	25
30	20,0	26,5	10,5		51	24
31	20,4	27,5	11,0		53	29
За дек	18,5	27,5	8,1	0,0	55	24

Вересень 2002 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	20,2	28,0	12,3		55	30
2	21,0	28,4	12,1		50	24
3	21,7	28,3	13,0		45	21
4	22,1	27,0	13,2		50	30
5	19,6	22,4	16,5		51	38
6	20,2	24,5	15,6	1,0	55	42
7	16,5	22,6	11,6	2,2	65	54
8	19,7	25,8	13,9		61	42
9	17,8	20,5	14,2	14,4	81	68
10	18,3	25,3	13,9		83	72
За дек.	19,7	28,4	11,6	17,6	60	21
11	16,5	19,5	14,4	6,0	88	74
12	10,6	12,0	9,5		86	80
13	11,7	17,0	7,8		68	48
14	11,7	12,6	8,5	14,6	90	85
15	12,5	13,2	11,3	47,1	95	99
16	14,0	17,2	9,5		81	60
17	12,3	14,5	11,0	6,3	82	62
18	12,0	15,3	8,9	0,6	73	65
19	11,3	14,2	7,9	3,6	85	81
20	10,9	15,7	5,8		75	54
За дек.	12,4	19,5	5,8	78,2	82	48
21	12,4	17,8	6,0	4,1	80	72
22	15,3	19,5	11,0	11,3	88	74
23	17,5	23,0	13,0		80	62
24	15,7	18,8	11,4	1,4	89	86
25	11,2	12,2	9,6	1,3	96	93
26	13,9	15,0	12,6	0,3	92	86
27	14,9	16,6	13,8	24,0	95	92
28	11,7	12,5	10,9	0,8	90	86
29	9,3	12,3	7,0		81	65
30	8,6	15,3	1,8		72	45
За дек.	13,1	23,0	1,8	43,2	86	45

**ОСНОВНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДАНІ
ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ 2003 р.**

К в і т е н ь 2003 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	0,7	1,5	-1,5	6,5		
2	-3,4	-1,4	-5,5	0,0		
3	0,4	5,6	-6,2			
4	2,8	7,2	-1,3			
5	1,3	3,3	-0,6			
6	1,1	1,8	-0,2	3,7		
7	1,0	3,8	-0,7	1,7		
8	4,7	9,7	-0,1	7,9		
9	0,7	2,6	-0,9	1,0		
10	2,6	6,7	-1,4			
За дек.	1,2	9,7	-6,2	20,8	-	-
11	4,4	8,7	-1,1		70	52
12	7,3	10,6	3,1		69	56
13	9,4	14,3	5,1		62	43
14	8,6	13,4	3,1		67	50
15	8,4	13,0	4,0		59	40
16	6,1	9,8	1,7		56	42
17	6,4	11,2	1,9		52	34
18	6,9	11,5	0,8		43	26
19	7,8	13,4	1,0		42	23
20	8,6	13,2	2,4		44	29
За дек.	7,4	14,3	-1,1	0,0	56	23
21	11,0	14,5	7,1		45	28
22	9,6	10,7	8,0		64	60
23	9,7	11,0	7,1	0,5	76	60
24	11,0	14,7	7,7		63	47
25	8,3	15,7	3,1		65	40
26	1,2	4,5	-1,8	0,3	76	70
27	2,9	6,5	-4,1		51	29
28	7,0	10,2	1,9		40	32
29	11,0	17,3	5,8	0,5	60	42
30	14,7	21,5	7,1		62	53
За дек	9,8	21,5	-4,1	1,3	60	28

