

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

**А.В. КУЛЄШОВ, М.О. БІЛИК**

# **ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ ХВОРОБ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

**Харків – 2014**

ББК П4Я7  
УДК 632.914  
К90

*Надруковано за ухвалою вченої ради ХНАУ ім. В.В. Докучаєва  
(протокол № 5 від 28 травня 2014 р.)*

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

**Кулешов А.В.**

К90 Прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур: навч. посібник /  
А.В. Кулешов, М.О. Білик; Харк. нац. аграр. ун-т. –Х., 2014. –209 с.

Висвітлено теоретичні основи прогнозу розвитку хвороб сільськогосподарських культур, значення основних факторів для патологічного процесу, його етапи, інформаційне забезпечення різних типів прогнозів, технології їх розробки і використання.

Навчальний посібник відповідає програмі дисципліни «Прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур» для підготовки фахівців ОКР «бакалавр» напряму 6.090105 «Захист рослин», а також буде корисним студентам магістратури, аспірантам, науковцям, спеціалістам державних фітосанітарних інспекцій та ін.

**ББК П4Я7  
УДК 632.914**

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

Навчальне видання

**Кулешов Анатолій Володимирович**  
**Білик Микола Олексійович**

## **ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ ХВОРОБ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

Навчальний посібник

Редактор О.В. Васільєва  
Коректор І.О. Бутильська  
Комп'ютерний набір і верстка М.О. Білик

---

Підп. до друку 12.11.2014. Формат 60x84/16. Гарнітура Таймс.  
Друк офсетний. Обсяг 12,1 ум.-друку. арк; 12,3 обл.-вид. арк. Тираж 100  
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](mailto:office@knau.kharkov.ua)  
Виготовлювач – дільниця оперативного друку ХНАУ, тел. 99-77-80



---

## ВСТУП

Однією з основних причин суттєвих втрат урожаю сільсько-господарських культур є хвороби, спричинені патогенними організмами. Вони зменшують продуктивність рослин погіршують якість урожаю, інколи викликають загибель рослин, унаслідок чого втрачається біля третини врожаю.

Розвиток хвороб рослин має значні коливання, що проявляється у змінах охоплення ними територій та в інтенсивності ураження рослин, що позначається на розмірах недобору урожаю.

Прогноз розвитку тієї чи іншої хвороби має сенс тоді, коли існують ефективні заходи захисту рослин від неї. Особливо це стосується хімічного методу, а саме застосування фунгіцидів, які досить дорогі та відносно небезпечні для довкілля, тому важливо знати в кожному випадку, наскільки доцільно їх застосовувати, прагнути до скорочення кількості обробок без зменшення їх ефективності. Вирішення цього завдання можливе тільки в разі наявності достатньо точних методів прогнозу.

Для практичної діяльності важливо знати про можливе поширення чи зменшення ареалу хвороби, заздалегідь передбачити ступінь її розвитку, строки заражень та проявлень. Можливість передбачення складає суть прогнозу хвороб рослин.

Загальні завдання прогнозу основних хвороб рослин такі:

- визначення тенденції до наростання хвороби або до її затухання;
- передбачення спалахів хвороби (сильного ураження рослин внаслідок розвитку епіфітотії) або інших ступенів патологічного процесу та розмірів можливих втрат урожаю;

- визначення строків окремих заражень, проявлення хвороб, кількості генерацій (особливо це важливо для початку розвитку хвороби і періоду можливого захисту рослин);
- своєчасне інформування сільськогосподарських органів і господарств про можливі строки проявлення хвороб, інтенсивність ураження ними посівів та насаджень, розміри можливих втрат урожаю, а також відповідні фітосанітарному стану, що складається, рекомендації щодо проведення необхідних заходів із захисту рослин.

Мета прогнозу в тому, щоб не допустити значного ураження рослин і втрат від хвороб при помірному їх розвитку та епіфітотіях. У такі сприятливі для хвороб роки захист культур потребує великих витрат коштів і захисних засобів. Важливим є також обґрунтована прогнозом відмова від зайвих під час депресій та слабого розвитку хвороб обробок фунгіцидами.

Спираючись на викладене, значення і завдання прогнозу хвороб рослин можна звести до такого:

1. Своєчасний прогноз важливий для хвороб рослин, які здатні викликати епіфітотії із втратами урожаю, які вищі від порога шкідливості. Завдяки передбаченню ступеня загрози є можливість підготуватися і своєчасно провести необхідні заходи до того, як буде завдана шкода. Раціональна організація і своєчасне здійснення профілактичних або винищувальних заходів можливе тільки на основі точного прогнозу.

2. Прогноз дає змогу оптимізувати існуючі рекомендації щодо захисту рослин стосовно фітосанітарного стану, що склався та очікується у майбутньому, для кожної зони, культури і навіть поля, підібрати найбільш раціональну технологію, оптимальні заходи, види препаратів.

Саме прогноз дозволяє уточнити строки проведення робіт із захисту рослин, знаючи періоди заражень, прояву хвороб, критичні періоди, тривалість інкубаційних періодів. Розрахунок кількості генерацій за певний період дозволяє визначити інтенсивність патологічного процесу, швидкість інфекції, що також враховується при захисті рослин в умовах конкретного року.

3. Прогнозування розвитку хвороб дає змогу планувати обсяги робіт і витрати на їх проведення, а також вносити коректи-

ви у виробництво препаратів для захисту рослин, заходи зі збереження та використання сільськогосподарської продукції.

4. Прогноз хвороб рослин необхідно враховувати, обираючи сорти та гібриди культур для вирощування в певних зонах, регіонах, областях, а також у селекційній роботі під час створення нових сортів.

5. Важливе значення прогноз має у плануванні та проведенні організаційно-господарських і агротехнічних заходів, розміщенні культур у сівозмінах, оптимізації систем обробітку ґрунту, добрив, меліорації, насінництва, а також у роботах із догляду за посівами.

6. Реальні плани науково-дослідних робіт повинні узгоджуватися з багаторічним прогнозом хвороб рослин.

Прогноз хвороб рослин є однією з найважливіших складових прогнозу шкідливих організмів, без якого неможливі сучасні економічно та екологічно обґрунтовані системи захисту рослин.

Курс «Прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур» введений із 2010 р. як нормативна навчальна дисципліна циклу «Професійна та практична підготовка» освітньо-професійної програми підготовки фахівців ОКР «бакалавр» напряму 6.090105 «Захист рослин».

Мета дисципліни – формування у студентів професійних знань та умінь щодо визначення фактичного розвитку хвороб та їх прогнозування, устанавлення доцільності заходів захисту рослин.

Після вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- основні теоретичні та практичні аспекти прогнозу хвороб рослин;
- структуру і завдання фітосанітарних інспекцій, вимоги законодавчих актів України;
- фактори, від яких залежить динаміка розвитку хвороб;
- методики моніторингу сільськогосподарських культур щодо хвороб;
- основні види прогнозів і технологію їх розробки.

Це дозволить студентам набути вмінь:

- визначати фітосанітарний стан сільськогосподарських культур (наявність інфекційного початку, поширеність, розвиток хвороб тощо) та прогнозувати його зміни;
- визначати рівень можливих втрат, доцільність проведення захисних заходів, обґрунтовано їх планувати, проводити адаптацію систем захисту рослин відповідно до фітосанітарного стану.

Для продуктивного навчання студенту необхідні базові знання з фітопатології, ентомології, землеробства, рослинництва, агрометеорології, статистики та деяких інших дисциплін.

У посібнику викладені сучасні, апробовані у виробництві методи та методики моніторингу і прогнозу хвороб, а також ряд нових перспективних наукових розробок, тому він може також бути корисним під час вивчення дисципліни «Фітосанітарний моніторинг», для професійної роботи спеціалістам державних фітосанітарних інспекцій та лабораторій, агропідприємств різних форм господарювання. Такий навчальний посібник видається уперше, тому автори із вдячністю приймуть пропозиції щодо його покращення.



## **1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОГНОЗУ ХВОРОБ РОСЛИН**

### **1.1. РОЗВИТОК ПРОГНОЗУВАННЯ ХВОРОБ РОСЛИН ТА ЙОГО СУЧАСНИЙ СТАН**

Виникнення та розвиток фітопатології як науки, що вивчає хвороби рослин, були викликані та стимулювалися трагічними подіями в історії вирощування рослин. З руйнівною дією хвороб рослин людина познайомилася з прадавніх часів. У Біблії та в працях таких філософів, як Арістотель, Теофраст, Пліній, Гомер повідомляється про поширення запалів, опіків, борошнистої роси та іржі як про явища, які приводили до тяжких економічних і соціальних наслідків для людини. Римляни були настільки занепокоєні поширенням іржастих хвороб, що запровадили щорічне свято, яке повинно зменшити лють богів іржі – Робігуса та Рубіго.

Як повідомляє Дж. К. Цадокс, першим дослідником хвороб рослин як явища, що має розвиток на рослинах, можна вважати італійця Дж. Таржионі-Тоцетті, який опублікував у 1767 р. свої дослідження про розвиток іржі пшениці.

До XIX ст. вчені-ботаніки переважно відкривали види грибів, називали їх та класифікували за системою Ліннея. У XIX ст. накопичилися дані, що фітопатогенні гриби є незалежними організмами. Основи сучасної фітопатології були закладені Де Барі та Коном в 1853–1865 рр., коли виконувалися широкі дослідження різних фітопатогенних грибів, у тому числі збудників сажкових та іржастих хвороб зернових і фітофторозу картоплі. Але природа хвороб рослин залишалася суперечливою до тих пір, доки Л. Пастер остаточно спростив концепцію довільного самозародження.

На початку 40-х рр. XIX ст. фітофтороз картоплі проявився у вигляді місцевих епіфітотій, а з 1845 р. хвороба набула характеру панфітотії, що охопила Англію, Голландію, Францію, Фінляндію, Північну Америку. Особливо великі втрати були в Ірландії. Як відзначав у своїх працях К. Маркс, вибух загального незадоволення населення був прискорений та переріс у повстання завдяки подіям світового значення, першими з яких він вважав хворобу картоплі та втрати її врожаю в 1845–1846 рр. В Ірландії внаслідок голоду, що виник, загинуло біля 1 млн людей, а ще 2 млн вимушені були емігрувати в інші країни, у тому числі в Америку. Ірландія втратила майже третину населення. Ця біда була поглиблена тим, що люди не споживали в їжу уражену «чумою» картоплю, вважаючи, що обов'язково загинуть від неї.

У 1786 р. Кох запропонував свої знамениті чотири логічних правила, метою яких було встановлення порядку ідентифікації фітопатогенів, що отримали назву «*постулати Коха*». Отже, для того щоб діагностувати збудника хвороби, необхідно врахувати такі чотири правила:

1. Наявність доказів присутності мікроорганізму в заражених тканинах.
2. Мікроб повинен бути виділеним і вирощеним у чистій культурі.
3. Виділений мікроб після штучної інокуляції здорових рослин повинний відтворити симптоми досліджуваної хвороби.
4. Мікроб, що вперше виділений з уражених тканин рослини, та мікроб, виділений після штучної інокуляції, повинні бути ідентичними.

У 1880 р. епіфітотія іржі знищила кавові плантації на Цейлоні, після чого там почали вирощувати чай. Відома епіфітотія оїдіуму винограду у Франції та інших країнах Європи (1840–1850 рр.), яка спричинила зменшення виробництва вина на 80 %. У 1870–1880 рр. виноград почала сильно уражувати мілдью і тільки завдяки впровадженню бордоської рідини Мільярде вдалося її зберегти і суттєво зменшити шкоду від цієї хвороби.

На першому місці у світі за шкідливістю стоять іржасті хвороби зернових культур. Особливо великі втрати були у Північній Америці в 1904, 1916, 1923–1925, 1935, 1937, 1953–1954 рр. (Дьяков, 1985).

З часом, коли фітопатологи стали більш детально досліджувати хвороби рослин, ставало явним, що прояв симптомів хвороби є результатом комбінованого ефекту дії паразита, зараженого хазяїна та довкілля. Ця концепція отримала розвиток у першій половині ХХ ст., коли були створені широко відомі мікологічні товариства в розвинутих країнах світу (1896–1914 рр.).

Таке розширення інтересів мікології у більш практичному напрямку стимулювало дослідження довкілля. Дуже швидко було виявлено, що головні джерела збудників хвороб рослин – це насіння, ґрунт і повітря, завдяки яким вони переносяться від ураженої рослини до здорової.

Незважаючи на розробку і впровадження ефективних методів та засобів захисту рослин, хвороби рослин часто мають масовий розвиток і викликають великі втрати урожаю, а інколи і загибель рослин. Добре відома спустошлива епіфітотія іржі озимої пшениці, що вразила у 1973 р. на Кубані сорти Аврора і Кавказ селекції академіка П.П. Лук'яненка. На той час ці сорти були найкращими за продуктивністю і вважалися стійкими до іржі. Через хворобу їх довелося замінити на менш урожайні, але більш стійкі.

У 1988 р. в Україні та інших країнах Європи великі втрати спричинив фузаріоз колосу пшениці. У різні роки епіфітотійний характер розвитку мали понад 40 хвороб сільськогосподарських культур. За даними науковців і практиків частка втрат від хвороб у прирості продукції рослинництва становить 25–30 %. У країнах Західної Європи заходи проти хвороб зернових культур проводять на 75–80 % від загальної площі їх вирощування.

Наведені приклади свідчать, що масовий розвиток хвороб залишається несподіванкою для хліборобів.

Як відзначає С. Тарр люди прагнули позбутися перш за все своїх хвороб, хвороби рослин турбували їх мало. Тому до 60-х рр. ХХ ст. наука про розвиток хвороб рослин – епіфітотіологія – розвивалася дуже повільно. Основною причиною цього була думка, що такі дослідження не мають великого практичного значення. Але результати наукових досліджень, виконаних у 70–80-ті рр. ХХ ст., спростовують це.

Велика кількість робіт науковців присвячена дослідженням щодо фітофторозу картоплі, а пізніш і помідорів, парші яблуні,

мілдью та оїдіуму винограду, іржі та сажки хлібних злаків, бактеріального в'янення кукурудзи, церкоспорозу та борошнистої роси буряків та ін. З цієї проблеми опубліковані фундаментальні праці (Степанов, 1937, 1962, 1972; Міллер, О'Брайєн, 1952, 1957, 1962; Уогонер, 1960; Драховська, 1962; Кокс, Лардж, 1962; Цадокс, 1964, 1969; Кранц, 1974; Ван дер Планк, 1966, 1977; Тарр, 1975; Чулкіна, 1977 та ін.). Проведено дослідження з математичного моделювання розвитку хвороб, які безпосередньо пов'язані з їх прогнозом (Ван дер Планк, 1966, 1977; Діркс і Роміг, 1970; Шредер і Ульріх, 1965, 1966; Вагонер, 1968, 1969, 1974; Кранц, 1974; Макарова, Мінкевіч, 1977 та ін.).

Засновником вітчизняної науки про прогноз хвороб рослин вважають К.М. Степанова (1960). Але ще в 1958 р. для спеціалістів сільського господарства та спеціальної служби обліку і прогнозів появи й поширення шкідників і хвороб рослин, для покращення якості робіт із захисту рослин і підготовки відповідних кадрів, на основі наукових розробок була видана фундаментальна праця «Прогноз появления и учет вредителей и болезней сельскохозяйственных культур» за редакцією І.Я. Полякова. Співавторами були такі фітопатологи, як К.М. Степанов, К.Я. Калашников, С.М. Тупеневич, Н.А. Наумова, М.К. Хохряков та ін.

Науковці К.М. Степанов та А.Е. Чумаков розглядали вчення про масові захворювання рослин – епіфітотіологію – як розділ фітопатології, де йдеться про прогноз хвороб рослин.

Зростаюче значення прогнозування хвороб рослин було визнано на II Міжнародному конгресі з фітопатології, який відбувся у Міннеаполісі у 1973 р. Прогноз хвороб рослин як екологічна наука повинний стати основою інтегрованого захисту рослин від хвороб в агроценозах. Для цього слід використовувати системний підхід і розглядати хвороби як біосистеми живих організмів (збудників хвороб та рослин-господарів), а також закономірності розвитку популяцій цих організмів в агроєкосистемах.

Можливість передбачати якість явище обумовлено причинами його виявлення, подальшим розвитком у зв'язку з іншими явищами. Стосовно хвороб рослин така можливість виникає при точних знаннях біології патогена і рослини-господаря та ступеня розвитку хвороб у цілому або на окремих етапах загальної ди-

наміки у зв'язку з умовами зовнішнього середовища, що склалися.

Предметом прогнозу хвороб рослин є епіфітотійний процес, який виникає під дією зовнішніх факторів після та у взаємозв'язку з інфекційним (патологічним) процесом. Це об'єктивне біоекологічне явище, при якому виникає, має певний розвиток і закінчується інфекційна хвороба в популяції рослин. Суть патологічного (інфекційного) процесу, на відміну від епіфітотичного, – у продуктивній взаємодії патогена-збудника хвороби та рослини-господаря, при якому розвивається еволюційно створений комплекс біологічних реакцій (біохімічних, фізіологічних, структурних), як у збудника хвороби так і в інфікованої рослини.

Інфекційний процес близький за змістом із поняттям «інфекція», яке визначене у Словнику-довіднику фітопатолога (1985) як проникнення збудника в рослину, що призводить до її захворювання. Іншими словами – це зараження рослин, початковий етап патологічного процесу. В широкому розумінні – це процес розвитку хвороби як результат взаємодії збудника хвороби і рослини.

Разом із цим термін «інфекція» часто розуміється як інфекційний початок, збудник, зараження, хвороба та ін. Трапляються і такі варіанти: ріст інфекції, перенесення інфекції, інфекція у вигляді конідій, спор та ін. Такий відхід від наукового поняття термінів вносить плутанину і не сприяє розумінню суті питання, про яке йдеться. Прогноз хвороб рослин, фундаментом якого є епіфітотіологія, як і інші науки, повинний спиратися на загальноприйняті, обґрунтовані наукою й апробовані практикою терміни, спеціальні визначення та поняття.

Прогноз хвороб рослин є однією з головних частин фітосанітарного моніторингу і прогнозу шкідливих організмів, який виконують у господарствах одні і ті ж фахівці для певної культури і часто в однакові фенофази рослин чи строки. Збір інформації проводиться за комплексом шкідливих видів, а в подальшому вона розділяється і використовується щодо конкретних видів, у тому числі і для хвороб рослин.

Основні історично вагомими кроки в розвитку прогнозування хвороб на Україні були зроблені понад 80 років тому. У 20-х рр.

минулого століття в Україні відбувалися масові розмноження небезпечних шкідників зернових колосових, кукурудзи, цукрових буряків, овочевих і плодових культур. Ці обставини і клопотання місцевих земельних органів стали приводом для організації у 1925 р. відділу захисту рослин у Наркомземі України і Центральної станції захисту рослин, якою упродовж 1925–1929 рр. керував О.О. Мігулін. Під його керівництвом у 1925 р. була створена Всеукраїнська мережа спостережних пунктів, почало розроблятися методичне та інформаційне забезпечення прогнозів розвитку шкідливих організмів рослин.

Цілеспрямована робота в Радянському Союзі в цьому напрямку була розпочата з 1929 р., зі створенням Всесоюзного науково-дослідного інституту захисту рослин (ВІЗР). До його складу входило 16 філій та 150 опорних спостережних пунктів. У цих підрозділах розробляли методики обліку шкідливих організмів рослин, проводили збір і обробку фітосанітарної інформації, що дозволило у 1932 р. виконати опис розповсюдження мишоподібних гризунів і саранових, а також сажкових хвороб злакових культур. У ці ж роки формується державна служба захисту рослин, одним із завдань якої був збір інформації про шкідливі організми рослин, розробка прогнозів їх розвитку. Для методичного керівництва цією роботою у кожній союзній республіці і кожній області були створені сектори обліку і прогнозів. На міжрайонному рівні почали працювати спостережні пункти, які збирали фітосанітарну інформацію самостійно й отримували відповідні дані від кореспондентської мережі (МТС, дослідні станції та інші наукові установи).

У 1940 р. в СРСР була створена централізована служба обліку і прогнозів. У передвоєнні та післявоєнні роки інтенсивно розвивався хімічний метод захисту рослин, і для обґрунтування його застосування необхідною стала інформація про розповсюдження й фенологію шкідливих організмів. У цей період активно розробляються і впроваджуються методики розробки багаторічних, фенологічних прогнозів та прогнозів шкідливості. Значний вклад у наукове обґрунтування цих розробок здійснили такі вчені: Б.С. Виноградов, І.Я. Поляков; О.О. Мігулін, В.П. Васильєв, О.І. Петруха, О.В. Заговора, Б.В. Добровольський, В.І. Танський; Н.А. Наумова, Т.Д. Страхов, М.С. Дунін, К.М. Степанов, З.О. Пожар, В.А. Чулкіна. Особлива заслуга належить вченим ВІЗРу

на чолі з І.Я. Поляковим, які активно впроваджували систему фітосанітарного моніторингу в усіх республіках СРСР і в деяких країнах Східної Європи.

З 1957 р. в Україні щорічно розробляється довгостроковий прогноз основних шкідливих організмів і на його основі – відповідні рекомендації із захисту рослин, які доводяться до відома усіх агроустанов і землекористувачів. В 1973 р. сектори обліку і прогнозів реорганізовані у лабораторії діагностики і прогнозів, а спостережні пункти – у пункти сигналізації і прогнозу, які працюють до цього часу. У 1980 р. в Україні працювало 80 пунктів та 26 лабораторій діагностики і прогнозів. У 90-ті р. ХХ ст. відбулося помітне збільшення пунктів сигналізації і прогнозу (у 3–4 рази). У зоні діяльності пункту площа орної землі в середньому становить біля 200 тис. га, що в десятки разів більше, ніж в інших аграрних країнах Європи. За розрахунками науковців, у зоні інтенсивного землеробства повинен бути спостережник на кожні 300 га, у зоні буряківництва – на 1 000 га, у зоні вирощування зернових культур – на 10 000 га.

Лабораторії діагностики і прогнозів у 2007 р. реорганізовані у відділи прогнозування та фітосанітарної діагностики обласних державних інспекцій захисту рослин. У районних державних інспекціях захисту рослин працювали спеціалісти із фітосанітарного контролю і діагностики.

Діюча державна служба фізично не може забезпечити проведення активного моніторингу і розробку прогнозів на усіх сільськогосподарських угіддях, через що всі агрономи повинні володіти відповідними методиками і виконувати цю роботу на своїх земельних угіддях згідно із „Законом України про захист рослин” та ін.

З 2013 р. державні інспекції із захисту і карантину рослин об'єднані в єдину державну фітосанітарну інспекцію, яка є головним державним органом Міністерства аграрної політики та продовольства України, що контролює і відповідає за фітосанітарний стан у державі.

З 1976 р. розпочато роботи з автоматизації процесу збору фітосанітарної інформації. На сьогодні у ряді країн збір інформації проводиться за допомогою відповідних приладів і обладнання з використанням ЕОМ та певного програмного забезпечення. Для

цілого ряду небезпечних хвороб розроблені моделі прогнозування, впровадження яких у практику забезпечено в основному автоматичними метеостанціями, спеціальними приладами-сигналізаторами. Таке обладнання дає змогу здійснювати моніторинг погодних умов, аналізує його і видає рекомендації щодо проведення відповідних захисних заходів.

Прогнозування шкідливих організмів рослин у майбутньому потребує побудови моделей і алгоритмів розвитку шкідливих організмів на основі невеликої кількості факторів, які підлягають простому і надійному обліку чи виміру.