Т р а в е н ь 2003 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	17,7	22,2	11,9		50	31
2	18,0	23,9	12,3		47	30
3	16,7	21,0	10,0		63	46
4	13,9	17,7	11,2	3,3	75	60
5	9,3	9,8	8,1		60	49
6	12,0	17,7	5,9		51	30
7	15,6	25,4	7,2		48	25
8	17,0	22,2	11,0		52	47
9	16,3	25,2	8,0		45	25
10	20,5	27,6	11,2		42	21
За дек.	15,7	27,6	5,9		53	21
11	22,2	26,8	17,9		62	40
12	20,4	26,6	12,6		56	33
13	20,9	27,6	15,2	2,0	69	36
14	23,5	27,9	13,9		66	37
15	20,7	26,4	14,9	3,2	68	46
16	14,8	15,0	13,3	7,1	86	82
17	13,4	16,5	9,9		61	35
18	14,5	19,5	6,7		54	30
19	16,6	22,7	9,5		53	29
20	18,9	25,0	10,6		50	26
За дек.	18,6	27,9	6,7	12,3	62	26
21	20,5	26,3	12,1		52	31
22	21,0	26,7	14,0		45	25
23	22,3	27,9	15,8		48	30
24	24,0	30,1	17,6		42	22
25	24,5	31,8	17,6		39	20
26	25,2	31,7	17,8		41	25
27	22,3	28,2	15,9		40	25
28	22,6	27,8	16,1		42	29
29	20,2	24,0	15,8		56	45
30	15,4	21,4	9,5		52	32
31	15,1	21,3	7,6		50	30
За дек.	21,3	31,7	7,6	0,0	46	20

Червень 2003 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середн я	макс .	мін.			
1	19,2	25,7	10,1		43	29
2	13,8	17,8	9,4		53	42
3	10,6	13,6	7,6		49	32
4	9,3	13,0	2,7		50	29
5	15,5	21,2	7,6		45	32
6	21,7	28,3	12,9		38	24
7	19,8	25,3	15,9	1,7	60	42
8	20,1	24,0	15,0		51	37
9	20,5	25,3	14,5		53	32
10	22,1	30,0	15,7		48	34
За дек.	17,3	30,0	2,7	1,7	49	24
11	20,1	25,2	14,8		54	30
12	18,6	24,0	15,6	2,0	67	63
13	18,3	23,0	12,9	0,4	63	42
14	19,9	24,5	14,5		56	30
15	18,1	22,8	12,3		59	40
16	17,4	22,6	11,6		55	41
17	12,2	13,2	10,4	32,5	88	80
18	13,8	17,8	8,5		76	60
19	14,6	20,8	7,3		60	40
20	17,1	22,0	9,3		56	34
За дек.	17,0	25,2	7,3	34,9	63	30
21	15,9	19,8	13,3	3,4	79	66
22	14,8	19,7	8,3	1,0	75	48
23	14,8	20,0	9,6	0,6	78	50
24	16,6	22,2	9,1		61	35
25	18,0	23,8	12,3		62	40
26	15,7	19,0	12,1	14,2	85	60
27	16,6	22,7	11,9	33,2	82	62
28	17,1	23,0	12,6	6,5	85	60
29	18,2	24,3	13,0		70	48
30	17,3	22,6	13,2	0,4	74	51
За дек.	16,5	24,3	8,3	59,3	75	35

Липень – 2003

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	17,4	20,5	12,7	2,0	82	69
2	17,7	23,2	11,9		76	55
3	19,6	24,3	13,9	1,1	78	60
4	19,8	24,0	16,2		74	58
5	20,0	25,8	15,4	6,4	71	53
6	19,7	25,0	15,6	1,0	77	55
7	17,7	19,3	15,8	5,9	87	78
8	19,1	24,0	13,0		72	55
9	17,7	19,8	14,9	7,4	79	65
10	18,0	21,3	14,2	23,5	86	77
За дек.	18,7	25,8	11,9	47,3	78	53
11	17,1	20,0	13,6	3,5	89	82
12	18,5	23,0	13,3		79	65
13	19,8	24,4	14,1	16,9	84	79
14	20,9	25,3	14,9		71	50
15	19,8	23,2	16,0	38,2	79	66
16	18,6	21,1	15,9	15,5	88	82
17	18,3	22,5	15,3	6,5	86	79
18	19,3	24,3	16,0		73	55
19	20,1	24,2	16,1		67	47
20	21,5	25,7	15,0		65	45
За дек.	19,4	25,7	13,3	80,6	78	45
21	21,1	25,8	16,5		76	65
22	17,9	20,2	15,0	26,6	75	60
23	20,0	24,5	15,4		67	50
24	20,6	26,0	15,7		64	39
25	20,7	26,2	15,0		64	43
26	20,8	26,5	15,9	0,3	68	51
27	19,5	23,4	14,1	0,9	74	65
28	20,1	24,0	15,7	2,2	66	54
29	22,6	27,2	18,4		55	37
30	23,9	29,9	18,1		60	46
31	20,6	24,8	16,9	5,8	73	63
За дек.	20,7	29,2	14,1	35,8	67	37

Серпень 2003 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	17,2	18,7	14,6		86	82
2	21,4	27,3	15,6	2,8	80	64
3	19,7	22,7	17,9	27,0	86	80
4	19,3	21,3	17,3	7,6	89	86
5	21,8	26,8	15,9	5,8	76	60
6	21,0	26,2	16,4		76	56
7	18,5	24,0	13,7		67	40
8	18,7	24,7	12,4		70	51
9	18,2	23,0	13,0	5,0	75	61
10	18,4	23,8	11,7	1,1	71	47
За дек.	19,4	27,3	11,7	49,3	77	40
11	15,1	20,4	11,9	10,7	88	75
12	13,8	16,8	9,5	2,5	88	80
13	14,3	15,8	11,5	7,1	92	88
14	17,8	22,6	14,1	0,9	76	64
15	20,3	26,4	12,3		71	48
16	18,7	23,2	16,7		78	68
17	18,8	24,8	11,8		68	41
18	18,7	23,6	11,9		66	45
19	19,7	25,3	12,6		68	47
20	20,1	24,4	13,1		70	55
За дек.	17,7	26,4	9,5	23,1	77	41
21	19,6	22,8	16,8		75	60
22	19,2	23,6	13,4		71	48
23	19,2	23,2	13,7		65	46
24	18,6	21,5	14,0	1,3	76	59
25	17,5	22,5	12,5		71	54
26	17,0	21,3	11,1	0,3	74	57
27	17,2	22,5	9,9		64	39
28	19,3	22,7	15,1	7,8	77	59
29	17,5	26,0	8,8		66	42
30	20,3	25,8	12,4		61	40
31	20,2	23,0	17,1		70	60
За дек.	18,7	26,0	8,8	9,4	70	39

Вересень 2003 р.

Дата	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм	Середня відносна вологість, %	Мінімальна вологість повітря, %
	середня	макс.	мін.			
1	21,0	25,1	17,3	12,7	82	76
2	16,7	17,6	11,3		70	58
3	14,8	19,8	8,9	1,5	76	45
4	12,3	16,7	8,4	0,5	74	48
5	10,8	15,4	7,3		62	45
6	10,4	13,2	5,9		76	60
7	10,2	11,7	7,4		75	61
8	10,2	13,6	8,2	9,0	81	72
9	9,4	10,6	7,8	0,4	81	73
10	10,5	14,3	8,0		77	56
За дек.	12,6	25,1	5,9	24,1	75	45
11	9,6	15,3	4,4		71	49
12	10,4	17,2	3,8		67	48
13	12,1	17,4	6,7		58	42
14	14,0	20,3	7,7		57	39
15	14,5	22,4	7,1		64	42
16	14,4	22,0	7,6		60	34
17	15,3	22,4	7,1		63	41
18	14,6	18,7	11,2		72	57
19	14,4	21,5	9,2		71	49
20	14,5	21,8	7,1		61	37
За дек.	13,4	22,4	3,8	0,0	64	34
21	10,1	15,5	5,8		49	28
22	11,2	19,1	1,7		53	39
23	16,0	22,4	10,6		54	41
24	15,6	22,3	8,8		63	44
25	15,7	22,7	8,1		61	34
26	14,1	22,6	6,9		59	31
27	15,1	21,2	9,5		50	36
28	15,7	21,5	10,4		62	48
29	15,8	22,4	9,2		76	64
30	15,8	21,5	10,5		60	34
За дек.	14,5	22,7	1,7		59	28

СЕРЕДНІ БАГАТОРІЧНІ МЕТЕОПОКАЗНИКИ
(метеопост ХНАУ)