Широкомасштабне проведення фітосанітарного моніторингу, розробка на його основі прогнозів різної завчасності дозволяє значно зменшити обсяги заходів проти шкідливих організмів рослин і підвищити їх ефективність, максимально оптимізувати фітосанітарний стан, який склався на полях, обґрунтувати економічну й екологічну доцільність проведення захисних заходів.

## **1.2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОГНОЗУ ХВОРОБ РОСЛИН**

Аргументований прогноз розвитку явищ у майбутньому можна виконати за допомогою екстраполяції, експертизи та моделювання. В основі екстраполяції лежить уявлення, що визначена на цей час тенденція зберігатиметься і в майбутньому. Але період, на який виконують прогноз, повинен бути набагато менший від того, за який виявлена певна тенденція. Вірогідність виникнення явищ у майбутньому визначається тим, як часто і постійно вони відбувалися в минулому. Такий прогноз розумний і доцільний до тих пір, поки обставини, що складаються зараз, достатньо схожі на ті, що були раніше.

Екстраполяцією вважають також поширення даних чи інформації, яка отримана при обстеженнях, обліках на невеликих площах чи територіях на інші необстежені площі цієї зони, що знаходяться в однотипних умовах з полями, на яких отримана інформація.

Основою прогнозу рослин є якісні і кількісні дослідження. Складаючи прогноз розмноження шкідливих організмів рослин, слід розрізняти організми, які є збудниками захворювань, і безпосередньо ті хвороби, що виникають унаслідок життєдіяльності



збудника. Ці поняття часто змішують, а на практиці займаються в основному хворобами, які розрізняють за інфекційністю, збудником, поширеністю і розвитком. Розвиток паразитів рослин принципово відрізняється від масового розмноження шкідників рослин. Здатність утворювати велику кількість спор за короткий час дозволяє мікроорганізмам за сприятливих умов несподівано та надзвичайно швидко розмножуватися. Завдяки цьому хвороби можуть поширюватися на великих територіях, уражуючи при цьому максимально доступні для неї тканини рослин. Але в несприятливих умовах цей процес може швидко припинитися. У зв'язку із цим визначення первинної кількості збудників хвороб менш важливе, ніж визначення первинної кількості шкідників.

Мікроорганізми за однакові проміжки часу утворюються в набагато більшій кількості ніж шкідники, але при цьому значно швидше гинуть, що обумовлює динамічність хвороб рослин.

Іншою відмінністю хвороб є те, що їх збудники не мають здатності активно самотійно рухатися і поширюються пасивно від осередків до рослини, яка може захворіти.

Багато авторів досліджували етапи розвитку хвороб. Один з варіантів наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

### Схема етапів розвитку хвороб рослин

| Стадія хвороби або ураження     | Стан окремих рослин   | Стан сукупності рослин (посіву та ін.)                                  |
|---------------------------------|---|---|
| Стадія інкубації                | Період від проникнення збудника хвороби в рослину до проявлення хвороби. Об'єктивні ознаки відсутні | Ураження рослин візуально визначити неможливо                           |
| Передепіфітотійна стадія        | Слабкі ознаки хвороби та нехарактерні ознаки  | Після розмноження збудника виникає слабе ураження рослин                |
| Епіфітотія (стадія спалаху)     | Максимальний розвиток хвороби з наявністю характерних її ознак                                      | Максимум розмноження збудника. Значне ураження рослин на великих площах |
| Спад розвитку (критична стадія) | Хвороба закінчується відновленням, пригніченням або загибеллю рослин                                | Спад розмноження збудника. Уражені посіви пригнічені або загинули       |

Розробка прогнозу передбачає вивчення річного та багаторічного розвитку хвороби. Результати такого аналізу можуть бути викладені у вигляді таблиці чи графіка. Як правило, указують на певний строк кількість випадків інфекції, ступінь ураження (поширеність, розвиток хвороби на рослинах або окремих її органах, у т. ч. кількість рослин, що загинули). Таким чином досліджується результат діяльності збудника хвороби. І тільки в окремих випадках визначають і вказують щільність популяції збудника – кількість спор чи інших пропагул патогена на одиницю обліку ( $\text{см}^2$ ,  $\text{м}^2$ , 1 насінину тощо).

В умовах України для хвороб рослин характерний сезонний розвиток – він триває навесні та влітку, досягаючи кульмінації, після чого спостерігається спад. Крива динаміки розвитку хвороби має зазвичай один максимум. Коливання динаміки відбувається під впливом зовнішніх умов та діяльності людини. Для складання прогнозу хвороби враховують такі моменти:

- 1) первинна інфекція (початок хвороби);
- 2) вторинна і наступні інфекції (поширеність і розвиток хвороби), кількість окремих циклів – генерацій;
- 3) зимівля (виживання в несприятливий період у зовнішньому середовищі та спосіб переносу в наступний вегетаційний період).

Крім річних коливань хвороб, необхідно передбачати і багаторічну динаміку, що значно важче зробити. Під час прогнозування хвороб враховують такі головні фактори:

- збудник хвороби;
- рослина-господар;
- умови, від яких залежить проявлення та подальший перебіг хвороби;
- вірогідність дієвого контакту збудника хвороби з рослиною (час, місце, тривалість, розмір джерел інфекції).

При цьому звертають увагу на особливості проявлення та розвитку мікроорганізмів-патогенів і самої хвороби, а також результати ураження. За кількістю спор можна передбачити розвиток хвороби та її можливу шкідливість. Значно більше значення для прогнозу має інформація про стійкість рослин, наявність джерел інфекції та їх віддаленість від вегетуючих рослин, три-

валість і кількість інкубаційних періодів та генерацій, дані про різні критичні періоди, які впливають на розвиток хвороби.

Розвиток і поширення хвороботворних мікроорганізмів більше пов'язані з рослиною та її екологією, ніж розмноження шкідників, тому необхідно точніше знати та передбачати умови виникнення хвороб і їх реакцію на різні умови зовнішнього середовища.

Зміни змісту й обсягу профілактичних та спеціальних винищувальних заходів захисту рослин приводять до змін динаміки хвороб. Велике значення мають кількісні і якісні зміни в популяціях збудників хвороб, які пов'язані з утворенням нових форм і рас фітопатогенів, змінами у складі сортів рослин-господарів та площ, на яких вони вирощуються.

Важливу роль для сезонної динаміки хвороб відіграє погода, особливо температура й вологість повітря і ґрунту. Тому знання про залежність розвитку хвороби від погодних умов є вирішальним для розробки сезонного і короткострокового прогнозів.

Важливим чинником також є мінливість розвитку хвороб і територій (площ), які охоплює патологічний процес. Найбільші коливання характерні для аерогенних хвороб, що уражують надземні однорічні органи рослин. Поширення цих хвороб відбувається у зв'язку з переносом повітрям інфекційного початку. Повітряне середовище дуже рухливе і мінливе, що прямо впливає на динаміку хвороб. Наприклад, при помірному розвитку кількість урединіопустул стеблової іржі пшениці з фази колосіння до воскової стиглості (близько місяця) зростає у 1000 разів. Для таких хвороб прогноз має дуже важливе практичне значення. Непідготовленість до захисту рослин, неповне та несвоєчасне проведення заходів може бути причиною значної і навіть повної втрати врожаю. Також важливо передбачати певний рівень можливого розвитку хвороби, щоб обґрунтовувати необхідність проведення заходів і запобігти непотрібним витратам на захист рослин.

Є хвороби, інтенсивність яких слабо змінюється в окремі роки. За сприятливих для них умов відбувається багаторічне зростання ураженості. Це хвороби, що передаються через насіння, бульби, ґрунт, багаторічні органи рослин (в'янення, кореневі гнилі, сажкові хвороби та ін.).

Розвиток хвороби проходить поетапно і масове ураження виникає після так званого періоду «підготовки», який полягає в

тому, що повинна бути велика кількість рослин, сприйнятливих до хвороби, достатньо високоагресивних і вірулентних збудників, та інфекційного початку, які одночасно знаходяться в одному місці в певній зоні під впливом сприятливих для хвороби зовнішніх умов. Швидкість патологічного процесу залежить від ступеня сприятливості зовнішнього середовища. Для прогнозу важливо своєчасно виявити в цей підготовчий період зміни в стані популяції хвороб і тенденції патологічного процесу. Важливу роль при цьому має точний прогноз і своєчасний облік та аналіз усіх факторів, що впливають на розвиток хвороб. Для більшості небезпечних хвороб прогнозування можливе на основі одного або декількох факторів.

Більшість бактеріальних та грибних збудників хвороб рослин незалежно від того, як вони поширюються у зовнішньому середовищі – через насіння, ґрунт чи повітря, проходять декілька етапів, які мають назву «цикл життя патогена». Типовий цикл розвитку фітопатогена протягом генерації такий:

1. Фаза, що передує зараженню рослини (поява на рослині, передача (перенос) збудника, проростання та ріст інфекційного початку).

2. Фаза зараження (укорінювання в тканини рослини за певних умов зовнішнього середовища).

3. Фаза росту та розмноження (інкубація патогена, продовження укорінювання, яке супроводжується ростом, розростанням та розмноженням збудника).

- 4 Початок хвороби та її розвиток (морфофізіологічні зміни, прояв симптомів, спороношення).

5. Фаза відокремлення від рослини-господаря та поширення (відокремлення та поширення інфекційного початку в середовищі навколо хворих і ще здорових рослин).

Генеративний цикл патогена проходить п'ять фаз, які утворюються і відбуваються одна за одною майже однаково в більшості збудників. Кожна фаза вимагає для свого закінчення наявності певного комплексу зовнішніх умов. Фаза, що передує зараженню, укорінюванню та поширенню в середовищі, регулюється переважно кліматичними і ґрунтовими умовами, у яких знаходиться рослина. Такі ж фази, як зараження, ріст та розмноження патогена регулюються сприйнятливістю тканин рослини-господаря.

### 1.3. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГНОЗУ ХВОРОБ РОСЛИН

Сучасні теорії прогнозів хвороб рослин ґрунтуються на результатах вивчення закономірностей патогенезу і впливу на нього факторів зовнішнього середовища. При цьому розвиток хвороби розглядається як функція, що залежить від багатьох аргументів зовнішнього середовища, внутрішніх особливостей рослин та патогенів. Взаємодію рослини, патогена і середовища Я. Планк (1972) назвав трикутником хвороби. Потім до цих основних компонентів додали чинник часу та антропогенного впливу (рис. 1.1).

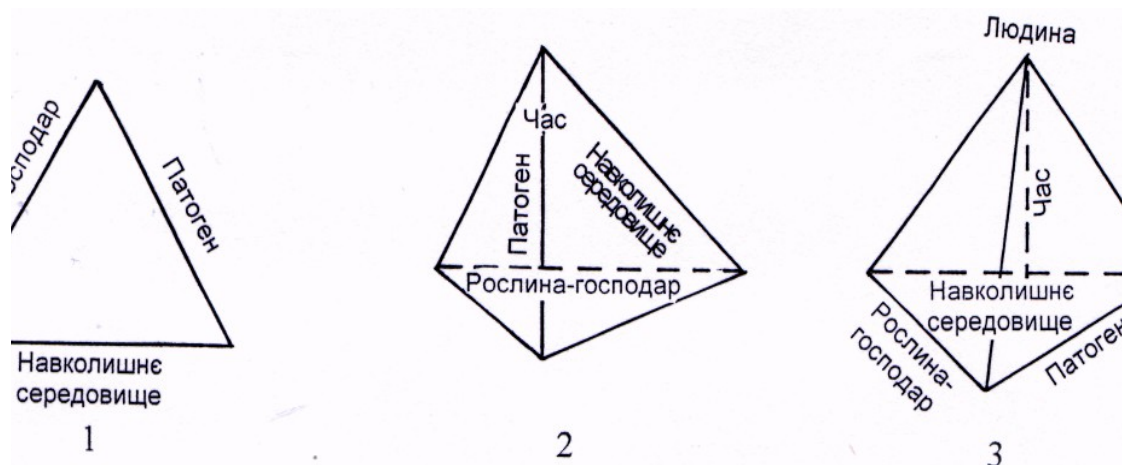


Рис. 1.1. Моделі патологічного процесу (за Agrios, 1988)

Науковець В.А.Чулкіна (1991) розробила модель епіфітотії, яка зображена на рис. 1.2. Таким чином, теоретична і методологічна основа сучасних систем захисту рослин та прогнозування епіфітотій хвороб однакова: через вплив і врахування природних та антропогенних факторів на внутрішні біологічні фактори епіфітотійного процесу. Аналіз взаємодії факторів слід розпочинати з джерела збудника інфекції – першої ланки ланцюга внутрішніх біологічних факторів.

Динаміку розвитку будь-якого патологічного процесу можна показати у загальному вигляді так:

$$y = f(x),$$

де  $y$  – показник ураженої тканини рослини, (бал або %);

$f(x)$  – це функція, яка відображає залежність змін  $y$  від умов, у яких розвивається хвороба.

Однією з основних характеристик патологічного процесу є швидкість інфекції – збільшення кількості (або частини) ураженої тканини за одиницю часу. Швидкість інфекції переважно залежить від погодних умов.

Для визначення швидкості розвитку епіфітотій широко застосовується математичне моделювання. Воно дозволяє виявляти значення окремих факторів для динаміки хвороби та вплив на них умов патологічного процесу.

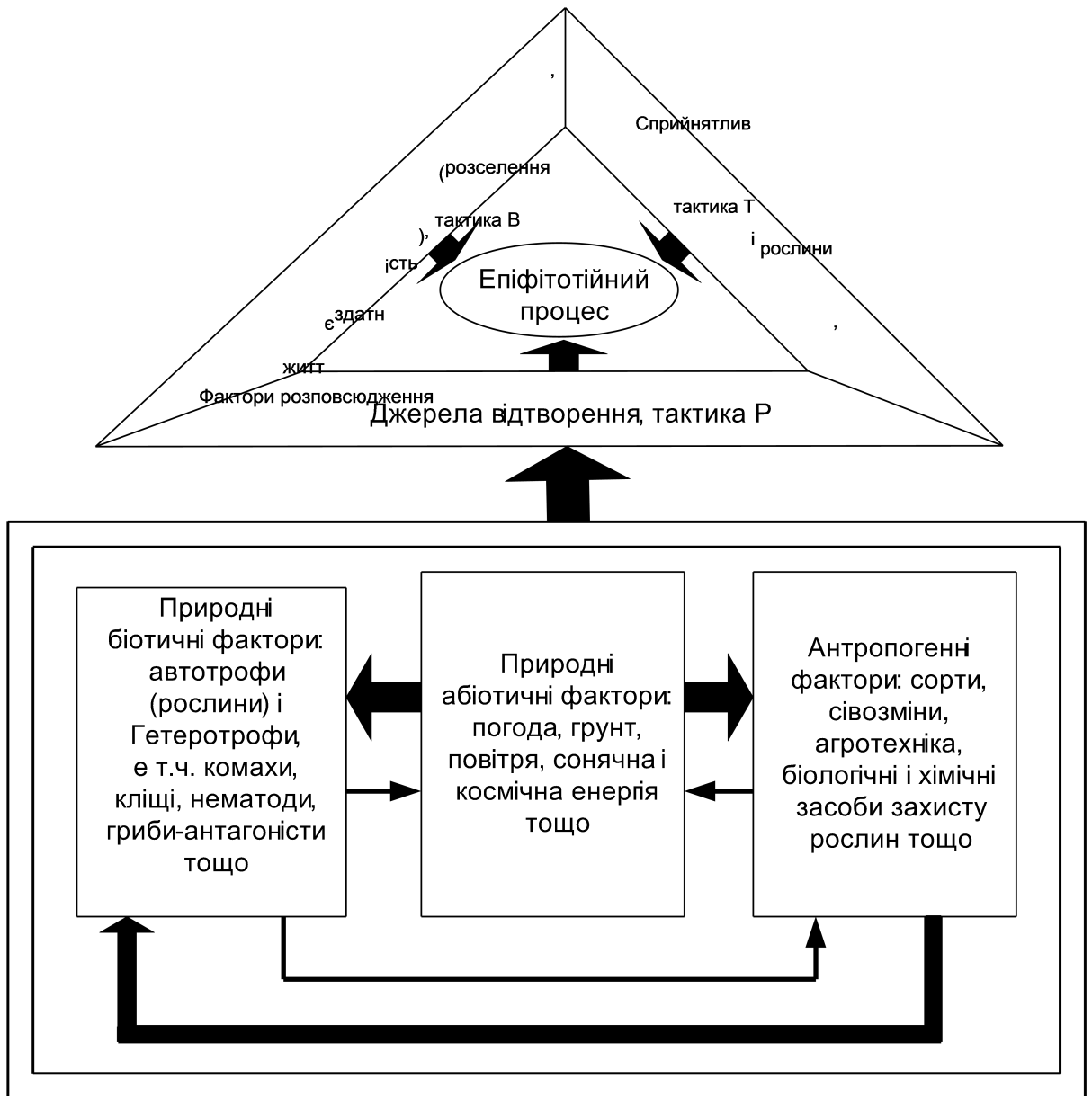


Рис. 1.2. Модель епіфітотійного процесу (за Чулкіною, 1991)

Математична модель Я.Планка, що відображає розвиток епіфітотії, виражена рівнянням:

$$\frac{dx}{dt} = rx(1-x),$$

де  $\frac{dx}{dt}$  – швидкість збільшення хвороби за одиницю часу;

$x$  – кількість (частина) хворої тканини рослини;

$t$  – час розвитку хвороби;

$(1-x)$  – кількість (частина) здорової тканини, доступної до зараження;

$r$  – швидкість інфекції.

Слід відзначити, що велику небезпеку для рослин становлять ті епіфітотії, які досягають високого рівня розвитку на ранніх фенофазах культурних рослин задовго до формування і визрівання врожаю.

Для того щоб епіфітотія виникла, необхідні такі передумови: а) достатня маса рослин, сприйнятливих до цієї хвороби; б) наявність високоагресивних і вірулентних збудників; в) достатня кількість інфекційного початку.

Швидкість хвороби, її розвиток і шкідливість у подальшому залежать від ступеня сприйнятливості погодних та інших зовнішніх умов середовища і часу їх впливу на певній фенофазі рослини. Складність і багатофакторність біоекологічних процесів розвитку епіфітотій вимагає високого ступеня їх вивчення, постійного удосконалення методів, обладнання для збору та аналізу фітосанітарної інформації і прогнозування.

### **1.3.1. Форми проявлення епіфітотійного процесу**

Необхідно розрізняти поняття „вогнище інфекції” з терміном „джерело збудника інфекції”. Як визначають І.Г. Бейлін (1986), В.А.Чулкіна (1991), епіфітотичне вогнище є місцезнаходженням джерела інфекції, у межах якого можливе зараження рослин за певних умов. Саме з вогнища інфекції в подальшому іде розповсюдження хвороби на полі, у сівозміні, у певній зоні.

Згідно з твердженням К.М. Степанова (1972), вогнище інфекції – це місцевість, у якій унаслідок сукупності історичних, природних і господарських умов є передумови для частих масових проявлень хвороби. Відповідно до цього одним із завдань моніторингу хвороб сільськогосподарських рослин є виявлення вогнищ інфекції і спостереження за ними для проведення своєчасних заходів.

Осередки уражених рослин виникають біля джерел збудника інфекції. За сприятливих умов межі вогнища розширюються, утворюються вторинні дочірні вогнища. Велика кількість маленьких за площею вогнищ створює вигляд рівномірного розповсюдження хвороби на полі. Швидкість цього процесу залежить від кількості генерацій патогена за певний час. На рис. 1.3 показано схему виникнення епіфітотії.



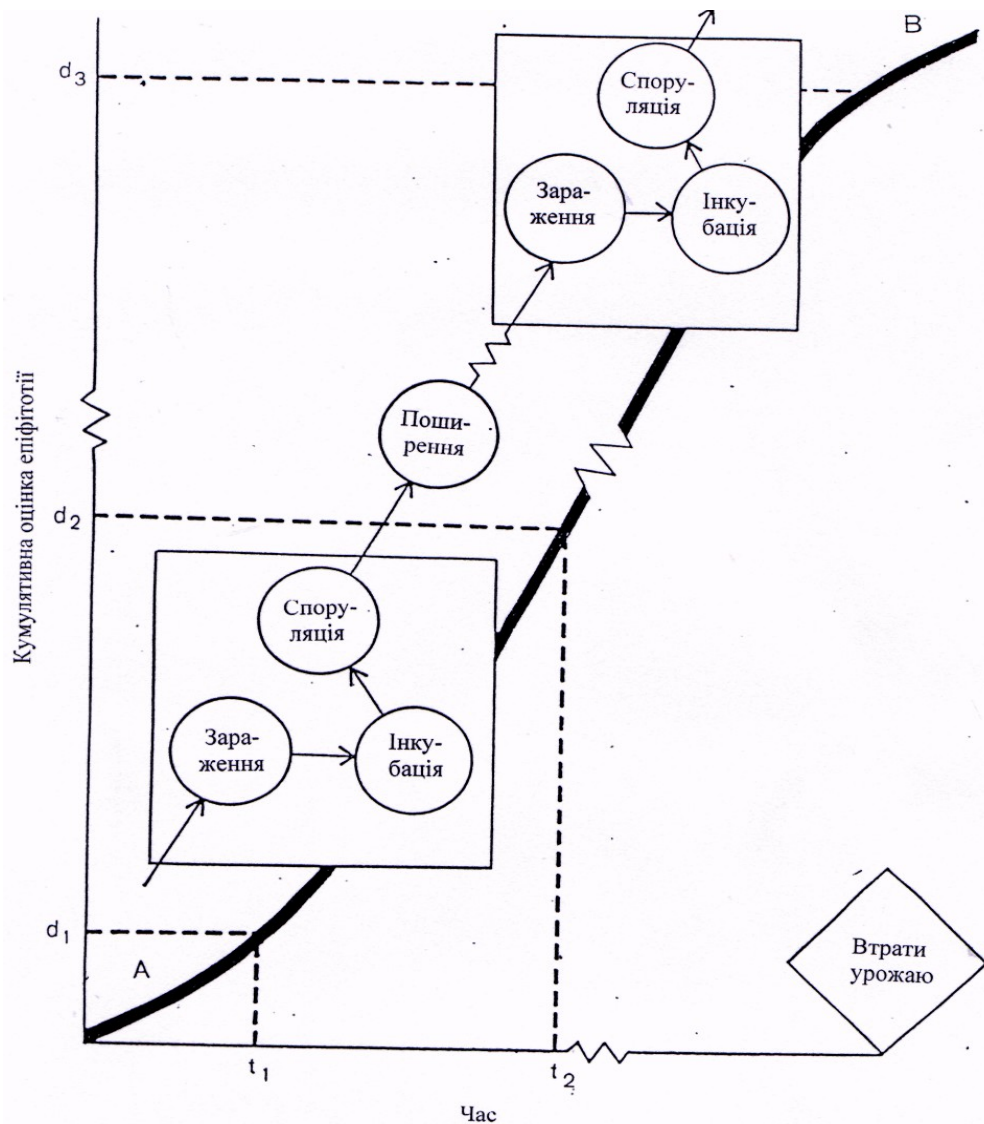


Рис. 1.3. Схема виникнення епіфітотії

Епіфітотійний процес може мати такі чотири рівні: спорадичне проявлення, епіфітотійний спалах, епіфітотія і панфітотія.

*Спорадичне проявлення* – це окремі хворі рослини, зараження яких відбулося від первинного джерела інфекції. При цьому хвороба не викликає зменшення врожаю та його якості (табл.1.2).

*Епіфітотійний спалах* – це наступний етап епіфітотії, на якому за короткі проміжки часу на невеликій обмеженій території (група полів, господарство, район) відзначене суттєве збільшення ураження. Він виникає під впливом короткочасної, позитивної для хвороби дії складових епіфітотійного процесу. Ураження рослини оцінюється як помірне, хвороба зменшує урожай або погіршує його якість.

## Показники спорадичного проявлення деяких хвороб рослин

| Назва хвороби                        | Поширеність,<br>% | Фаза вегетації,<br>час обліку |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Сажка на ярових хлібних злаках       | 0,3               | Повна стиглість               |
| Сажка на озимих культурах            | 0,2               | Повна стиглість               |
| Звичайна гниль ярої пшениці і ячменю | 10                | Перед збиранням урожаю        |
| Сажка проса                          | 1                 | Повна стиглість               |
| Рак картоплі                         | Одиночні рослини  | Збирання урожаю               |
| Кільцева гниль                       | 5                 | -,,-                          |
| Фітофтороз (на бульбах)              | 2-3               | -,,-                          |
| Фітофтороз (на листях)               | 0,1               | Бутонізація                   |
| Ризоктоніоз (на стеблах)             | 15                | Цвітіння                      |
| Чорна ніжка                          | 1-2               | Цвітіння                      |
| Фітофтороз (на плодах томатів)       | 5                 | Збирання урожаю               |

*Епіфітотія* виникає при збереженні у часі сприятливих умов, унаслідок чого виникає багато епіфітотійних спалахів, пов'язаних між собою. Розвиток хвороби характеризується значною територіальною розповсюдженістю (область, природно-кліматична зона), ступенем ураженості, що приводить до суттєвих втрат продукції.

*Панфітотія* – максимальне проявлення епіфітотійного процесу, коли хвороба охоплює декілька країн і навіть континентів.

### 1.3.2. Роль збудника хвороби

Для виникнення і значного розвитку хвороби необхідна наявність певного виду (або видів) збудника, що має спеціалізовані форми, раси чи біотиби, агресивні і вірулентні до сортів і гібридів, що вирощуються в певній зоні. При цьому вони повинні бути екологічно пластичними – стійкими до несприятливих та критичних умов існування, здатними до швидкого розмноження у

широкому діапазоні значень факторів зовнішнього середовища, конкурентноспроможними при сукупних інфекціях. Не менше значення для епіфітотії має кількість інфекційного початку.

В історії захисту рослин відомо багато прикладів появи нових рас патогенів вірулентних та агресивних іржастих хвороб пшениці, фітофторозу картоплі і помідорів, борошнистої роси злаків та інших хвороб на раніше стійких районованих сортах. Завдяки гібридизації, гетерокаріозу та мутаціям через певний проміжок часу формуються і накопичуються нові раси, вони долають стійкість рослин, виникають епіфітотії. Великі площі, що займає певний сорт, сприяють появі агресивних рас, їх інфекційний початок і поширення швидко збільшується, виникає необхідність заміни сорту. Важливо своєчасно виявити ознаки розвитку нових рас для корегування селекційних робіт і своєчасного сортооновлення.

*Кількість інфекційного початку* також має велике значення для виникнення та динаміки хвороби. Навіть при високій життєздатності пропагул патогенів тільки невелика їх частина викликає зараження навіть у високоспеціалізованих облігатних паразитів. *Відносна кількість спор, що здатна за сприятливих умов викликати зараження рослини, має назву «коефіцієнт інфекції»*. У стебловій іржі тільки 30 % спор інфікує рослини. Коефіцієнт інфекції *Phytophthora infestans* – 6,5 %, *Alternaria solani* – 1,7 %, *Septoria lycopersici* – 0,2 %.

Збільшення кількості спор на одиницю площі рослин приводить до підвищення ступеня ураження. Це явище досліджено для сажкових та іржастих хвороб пшениці і багатьох інших грибних хвороб. Збільшення запасу інфекційного початку веде до суттєвого ураження на ранніх фенофазах рослини, що підвищує вірогідність епіфітотії. Відомо, що розташування посівів на певній відстані від джерел інфекції зменшує у подальшому ураженість рослин аерогенними хворобами.

Кількість спор на зерні може бути основою довгострокового прогнозу твердої сажки пшениці, у ґрунті – кореневих гнилей зернових колосових культур, огірка, раку картоплі. Кількість спор у повітрі враховують у прогнозі іржастих хвороб, парші яблуні. Але слід мати на увазі, що кількість інфекційного початку діє залежно від вірулентності інокулюма, кількості доступної до зараження тканини рослини та її сприйнятливості, умов зовнішнього середовища.

Спеціальні організаційно-господарські заходи, зокрема використання і розміщення сортів з різним ступенем стійкості, чергування і розміщення культур у сівозмінах, просторова ізоляція, а також профілактично-вимищувальні заходи – знезаражування насіння, ґрунту, сховищ, знищення уражених рослинних решток тощо, направлені на обмеження розвитку хвороби.

### **1.3.3. Значення рослини-господаря**

Істотний вплив на розвиток хвороби мають біологічні особливості сортів: скоростиглість, посухостійкість, стійкість до хвороб та ін. На динаміку рас патогенів впливає площа, яку займає той чи інший сорт. Важливе значення має наявність або відсутність дикорослих рослин, бур'янів, на яких може зберігатися або розвиватися хвороба.

Сприйнятливі та стійкі сорти розрізняються між собою за стійкістю до одних і тих же рас патогенів. Це обумовлює різницю у накопиченні певної раси та ураженні тих чи інших сортів. Тому зміни у складі сортів приводять до змін у популяціях збудника, що, у свою чергу, має вплив на динаміку хвороби. Яскраві приклади стримування стійкими сортами шкодочинних хвороб протягом довгого періоду відомі для багатьох грибних хвороб: іржі та сажки хлібних злаків, фітофторозу пасльонових та ін.

Нові стійкі сорти одночасно залишають можливість для розвитку і накопичення спочатку малошкодочинних, але патогенних і агресивних рас, що існують або виникають у регіоні.

Вимищування кущів барбарису значно зменшило інтенсивність ураження пшениці і втрати від стеблової іржі в США та інших країнах. Відома роль багатьох інших проміжних рослин у розвитку іржастих хвороб, злакових дикорослих рослин – у накопиченні інфекційного початку кореневих гнилей, борошнистої роси тощо.

Широке розповсюдження сорту приводить за більший чи менший проміжок часу до накопичення агресивних рас збудника, суттєвого ураження рослин, унаслідок чого виникає необхідність заміни такого сорту чи гібрида, що, у свою чергу, позбавляє цю расу патогена можливості масово розвиватися.

### 1.3.4. Вплив зовнішнього середовища

Зовнішнє середовище впливає на:

а) рослину-господаря, яка змінює сприйнятливість і витривалість до хвороби, ритм вегетації;

б) збудника, який діє на агресивність, життєздатність і швидкість розповсюдження;

в) впливає на сам патологічний процес – можливість його виникнення та час ураження і проходження, тривалість інкубаційного періоду, проявлення хвороби.

*Погодні фактори* відіграють провідну роль у виникненні епіфітотій. Їх вплив проявляється багатогранно, на різних етапах патологічного процесу, що викликає значну мінливість як у сезонному розвитку хвороб, так і в різних природно-кліматичних зонах. У більшості випадків кожен із цих факторів діє у сукупності з іншими, змінюючи ступінь свого впливу залежно від їх рівня та експозиції. Основними кліматичними факторами, що обумовлюють динаміку хвороб рослин, є температура і вологість. Світло, вітер, атмосферний тиск тощо мають лише корегуючий вплив в окремі періоди життєдіяльності патогенів (рис. 1.4).

Температура середовища може впливати вже на перших етапах інфекційного процесу. Від її рівня залежить життєздатність збудника і можливість його збереження до початку вегетаційного періоду. Життєздатність патогена значною мірою залежить від форми його існування в критичних умовах (табл. 1.3).

У природних умовах при постійних змінах гідротермічного режиму спори помітно зменшують здатність до зараження до кінця вегетаційного періоду. Температура середовища регулює і тривалість терміну проростання спор. Спори більшості фітопатогенних грибів проростають при високій вологості повітря або за наявності крапельно-рідинної вологи. У той же час збереження вологи на рослинах залежить переважно від температури. Така залежність може використовуватися у експериментально одержаних спеціальних графіках-номограмах, які дозволяють уточнювати деталі патологічного процесу для моніторингу основних хвороб.

Графіки (рис. 1.5-1.6) дозволяють визначити можливість зараження рослин залежно від середньої температури періоду та довжини зволоження. При збільшенні періоду зволоження зростає кількість пророслих спор і зараження рослин (табл. 1.4).

Поступові зміни у кліматі

Територіальний

За часом

Аномалії факторів погоди

Метеопатологічний

Метеобіологічний

Біометеорологічний

Фенологічний

Таблиця 1.3

**Температурні показники розвитку деяких  
збудників хвороб**

| Назва хвороби                      | Стадія розвитку збудника    | Температура, °С |         |             |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|---------|-------------|
|                                    |                             | нижня межа      | оптимум | верхня межа |
| Стеблова іржа пшениці              | Проростання спор            | 2               | 21-23   | 26-31       |
|                                    | Зараження рослин            | 10              | 23-25   | 30          |
|                                    | Розвиток у тканинах рослини | 2               | 20      | -           |
| Бура іржа пшениці                  | Проростання спор            | 2               | 20      | 32          |
|                                    | Розвиток у тканинах рослини | 2               | 25      | 35          |
| Жовта іржа пшениці                 | Проростання спор            | 1               | 9-13    | 23          |
|                                    | Зараження рослин            | 5               | 15-20   | 26          |
|                                    | Розвиток у тканинах рослини | 3               | 12-15   | 20          |
| Гельмінто-споріозна коренева гниль | Проростання спор            | 6               | 22-28   | 36          |
|                                    | Розвиток у тканинах рослини | 8-9             | 18-25   | -           |
|                                    | Спороношення                | 5               | 22-26   | 35          |
| Летюча сажка пшениці               | Проростання спор            | 4-5             | 22-30   | -           |
|                                    | Розвиток спор               | 5               | 16-18   | 25-30       |
| Фузаріоз колоса пшениці            | Розвиток спор               | 7-10            | 25-30   | 37-38       |
| Мілдью винограду                   | Проростання спор            | -               | 10-13   | -           |
|                                    | Розвиток у тканинах         | 8               | 25      | 33          |
| Оїдіум винограду                   | Проростання спор            | 5               | 10-30   | 33          |
| Фітофтороз картоплі                | Проростання спор            | 6-8             | 10-15   | 20          |
|                                    | Утворення ростових трубочок | 4               | 25      | 30          |

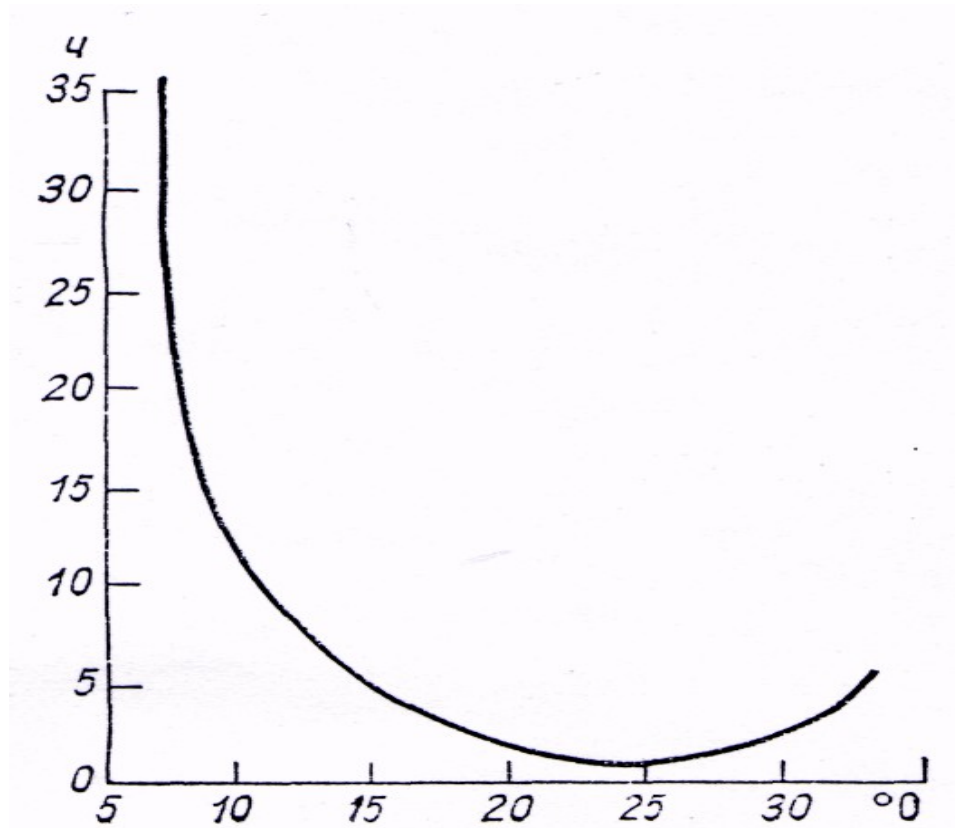


Рис. 1.5. Залежність проростання конідій збудника оїдіуму винограду від температури (за Л.А.Сайдаметовим, 1939)

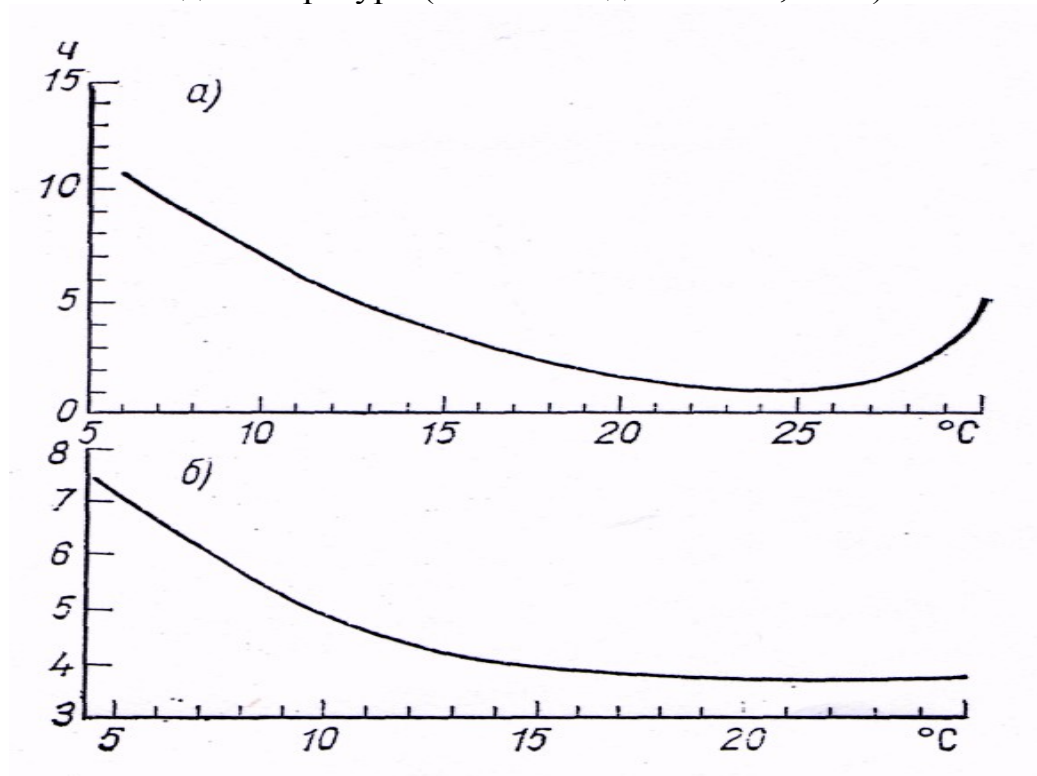


Рис. 1.6. Вплив температури на тривалість періоду зволоження і можливість ураження:  
а) мільдю винограду; б) бурю іржею пшениці



Таблиця 1.4

**Тривалість періоду зволоження, необхідна  
для проростання спор залежно від температури, год**

| Назва хвороби             | Середня температура, °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     | -   |
| Мілдью винограду          | 10,5                    | 7  | 4,5 | 2,5-3 | 1-1,5 | 6-7 |
| Червона плямистість сливи | 8-9                     | 5  | 4   | 3     | 2     | -   |

Цю залежність вивчали багато вчених. Цікаві дані було отримано Мілсом стосовно парші яблуні (рис. 1.7). Виявлену ним математичну залежність ступеня ураження рослин від рівня температур і періоду зволоження листя використано для програмного забезпечення сучасних приладів-сигналізаторів АВІ -201 та ін.

Температура має також вплив на чутливість рослин до хвороб, яка, у свою чергу, залежить від того, наскільки умови середовища відповідають вимогам виду або сорту культури та якою мірою ці умови відхиляються від оптимальних для рослини. Теплозабезпечення позначається на регулюванні ритму вегетації рослин та хвороб. Ступінь ураження суттєво залежить від збігу активних і небезпечних фаз розвитку збудника з найбільш сприйнятливими і нестійкими фазами рослини.

Ураження пшениці твердою сажкою, буряку – коренеїдом посилюються при понижених температурах під час проростання насіння і на перших фазах розвитку рослин, розвиток кучерявості листя персику – у прохолодну погоду перед та після розпускання бруньок.

Збудник сажки цибулі уражує тільки молоді рослини. При температурі нижче 10 °С ріст цибулі уповільнюється, а інтенсивність проростання спор не зменшується, що приводить до збільшення періоду взаємодії рослини і паразита; ураженість рослин і шкідливість хвороби значно посилюється.

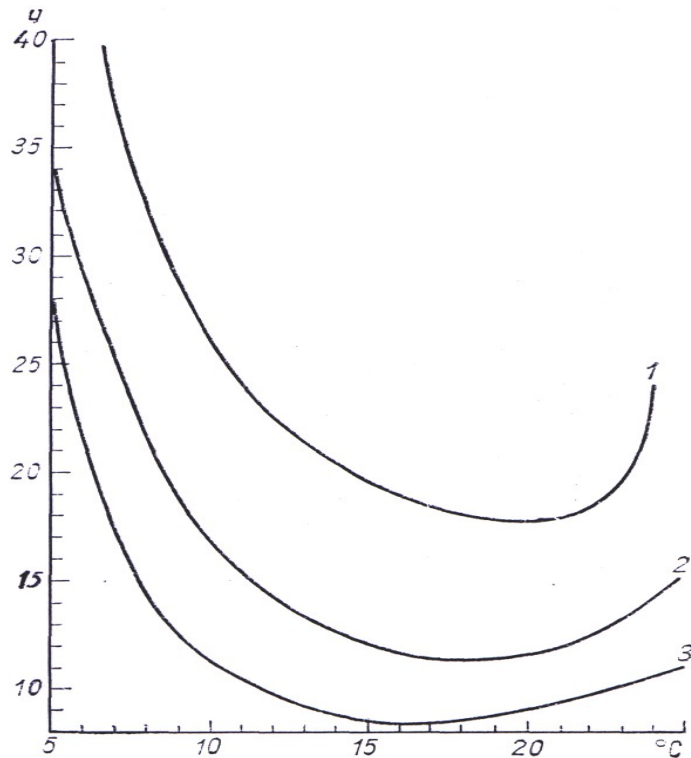


Рис. 1.7. Ступінь ураження яблуні паршею залежно від гідротермічного режиму:  
1– ураження сильне; 2– середнє; 3–слабе

Парша яблуні також уражує переважно молоді листя і плоди. Основний період зараження починається з фази зеленого конусу і закінчується через 2–4 тижні після цвітіння, що збігається в часі з викиданням аскоспор збудника. У цей період відбувається передача хвороби в часі, від минулого року у наступний, від зимуючої сумчастої стадії, що формується в опалому листі, до наступної конідіальної стадії на листях і плодах у період вегетації. Від ступеня реалізації інфекційного початку залежить подальша динаміка хвороби. При середній температурі першого місяця вегетації яблуні нижче 12 °C та сумі опадів більше 20 мм ураженість паршею значно збільшується.

Церкоспороз цукрового буряку починає розвиток при середніх температурах 12–14 °C та мінімальних – не нижче 6–7 °C при вологості повітря більше 60 %, а вночі та вранці – більше 85 %. Збудник моніліозу яблуні активізується при 13–15 °C, спороношення кокомікозу кісточкових культур починається після стійкого переходу температури через 15 °C. Перше зараження яблуні паршею починається при накопиченні суми позитивних температур з 1 березня 105–140 °C, оїдіуму винограду – 237 °C.

Для фітофторозу картоплі дослідниками запропоновано декілька схожих показників, які дозволяють на короткі строки прогнозувати проявлення хвороби. Згідно з „голандськими прикметами погоди” перше зараження рослин проявляється через 15 днів після того, як протягом доби температура, що потрібна для утворення роси, тримається не менше 4 год, мінімальна температура – не нижче 10 °С та в наступну добу пройде дощ не менше 0,1 мм, хмарність становитиме не менше 8 балів. Для короткострокового прогнозу фітофторозу рекомендуються методи ВІЗР, „метеобудки”, „змінної середньої”.

Аналогічних досліджень стосовно основних хвороб проведено недостатньо. Використання температурних характеристик середовища дає змогу визначати час проявлення патогенів, швидкість розвитку і шкодочинність хвороб. У зв’язку із цим важливе значення для кожного регіону можуть мати *феноіндикатори* (феносигнали) – легко помітні фенологічні явища у рослин, які збігаються за часом з розвитком певних фаз патогенів. Наприклад, стеблова іржа проявляється у фазі колосіння озимої пшениці, фітофтороз – під час цвітіння картоплі, мілдью – при довжині пагонів виноградної лози 20–25 см та діаметрі листка 2–3 см.

Фенологія рослин у багатьох випадках є основою планування та проведення моніторингу хвороб і заходів проти них. Так, доцільність хімічного захисту зернових колосових від основних хвороб визначають у фазу виходу в трубку, колосіння (прапорцевий лист) пшениці, пасльонових від фітофторозу – у фазах бутонізації-цвітіння, винограду від мілдью – при довжині пагонів 20–25 см та діаметрі листа 2–3 см тощо.

На цей час накопичено значну інформацію щодо сезонної і географічної мінливості фенологічних явищ. Виявлено певну стійкість у часі їх проходження, розроблено методикку варіаційно-статистичного аналізу щодо фенологічних явищ.

Температура в період розвитку патогена у рослині визначає тривалість інкубаційного періоду, репродуктивну здатність, динаміку накопичення інфекційного початку й ураження рослини. Велика кількість генерацій навіть при малих первинних запасах інфекційного початку приводить до швидкого наростання хвороби.

Також виявлено залежність швидкості розвитку багатьох небезпечних хвороб від температури. Вона найбільша у межах оптимальних для патогена значень і уповільнюється в інших режимах. Ця залежність може бути представлена математично, у вигляді рівнянь або графічно.

Широко відомі номограма Н.А. Наумової (фітофтороз картоплі), криві Мюллера (мілдью винограду), Я.А. Сейдаметова (оїдіум винограду) (рис. 1.8), К.М. Степанова (іржасті хвороби злаків) (рис. 1.9) та інші, які використовуються для розробки короткострокових прогнозів розвитку цих хвороб. Математично такий зв'язок може бути виражений формулою:

$$n = \frac{\sum t}{T - t},$$

де  $n$  – довжина інкубаційного періоду;

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

$T$  – середня температура періоду;

$t$  – нижній температурний поріг розвитку виду.