Місяць	Декада	Метеопказники		
		температура повітря, °С	опад, мм	вологість повітря, %
IV	1	6,0	10	63
	2	8,0	11	59
	3	10,9	14	55
	сер. місячна	8,3	усього 35	
V	1	13,9	15	43
	2	15,8	13	40
	3	16,4	21	44
	сер. місячна	15,4	усього 49	
VI	1	18,7	15	47
	2	18,9	22	47
	3	19,9	22	48
	сер. місячна	19,2	усього 59	
VII	1	20,2	17	48
	2	20,9	29	48
	3	20,5	25	48
	сер. місячна	20,5	усього 71	
VIII	1	20,5	16	46
	2	20,1	21	48
	3	18,3	19	48
	сер. місячна	19,6	усього 56	
IX	1	16,3	17	48
	2	13,7	13	48
	3	11,5	13	48
	сер. місячна	13,8	усього 43	

**Таблиця Міллса для прогнозу ступеня
зараження паршою яблуні**

Температура, °С	З а р а ж е н н я			Інкубаційний період, дів
	слабке	середнє	сильне	
	період зволоження листя, год.			
5,2	30	40	60	
6,0	25	34	51	
6,5	22	30	45	
7,0	20	27	41	
7,5	19	25	38	
8,0	17	23	35	
8,5	15	20	30	17
9,0	15	20	30	17
9,5	14,5	20	30	17
10,0	14	19	29	16
10,5	13	18	27	16
11,0	12	18	26	15
11,5	12	17	25	15
12,0	11,5	16	24	14
12,5	11	16	24	14
13,0	11	16	24	14
13,0	11	15	22	13
13,5	11	15	22	13
14,0	10	14	22	13
14,5	10	14	21	12
15,0	10	13	21	12
15,5	9,5	13	20	11
16,0	9	13	20	10
16,5	9	12	19	10
17,0	9	12	18	9
17,5	9	12	18	9
18,0	9	12	18	8
18,5	9	12	18	8
19,0	9	12	18	8
19,5	9	12	18	
20,0	9	12	18	
20,5	9	12	18	
21,0	9	12	18	
21,5	9	12	18	
22,0	9	12	18	
22,5	9	12	18	
23,0	9	12	18	
23,5	9	12	18	
24,0	9	12	18	
24,5	9,5	12	19	
25,0	11	14	21	
25,5	13	17	26	

Діаметр і площа зору деяких мікроскопів

Марка мікроскопа	Окуляр	Об'єктив	Ціна поділки окуляр-мікромметра	Діаметр поля зору мікроскопа, мм	Площа поля зору мікроскопа, мм
МБІ-1	7	8	21,8	2,278	4,072
	10	8	16,4	1,706	2,286
	15	8	15,4	1,001	0,785
	7	40	4,2	0,441	0,152
МБІ-3	10	10	10,4	0,915	0,656
	7	10	11,5	1,265	1,256
	5	10	11,9	1,607	2,025
	7	20	5,6	0,627	0,309
МБР-1	7	8	21,7	2,29	4,08
	10	8	16,4	1,673	2,197
	15	8	15,0	0,975	0,746
МБУ-1	7	8	23,8	2,499	4,908
	10	8	24,9	2,615	5,363

Таблиця 7.1

Строки першого прояву хвороб овочевих культур в умовах Лівобережного Лісостепу України