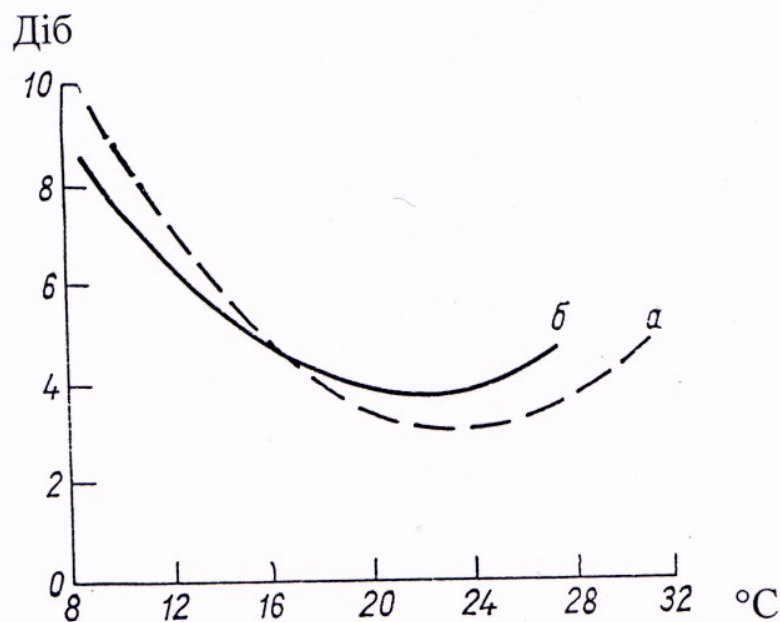


Рис. 1.8. Тривалість інкубаційного періоду оїдіуму винограду залежно від температури:  
а) постійна температура; б) змінні температури

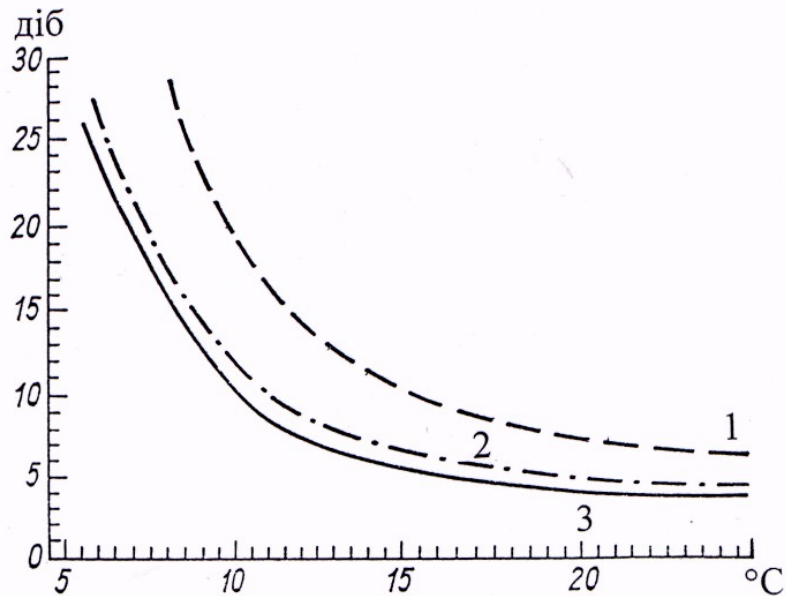


Рис. 1.9. Тривалість інкубаційного періоду залежно від температури:

1 – стеблова іржа пшениці; 2 – бура іржа жита; 3 – бура іржа пшениці

Коли вимоги збудника близькі до оптимуму, короткостроковий прогноз за номограмами і формулами досить точно збігається з фактичною фенологією гриба. При високих і низьких температурах повітря патологічний процес уповільнюється, тому це необхідно враховувати в моніторингу хвороб, особливо у південних і південно-східних природно-кліматичних зонах.

*Вологозабезпеченість* середовища має суттєвий вплив на життєздатність патогена. Конідії фітофторозу картоплі при вологості повітря 20–40 % гинуть через 1–2 год, при 50–80 % – через 3–5 год. Моніліальний опік, парша яблуні інтенсивно розвиваються в роки з вологою прохолодною погодою під час цвітіння та відразу після нього. Такий погодний режим сприяє розвитку збудника й одночасно розтягує у часі чутливу до хвороби фазу плодових культур. Сильне ураження рослин хворобами трапляється при частих опадах. Так, сприятливими погодними умовами для септоріозу пшениці вважають температуру 14–22 °C та не менше 17 дощових днів від фази виходу в трубку до фази молочної стиглості.

Вирішальне значення фактор вологості має тільки протягом відносно короткого періоду – від початку проростання спор до

проникнення патогена в рослину. Для більшості фітопатогенних грибів зараження рослин стає можливим при високій вологості середовища. Так, спори фітофторозу картоплі, стеблової іржі пшениці, мілдью винограду, плодової гнилі проростають лише за наявності крапельно-рідинної вологи; для розвитку бурої, жовтої, корончастої іржі зернових колосових необхідна 100 % вологість повітря. Для багатьох хвороб (тверда сажка зернових культур, фузаріози, церкоспорові цукрового буряку) збільшення вологості є основним фактором підвищення агресивності патогена і шкідливості хвороби.

Відомо, що при вологості повітря 80 % та більше, яка визначена метеостанціями в приземному шарі повітря, травостої рослин, відбувається конденсація краплинної вологи на рослинах. Таким чином, можна, використавши стандартні метеодані, визначити сприятливий за вологістю повітря період у годинах (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

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

| Середня добова вологість повітря, % | Кількість годин з відносною вологістю > 80% |        |         |
|-------------------------------------|---|--------|---------|
|                                     | усього                                      | вранці | увечері |
| 50                                  | 3   | 3      | -       |
| 60                                  | 5   | 5      | -       |
| 70                                  | 9   | 7      | 2       |
| 80                                  | 14  | 9      | 5       |
| 90                                  | 22  | 11     | 11      |

Кількість днів за місяць з вологістю повітря більше 80 % можна визначити за формулою:

$$y = 0,58x - 32,$$

де  $x$  – середня відносна вологість повітря за місяць.

Основним джерелом вологи є опади. Найбільш сприятливими умовами для зараження рослин, а для багатьох хвороб і для всього патологічного процесу є дощі, які забезпечують наявність на рослинах вологи на тривалий період, – часті опади, мряка при оптимальних для патогена температурах.

Особливе значення для зараження рослин має роса. Цей фактор рідко враховують у реальному прогнозуванні, хоча кількість вологи у вигляді роси становить біля 10 % від загальної суми опадів за теплий період року. Випадає роса переважно вночі при вологості повітря вище 60 %, інтенсивно – якщо вона становить більше 80 %. Росоутворення пов'язане з мікрокліматом місцевості. Так, ділянки картоплі, які ростуть у низинах, раніше і сильніше уражуються фітофторозом, сади – паршею і моніліальним опіком. На полях, які погано продуваються вітром, загущені, засмічені бур'янами, інтенсивність ураження гнилями, пероноспорозом, борошнистою росою, іржастими хворобами значно більша, ніж на інших полях, через більш тривалий період зволоження. Фітофтороз картоплі починає розвиватися після змикання бадилля у міжряддях, коли вологість повітря у приземному шарі підвищується.

Рівень вологозабезпеченості у період формування спор впливає на їх життєздатність і агресивність, а також на характер їх відокремлення і розповсюдження.

Особливий вплив на стійкість рослин має вміст вологи у ґрунті. Як висока, так і низька вологозабезпеченість, залежно від вимог патогена до умов існування, можуть суттєво прискорювати патологічний процес. Низька вологозабезпеченість ґрунту є однією з основних причин розвитку в'янення картоплі і капусти, корневих гнилей пшениці і квасолі, коренеїда буряку. Як стверджують М.В.Горленко (1959) та деякі інші вчені, борошниста роса злакових культур може розвиватися в широких діапазонах вологості і температури, але найбільшої шкоди завдає при низькій вологості ґрунту, що викликає пригнічення рослин, втрату тургору, в'янення.

Гельмінтоспориозна коренева гниль уражує пшеницю в основному у фазі сходів – кущіння, особливо інтенсивно при температурі 18–25 °С і вологості ґрунту 60–80 % від повної вологоємності. При температурі нижче 8–9 °С і вологості менше 25 % зараження рослин хворобою припиняється. Найбільша шкодочинність корневих гнилей відзначена у роки з нестійким режимом вологи в ґрунті, коли навесні вологи достатньо, а влітку – не вистачає і розподіл її нерівномірний.

Для оцінки сприятливості погоди і прогнозування хвороб використовують як стандартні метеодані, так і спеціально розраховані інтегральні показники: гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), температурно-вологісний показник (ТВП), коефіцієнти інтенсивності та кратності опадів ( $K_i$ ,  $K_k$ ), індекси погоди ( $I_{спр.}$ ,  $I_n$ ) тощо. Велике практичне значення для короткострокового прогнозу деяких небезпечних хвороб, зокрема, іржастих, фітофторозу, парші яблуні, мілдью і оїдіуму винограду мають номограми і спеціальні графіки, які були отримані експериментальним шляхом – вивченням залежності патогенезу від основних факторів зовнішнього середовища.

### 1.3.5. Вплив антропогенних факторів

Від людини, яка вирощує рослини, багато в чому залежить їх стан, а також можуть суттєво змінюватися передумови для виникнення і розвитку хвороб. Через господарську (агрономічну) діяльність проявляється вплив численних факторів зовнішнього середовища.

Людина може сприяти перенесенню інфекційного початку не тільки в конкретному господарстві чи районі, а і в межах природно-кліматичних зон, країн і навіть континентів, тому значну увагу слід приділяти карантинним заходам.

*Організаційно-господарські та агротехнічні заходи* змінюють мікроклімат поля, умови живлення і стійкість рослин до хвороб, тим самим створюють певні умови, які впливають на розвиток хвороб. Метою цих заходів є одержання найбільшої продуктивності рослин шляхом поліпшення родючості ґрунту, підвищення їх стійкості до негативних факторів. Особливо суттєво на динаміку ураження рослин хворобами можуть впливати такі організаційно-господарські й агротехнічні заходи: відбір і впровадження стійких сортів, обґрунтовані сівозміни і підбір попередників, система обробітку ґрунту, добрива, підготовка посівного і садивного матеріалу, строки посіву, збирання врожаю, знищення бур'янів та післязбиральних рослинних решток тощо.

*Вирощування стійких сортів* є найбільш економічно вигідним та радикальним засобом контролю більшості хвороб. За



одних і тих же умов зовнішнього середовища на різних за стійкістю сортах в один і той же час буде різний ступінь ураження рослин і, відповідно, різний рівень втрат урожаю. Таким чином, залежно від стійкості сортів, у межах певної культури може бути суттєво різною необхідність і інтенсивність проведення моніторингу та прогнозування хвороби.

Добір стійких сортів і використання їх у господарствах слід проводити згідно з рекомендаціями Державного реєстру сортів рослин України. Селекцію рослин на імунітет і періодичне оновлення сортів слід здійснювати безперервно у зв'язку з подоланням стійкості існуючих сортів популяціями збудників хвороб.

*Сівозміни та попередники* повинні забезпечити розмежування споріднених культур у часі і просторі, що дає змогу уникати накопичення інфекційного початку у більшості хвороб. Особливе значення це має для спеціалізованих патогенів. У рослинних рештках може залишатися значний запас інфекції, що сприяє більш ранньому та інтенсивному ураженню споріднених культур на цьому полі або поблизу нього.

Істотне значення має не лише вибір попередників, а й тривалість часу, протягом якого слід уникати повернення культури на те саме поле. Залежно від життєздатності збудників цей період становить для зернових колосових культур 1–2 роки, цукрового буряку – 4, соняшнику – 8 років.

*Система обробки ґрунту* істотно впливає на виживання патогенів та на стійкість та витривалість рослин до хвороб. Такі заходи, як лущення стерні, оранка на зяб, культивуація міжрядь просапних культур повинні забезпечувати оптимальні умови для розвитку рослин і одночасно бути основою задовільного фітосанітарного стану полів. Збудники багатьох хвороб залишаються у рослинних рештках, відмерлих унаслідок ураження листків та інших органів рослин. Подрібнення та загортання в ґрунт прискорює їх розклад ґрунтовими мікроорганізмами, патогени потрапляють під згубну дію антагоністів. Так, лущення стерні попередника з подальшим знищенням падалиці та сходів бур'янів помітно обмежує ураженість рослин озимої пшениці бурюю іржею, септоріозом, борошнистою росою, кореневими гнилями. Велике фітосанітарне

значення має подрібнення рослинних решток з подальшою якісною оранкою після збирання врожаю кукурудзи, соняшнику, картоплі, овочевих культур тощо.

З другого боку, раціональна система обробітку ґрунту забезпечує підготовку поля до сівби, регулюючи водний режим; формування вирівняного насінневого ложа сприяє одночасному дружньому проростанню насіння і подальшому розвитку рослин. Це скорочує період первинного ураження, хвороби проявляються пізніше, стійкість рослин збільшується.

Безперечно, глибока відвальна оранка має значно вищий фітосанітарний ефект, ніж інші заходи. Потреби зменшення енерговитрат і заощадження ґрунтової вологи спонукають виробників до мінімалізації агротехнічних заходів. При цьому уражені рештки рослин, що залишаються на поверхні ґрунту, довгий час можуть бути джерелом подальшого епіфітотійного розвитку хвороб. У цих умовах значно зростає роль моніторингу хвороб та оптимізація заходів захисту на основі сезонного і короткострокового прогнозу.

*Посівні якості та підготовка насіння* є важливим фактором динаміки хвороб. Щупле, легке насіння формується на рослинах, які погано розвиваються з різних причин і часто через хвороби. Воно не забезпечує необхідної посівної якості, дружніх сходів, стійкості до несприятливих факторів, а часто є джерелом відтворення хвороби у наступному поколінні рослин. Втрати врожаю внаслідок використання непротруєного насіння за вартістю можуть у десятки разів перевищувати кошти, „заощаджені” агрономом у передпосівний період. Тому цей захід хімічного захисту, як правило, забезпечує високу окупність, є екологічно безпечним і рекомендований у системах захисту рослин, як профілактичний для більшості сільськогосподарських культур.

*Строки та норми висіву* мають суттєве значення для патологічного процесу, через те що від цього заходу залежить оптимальність розвитку рослин, особливо на першому етапі органогенезу. Строки сівби можуть дещо порушити синхронізацію розвитку патогена і рослини. Здебільшого для ярих культур кращими є ранні строки посіву, для озимих – пізні в межах періоду сприятливих умов для проростання насіння.

При ранніх строках сівби озимої пшениці значного розповсюдження в осінній період можуть набути борошниста роса, септоріоз, бура іржа, кореневі гnilі, при цьому зазначені хвороби раніше проявляються і навесні, частіше виникає потреба в хімічному захисті.

Завищення норм висіву веде до загушення посівів, погіршення мікроклімату поля, пригнічення рослин і зменшення їх стійкості до хвороб.

*Догляд за посівами* також регулює певною мірою динаміку хвороб. Менше уражуються рослини на чистих від бур'янів полях. Оптимальне зрошення послаблює шкодочинність факультативних патогенів, надмірне зволоження сприяє розвитку борошнистої роси, фузаріозів, гnilей.

Збирання врожаю в оптимальні і стислі строки суттєво зменшує втрати врожаю від хвороб, підвищує якість насіння, зменшує запас інфекції.

*Система удобрення* повинна забезпечувати рослини елементами живлення відповідно до потреб, чим сприятиме їх росту і розвитку, а відповідно підвищуватиме стійкість до хвороб. Відомо, що надмірна кількість азотних добрив подовжує вегетацію, збільшує кількість придатної до зараження тканини рослин та масу рослин, що приводить до більш інтенсивного ураження багатьма хворобами.

Збалансовані фосфорні й особливо калійні добрива, а також мікродобрива підвищують стійкість рослин до хвороб. Роль органічних добрив також проявляється через підвищення мікробіологічної діяльності у ґрунті, що прискорює загибель інфекційного початку хвороб.

Таким чином, агротехнічні заходи часто мають вирішальний вплив на розвиток хвороб, які викликають слабкі або факультативні паразити, через те, що будь-яке ослаблення рослин унаслідок поганого догляду за ними веде до посилення ураження їх хворобами.

Антропогенний вплив проявляється також через спеціальні винищувальні заходи, такі як обприскування посівів і насаджень фунгіцидами, протруєння насіння і посадочного матеріалу, фумігація, хімічне і термічне знезаражування теплиць, сховищ, ґрунту, фізико-механічне видалення і знищення уражених рослин

або їх окремих органів, уражених рослинних решток, пропагул патогенів. Для деяких хвороб, особливо в закритому ґрунті, велике значення може мати біологічний метод – використання мікроорганізмів-антагоністів та гіперпаразитів. Від повноти, своєчасності, ефективності проведення винищувальних заходів багато в чому залежить можливість подальшого масового ураження рослин.

*Роль біотичних факторів* слід відзначити окремо. Тварини та мікроорганізми, які самі перебувають під антропогенним впливом, суттєво впливають на виникнення і розвиток хвороб рослин. Для прогнозування розвитку хвороб ураховують ті біотичні фактори, які мають найбільший вплив на перебіг хвороб. Відома залежність між розвитком популяцій деяких шкідників і хвороб: комахи, що пошкоджують плоди в саду (казарки, плодожерки), сприяють зараженню їх плодовою гниллю, нематоди відомі як фактор сприяння фузаріозному в'яненню, розвиток вірусних хвороб прямо залежить від їх переносників – кліщів, попелиць та інших сисних шкідників. Ураження паршею плодів яблуні і груші, бульб картоплі збільшує розвиток гнилей різного походження.

Разом із цим слід відзначити, що агротехнічні та біотичні фактори змінюються повільно, тому їх необхідно враховувати переважно під час розроблення довгострокових і багаторічних прогнозів.

Моніторинг і прогноз хвороб дозволяє:

- визначати загальну тенденцію розвитку патологічного процесу;
- передбачати ступінь ураження рослин та рівень втрат урожаю для кожної зони (регіону);
- визначати строки розвитку окремих генерацій, зараження і проявлення хвороби;
- своєчасно інформувати службу захисту рослин та землекористувачів про особливості інфекційних процесів, ступінь ураження і можливі втрати врожаю сільськогосподарських культур від хвороб;
- раціонально організовувати і своєчасно проводити профілактичні та винищувальні заходи, оптимізувати технології

вирощування культур відповідно до фактичного та можливого ступеня розвитку хвороб, їх економічного значення;

- планувати виробництво, закупівлю фунгіцидів, удосконалювати їх асортимент і технології використання;
- інформувати селекційні заклади про появу нових агресивних рас збудників хвороб.

### *Запитання для самоконтролю*

1. За якими хворобами рослин і коли вперше почали здійснювати моніторинг в Україні?
2. Що необхідно розуміти під поняттям «фітосанітарний моніторинг» (ФСМ)?
3. Який науковий заклад і коли почав впроваджувати фітосанітарний моніторинг і прогноз у практику?
4. Назвіть установи, які розвивали, удосконалювали, впроваджували і здійснювали фітосанітарний моніторинг у ХХ ст.
5. Назвіть провідних учених-фітопатологів, які зробили значний вклад у наукове обґрунтування прогнозів хвороб рослин.
6. Яка назва підрозділів державної служби, що організують і проводять ФСМ в Україні?
7. Назвіть перспективні напрямки розвитку прогнозу хвороб рослин.
8. Навіщо необхідна фітосанітарна інформація?
9. Назвіть основні етапи проведення ФСМ і прогнозування хвороб рослин.
10. Назвіть основні наукові положення, на яких ґрунтується ФСМ і прогнозування хвороб рослин.
11. Коли стає можливим прогнозування хвороб рослин?
12. Які основні вимоги до методів збору й обробки фітосанітарної інформації?
13. На яких знаннях і даних базується ФСМ і прогнозування?
14. Для яких хвороб необхідно проведення ФСМ?
15. Які особливості прогнозування розвитку хвороб рослин?
16. Що таке популяція шкідливого організму?
17. Назвіть основні фази динаміки популяцій хвороб.

18. Що необхідно розуміти під терміном „предиктор прогнозу”?
19. Які основні методи відбору предикторів прогнозу?
20. Які складові „трикутника” хвороби?
21. Назвіть основні фактори, що впливають на патологічний процес.
22. Які передумови виникнення епіфітотій?
23. Назвіть чотири рівні епіфітотійного процесу.
24. Яка роль збудника хвороби у виникненні масового ураження рослин?
25. Що залежить від рослини-господаря у патологічному процесі?
26. Назвіть основні фактори зовнішнього середовища, які впливають на перебіг хвороби.
27. Назвіть основні антропогенні фактори, що впливають на розвиток хвороб.

## 2. ТИПИ І ВИДИ ПРОГНОЗІВ РОЗВИТКУ ХВОРОБ РОСЛИН

За завчасністю призначення виділяють такі типи прогнозу хвороб рослин: багаторічний, довгостроковий, короткостроковий.

### 2.1. БАГАТОРІЧНИЙ ПРОГНОЗ ХВОРОБ РОСЛИН

*Багаторічний прогноз* розробляється на декілька років (більше двох). Він дозволяє передбачити зміни ареалу хвороби, темпи її наростання і спалаху в майбутньому по роках у зв'язку із змінами у технологіях вирощування рослин, особливо обсягу та якості загальних агротехнічних і спеціальних заходів захисту, змінами у складі сортів та площ, на яких вони вирощуються, спеціалізації господарств, можливим ввозом чи заносом інфекційного початку, циклічністю сонячної активності.

Багаторічний прогноз визначає загальну тенденцію динаміки хвороби у часі та просторі, дає відповідь на питання, чи проходить розвиток патологічного процесу в певному напрямку, або він має циклічний характер. Передбачення за роками названо *часовим* прогнозом. Для такої форми прогнозу важливо враховувати мінливість агресивності патогенів, стійкості рослин до них, суттєві і тривалі зміни у технологіях вирощування культур та погодного режиму.

Територіальний (просторовий) багаторічний прогноз оснований на обліку й аналізі розповсюдження, розвитку і шкодочинності хвороб, агрокліматичному обґрунтуванні їх ареалів. Геопатологія, або патогеографія, почала розвиток у 40-ві і продовжила у 70-ті рр. минулого сторіччя, коли провідними фітопатологами були створені карти розповсюдження іржастих хвороб, кореневих гнилей пшениці, несправжньої борошнистої роси соняшнику, кили капусти, чорного раку яблуні тощо (усього 43 хвороби).

Територіальний прогноз важливий для хронічних хвороб, що мають повільну багаторічну динаміку, пов'язану із загальною культурою землеробства і кліматом. Більшість збудників таких хвороб належать до факультативних паразитів і накопичуються в рослинних рештках, ґрунті та такі, що мають одну генерацію за рік або уражують багаторічні органи (енфітотійні хвороби).

Суттєве значення територіальний прогноз та картування має і для сезонних високодинамічних хвороб, які спричиняють агресивні і вірулентні патогени з декількома генераціями, що частіше

мають аерогенний або крапельний механізм розповсюдження, уражують однорічні органи і суттєво залежать від погодних та інших умов зовнішнього середовища (епіфітотійні хвороби).

Розробка прогнозу полягає у накопиченні та аналізі багаторічних даних за такими етапами:

- узагальнення даних про фактичне проявлення хвороби;
- визначення межі основного і потенційного ареалу хвороби й урахування агрокліматичних показників, що впливають на її розвиток;
- розрахунок вірогідності виникнення епіфітотій та визначення зон різної шкодочинності в межах ареалу хвороби.

Результати обліків переводять за шкалами у відповідні бали ураження культур (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Шкала оцінки ураження сільськогосподарських культур хворобами, %**

| Основні типи хвороб   | Оцінка, бал |         |          |          |           |
|---|-------------|---------|----------|----------|-----------|
|   | 0           | 1       | 2        | 3        | 4         |
| <i>Поширеність хвороб</i>   |             |         |          |          |           |
| Сажка хлібних злаків  | 0           | до 0,02 | 0,03-1,0 | 1,01-3,0 | 3         |
| Гнилі сходів, некрози кори дерев, деформації і в'янення трав'янистих рослин                         | 0           | до 25   | 26-50    | 51-75    | 76-100    |
| <i>Інтенсивність ураження</i>   |             |         |          |          |           |
| Плямистості і нальоти, гнилі і в'янення окремих органів, деформації та опік плодово-ягідних культур | 0           | до 10   | 11-25    | 26-50    | 51-100    |
| Пустули іржавих грибів  | 0           | 0,1-2,0 | 2,1-5,0  | 5,1-10,0 | більше 10 |
| <i>Уражена площа</i>  |             |         |          |          |           |
| Усі типи ураження   | 0           | до 10   | 11-33    | 34-75    | 76-100    |

Карти проявлення хвороб у певних зонах можна складати на підставі однорічних даних за комбінованою шкалою (табл. 2.2). На картах роблять запис через дріб – у чисельнику бал розповсюдження або інтенсивності ураження, у знаменнику – бал ураженої площі. Можуть бути застосовані штрихування та інші умовні позначення. Щорічне картування наочно показує зміни в ареалі



хвороби, що особливо необхідно для нових хвороб у т. ч. карантинних.

Таблиця 2.2

### Комбінована шкала для картування хвороб

| Бал | Розповсюдженість хвороби | Інтенсивність ураження | Уражена площа  |
|-----|--------------------------|------------------------|----------------|
| 0   | Немає                    | Відсутня               | Не виявлено    |
| 1   | Поодинокі                | Слабка                 | Локальна       |
| 2   | Помітна                  | Помірна                | Значна         |
| 3   | Часто трапляється        | Сильна                 | Більша частина |
| 4   | Суцільна                 | Дуже сильна            | Повсюдно       |

## 2.2. ДОВГОСТРОКОВИЙ (РІЧНИЙ, СЕЗОННИЙ) ПРОГНОЗ ХВОРОБ РОСЛИН

Ця форма прогнозу розробляється на наступний рік (вегетаційний сезон) восени або на початку вегетації на декілька фенофаз рослини чи генерації патогена. *Довгостроковий прогноз* необхідний для планування видів та обсягів робіт із захисту рослин від хвороб. Основні фактори, що враховуються в поточному році: ступінь розповсюдження, розвитку і шкодочинності хвороби, накопичення і можливість збереження до наступного вегетаційного періоду або фенофази інфекційного початку, повнота і якість проведених профілактичних та винищувальних заходів, ступінь стійкості сортів та площі, які вони займають у певній зоні.

Обираючи методи розробки довгострокового прогнозу, керуються доступністю первинних даних, строком, на який необхідно розробити прогноз, його точністю, регіональними особливостями зони.

Кількість інфекційного початку та його патогенність може бути основою прогнозування хвороб, що зберігаються з насінням, садивним матеріалом, рослинними рештками у ґрунті (сажкові хвороби зернових культур, хвороби бульб картоплі, розсади овочевих культур, фузаріози, гелмінтоспоріози, альтернаріози, аскохітози, бактеріози та ін.).

Інколи для сезонного прогнозу із завчасністю 40–70 днів використовують дані обліку інтенсивності і строків проявлення інфекційного початку хвороб на рослинах або в повітрі у ранні фенофази культури. Восени або рано навесні проводять облік уредініопустул або спор у повітрі для іржастих хвороб пшениці. Аналогічну роботу можна виконати щодо борошністої роси озимих культур – облік ураженості посівів восени і запасу інфекції рано навесні.

Застосування методів аналізу середовищ, де зберігаються пропагули патогенів (грунтоконтролю, чистих культур, промивки ґрунту тощо) обмежено в широкій практиці через їх трудомісткість і мінливість показників патогенності й агресивності в різних екологічних умовах.

Для виникнення хвороби в одних патогенів достатньо поодиноких спор (іржасті, борошністоросіані гриби), в інших – тільки певної їх кількості. Так, рак картоплі уражує рослини за наявності від 200 спор/1 г ґрунту, пероноспороз буряку – від 9 конідій/1 мм<sup>2</sup> площі листка. Залежність ураженості квіток яблуні борошністою россою від зараженості бруньок восени виражена рівнянням:

$$y = 1,85 + 0,76 x (\pm 2,4) \%,$$

де  $y$  – ураженість квіток у поточному році, %;

$x$  – зараженість бруньок восени попереднього року, %;

Розробка довгострокового прогнозу за кількістю інфекційного початку не завжди можлива. Для точного прогнозування необхідні: а) високий зв'язок між інфекційним „запасом” та розвитком хвороби, доведений статистично за багато років (більше 10); б) точні і доступні методи визначення кількості інфекційного початку, доступної до зараження тканини рослини-господаря, вірулентності інокулюма, врахування сприйнятливості рослин та оптимальності зовнішніх умов.

Умови інфекції і стан рослини-господаря також враховуються у довгостроковому прогнозуванні. Особливе значення має збіг періодів розповсюдження інфекційного початку патогенів, сприйнятливих фаз рослин та оптимальних для зараження умов.

Відомо, що температура і вологість повітря під час цвітіння визначають зараженість насіння пшениці та ячменю летючою сажкою. Розвиток бурої іржі пшениці в період молочної стиглості

зерна залежить від кількості опадів, що випали у фазу колосіння. При опадах до 5 мм уражувалось 3 %, до 50 мм – 30 % рослин. Чергування опадів з короткими періодами посухи в період від початку викидання волоті до закінчення цвітіння значно посилює ураження рослин кукурудзи пухирчастою сажкою. Умови стійкого зволоження, як і довга посуха, стримують розвиток хвороби.

Кучерявість листя персика масово проявляється за умов відносно холодної погоди за декаду до розпускання листя персика та після нього. Моніліальний опік суцвіть кісточкових плодових культур сильно розвивається після прохолодної і вологої погоди під час цвітіння. Такі погодні умови сприяють зараженню дерев та збільшують період ураження.

Певна роль у патологічному процесі належить біотичним факторам. У прогнозі вірусних хвороб необхідно враховувати наявність комах-переносників вірусів, нематоди впливають на ураження рослин фузаріозами. Розвиток одних хвороб може створювати умови для розвитку інших. Наприклад, бульби картоплі, уражені фітофторозом, паршею, легко загнивають. Через розтріскування ягід винограду, уражених оїдіумом, а плодів яблуні і груші – паршою, також відбувається розвиток гнилей. На пшениці бура іржа стримує проявлення септоріозу, борошниста роса і кореневі гнилі, у свою чергу, обмежують розвиток іржастих хвороб.

Природу взаємовпливу різних хвороб при одночасному розвитку на рослині-господарі вивчено недостатньо. Не визначено ступеня змін кількісних показників таких сукупних патологічних процесів, що приводить до помилок під час оцінювання фітосанітарного стану полів, можливих втрат і під час планування проведення заходів проти хвороб. Моніторинг окремих, навіть і основних хвороб, не дозволяє точно прогнозувати загальний фітосанітарний стан. Відзначені фактори мають значення для корегування запланованих захисних заходів протягом вегетації.

Методи довгострокового прогнозу основані на зв'язку розвитку хвороб із кількістю генерацій патогена за певних екологічних умов попередніх періодів існування популяції збудника.

Умови погоди за попередні періоди мають вплив через зміни вірулентності збудника, накопичення і збереження інфекційного початку, а також через дію на сприйнятливість рослин, як у

поточному періоді, так і в наступному. Для різних хвороб та неоднакових природно-кліматичних зон використовують різні прогностичні фактори погоди. Кожен з елементів погоди має свій механізм і ступінь впливу на подальше проявлення хвороби, але більш повна залежність може бути від дії групи факторів.

Відоме довгострокове прогнозування за *метеопатологічним* та *метеобіологічним* принципами. В обох випадках за допомогою методів кореляційного аналізу за багаторічний період отримують числові коефіцієнти зв'язку окремих факторів погоди або їх групи з динамікою хвороби в певному регіоні. Формули прогнозу (рівняння регресії) відомі для багатьох небезпечних хвороб: бурі іржі, борошнистої роси, септоріозу, корневих гнилей пшениці, фітофторозу й альтернаріозу картоплі і помідорів, парші яблуні тощо.

Метеопатологічний принцип передбачає аналіз комплексу факторів погоди за попередній період, що мають вплив на поточні умови розвитку хвороби, метеобіологічний – на рослину-господаря або форми паразита у стані спокою. Дані про елементи погоди за певні періоди необхідно брати за максимально можливий строк, бажано не менше ніж за 10–12 років. Для аналізу та факторів погоди обирають ті періоди, що на етапах патологічного процесу можуть впливати на динаміку розвитку хвороби, змінюючи стан збудника хвороби або рослини-господаря. Дані для статистичного аналізу повинні бути точними, доступними і такими, що забезпечують достатню для проведення організаційно-господарських заходів завчасність.

З елементів погоди частіше обирають температуру повітря й опади. Залежно від біологічних особливостей патогенів можуть використовуватися інші показники: відносна вологість повітря, кількість днів з опадами, тривалість вологого періоду, ГТК тощо.

Для складання формул прогнозу необхідно відбирати ті фактори попередніх періодів, які мають значні коефіцієнти кореляції з розвитком хвороби ( $r = \pm 0,5$  та більше) та одночасно мають кореляцію ( $r = \pm 0,3$ ) з найбільшим числом факторів погоди, що можуть впливати на перебіг хвороби у поточний період. Значні відхилення тих чи інших елементів погоди від середнього рівня періоду аналізу приводять до зменшення точності прогнозу. Необхідно пам'ятати, що довгострокове прогнозування має певну

помилку, величина якої перш за все залежить від мінливості погодного режиму, тому краще давати його за трьома градаціями: норма, вище або нижче від норми в період максимального розвитку хвороби на певну фенофазу культури. Отримані раніше формули прогнозу необхідно уточнювати у наступні роки з урахуванням нової фітосанітарної інформації.

### 2.3. КОРОТКОСТРОКОВИЙ ПРОГНОЗ ХВОРОБ РОСЛИН

*Короткостроковий прогноз* – це передбачення строків окремих заражень, розвитку окремих генерацій та проявлення хвороби для визначення оптимальних строків проведення захисних заходів. Він базується на врахуванні впливу умов зовнішнього середовища протягом поточного періоду та тих, що можуть бути у найближчий час, на інтенсивність патологічного процесу. Розробка короткострокового прогнозу має такі етапи:

1. Фенологічні спостереження за відповідними сільськогосподарськими культурами або іншими рослинами.

2. Облік наявності, запасу і стану інфекційного початку, аналізу заспореності повітря та рослин.

3. Метеорологічні спостереження для визначення строків зараження (особливо першого) на основі даних про наявність інфекційного початку, гідротермічний режим та фенофазу рослини.

4. Визначення часу проявлення хвороби, появи її симптомів або утворення спороношення на основі строків зараження та зміни температур поточного періоду.

5. Сигналізація про проведення захисних заходів.

Протягом вегетації сприйнятливість рослин до хвороб не залишається постійною. Одні патогени уражують на початку вегетації, інші – у другій її половині, інколи – під час усього періоду розвитку рослини. З другого боку, довжина періоду, під час якого збудники хвороби можуть розмножуватися й уражати рослини, також має прямий зв'язок з можливістю виникнення епіфітотій: чим коротший такий період, тим менша загроза епіфітотії. При цьому раннє первинне ураження, проявлення і розвиток хвороби збільшують вірогідність масового ураження рослин.

Кількість інфекційного початку можна суттєво зменшити за рахунок максимального обмеження первинних інфекцій. Це змі-

щує розвиток хвороби на більш пізні строки і тим самим зменшує її шкодочинність.

Критичним періодом ураження можна вважати той етап розвитку рослини, протягом якого обмеження інфекції є вирішальним фактором запобігання можливій епіфітотії.

Тривалість критичних періодів та їх кількість може бути різною. Так, для коренеїда буряку – це фаза «сходи – 2 пари справжніх листків»; у парші яблуні – період розкриття плодових бруньок до зупинки росту пагонів; мілдью винограду – з фази двох листків до потемніння ягід. Збудник плодової гнилі може масово уражати рослини у фазу цвітіння (моніліальний опік) та визрівання плодів. Гнилі соняшнику можуть проявлятися протягом усього періоду вегетації (сходова, стеблова і кошикова форми ураження), але епіфітотійно – після фази цвітіння.

Таким чином, знаючи сприйнятливі фенофази рослин і критичні періоди розвитку хвороб, необхідно проводити моніторинг стану інфекційного початку, погодних умов і рослини, що дозволяє визначати точні строки проведення захисту рослин.

Існує залежність визрівання та розповсюдження інфекційного початку від умов вегетаційного періоду, природно-кліматичної зони, агротехніки, сортових особливостей, тому необхідно визначати початок та динаміку розповсюдження пропагул патогенів. Для багатьох хвороб важливо знати, коли інфекція стає активною і може заражати рослини. Це стосується патогенів, первинна інфекція яких здійснюється аскоспорами, – парші яблуні, червоної плямистості сливи, кокомікозу кісточкових тощо.

Спостереження та аналізи починають ще до початку вегетації і припиняють, коли з'являються зрілі аскоспори і починається їх виліт. Можливість зараження пов'язують з наявністю органів рослини, які можуть бути зараженими, та умовами зовнішнього середовища.

Важливим показником прогнозу може бути безпосереднє виявлення спор у повітрі біля джерела первинної інфекції (рослинних решток, живих первинно уражених рослин) або біля вегетуючих рослин. Існують різні методи вилову спор. Основним є використання звичайного предметного скла, вкритого фіксатором для спор – клейкою речовиною (гліцерин-желатином, вазеліном) і розміщеного у місцях можливої появи спор у повітрі. Частіше

використовують споропастки типу „флюгер”, ПЛС-71, ЕСЛ-1М, ПОЗР-М та ін.

Найбільше практичне значення для короткострокового прогнозу є врахування особливостей поточних погодних умов. При оптимальному для патогенів гідротермічному режимі значно зростає швидкість і частота інфекцій, інтенсивність ураження.

Наступні після первинного зараження вторинні інфекції виникають після утворення на заражених рослинах нових поколінь спороношення. Для максимального обмеження вторинних інфекцій необхідно своєчасно провести обприскування рослин до моменту зараження. Короткостроковий прогноз таких заражень можливий, якщо відома залежність між утворенням генерацій патогена (тривалість інфекційного та інкубаційного періодів) і умовами зовнішнього середовища.

На тривалість інкубаційних періодів найбільший вплив має температура повітря, залежність від якої визначена для багатьох грибних хвороб рослин. Широко відомі графіки (криві) К.М. Степанова для іржастих хвороб, Мюллера – для мілдью, Я.А. Сейдаметова – для оїдіуму винограду, які пов'язують тривалість інкубаційного періоду із середньою температурою повітря. Номограми Н.А. Наумової, А.Г. Марланда для фітофторозу картоплі, іржастих хвороб зернових культур, основані на співвідношенні мінімальної, максимальної і середньої температур повітря.

Для визначення тривалості інкубаційних періодів інколи використовують суми ефективних температур: для стеблової іржі – 125 °С (нижній поріг 2 °С), бурої іржі – 85° (1,9°), жовтої іржі – 94° (1,9°), мілдью винограду – 61 °С (8 °С).

Після визначення дня первинної інфекції розраховують тривалість інкубаційного періоду (або генерації) та завчасно за 2-3 дні до його закінчення дають сигнал про застосування фунгіцидів. Кількість і строки наступних сигналів та обробок залежать від сприятливості до хвороби погодних умов, характеру та довжини захисної дії препарату, приросту нових, ще не захищених обприскуванням органів рослини, рівня можливих втрат, вартості обприскувань та рентабельності культури.

День другого та наступних заражень визначають шляхом виявлення спороношення після закінчення інкубаційного періоду та аналізу гідротермічних умов.

Існує декілька методів короткострокового прогнозу хвороб рослин, які в більшості випадків оснований на аналізі метеорологічних умов, що мають вплив на проходження патологічного процесу: на зараження, тривалість інкубаційного періоду, утворення спор та їх розповсюдження.

*Фенологічний прогноз* ґрунтується на визначенні для певного району за багаторічними даними зв'язку часу проходження помітних фенологічних явищ у культурних або інших рослин з першим проявом хвороб. Відомо, що стеблова іржа починає розвиток у фазі повного колосіння озимої пшениці, фітофтороз – з фази цвітіння картоплі.

Фенологічні показники використовують для профілактичних обробок рослин фунгіцидами проти небезпечних швидкоплинних стабільно шкодочинних хвороб (обприскування яблуні по зеленому конусу, винограду – у фазу розрихлення грон і далі після утворення кожного нового 3–5-го листка тощо).

*Біометеорологічний прогноз* базується на визначенні строків зараження і тривалості прихованих періодів розвитку хвороб залежно від факторів погоди. При цьому враховують біологічні особливості патогенів (раса, біотип) іа ступінь сприйнятливості рослин.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Які типи і види прогнозів хвороб рослин вам відомі?
2. Дайте коротку характеристику прогнозів за завчасністю.
3. Для яких основних хвороб рослин розробляють прогнози?
4. Багаторічний прогноз, методи розробки і використання.
5. Довгостроковий прогноз, його коротка характеристика і використання.
6. Навіщо необхідний короткостроковий прогноз?
7. Назвіть основні теоретичні положення короткострокового прогнозу.
8. Які теоретичні основи довгострокового прогнозу?
9. Які показники можуть бути використані ролі предикторів багаторічного прогнозу?
10. Які фактори можуть бути предикторами довгострокового прогнозу?



11. Які фактори використовуються як предиктори коротко-строгового прогнозу?
12. Що ви знаєте про багаторічний прогноз хвороб рослин?
13. Які особливості розробки довгострокового (річного) прогнозу хвороб рослин?
14. Назвіть основні етапи короткострокового прогнозування.
15. Які завдання вирішує короткостроковий прогноз хвороб і які фактори при цьому враховуються?
16. Від чого залежить стан популяцій фітопатогенів і прояв хвороб через п'ять і більше років?
17. Як впливають у часі елементи сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур на розвиток хвороб?
18. Який прогноз необхідно враховувати для вдосконалення технологій захисту рослин, планування наукових та селекційних робіт?
19. Який прогноз є основою для планування обсягу заходів із захисту рослин та витрат на їх проведення на декілька місяців?
20. Для чого необхідно знати і враховувати погодні умови за багаторічний період?
21. У яких прогнозах застосовують характеристики погоди за минулі періоди розвитку хвороби?
22. Як отримують формули довгострокового прогнозу прояву хвороб рослин?
23. Що називають «сигналізацією» при прогнозуванні хвороб?
24. Які фактори зовнішнього середовища мають значення для короткострокового прогнозу?
25. Які прогнози розвитку хвороб слід вважати «стратегічними», а які – «тактичними»?

### **3. ВИЯВЛЕННЯ І МОНІТОРИНГ ХВОРОБ РОСЛИН**

#### **3.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

В Україні велику увагу приділяють інтенсифікації сільськогосподарського виробництва на основі його спеціалізації, концентрації і використання індустріальних методів виробництва. У цих умовах підвищується значення захисту рослин, який повинен забезпечити оптимальну фітосанітарну ситуацію для одержання високих і стабільних урожаїв. Ефективність захисту рослин залежить значною мірою від того, наскільки вдається надати йому профілактичну спрямованість за рахунок раціонального комплексного використання агротехнічних, організаційно-господарських і власне захисних заходів, тобто інтегрованого захисту рослин. У кожному регіоні України проблеми захисту рослин вирішуються на базі єдиної концептуальної основи, але є і свої специфічні особливості, відповідно до природно-господарських умов і традиційних тенденцій розвитку сільського господарства.

Системи захисту рослин, що практикувалися в минулі десятиліття, базувалися переважно на масовому використанні хімічних засобів. Це при недостатньо обґрунтованому їх застосуванні в екологічному й економічному відношенні приводило до виникнення проблем, пов'язаних з негативним впливом цих засобів на довкілля і сприяло виникненню стійкості шкідливих організмів до них. Частково це навіть сприяло посиленню шкодочинності деяких видів шкідників і хвороб та збільшенню залежності врожаю від ефективності заходів боротьби з ними.

Останнім часом усе більше визнання одержує ідея про необхідність переходу від боротьби з окремими шкідливими організмами до керування екосистемами посівів і насаджень з метою забезпечення максимальної продуктивності культурних рослин, створення несприятливих умов для шкідливих організмів, зниження їх впливу на формування врожаю. Найважливішою передумовою для цього служить глибоке вивчення сільськогосподарських екосистем, їх структури, розвитку і реакцій на різні форми та масштаби екологічного впливу. У зв'язку із цим потрібна насамперед розробка об'єктивних і технологічних методів визначення стану та розвитку популяцій найважливіших компонентів екосистеми посівів. Одночасно по-

трібна розробка методів і технологій одержання й обробки регулярної інформації, що характеризує стан агроєкосистем, напрямок, масштаби і частоту зміни стану її компонентів у зв'язку з впливом на них певних факторів довкілля. Усі ці найважливіші методичні і технологічні розробки ґрунтуються на використанні даних про екологію, фізіологію й етологію найважливіших компонентів агроценозів, а також відповідних положень статистики. Дослідження в цій області сприяють підвищенню ефективності захисних заходів у цей час і стають найважливішою передумовою вдосконалення стратегії і тактики їх проведення в майбутньому.

Сучасний захист рослин спирається на значний обсяг інформації, що характеризує поширення, розвиток, економічне значення шкідливих організмів, стан і розвиток посівів, мінливість різних інших елементів екологічного стану. Тільки в результаті своєчасного одержання і повноцінної обробки цієї інформації можна прийняти оптимальні рішення, що забезпечують профілактичну спрямованість захисних заходів і їх високу рентабельність. Насамперед необхідно забезпечити систематичний облік і контроль стану популяцій шкідливих організмів, щоб захисні заходи проводилися тільки в тому випадку, коли чисельність чи розвиток шкідливого організму перевищує економічний поріг шкодочинності (ЕПШ). Це вимагає створення в державі добре диференційованої функціонально і чітко організованої інформаційної системи захисту рослин. Ця система складається з таких основних елементів: одержання і передача відповідної інформації, обробка даних, їх накопичення і збереження. Кожен із цих елементів необхідно виконувати за загальноприйнятими методиками, у певній послідовності, при необхідному обсязі та рівні достовірності відповідних даних. Крім того, необхідно дотримуватися певних правил збору і використання інформації, що запобігає помилкам під час її одержання, нагромадження, обробки і прийняття рішень. Обсяг і точність первинних даних визначають цінність усієї інформаційної системи.

Одержання первинних даних є тією частиною інформаційної системи, що вимагає найбільших матеріальних і трудових витрат. Тому важливо створити оптимальну відповідність між обсягом інформації і необхідними для цього витратами. Це досягається в результаті екологічного, фізіологічного, етологічного, економічного і математико-статистичного обґрунтування методів одержання пер-

винних даних, способів їх отримання й обробки. Необхідно забезпечити одержання тільки тієї інформації у визначений термін і обсягах, що потрібна для вирішення поставленої задачі, а також науково обґрунтувати вимоги до змісту інформації. Створенню інформаційної системи у захисті рослин передуює всебічний глибокий аналіз вимог до неї.