№ варіанта, рік	Назва хвороби	Дата першого прояву хвороби											
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003
I, 1994	Фітофтороз (північ)	23.06	21.07	15.07	27.06	-	-	9.06	5.07	8.07	3.07	4.07	7.07
	Фітофтороз (південь)	21.07	14.07	11.07	28.07	13.07	16.07	3.07	8.07	9.07	25.06	22.06	3.07
II, 1995	Фітофтороз (схід)	28.07	18.07	30.06	-	4.08	5.08	5.07	3.08	18.07	9.07	16.07	12.07
	Септоріоз помідорів	-	-	-	-	-	17.07	25.07	-	4.07	12.07	18.07	22.07
III, 1996	Пероноспороз цибулі (Лозова)	5.07	3.08	12.07	5.08	-	12.08	-	-	8.07	10.07	-	-
	Пероноспороз огірка (Харків)	2.07	6.07	-	2.08	-	9.06	5.07	10.07	3.07	8.07	1.07	6.07
IV4, 1997	Пероноспороз огірка (Лозова)	7.07	3.08	6.08	2.08	22.07	12.08	7.08	-	26.07	11.07	27.07	9.07
	Пероноспороз огірка (Богодухів)	11.07	4.07	18.07	-	20.07	15.07	12.07	19.07	-	-	-	-
V, 1999	Борошниста роса огірка	26.06	18.06	12.06	-	-	26.06	21.06	5.07	9.07	16.06	5.07	13.07
	Бактеріоз огірка	21.06	27.06	8.07	-	28.06	13.07	25.06	21.06	27.06	22.06	24.06	29.06
VI, 2000	Пероноспороз цибулі (Зміїв)	3.06	-	7.07	10.06	-	6.07	16.06	11.06	7.07	3.07	18.06	4.07
	Пероноспороз цибулі (Богодухів)	13.06	18.06	15.06	-	29.06	7.06	30.06	25.06	21.06	27.06	22.06	3.07

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Білик М.О. Практикум з фітосанітарного моніторингу і прогнозу / М.О. Білик, А.В. Кулешов.–Х., 2006. – 228 с.
2. Білик М.О. Прогноз розвитку хвороб і шкідників сільськогосподарських культур: практикум /М.О. Білик, А.В. Кулешов. –Х., 2001. –112 с.
3. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування / А.М. Єріна. –К.: КНЕУ, 2001. – 120 с.
4. Журавська І.А. Альтернатива картоплі, прогнозування та обмеження його розвитку в умовах Полісся України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук /І.А. Журавська. – К., 2013. – 24 с.
5. Кулешов А.В. Прогноз розвитку альтернатива томата / А.В. Кулешов //Эффективные приемы защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов: тематич. сб. науч. тр. ХГАУ. – Х., 1993. С.34-37.
6. Кулешов А.В. Прогноз розвитку септоріозу озимої пшениці на основі агрометеорологічних чинників Харківської області /А.В. Кулешов, Зіад Равашдех // Вісн. ХНАУ. –2002. –№4. –С. 105-108.
7. Кулешов В.А. Фітосанітарний моніторинг і прогноз / В.А. Кулешов, М.О. Білик, С.В. Довгань. –Х.: Еспада, 2011. –608 с.
8. Макарова Л.А. Погода и болезни культурных растений / Л.А. Макарова, И.И. Минкевич –Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 144 с.
9. Методические указания по краткосрочному прогнозу распространенных болезней сельскохозяйственных культур / сост.: А.Е. Чумаков, И.И. Минкевич, Т.И. Захарова. –М., 1972. – 120 с.
10. Методические указания по составлению прогнозов бурой ржавчины и защите посевов пшеницы / сост.: В.И. Терехов, А.С. Кайдаш, Е. Ф. Гранин и др.– М., 1982. – 28 с.
11. Методические указания. Краткосрочный прогноз, определение потерь урожая и меры защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза / сост.: А.В. Филиппов, Б.Е. Козловский, Б.И. Гуревич и др. –М.: Агропромиздат, 1988. – 20 с.

12. Павлова Т.В. Краткосрочный прогноз пероноспороза огурца / Т.В. Павлова, А.Г. Измалкова, Т.Н. Ларина // Защита и карантин растений. – 1992.– №2.– С. 41–42.

13. Породенко В.В. Разработка некоторых методов агроклиматического анализа в фитопатологических исследованиях / В.В. Породенко //Тр. ВИЗР. 1972. – Вып. 38. –С. 58–69.

14. Степанов К.М. Прогноз болезней сельскохозяйственных растений / К.М. Степанов, А.Е. Чумаков. –Л., 1972.

15. Шатский А.Л. О использовании кривой Мюллера/ А.Л. Шатский //Виноделие и виноградарство СССР. –1959. – Вып. 5. – С. 28–30.