Обробку фітосанітарної інформації можна розділити на такі етапи:

- аналіз фітосанітарного стану посівів, фенологічних, вікових і просторових структур популяцій шкідливих організмів;
- прогноз поширення, розвитку й економічного значення шкідливих організмів;
- рекомендації щодо проведення профілактичних заходів (розробка оптимальних варіантів);
- створення основ для раціонального планування, організації і проведення захисних заходів від шкідливих організмів.

Особливе значення для проведення ефективного захисту рослин, що відповідає вимогам інтенсивного рослинництва, надається моніторингу шкідливих організмів рослин і прогнозу їх поширення і розвитку, а також визначенню можливого негативного впливу шкідливих організмів на продуктивність посівів і насаджень (прогноз шкідливості). Розробка методів і практичне застосування таких прогнозів вимагають високого рівня знань та організації цілеспрямованих комплексних спостережень, обліків і досліджень.

Неоднорідність умов існування рослинних і тваринних організмів у межах певної географо-кліматичної зони, району, господарства і навіть конкретного поля викликає неоднаковий ступінь розвитку шкідливих організмів рослин і необхідність систематичних обстежень, обліків, аналізів та інших спеціальних робіт для деталізації стану популяцій шкідливих організмів і культурних рослин з урахуванням впливу екологічних умов. Це дає змогу прогнозувати наслідки життєдіяльності не бажаних для рослин організмів і обґрунтовано проводити відповідні захисні заходи. Все це об'єднано в поняття *фітосанітарного моніторингу*. Він може розглядатися як складова частина глобального екологічного моніторингу і являє собою систему методів виявлення змін у розвитку шкідливих організмів в агроценозах і визначення шляхів оптимізації фітосанітарного стану сільськогосподарських культур та угідь.

Фітосанітарний моніторинг (ФСМ), раніше відомий як фітосанітарна діагностика, стає можливим при високому рівні знань діагностичних і біоекологічних особливостей шкідливих видів, оптимальних методик проведення відповідних робіт зі збору необхідної інформації. Він передбачає поетапне проведення робіт у відповідні загальноприйняті строки та послідовно включає в себе збір і накопичення необхідних даних при достатньому рівні точності, систематизацію та аналіз інформації, прийняття рішень. Останній етап полягає у виборі оптимальних заходів як зараз, так і в майбутньому. Для цього розробляють відповідні прогнози. Таким чином прогнозування розвитку шкідливих організмів рослин стає можливим у разі наявності необхідної фітосанітарної інформації. Схему її використання наведено на рис. 3.1.

Спеціаліст із фітосанітарного моніторингу і прогнозу повинен добре знати видоспецифічні ознаки шкідливих організмів, особливості біології і розвитку протягом онтогенезу, характер взаємовідносин з рослинами-живителями. Це необхідно для точної діагностики саме тих видів, які підлягають моніторингу, оцінки стану їх популяцій за морфо-фізіологічними показниками.

Для проведення обстежень і отримання необхідних даних користуються методиками, які потребують найменших витрат часу і коштів. Вони повинні бути загальноприйнятими для усіх хто проводить моніторинг, що дозволяє мати однотипну базу даних, накопичувати їх і порівнювати для різних районів, зон у часі і просторі.

Вибір угідь для обстежень залежить від спеціалізації господарств, фітосанітарного стану і фази динаміки популяції виду, фенофази шкідливого організму і рослини. Угіддя повинні бути типовими стосовно до інших, що дозволяє екстраполяцію даних.

Отримані дані повинні відображати фактичний стан популяцій, обсяг роботи і кількість облікових одиниць – забезпечувати достатній рівень точності з урахуванням вимог статистики.

Збирають тільки ті дані, які необхідні для прогнозування, а накопичена інформація при цьому дозволяє мати достатню кількість факторів (предикторів), які мають вирішальний вплив на динаміку розвитку популяцій.

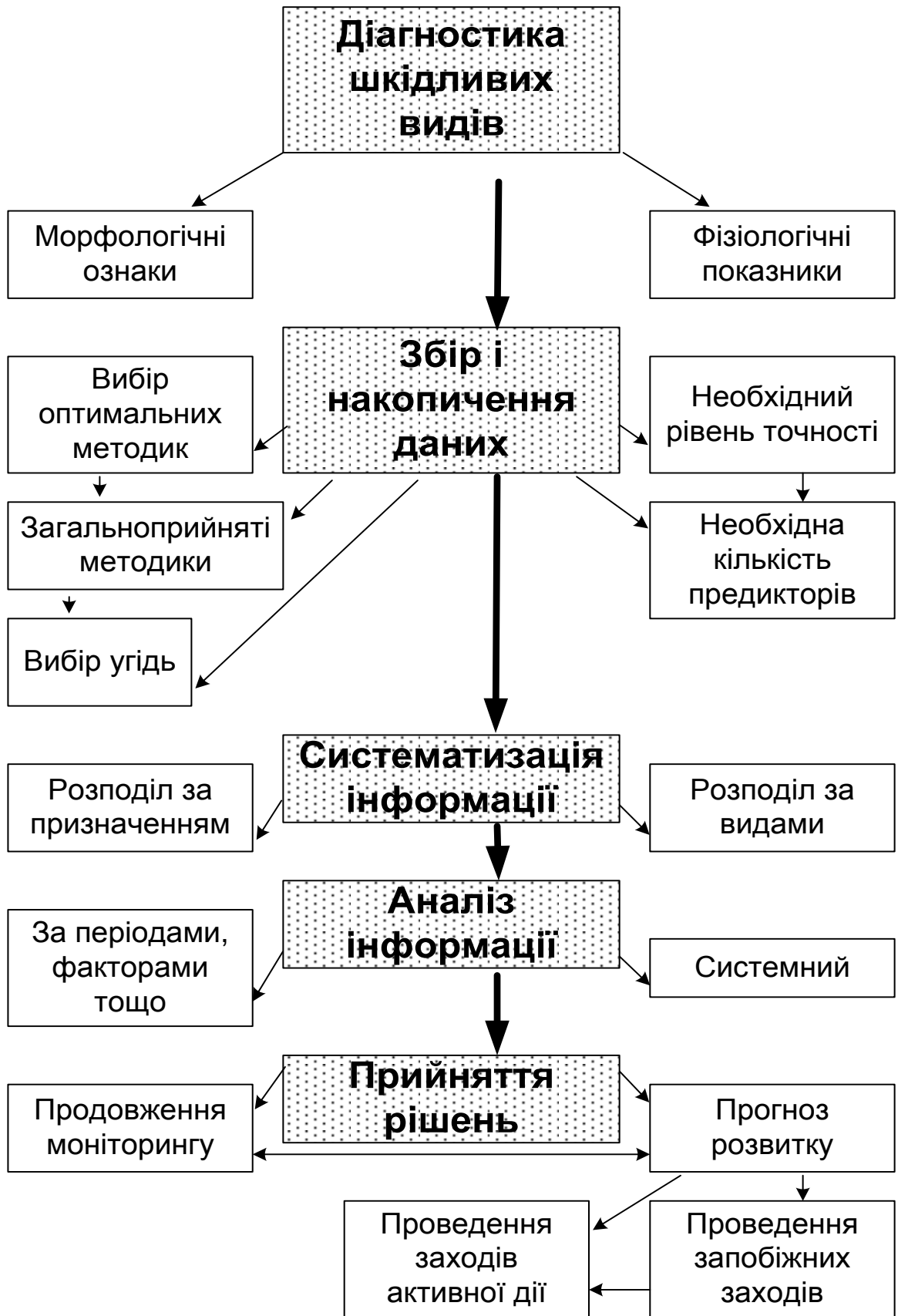


Рис. 3.1. Схема використання фітосанітарної інформації

Отриману в необхідному обсязі інформацію систематизують відповідно до її призначення та характеру (метеорологічна, агротехнічна та ін.).

Дані групують і аналізують за періодами, які пройдені у минулому шкідливими організмами й рослинами, за факторами, які впливали на їх розвиток. При цьому основну увагу приділяють критичним періодам, від яких залежить стан популяцій, та головним факторам впливу.

Обґрунтований прогноз розвитку шкідливих видів і втрат від них дозволяє прийняти рішення щодо організації захисту рослин. При депресивному стані популяцій і відсутності втрат планують продовження моніторингу, регулюють і можуть змінювати його інтенсивність. При виході з депресії, фазах розселення (слабкому, а інколи і помірному ураженні рослин), допороговій чисельності посилюють моніторинг, проводять запобіжні заходи в повному обсязі. При масовому розвитку хвороби (епіфітотії) проводять повний комплекс захисних заходів, деталізують і регулюють його інтенсивність відповідно до фітосанітарного стану.

Фітосанітарний моніторинг ґрунтується на таких *основних положеннях*:

1. Обґрунтування ФСМ і прогнозів розвитку шкідливих організмів сільськогосподарських рослин можливе при достатньо повній уяві про їх біоекологічні особливості та закономірності мінливості тих явищ, які прогнозуються, і факторів, що спричиняють таку мінливість. Це дозволяє визначити зміст і обсяг необхідної інформації, строки її отримання, порядок аналізу, узагальнення, прийняття рішень і прогнозування.

2. Проведення фітосанітарного моніторингу і прогнозування базується на максимально можливому обсягу аналогічних (однотипних) даних за багаторічний період, знаннях ступеня мінливості процесів, що прогнозуються у часі, і факторів, які впливають на ці процеси.

3. Моніторинг і прогноз виконуються для шкідливих організмів, які можуть бути достатньо шкодочинними для культурних рослин.

Для забезпечення доцільного й ефективного захисту рослин в Україні на основі фітосанітарного моніторингу розробляються і використовуються різні типи і види прогнозів. Тільки за допомо-

гою цих прогнозів можливо раціонально побудувати систему захисту рослин, обґрунтувати планування обсягу захисних заходів і точно вибрати терміни їх проведення. Розрізняють три основні типи (форми) та шість видів прогнозів, кожний з яких має специфічне методичне й інформаційне забезпечення і призначення.

Час першого прояву хвороби і динаміку її подальшого розвитку встановлюють на стаціонарних ділянках. Такі ділянки виділяють у найбільш типовому для даної зони господарстві. Кількість ділянок установлюють 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, 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 1);

$s$  – кількість рослин у кожній пробі;

$S$  – загальна кількість рослин на обстежуваній території;

$P$  – кількість хворих рослин (у частках від 1) з числа оглянутих.

При 95%-му рівні вірогідності кількість уражених рослин повинна бути у межах  $P \pm 2m$  від одиниці (загальної кількості рослин). Якщо необхідне одержання більш точних даних, збільшують число рослин у вибірці.

Загальну кількість рослин польових культур на одиниці площі визначають за нормою висіву і польовою схожістю насіння, чи підрахунком числа рослин на  $1 \text{ м}^2$ , 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



огляді. Рослини або їх окремі органи оглядають безпосередньо в полі, в окремих випадках – у лабораторії. Залежно від характеру прояву хвороби на полі, проба 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.

Основними елементами обліку є: *поширеність* (розповсюдженість) або частота зустрічальності хвороби – кількість хворих рослин або їх органів, виражена у відсотках до загальної кількості оглянутих під час обліку рослин. Цей показник визначають за формулою:

$$P = \frac{n \cdot 100}{N},$$

де –  $n$  – кількість хворих рослин;

$N$  – загальна кількість рослин у пробах.

Поширеність хвороби під час обліків на декількох полях господарства різних за площею, у районі чи області обчислюють як середньозважений показник з урахуванням площ, на яких проводились обліки.

У деяких випадках для характеристики прояву хвороби досить одного показника поширеності. Це стосується захворювань, що спричиняють загибель рослин чи тих його органів, що формують урожай. Це хвороби, які викликають загибель сходів, в'янення, сажкові хвороби і деякі інші.

Інтенсивність розвитку хвороби, або просто *розвиток хвороби*, є якісним показником, який визначають за площею ураженої поверхні органів, покритих плямами, нальотами, пустулами, чи за інтенсивністю прояву інших симптомів захворювання. Для оцінки ступеня прояву хвороби використовують окомірні шкали, специфічні для ряду захворювань, з відповідним числом балів (звичайно 4–5) або визначають відсоток поверхні ураженої тканини (органа) облікової рослини.

Під час використання балових шкал обліку хвороб звичайно дотримуються таких градацій: 0 – рослина здорова; 1 – слабе ураження рослини чи органа; 2 – ураження середнє, сильно уражені органи не зустрічаються; 3 – ураження середнє, ступінь

ураження деяких рослин чи органів сильний; 4 – сильне ураження рослин чи органів, їхня загибель.

Оцінку інтенсивності прояву того чи іншого захворювання дають залежно від втрат, що викликає ця хвороба. Це може бути депресія, помірний розвиток хвороби, епіфітотія.

У випадку, якщо облік інтенсивності розвитку хвороби проводять за баловими шкалами, розраховують середній бал ураження, а при обліку ураженості у відсотках – середній відсоток розвитку за формулою:

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

де  $R$  – інтенсивність розвитку хвороби (бал чи відсоток);

$\Sigma(a \cdot b)$  – сума добутків числа хворих рослин на відповідний їм бал чи відсоток ураження;

$N$  – загальна кількість рослин в обліку.

Для переведення показника розвитку хвороби з балової оцінки у відсоткову використовують формулу:

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

де  $K$  – найвищий бал шкали обліку.

Ця формула забезпечує задовільну точність під час використання шкал обліків з рівномірним розподілом між оціночними градаціями – балами чи відсотками. Показник розвитку хвороби для групи полів визначають як середньовиважене його значення.

На підставі даних обліку поширеності і розвитку хвороб сільськогосподарських культур можна визначати розміри збитку, заподіюваного ними. Пряма шкода від хвороб виражається у зниженні врожаю чи якості отриманої продукції. Таку шкоду визначають за відсотком загиблих рослин чи тих, що не дали врожаю, наприклад, при захворюванні зернових культур сажкою чи порожньоколосістю, а також при загибелі зав'язей чи плодів у плодкових культур та ін.

У тих випадках, коли хвороба не приводить до загибелі всієї рослини чи її частин, що формують урожай, шкода від хвороби не піддається безпосередньому обліку. Її встановлюють експериментальним шляхом під час порівняння врожаю здорових і хворих рослин. Для цього визначають зниження врожаю у його кількісному вираженні, наприклад, за зменшенням числа й абсолютної маси зерен у колосі. Звичайно втрати виражають у відсотках

на облікову одиницю (число рослин, площу) і розраховують за формулою:

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

де  $B$  – втрати врожаю, %;

$a$  – урожай хворих рослин;

$A$  – урожай здорових рослин.

Для хвороб різних культур емпірично розраховані формули чи шкали, за якими визначають їхню шкодочинність.

### 3.2. ОБЛІК ХВОРОБ ЗЕРНОВИХ І КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР

Обліки гнилей зернових проводять три рази за сезон, пристосовуючи їх до фаз повних сходів, цвітіння і молочної стиглості зерна. Уражені сходи озимих культур обстежують відразу після того, як зійде сніг, коли ознаки ураження сніжною плісінню й іншими хворобами (склеротинія, тифульоз) виявляються особливо чітко. На ярих культурах і кукурудзі ураження кореневими гнилями визначають з появою повних сходів.

Попередня оцінка загального стану посівів полягає у розподілі їх на три групи: **неуражені, слабо уражені і сильно уражені** хворобою. При цьому відзначають кількість і площу полів відповідних градацій і характер ураження – осередковий чи рівномірний. З кожної групи полів вибирають одне найбільш типове, на якому і проводять основний облік.

Кількість і розмір облікових ділянок встановлюють залежно від характеру ураження і площі поля. У разі наявності великих плішин на площі до 100 га виділяють чотири облікових ділянки розміром 0,25 га (50×50 м), розташовуючи їх по діагоналі. При загибелі рослин у вигляді дрібних плішин, розмір ділянки зменшують до 0,1 га (33×33 м). На площі більше 100 га на кожні наступні 50 га додають по одній обліковій ділянці відповідних розмірів. На кожній обліковій ділянці проводять обмірювання плішин. Визначивши загальну площу усіх осередків хвороби на облікових ділянках, встановлюють відсоток ураженої площі за формулою:

$$Q = \frac{\sum n \cdot 100}{N},$$

де  $Q$  – осередкова загибель рослин (відсоток ураженої площі);

$\Sigma n$  – площа усіх осередків;

$N$  – площа облікових ділянок.

При зрідженні посівів визначають відсоток загиблих рослин на облікових ділянках, на яких без вибору оглядають по 100 рослин. На площі до 100 га беруть 100 таких проб, додаючи на кожні наступні 50 га по одній пробі. У кожній пробі підраховують кількість загиблих і сильно уражених рослин. Загальну шкоду обчислюють як суму відсотків осередкової загибелі та зрідження посіву.

У фазі молочної стиглості і дозрівання зерна обліковують кореневі гнилі злаків. Для цього на площі до 100 га оглядають 10 проб по 10 рослин і визначають інтенсивність ураження рослин за бальною шкалою: 0 – здорові рослини; 1 – слабе побуріння основи стебла чи підземного міжвузля; 2 – сильне побуріння основи стебла і підземного міжвузля; 3 – сильне побуріння і білостебельність; 4 — загиблі чи порожньоколосі рослини. На підставі даних таких обліків обчислюють поширеність і інтенсивність розвитку корневих гнилей.

Втрати врожаю зерна від гельмінтоспоріозної кореневої гнилі (*Helminthosporium sativum* P. K. et B.) у посушливих районах можна розрахувати, використовуючи таку шкалу: при інтенсивності ураження 1 бал – 5 %, 2 бали – 23 %, 3 бали – 50 %.

Облік сажки проводять у визначені фази вегетації культури, коли вона найбільш сильно виражена на рослинах: на пшениці, житі, ячмені і вівсі – наприкінці молочної – на початку воскової стиглості зерна; у проса і рису – після появи забарвлення у квіткових плівок у верхній частині волоті; на кукурудзі і сорго – на початку повної стиглості насіння основної маси рослин. Обліки проводять роздільно за видами сажки для кожного сорту тієї чи іншої культури. При цьому проби розташовують на однаковій відстані одна від одної; рослини в пробі беруть підряд, без вибору. Кількість проб і рослин у них залежить від культури і площі поля.

Сажку кукурудзи обліковують під час аналізу відібраних для апробації качанів, ураженість інших органів (стебла, волоті та ін.) визначають під час відбору проб на рослинах, з яких узяті качани. Якщо на посівах кукурудзи не проводять апробації, то для обліку сажки на кожні 100 га беруть 10 проб по 25 рослин. Рос-

лини оглядають і підраховують кількість здорових та хворих рослин (окремо уражені летючою і пухирчастою сажкою).

Під час обліку втрат зерна злакових культур від сажки варто мати на увазі, що повна шкідливість цього типу захворювання складається з явних і прихованих втрат урожаю. Обчислення загальних (явних і прихованих) втрат від сажки проводять за спеціальними формулами (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Формули для обчислення загальних втрат урожаю зернових злакових культур від сажки (Степанов, Чумаков, 1972)**

| 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, %.

У випадку ураження ярих посівів сажкою на 30 % і вище й озимих на 50 % і вище приховані втрати, як правило, відсутні і загальні втрати урожаю відповідають значенню поширеності хвороби в полі.

Плямистості і нальоти на зернових колосових культурах обліковують у період від початку колосіння до молочної стиглості зерна; на кукурудзі – на початку дозрівання зерна. На площі до 50 га треба брати 20 проб по 10 рослин у кожній. На більших площах додатково беруть по дві проби на кожні 10 га. Для кожного захворювання визначають поширеність, а також розвиток хвороби. Ці показники розраховують на підставі визначення відсотка ураженості кожного органа облікової рослини.

Для деяких хвороб розроблені методи визначення їхньої шкідливості. Недобір урожаю зерна від борошнистої роси обчислюють за формулою:

$$y = k\sqrt{R},$$

де  $y$  – утрати врожаю, %;

$k$  – коефіцієнт; для пшениці 2,0, а для вівса і ячменю 2,5;

$R$  – розвиток хвороби, що обчислюють у відсотках по чотирьох верхніх листах між фазами колосіння і початком дозрівання зерна за спеціальною шкалою.

Залежність утрат врожаю озимої пшениці від смугастої мозаїки (*Streak mosaik*) виражається рівнянням:

$$y = 101,4 - 0,7 \cdot 493x,$$

де  $y$  – урожай (у відсотках від потенційного);

$x$  – розвиток хвороби.

Усі види іржі, за винятком стеблової, враховують у період наливу – молочної стиглості зерна. Стеблову іржу (*Puccinia graminis* Pers.) обліковують одночасно із сажковими захворюваннями при апробації зернових культур. На полях площею до 100 га беруть 20 проб по 10 стебел у кожній. У пробі визначають ступінь ураження кожного листка за спеціальними шкалами (рис. 3.2).

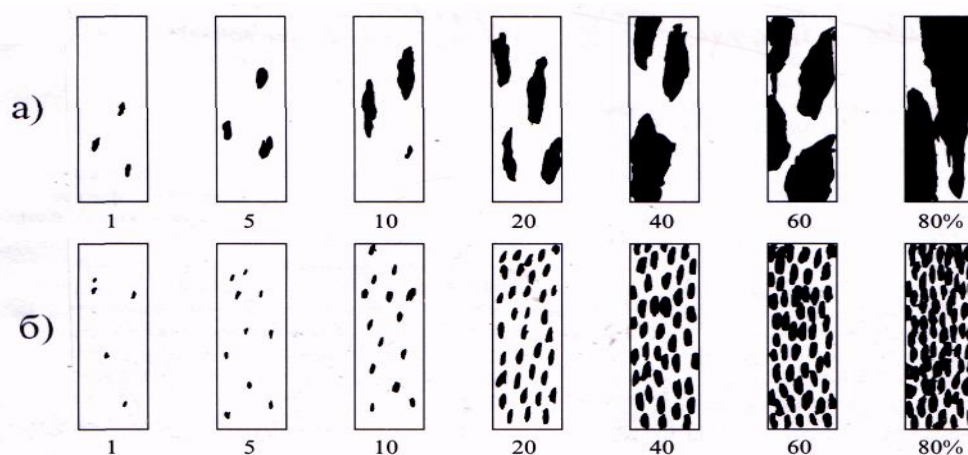


Рис. 3.2. Шкали для обліку хвороб злакових зернових культур:

а) борошнистої роси і септоріозу; б) бруї іржі

Усі види іржі обліковують за головним стеблом рослини. При цьому визначають ураженість кожного міжвузля чи листка, починаючи зверху. Листки, що засохли більше ніж на 3/4, не беруть до уваги. При одночасному обліку двох видів іржі запис у польовий журнал роблять у вигляді дробу. Поширеність іржі при виробничих обліках не обчислюють.

Втрати врожаю зерна пшениці від іржі залежно від розвитку хвороби наведені в табл. 3.2.

Вірусні хвороби злаків обліковують восени через 15–20 днів після появи сходів і потім перед припиненням вегетації рослин. Ділянки вибирають на різних полях, при цьому фіксують відмінності у строках посіву озимих, тому що озимі ранніх термінів посіву значно сильніше уражаються вірусними хворобами. У зв'язку

із цим результати обліків, проведених на різному агротехнічному фоні, мають важливе практичне значення. Осінні обстеження озимих закінчують перед припиненням вегетації рослин; навесні обліки проводять щодавно – до періоду колосіння.