16. Яровой Г.І. Наукові основи вирощування та захисту основних овочевих і баштанних культур від хвороб і шкідників / Г.І Яровой. –Х.: Плеяда, 2012. – 375 с.

17. Яровой Г.И. Белая и серая гнили маточных корнеплодов моркови и разработка мер борьбы с ними в условиях Левобережной лесостепи Украины: автореф. дис. на соисканиенаучной степени канд. с.-х. наук /Г.И. Яровой. –К., 1991. –24 с.

З М І С Т

ВСТУП.....	3
<i>Робота 1.</i> Метеорологічні прилади і їх використання у прогнозі хвороб рослин.....	4
<i>Робота 2.</i> Методи аналізу факторів погоди	11
<i>Робота 3.</i> Прилади для виловлювання спор збудників хвороб рослин	17
<i>Робота 4.</i> Моделі прогнозування розвитку хвороб з використанням комп'ютерних сигналізаційних систем	23
<i>Робота 5.</i> Облік та обробка первинних даних щодо розвитку хвороб рослин	30
<i>Робота 6.</i> Визначення впливу погодних умов на розвиток пропагул патогенів та хвороб рослин	39
<i>Робота 7.</i> Використання фенодат у прогнозі розвитку хвороб рослин.....	51
<i>Робота 8.</i> Застосування метеопредикторів для розробки прогнозів розвитку хвороб рослин.....	55
<i>Робота 9.</i> Прогноз розвитку іржастих хвороб злакових культур	62
<i>Робота 10.</i> Прогноз розвитку твердої сажки пшениці	72
<i>Робота 11.</i> Методи короткострокового прогнозу розвитку фітофторозу картоплі і помідорів	77
<i>Робота 12.</i> Короткостроковий прогноз розвитку несправжньої борошнистої роси огірка	86
<i>Робота 13.</i> Прогнозування ураженості коренеплодів моркви хворобами під час її зберігання	89
<i>Робота 14.</i> Короткостроковий та сезонний прогноз парші яблуні	91
<i>Робота 15.</i> Короткостроковий прогноз розвитку мілдью та оїдіуму винограду	98
<i>Робота 16.</i> Визначення строків прояву та шкідливості альтернаріозу картоплі	107
<i>Робота 17.</i> Визначення втрат урожаю сільськогосподарських культур від грибних хвороб	110
<i>Робота 18.</i> Визначення доцільності проведення заходів	

захисту рослин та їх технічної ефективності	121
<i>Робота 19.</i> Планування обсягів проведення заходів захисту рослин на наступний рік	127
<i>Робота 20.</i> Розрахунок математичних моделей динаміки розвитку хвороб сільськогосподарських культур і втрат урожаю	131
<i>Робота 21.</i> Метеопатологічний метод довгострокового прогнозу розвитку хвороб рослин	138
<i>Робота 22.</i> Прогнозування хвороб рослин на основі системного аналізу	149
<i>Додаток А.</i> Основні метеорологічні дані вегетаційних періодів 1994-1997, 2002, 2003 рр.	154
<i>Додаток Б.</i> Середні багаторічні метеопоказники	190
<i>Додаток В.</i> Таблиця Міллса	191
<i>Додаток Г.</i> Діаметр і площа зору деяких мікроскопів	192
Використана література	193

Навчальне видання

Кулешов Анатолій Володимирович
Білик Микола Олексійович

ПРАКТИКУМ
З ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ ХВОРОБ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Редактор О.З. Васільєва
Коректор І.О. Бутильська
Комп'ютерний набір і верстка М.О. Білик

Підп. до друку 01.07.2014. Формат 60x84/16. Гарнітура Таймс.
Друк офсетний. Обсяг: 11,4 ум.-друку. арк.; 10,9 обл.-вид. арк. Тираж 300.
Замовлення

Виробник – редакційно-видавничий відділ Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. 62483, Харківська обл., п/в «Комуніст-1», навч. містечко, тел. 99-72-70. E-mail: office@knau.kharkov.ua

Виготовлювач – дільниця оперативного друку ХНАУ, тел. 99-77-80