Таблиця 3.2

### 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            |

Обстеження ярих проводять перед колосінням. Для цього по діагоналі поля в 15–20 місцях оглядають рослини на облікових площадках розміром 0,25 м<sup>2</sup> або на одному погонному метрі. Визначення хвороби проводиться орієнтовно, оскільки щоб установити вид вірусу, у ряді випадків вимагаються спеціальні аналізи. Для цього зразки хворих рослин пересилають у відповідні науково-дослідні установи.

Хвороби, пов'язані із зерном – фузаріоз колоса, чорний зародок, ріжки злаків та деякі інші можуть суттєво зменшувати врожай зерна та його якість.

*Фузаріоз колоса* поширений переважно у західних областях України. Оптимальні умови для розвитку – часті дощі, підвищена вологість (більше 77 %) і температура повітря 28–30 °С в період від початку колосіння до досягання. Швидкий розвиток хвороби відбувається при виляганні посівів або тривалому перебуванні

скошених хлібів у валках. При ранньому зараженні формується щупле неповноцінне зерно з низькою або втраченою життєздатністю, а при пізньому – знижуються посівні якості зерна. При зберіганні зерна в буртах, якщо його вологість вище 18 %, фузаріоз продовжує розвиватися. Вживання ураженого зерна може викликати токсикоз у людини і тварин. Це відбувається через утворення грибом вомітоксину, вміст якого нормується в продовольчій сильній і твердій пшениці в кількості не більше 1 мг, рядовій – 0,5, у зерні на корм – 2 мг на 1 кг зерна.

Фузаріоз колоса обліковують на посівах пшениці на початку колосіння – повної стиглості зерна через кожні 10–15 днів. Оглядають 20 проб по 10 колосів і визначають ступінь ураження за шкалою: 0 – ураження немає; 1 – уражено до 10 % поверхні колоса; 2 – уражено 11–25% поверхні колоса; 3 – уражено 26–50%; 4 – уражено понад 50 %.

Облік ураження зерна проводять так. З партії зерна беруть середню пробу масою не менше 2 кг, з якої відбирають дві наважки масою  $50 \pm 0,1$  г. Виділяють усі зерна з ознаками фузаріозу і зважують з точністю до 0,01 г. Вміст маси фузаріозних зерен у відсотках обчислюють за формулою:

$$\dot{I}_i = 50 \left( \frac{m_1}{\dot{I}_1} + \frac{m_2}{\dot{I}_2} \right);$$

де  $P_m$  – вміст фузаріозних зерен за масою, %;

$M_1, M_2$  – маса зерна в першій і другій наважках, г;

$m_1, m_2$  – маса фузаріозного зерна в першій і другій наважках, г.

Відсоток фузаріозних зерен у пробах визначають за аналогічною формулою:

$$\dot{I}_n = 50 \left( \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} \right);$$

де  $P_n$  – вміст фузаріозних зерен за їх кількістю (поширеність хвороби на зерні, %);

$N_1, N_2$  – кількість зерна у першій і другій пробах;

$n_1, n_2$  – кількість фузаріозного зерна у першій і другій пробах.

Хвороби зерна обліковують різними методами фітоекспертизи: зовнішнього огляду, центрифугування, біологічним і анатомічним. В окремих випадках застосовують серологічні, люмінесцентні аналізи.



Метод зовнішнього огляду використовують у разі виявлення сажкових мішечків і ріжок. Визначають їх кількісний вміст у зерні у відсотках.

Зараженість насіння зернових культур поверхневою та внутрішньою інфекцією (фузаріоз, альтернаріоз, гельмінтоспоріоз, пліснявіння) визначають методом вологої камери із застосуванням паперових рулонів. З партії насіння беруть середню пробу 200 г, розсипають її на скло тонким шаром і ділять на чотири трикутники. З кожного з них відбирають по 50 зернин. Для пророщування насіння беруть дві смужки фільтрувального паперу  $100 \times 15$  см. Уздовж смужки на відстані 2 см від верхнього краю простим олівцем проводять лінію. Зверху записують характеристику зразка і дату аналізу. Потім папір стерилізують, зволожують стерильною водою і накладають на поліетиленову плівку розміром  $100 \times 10$  см. По окресленій лінії розкладають насіння зародком донизу з відстанню 1 см по 100 шт. на кожну смужку. Насіння закривають цим же папером, згорнувши його навпіл уздовж, зсувають до нижнього краю плівки, згортають у рулон разом із плівкою, ставлять у скляний стакан місткістю 250 мл насінням догори, на дно якого наливають небагато води. Насіння пророщують 7 днів при температурі 20–22 °С. Потім ножицями обрізають корінці, які розміщені нижче від фільтрувального паперу, розгортають рулон і починають аналіз. Підраховують число проростків, уражених гельмінтоспоріозом, альтернаріозом, фузаріозом, іншими мікроорганізмами за відповідною шкалою.

Гриби роду *Fusarium* проявляються у вигляді пухкого нальоту білого або рожевого відтінку. Грибниця забарвлює у рожевий колір також папір.

Гриби роду *Helminthosporium* формують чорний бархатистий наліт, який переходить на папір. Хвороба проявляється у вигляді побуріння корінців і колеоптилю.

Насіння з альтернаріозом вкривається нальотом від сірого до майже чорного кольору, схожим на проявлення гельмінтоспоріозу. Для точного визначення необхідний перегляд під мікроскопом або через лупу великого збільшення ( $10^{\times}$ ). Спори гельмінтоспоріуму значно більші і мають веретеноподібну форму.

Ураженість насіння грибами оцінюють за 4-бальною шкалою:

1 – слабкий наліт або спороношення грибів, корінці і проросток розвинуті нормально, їх забарвлення не змінилося, або помітні слабкі штрихи та плями;

2 – спостерігається наліт або спороношення грибів, інтенсивне побуріння нормально розвинутих корінців і проростка біля основи;

3 – густий наліт і спороношення грибів, сильне побуріння корінців і проростка. Корінці і проросток відстають у розвитку;

4 – густий наліт і спороношення грибів, зернівка буріє і загниває. Корінці і проросток уражені, сильно пригнічені, закручені і загнивають.

Один бал відповідає ураженню зернівок зовнішньою інфекцією. Проростки, що уражені сильніше (2, 3, 4 бали), звичайно несуть внутрішню інфекцію. Зараженість насіння та розвиток хвороб визначають за загальноприйнятими формулами.

Найбільш точним методом обліку зараженості насіння є біологічний з використанням штучних живильних середовищ. Він застосовується переважно для визначення внутрішньої зараженості насіння патогенними грибами та бактеріями, що повільно розвиваються і можуть бути пригнічені сапрофітними мікроорганізмами.

Відібране для аналізу насіння дезінфікують протягом 1 хв 96%-м спиртом з подальшим просушуванням між листами фільтрувального паперу або протягом 5 хв 0,5%-м розчином марганцевокислого калію з подальшою ретельною промивкою стерильною водою. Після цього насіння розкладають у вологі камери (чашки Петрі) на фільтрувальний папір та інкубують при температурі 24–27 °C протягом 5–7 днів. Вид збудників визначають за характером спороношення на зерні, а якщо необхідно проводять висів міцелію на штучні середовища з подальшою ідентифікацією збудника за зовнішнім виглядом колоній на штучних середовищах та мікроскопічним аналізом. Зараженість насіння зменшується за рахунок знищення поверхневої грибниці грибів.

Під час пророщування насіння зараженого фузаріозом, може проявлятися різний ступінь його ураження. Наприклад, при слабкому поверхневому ураженні, на насінні формується білий пушок

грибниці, спостерігається побуріння корінців, колеоптиля. Хоча при цьому насіння проростає нормально.

При сильному ураженні відбувається загнивання корінців, стебла, проростки ненормальні з побурілими тканинами, грибниця біло-рожева або яскраво-помаранчева (спороношення гриба).

### **3.3. ОБЛІК ХВОРОБ БОБОВИХ КУЛЬТУР**

Під час обліків гнилей і в'янення сходів бобових культур на площі до 10 га оглядають 10 проб по 10 рослин, на площі 11–25 га – 20, 26–50 га – 30 і 51–100 га – 50 проб. Ступінь ураження вираховують за відсотком ураженої тканини, використовуючи звичайну 4-бальну шкалу: 1 бал – 10 % ураженої поверхні; 2 бали – 11 – 25 %; 3 бали – 26–50 %; 4 бали >50 %.

В'янення і гнилі на дорослих рослинах починають обліковувати з фази цвітіння і закінчують за 2 – 3 тижні до збирання врожаю. Кількість проб в обстеженні залежить від площі поля.

Ураження гнилями багаторічних бобових трав (конюшина, люцерна тощо) у період сходів чи після перезимівлі також призводить до загибелі рослини. При цьому так само, як і у випадку захворювання зернових культур, гнилі проявляються осередками чи дифузно. Захворювання обліковують за методикою виявлення гнилей зернових культур.

Спостереження за розвитком плямистостей, нальотів і пустул починають з моменту цвітіння і продовжують до початку збирання врожаю. Основний облік ведуть у період максимального розвитку хвороб. Методика обліку така ж.

Методики визначення втрат урожаю бобових ті ж, що і для інших культур. При слабкому ураженні гороху іржею (5–8 %) шкідливість хвороби математично не доводиться. Розвиток хвороби на 18,9 і 28,3 % спричиняє зниження врожаю відповідно на 14,5 і 28,9 %.

### 3.4. ОБЛІК ХВОРОБ КАРТОПЛІ, ОВОЧЕВИХ І БАШТАННИХ КУЛЬТУР

Обстеження сходів овочевих і баштанних культур на ураженість гнилями і в'яненням проводять у період розвитку другої пари листків. На ділянці беруть 10 проб по 0,25 м рядка. У кожній пробі викопують усі рослини й обліковують ураження хворобами за такою шкалою у балах: 0 – здорові рослини; 1 – слабе ураження (на корінці і сім'ядолях помітні бурі смужки); 2 – ураження середнього ступеня (початок утворення перетяжки корінця); 3 – сильне ураження (перетяжка охоплює більше половини корінця); 4 – загибель проростка.

Характеризуючи стан посіву, указують відсоток зрідження (за кількістю загиблих паростків) та інтенсивність розвитку хвороби. Після проріджування проводять ще один облік за тією ж методикою і визначають відсоток рослин, що мають перетяжку кореня.

При ураженні сходів картоплі чорною ніжкою визначають тільки поширеність хвороби. При цьому мають на увазі, що в різних сортів картоплі спостерігаються неоднакові симптоми хвороби. Часто чорна ніжка проявляється у вигляді недорозвиненості рослини, пожовтіння і здрібнювання листя, почорніння стебла з подальшим його розм'якшенням і загниванням (у сортів Лорх, Приїкульський ранній, Північна троянда). Однак швидко пожовтіння й в'янення рослин нерідко відбувається без почорніння і загнивання стебел, іноді у вологі роки вони загнивають (ослизнюються, але не чорніють). У деяких стійких сортів і гібридів нижня, частина стебла набуває бурого чи жовтого забарвлення без подальшого загнивання.

Хвороби сходів розсадних культур (капуста, помідори та ін.) обліковують у парниках і теплицях, де ураження може бути осередковим чи розсіяним. При осередковій загибелі рослин визначають площу кожного осередку і загальну уражену площу для кожного типу культивуваційних споруд закритого ґрунту. У разі відсутності явно вираженого ураження у 10 місцях оглядають по 10 рослин. У результаті обліку встановлюють площу загиблої розсади, відсоток загиблих і уражених хворобою рослин. Після висадження розсади в поле обліковують від 100 до 250 рослин у 10–

20 пробах залежно від культури, виду хвороби та характеру її проявлення.

В'янення дорослих рослин обліковують з початку цвітіння до утворення плодів, у період максимального розвитку хвороби. Для цього на ділянках площею до 50 га беруть 20 проб. Якщо площа поля перевищує 50 га, то на кожні наступні 10 га додають по дві проби. У кожній пробі оцінюють 10 рослин у рядку.

Гнилі коренеплодів і плодів овочевих культур обліковують залежно від культури. Хвостову і серцевинну гнилі коренеплодів буряку виявляють за 5–10 днів до збирання. Проби беруть у 20 місцях по діагоналі поля, оглядаючи по 10 рослин у рядку без вибору, визначають відсоток хворих коренеплодів. Гнилі на плодах баштанних культур обліковують безпосередньо перед збиранням урожаю, аналізуючи по 10 плодів у 10 місцях кожної ділянки. Обліки гнилей бульб картоплі і плодів овочевих культур проводять за 1–2 дні до збирання окремо для ранніх, середніх і пізніх сортів. На ділянці беруть у 10 місцях по 10 кущів. Урожай з кожних 10 кущів становить одну пробу, з якої аналізують по 20 бульб або плодів.

Облік вірусних хвороб овочевих культур у відкритому ґрунті проводять вибірково, у тепличних господарствах доцільно обстежувати всі рослини. Масове поширення вірусних хвороб томатів і огірків у теплицях звичайно починається через 2–3 тижні після висадження рослин на постійне місце. У відкритому ґрунті вірусні хвороби томатів (бронзовість, мозаїка), мозаїчні хвороби огірків і баштанних культур досягають максимуму в другій половині вегетації. Саме у ці терміни необхідно проводити основні обстеження й обліки.

Аналіз бульб картоплі на виявлення фітофторозу та інших хвороб проводять три рази: перший – під час збирання врожаю, другий – через 3–4 тижні після збирання (у випадку, якщо хвороба була виявлена під час першого аналізу) і навесні. Перед посадкою від кожної партії картоплі (бурт, засік) масою до 10 т беруть 200 бульб з 10 місць. На кожні наступні 10 т додають по 50 бульб, узятих з п'яти різних місць. Для аналізу невеликої партії (до 1 т) можна брати зразок із 100 бульб. Відібрані бульби ретельно миють водою і 100 з них розрізають у подовжньому напрямку. Обчислюють відсоток хворих бульб і визначають середньоз-

важену поширеність хвороби окремо для бригади, господарства і т.д.

Плямистості і нальоти обліковують за методикою, аналогічною для обліків в'янень і гнилей. Інтенсивність розвитку хвороб на листках і плодах визначають за відсотком ураженості органів облікових рослин. При обліку ураженості стебел кавуна антракнозом інтенсивність розвитку хвороби визначають у балах за такою шкалою: 0 – відсутність хвороби; 1– плями (до 10) на стеблах дрібні, крапкові, одиничні; 2 – більше 10 дрібних плям чи 1–2 великих, штрихи довжиною до 2 см, є плодоношення гриба; 3 – плями злилися, є розриви тканини, окільцювання стебла; 4 – засихання і загибель рослини.

Ступінь ураження листів огірків бактеріозом визначають за бальною шкалою: 0 —захворювання відсутнє; 1 – захворювання виявляється приблизно на 1/10 частині всіх листків, бактеріальні плями зосереджені часто на одній дольці листка, вкриваючи до 1/4 частини його поверхні; 2 – захворювання охоплено до половини листків рослини, бактеріальні плями вкривають до 1/2 частини поверхні листа; 3 – захворювання охоплено понад половину листків рослини, бактеріальні плями вкривають більше 1/2 частини поверхні листка; 4 – сильний ступінь ураження всіх листків рослини.

Під час обліків судинного бактеріозу капусти використовують таку шкалу: 0 – відсутність ураження; 1 – усихання у вигляді окремих дрібних плям на краях листків, головним чином нижнього ярусу розетки; 2 – окремі, досить великі, підсихаючі з країв листової пластинки бурі чи коричневі плями, що мають характерну форму, облямовану вузьким яскраво-зеленим ореолом від клітин, що відмирають. На поперечному розрізі виявляються чорні судини жилок. На окремих листах уражений цілий сектор, верхина якого досягає центральної жилки листа; 3 – згортання засохлого сектора і країв більшості листків з частковим чи повним потемнінням судинних пучків у черешку; 4 – велика частина листків близька до відмирання, спостерігається опадання листків, при цьому на поперечному зрізі кочериги добре помітні чорні судини.

Кореневий рак цукрового буряку виявляють одночасно з гнилями коренеплодів на тій же кількості рослин, визначають

поширеність хвороби. Аналогічні спостереження проводять і для кили капусти.

Виявлення раку картоплі здійснюється у період копання бульб. Спочатку проводять попередній огляд ділянок, аналізуючи корені, основу стебел і бульби. Після цього роблять детальне обстеження уражених ділянок на виявлення осередків хвороби шляхом взяття проб, що складаються з трьох кущів, викопаних підряд. Проби розташовують рівномірно по площі, обов'язково обстежуючи ділянки поблизу тваринницьких ферм, місць збереження гною і т. п. Якщо обстежувана ділянка більша від 20 га, її попередньо розбивають на менші ділянки і на кожній з них проводять обліки. Під час обстеження в період збирання врожаю, крім бульб, оглядають і бадилля (коренева шийка і столони). Під час аналізу бульб проби відбирають не менш ніж з 10 % куп картоплі у різних місцях і на різній глибині, у кількості 100 бульб на 1 ц.

Втрати врожаю цукрового буряку від церкоспорозу можна встановити за даними табл. 3.3.

Таблиця 3.3

**Втрати урожаю цукрового буряку  
від церкоспорозу**

| Хворих рослин, % | Інтенсивність ураження | Втрати урожаю, % |       |             |
|------------------|------------------------|------------------|-------|-------------|
|                  |                        | коренеплодів     | гички | цукристості |
| 6–25             | Слабке                 | 3                | 10    | Незначні    |
| 26–50            | Середнє                | 10               | 25    | 0,5         |
| 51–75            | Сильне                 | 20               | 30    | 1,0         |
| Більше 75        | Дуже сильне            | 30               | 75    | 2,0         |

Вірусні хвороби картоплі обліковують на підставі зовнішніх ознак їхнього прояву за спеціальними шкалами. Обліки проводять у два терміни: у період бутонізації та при перших ознаках відмирання бадилля на ранніх сортах і після масового цвітіння на інших сортах.

### 3.5. ОБЛІК ХВОРОБ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ КУЛЬТУР І ВИНОГРАДУ

Засихання плодкових культур (цитоспороз, чорний рак тощо) обліковують, оглядаючи на площі до 100 га не менш 50 дерев кожного основного сорту; на площах до 1000 га на кожні 100 га додають по п'ять дерев. На невеликих ділянках оглядають усі плодкові дерева.

Інтенсивність ураження цими типами хвороб оцінюють у балах. Під час обліку ураженості дерев некрозом кори використовують таку шкалу: 0 – здорове дерево; 1 – у кроні є одиничні засохлі гілки, на поверхні кори видні плодкові тіла грибів; 2 – на скелетних гілках і штабмі добре помітні некротичні плями, частина гілок засохла; 3 – майже всі скелетні гілки уражені, на штамбах спостерігаються численні некротичні плями, значна частина крони засохла; 4 – повна загибель дерева.

Для обліку інтенсивності розвитку звичайного раку застосовують таку шкалу: 0 – здорове дерево; 1 – незначне ураження гілок крони (до 20 %), невеликі виразки, прикриті валиком калюсу, що не перевищують за площею 10 см<sup>2</sup>; 2 – ракові виразки з оголеною деревиною на штабмі займають площу 20–70 см<sup>2</sup>, у кроні засихають окремі гілки; 3 – виразки на штабмі досягають 120 см<sup>2</sup>, вони глибокі, листя в кроні рідке, світле, окремі скелетні гілки крони засохли; 4 – засохле дерево.

Інтенсивність прояву трахеомікозу характеризують такою шкалою: 0 – здорова рослина; 1 – у кроні одиничні засохлі пагони чи скелетні гілки; 2 – частина скелетних гілок засохла (до 25 %), інші уражені різною мірою; 3 – майже всі скелетні гілки засохлі, на штабмі спостерігається камедь, з'являється поросль; 4 – повна загибель дерева.

У випадку швидкоплинної форми бактеріального раку відзначається тільки поширеність хвороби (відсоток загибелі дерев).

Кореневий рак саджанців у розплідниках і шкілках виявляють під час їх викопування. Хворобу фіксують окремо для кожного сорту, групують за місцем її прояву (коренева шийка, головний корінь чи тільки бічні корені). Для виявлення вогнищ поширеності хвороб на території розплідника чи шкілки обстежують 200 рослин кожної породи чи сорту, рівномірно розподілених на



10–20 площадках, які вибирають по діагоналях ділянки через рівні проміжки.

Опіки плодів культур, спричинені грибами роду *Monilinia*, найчастіше проявляються у вигляді швидкоплинного в'янення квіток, листків і молодих пагонів. При сильному розвитку хвороби можливе усихання окремих скелетних гілок, а іноді усього дерева цілком. Кількість дерев, що підлягають обліку, така ж, як і під час обстеження садів на ураженість усиханням. Облік ураження листків і квіток проводять один–два рази через 10 днів після початку цвітіння. Ураженість пагонів і гілок реєструють два рази за сезон: вперше – разом з визначенням кількості загиблих квіток, коли відбувається ураження лубу міцелієм, що проникає із заражених суцвіть, і другий раз – восени, під час появи на пагонах поперечного кільця, коли додатково засихають нові пагони, заражені від плодів. Ступінь ураження дерева оцінюють комплексно, за станом квіток, листків і пагонів. При цьому використовують таку шкалу: 0 – захворювання відсутнє; 1 – загибель маточок і пелюсток (на листах одиничні дрібні червоні крапки); 2 – загибель квіток, зав'язей і квітконіжок (почервоніння центральної жилки листа і черешків); 3 – повна загибель квіток і листків; 4 – на уражених органах спостерігається спороношення гриба, почалося ураження пагонів.

У результаті таких обстежень одержують дані про поширеність хвороби на кожному дереві і в насадженні в середньому, а також установлюють інтенсивність її розвитку. Для цього на кожному обліковому дереві беруть чотири гілки 3-го порядку і підраховують кількість хворих та здорових пагонів. Маючи достатні навички, обслідувач може окомірно визначати, яка частина органів якою мірою уражена опіком.

Ураженість листків і плодів плямистостями та нальотами встановлюють у період максимального прояву захворювання. На відібраних для обстеження ділянках площею до 50 га беруть рівномірно в різних місцях по 10 дерев основного сорту. На кожні наступні 10 га додають ще по 2 дерева. На облікових деревах вибирають по 4 пагони, на яких оглядають по 25 листків і плодів. Для оцінки падалиці на ураження паршею під кожним обліковим деревом збирають по 50 плодів. Поширеність і інтенсивність роз-

витку хвороб установлюють на основі визначення ступеня ураження кожного органа.

Восени, після опадання листків, і навесні, до розпускання бруньок, доцільно визначити ступінь ураження вегетативних органів плодкових дерев борошнистою росою. Це дозволяє зробити висновок про успішність перезимівлі патогена. Розвиток цієї хвороби визначають за такою шкалою: 0 – пагони здорові; 1 – незначне ураження верхньої частини пагона; 2 – міцеліальний наліт покриває до 1/4 довжини пагона, 3 – пагони до половини своєї довжини покриті нальотом міцелію і спороношенням; 4 – міцелій розповсюджений по всій довжині пагона, верхівки відмирають.

Під час обліку плямистостей і нальотів на ягідниках на кожній обстежуваній ділянці рівномірно оглядають по 10 кущів. Інтенсивність розвитку хвороби визначають за відсотком ураження кожного органа. Для обліку іржі на листках плодкових і ягідних культур застосовують ту ж методику, що і для обліку плямистостей.

Інтенсивність розвитку антракнозу на пагонах малини оцінюють у балах: 0 – ураження відсутні; 1 – плями поодинокі, виразок немає; 2 – плями численні з рідкими виразками чи без них; 3 – великі численні плями, що зливаються, звичайно з виразками, 4 – відмирання пагона.

Для обліку хвороб винограду (типу плямистостей і нальотів) на кожній ділянці площею до 50 га беруть по 10 кущів, вибираючи їх рівномірно по території обстежуваної площі. На кожні наступні 10 га додатково обстежують по два кущі. Ураження листків і грон обліковують роздільно. Обстеження на листках проводять у період максимального розвитку хвороби, для мільдю – обов'язково до чеканки виноградних кущів. Грона аналізують перед збиранням урожаю.

На облікових кущах вибирають по одному основному пагону, на якому оглядають усі листки, визначають ступінь ураження кожного з них. На гронах визначають відсоток їх ураження на кожному обліковому кущі, а також інтенсивність розвитку хвороби.

Деформації на плодкових культурах («відьмини мітли», кучерявість листків, кишеньки плодів сливи) обліковують один раз за сезон одночасно з обстеженням садів на усихання. У випадку

кучерявості визначають кількість хворих дерев і ступінь їхнього ураження, оглядаючи на кожному дереві по 25 листків з чотирьох сторін. Кишеньки сливи і вишень ураховують не раніше, ніж через 20 днів, а на стійких сортах – через 35–40 днів після цвітіння, установлюють поширеність хвороби роздільно для дерев і плодів.

Гнилі плодів обліковують з моменту появи товарної падалиці на 10 деревах кожного основного сорту, рівномірно розподілених по насадженню. Для цього під кожним деревом збирають без вибору у п'яти різних місцях по 50 плодів, визначають відсоток уражених плодів.

Обліки хвороб у садах і виноградниках варто проводити щорічно в одних і тих же господарствах, на визначеному наборі основних сортів стаціонарних ділянок.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Що ви знаєте про шкалу Мілса і її використання?
2. Для чого використовуються номограма Н.А.Наумової, криві Я.А.Сайдаметова, К.М.Степанова?
3. Що ви знаєте про фенологічний та біометеорологічний прогноз хвороб рослин?
4. Як визначають показники поширеність і розвиток хвороби?
5. Яка методика обліків основних хвороб зернових і круп'яних культур?
6. Які шкали обліку хвороб рослин вам відомі?
7. Назвіть особливості обліку хвороб бобових культур.
8. Що ви знаєте про моніторинг хвороб картоплі, овочевих і баштанних культур?
9. Як проводять облік хвороб плодово-ягідних культур і винограду?
10. Як визначають середньовиважені показники прояву хвороб рослин?
11. Що показує показник «поширеність хвороби»?
12. Як визначають ступінь ураження рослин?
13. Що показує «інтенсивність ураження рослин»?
14. Що характеризує «розвиток хвороб»?
15. Що необхідно розуміти під терміном „проба” при обліках?

16. Розкрийте зміст та строки отримання даних для прогнозування основних хвороб зернових колосових культур.

17. Інформаційне забезпечення прогнозу основних хвороб бобових культур.

18. Яка інформація необхідна для прогнозу розвитку хвороб цукрового буряка і соняшника?

19. Яке інформаційне забезпечення прогнозу фітофторозу та інших хвороб картоплі?

20. Як проводять облік хвороб бульб картоплі?

21. Що ви знаєте про прогнозування сажкових хвороб зернових культур?

22. Розкрийте методики обліку і прогнозу іржастих культур?

23. Що ви знаєте про короткостроковий прогноз фітофторозу пасльонових культур?

24. Як прогнозують розвиток парші яблуні?

25. Які існують методи прогнозування мілдью та оїдіуму винограду?

26. Що ви знаєте про шкали обліку хвороб рослин, їх побудова, значення і застосування?

27. Навіщо необхідна номограма Наумової? Які показники вона враховує?

28. Що таке «критерії Бомона»?

29. Які методи використовуються для прогнозування розвитку фітофторозу картоплі?

30. Як можна визначити тривалість інкубаційних періодів для бурої іржі пшениці, фітофторозу картоплі, мілдью винограду?

31. У яких прогнозах враховується наявність пропагул фітопатогенів у повітрі, на насінні і які методики використовуються для цього?

## **4. ФІТОСАНІТАРНА ІНФОРМАЦІЯ, МЕТОДИ ЇЇ ЗБОРУ І ВИКОРИСТАННЯ**

### **4.1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ**

Для планування й організації робіт із захисту рослин необхідна фітосанітарна інформація, що характеризує поширення, розвиток, стан популяцій шкідливих організмів, посівів сільськогосподарських культур і навколишнього природного середовища. Від виду, кількості, своєчасності і якості цієї інформації залежить достовірність прогнозів розвитку шкідливих організмів рослин та правильність рішень щодо проведення відповідних захисних заходів.

У захисті рослин збір необхідних первинних даних – це найбільш трудомістка і коштовна частина інформаційної системи забезпечення оптимізації фітосанітарного стану. Тому необхідно приділяти велику увагу раціоналізації та удосконаленню методів збору й аналізу цих даних. Збір інформації повинен спиратися на визначені теоретичні моделі динаміки процесів, що підлягають моніторингу і прогнозу. Під час розроблення системи і методів збору вихідної інформації керуються такими засадами:

1. Збирають і аналізують тільки ті дані, що необхідні для реалізації поставленої мети, і в такій кількості, яку можна оперативно обробити, зберігати й використовувати для прийняття відповідних рішень.

2. Для одержання даних використовують методи, що вимагають найменших витрат праці, енергії і коштів та забезпечують необхідний рівень точності.

3. Для того, щоб дані можна було порівнювати у просторі і часі, методи їх збору не рекомендується змінювати без нагальної потреби. Роботу проводять на єдиній методичній основі.

Призначення моніторингу й отримання вихідної інформації у захисті рослин – дати характеристику фітосанітарного стану на посівах, а також знати перспективи його зміни у вигляді відповідних прогнозів. Трудомісткість і висока вартість витрат на одержання інформації змушує обмежувати обсяг її одержання та допускати відповідні екстраполяції у просторі і часі. Екстраполяція даних є вимушеною дією під час прогнозування, і припускає,

що отримана на невеликій частині ареалу виду інформація буде такою ж для усього ареалу. Тобто прогнозування імовірного фітосанітарного стану і його мінливості ґрунтується на порівняно обмежених даних, що фактично збираються на певній частині площ посівів сільськогосподарських рослин або природних угідь.

Раціональне вирішення задачі інформативного забезпечення прогнозів ґрунтується на глибоких знаннях екології, фізіології, етології шкідливих видів і використанні методів статистики. Програма нагромадження таких знань базується на визначеній концептуальній основі, що враховує екологічні і статистичні закономірності процесів, а також призначення даних, що збираються. Усе це визначає технології моніторингу і прогнозування, види необхідної інформації, термін і технології її одержання, методи первинної обробки й аналізу даних.

Прогнози розробляються за визначеними логічними моделями, які складаються в результаті глибокого вивчення біоекологічних особливостей окремих видів та їх комплексів. Основою моделі прогнозу служать теоретичні знання про фактори і механізми їхнього впливу на поширення, фенологію, розмноження, життєздатність, шкідливість та інші особливості кожного шкідливого виду. При цьому враховується, що стан популяції на цей час, особливості її реакцій на вплив середовища визначаються тим екологічним станом, у якому вона існувала і розвивалася в минулому році чи минулих сезонах.

Найважливішими елементами середовища, що формують властивості популяцій, є енергетичні ресурси (маса сприйнятливих до хвороби рослин), а також кліматичні фактори. Особливо сильно проявляється їхній вплив на властивості популяції у визначені, так звані критичні періоди її існування. Вплив середовища на ранніх етапах онтогенезу істотно визначає реакцію особин виду на середовище у наступних фенофазах.

Обсяг фітосанітарної інформації, терміни і методи її одержання, обробки й аналізу залежать від загальної логічної моделі прогнозування і конкретного призначення прогнозу. Важливо при цьому забезпечити її найбільшу об'єктивність, повноту, своєчасність за найменших витрат праці. Це досягається за рахунок переважного використання оцінок стану факторів середовища, що зазвичай менш трудомісткі. Крім того, зниження трудо-

місткості збору й обробки вихідної інформації досягається за рахунок автоматизації цих процесів шляхом використання відповідних приладів, установок і ЕОМ. Автоматизація збору й обробки інформації спирається також на логічні моделі прогнозування.

Іншим істотним елементом концептуального обґрунтування систем обліків стає технологія відбору проб. Усі способи обліку рослин мають характер вибіркового проб. Правильний і раціональний вибір необхідних облікових площадок та рослин ґрунтується на принципах статистичної теорії вибірки проб. *Вибіркова проба – це деяка кількість одиниць, що відбирають у генеральній сукупності, щоб на основі результатів вибіркового обстеження зробити висновки про стан генеральної сукупності.*

Кількість відібраних одиниць – це обсяг вибіркової проби. Під час визначення обсягу вибіркової проби велике практичне значення поряд із припустимою чи заданою її помилкою мають економічні міркування (мінімальні витрати). Спосіб вибірки проб у сукупності залежить від того, яку інформацію необхідно одержати. Якщо ставиться мета кількісно охарактеризувати сукупність на основі вибіркового проб, то використовують «принцип випадкового добору» досліджуваних одиниць. Якщо необхідно охарактеризувати терміни фенологічних явищ, перевага віддається «принципу свідомого добору», що найчастіше потребує менших витрат праці та коштів.

Виділяють три основних види фітосанітарної інформації:

- гідрометеорологічна;
- агротехнічна;
- інформація про фенологію і структуру популяцій шкідливих видів.

## **4.2. МЕТЕОРОЛОГІЧНА ІНФОРМАЦІЯ**

Погодні умови суттєво впливають на розвиток культурних рослин і шкідливих організмів. Тому повне використання метеорологічної інформації стає обов'язковою передумовою під час розроблення прогнозів поширення і розвитку шкідливих організмів та обґрунтування рекомендацій щодо обмеження їх шкодочинності. Імітування розвитку популяцій культурних

рослин і шкідливих організмів на ЕОМ засновано на використанні відповідних даних про погодні умови в режимі он-лайн. Це ефективна форма розробки прогнозів і рекомендацій із захисту рослин, яка забезпечує значну економію трудових і матеріальних витрат.

У захисті рослин використовується чотири форми гідрометеорологічної інформації:

- дані про поточний стан погодних умов;
- дані про погодні умови за минулі періоди різної тривалості;
- дані, що характеризують клімат регіону;
- прогноз погоди.

Використання імітаційних моделей (для агроєкосистем, окремих культур, популяцій шкідливих організмів) висуває особливо високі вимоги до гідрометеорологічної інформації. Якщо модель повинна забезпечити оперативне керування заходами щодо захисту рослин, то ця інформація необхідна в реальному масштабі часу. Дані про погодні умови повинні надходити негайно від спостерігача чи від станції метеорологічної служби. Технічно найбільш досконалою системою є так звана система «он-лайн», де забезпечене введення інформації безпосередньо в ЕОМ з автоматичних метеостанцій.

У ряді країн розроблені сигналізаційні та інформаційні системи на основі використання персональних комп'ютерів і автоматичних метеостанцій. В Англії, Угорщині, Франції, Італії використовують автоматичні метеостанції і сигналізаційний прилад „Agril – 28” для оптимізації заходів проти оїдіуму винограду. Це дає змогу скоротити обсяг хімічних обробок до 30 % і окупити витрати на придбання обладнання за один рік.

В садах Франції використовують систему Star. В Австрії прилади Metos дозволяють оптимізувати заходи проти парші яблуні, пероноспорозів, яблуневої плодожерки. У Чехії система Midis – 85, у Польщі і Україні прилад АВІ – 201 дозволяють зменшити обсяги обприскування проти парші яблуні на 25 %. У Німеччині сигналізаційний комп'ютер Sicom – 2000 використовують у господарствах, які вирощують плодоовочеві культури. Він дає змогу прогнозувати в автоматичному режимі розвиток 12 шкідників, парші та борошнистої роси яблуні. Викори-



стання таких систем дає значний економічний ефект. У США (штат Кентуккі) програма *Mayblut* приносить економію 230 дол. з 1 акра (0,4 га).

Як правило, дані про погодні умови надходять від існуючих станцій метеослужби. Перевагою тут є низька витрата коштів, але не всі необхідні для прогнозу гідрометеорологічні параметри в цьому випадку можуть бути отримані. Щільність мережі спостережень також є недостатньою. Додатково для збору даних використовують, крім мережі метеослужби, також відомчі метеорологічні пункти.

*Поточна гідрометеорологічна інформація* повинна включати такі елементи: температура і вологість повітря; температура і вологість ґрунту; кількість опадів; швидкість і напрямок вітру, інтенсивність і тривалість сонячного випромінювання; атмосферний тиск.

Необхідні дані для розробки прогнозів і рекомендацій слід максимально швидко передавати з метеостанцій безпосередньо в обчислювальні центри, де вони обробляються.

Гідрометеорологічну інформацію за минулі періоди використовують насамперед для розрахунку прогнозів за допомогою регресійних моделей і для аналізу фітосанітарного стану, що складається. Під час аналізів за допомогою різних математико-статистичних методів (дисперсійний, дискримінантний аналізи тощо) вивчають взаємозв'язки між метеорологічними показниками і станом популяцій шкідливих організмів.

Інформацію про стан погодних умов за минулі періоди використовують для перевірки еквівалентності відображення дійсності імітаційними моделями. При цьому тесті виникає необхідність порівняння відповідних змінних стану моделі з реально встановленими показниками стану популяцій. За допомогою даних про погодні умови за минулий період модель імітує розвиток популяції шкідливого організму, а результати моделювання можуть порівнюватися з дійсно встановленими показниками. Таким чином, можлива перевірка працездатності моделі і її подальше удосконалення. Для цього експериментально виявляються норми реакції популяцій шкідливих організмів на різні погодні умови. Складаються так звані „таблиці поведінки”, що є основою для включення обраних даних до переліку необхідних

для розробки прогнозів розвитку шкідливих організмів.

Дані, що характеризують клімат регіону, являють собою багаторічні кліматологічні середні показники (середні дані за 50 років і більше). Схожі дані використовують насамперед для характеристики екологічних параметрів зон і регіонів та розрахунку повторюваності визначених явищ погоди. Іншим важливим призначенням їхнього застосування служать прогнози фенології.

Дані прогнозу погоди використовують дуже обмежено. Температурні показники можна прогнозувати з необхідною точністю лише за 3 – 4 дні. Тому стає необхідним використання даних про клімат регіону для коротко- і довгострокових прогнозів. При цьому можна скласти три варіанти прогнозу, використовуючи оптимальні, песимальні і середні кліматичні умови.

З урахуванням технічних можливостей для використання в захисті рослин доступні такі показники погоди і параметри їхньої оцінки:

1) температура повітря (вимірюється у метеорологічній будці на висоті 2 м). Параметри: середньодобова, максимальна і мінімальна температури, °С;

2) вологість повітря (вимірюється у метеорологічній будці на висоті 2 м). Параметри: кількість годин за межами визначеного порогу (вологість повітря, %), або денна динаміка вологості повітря, %;

3) тиск повітря (гектопаскалі);

1) опади. Параметри: денна сума, мм; тривалість випадання, год; інтенсивність (кількість за відрізок часу, мм);

2) температура ґрунту (на глибині 5, 10 і 20 см). Параметри: максимум та мінімум денної температури; середньодобова температура, °С;

3) вологість ґрунту. Параметри: запаси продуктивної вологи на різних глибинах ґрунту, мм;

7) тривалість сонячного випромінювання, год;

8) радіаційний баланс з урахуванням спектрального аналізу;

9) вітер. Параметри: переважний напрямок вітру за добу; середній показник швидкості вітру, м/с;

10) утворення роси. Параметри: так (+) чи ні (–); тривалість збереження роси, год;

11) сніговий покрив. Параметри: висота сніжного покри-

ву, см; тривалість періоду зі сніговим покривом, днів;

12) заморозки. Параметри: так (+) чи ні (-); мінімальна температура, °С; тривалість, днів, годин.

Використання метеорологічних даних здійснюється відповідно до завдань, для вирішення яких вони залучаються. Для імітаційних моделей безпосередньо обробляють окремі параметри («он-лайн»), для інших способів прогнозування окремі дані вимірів попередньо поєднують у добові, тижневі, подекадні і місячні середні показники. Так, для регресійних моделей значення параметрів популяції зіставляються з відповідними їм у часі і просторі значеннями метеорологічних параметрів. Останні можуть характеризуватися, наприклад, щорічними і середньобагаторічними даними про стан кліматичних характеристик.

Оцінка погодних умов проводиться роздільно за порами року. За осінній сезон приймається період стійкого переходу середньодобових температур повітря від 15 °С у бік зниження їх до 0 °С. Як зимовий сезон приймається період з температурами нижче 0 °С. Весняний сезон починається з періоду стійкого переходу температур вище 0 °С в бік їхнього підвищення до 15 °С. Літній сезон – період зі стійкими середньодобовими температурами вище 15 °С. Названі раніше елементи, що характеризують погодні умови, використовуються для всіх часів (сезонів) року. Крім них для весни, літа й осені використовуються такі додаткові характеристики:

1) початок сезону: фактична дата, відхилення від середнього терміну в днях ( $\pm$ );

2) середня температура ґрунту в °С за декаду на глибині 10 см;

3) відносна вологість повітря о 13 год, %;

4) кількість днів за декаду з особливими погодними умовами: град, мокрий сніг, пилова буря, відносна вологість повітря 30 % і нижче, роса, заморозки на ґрунті, мряка, зливи.

Для зимового сезону використовуються такі додаткові дані:

1) початок зимового сезону: фактична дата, відхилення від середнього терміну ( $\pm$ ), днів;

2) мінімальна температура ґрунту на глибині вузла куштіння озимих культур за декадами, °С;

3) початок і кінець періоду стійкого сніжного покриву:

фактична дата, відхилення від багаторічної норми ( $\pm$ ), днів;

4) середня висота сніжного покриву за декаду, см;

5) середня глибина промерзання ґрунту за декаду, см;

6) кількість днів за декаду з особливими погодними умовами: сильні снігопади, мокрий сніг, відлиги, ожеледь, сильний вітер.

Метеорологічна інформація використовується для розробки прогнозів розвитку шкідливих організмів на основі обліку ступеня сприятливості для окремих видів критичних періодів року і для розрахунку термінів настання конкретних фаз онтогенезу (фенології). Враховуючи біоекологічні особливості окремих шкідливих видів, визначають певні гідротермічні характеристики окремих критичних періодів у їхньому життєвому циклі, що впливають на розвиток популяції і їхню життєздатність. Це перш за все: середні температури цих періодів, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) та кількість днів (декад) за певний період з критичним станом метеорологічного фактора. ГТК визначають за періоди року з температурами повітря вище 10 °С, коли проходить розвиток шкідливих видів і культурних рослин за формулою:

$$\tilde{A} \dot{O} \hat{E} = \frac{\sum \hat{I}n \cdot 10}{\sum \hat{O}}$$

де  $\Sigma O_n$  – сума опадів, мм;

$\Sigma T$  – сума середньодобових температур, °С.

Значення ГТК від 1,0 до 1,5 характеризує оптимальне зволоження території, більше 1,5 – надмірне, 0,5–0,9 – недостатнє (нестійке), менше 0,5 – слабке (посуха).

Для визначення динаміки розвитку виду найчастіше використовують суму ефективних температур. Процес розвитку у пойкилотермних організмів відбувається лише за межами певного температурного порога (нульова точка розвитку). Суму ефективних температур за певний період визначають за формулою:

$$\Sigma_{\text{еф. т.}} = (T_c - T_n) \cdot n,$$

де  $T_c$  – середньодобова температура за період, °С;

$T_n$  – нижній температурний поріг, °С;

$n$  – тривалість періоду, днів.

Нижній температурний поріг для шкідливих організмів і культурних рослин сформувався еволюційно, він має особистий характер для кожного біологічного об'єкта або певних їх груп. Для шкідників рослин він коливається в межах 7–13 °С (найчастіше 10 °С), для фітопатогенів – 1,2–8,0 °С. Швидкість розвитку виду та сума тепла, необхідні для онтогенезу у випадках, коли температури нижча або вища від оптимальних значень, уточнюються за допомогою додаткових коефіцієнтів, номограм, таблиць.

У прогнозуванні розвитку хвороб рослин предикторами можуть бути гідротермічний коефіцієнт (ГТК), температурно-вологісний показник (ТВП), частота опадів ( $Ч_{оп.}$ ), коефіцієнт кратності опадів ( $К_{кр.}$ ), коефіцієнт інтенсивності опадів ( $К_{інт.}$ ), індекс сприятливості погодних умов ( $I_{спр.}$ ), сума температур за вологий період тощо.

Для розробки короткострокового прогнозу розвитку шкідливих організмів використовують прогноз погоди на найближчий період, точність якого за останні роки суттєво підвищилася, що відповідно підвищило точність і значення короткострокового прогнозування розвитку хвороб рослин.

#### 4.3. АГРОТЕХНІЧНА ІНФОРМАЦІЯ

В Україні для розробки прогнозів розвитку шкідливих організмів рослин збирають і використовують сім видів агротехнічної інформації. У сукупності вона характеризує умови, у яких розвиваються посіви сільськогосподарських культур і формується урожай кожної культури, а також стан посівів і види на врожай. Крім того, ця інформація дозволяє прогнозувати імовірний рівень витривалості рослин до ушкоджень і вплив агротехнічних заходів на стан популяцій окремих шкідливих видів.

*1. Інформація про стан організаційно-господарських заходів:*

- структура посівних площ;
- площі посівів стійких і нестійких до певних видів шкідливих організмів сортів;
- обсяги різних видів основної обробки ґрунту (звичайна

оранка, поверхневий обробіток, весняна оранка, тощо);

- площі, на яких сільськогосподарські культури висіяні по оптимальних та інших попередниках;
- обсяги застосування енергоощадних, адаптивних та інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

У разі необхідності використовують і інші види інформації про фактори, які можуть впливати на розвиток рослин у конкретному господарстві чи регіоні в певний період часу. Ця інформація може бути відома ще на етапі планування й підготовки до посіву культури і багато в чому залежить від економічних можливостей господарства забезпечити повноту реалізації відповідних заходів технологій вирощування культури, що, у свою чергу, впливає на розвиток шкідливих організмів. Отримані дані порівнюються з аналогічними показниками за попередні роки і періоди. Результати цього аналізу мають певне значення для розробки різних видів прогнозу, але особливо важливі – для довгострокового і багаторічного прогнозів.

### *2. Інформація про проведення агротехнічних заходів:*

- строки оранки зябу і всіх видів передпосівної обробки ґрунту;
- строки і норми внесення різних видів добрив;
- строки сівби, сорт і норма висіву;
- строки і технологія збирання врожаю.

Для зрошуваних культур враховуються терміни проведення усіх видів поливів і норма витрати води.

Усі ці дані збирають агрономи господарств і передають районним фітосанітарним інспекціям. Обробка їх у поточному році зводиться до зіставлення із середніми термінами і нормативами. Інтерпретація даних проводиться для кожного регіону, з урахуванням домінуючих видів шкідливих організмів та екологічного значення для них строків і якості проведення агротехнічних заходів. Так, пізні терміни оранки зябу сприятливі для більшості шкідливих видів і ведуть до погіршення умов для розвитку посівів. Несвоєчасно внесені і незбалансовані добрива послаблюють стійкість рослин до хвороб.

### *3. Інформація про фактичну фенологію сільськогосподарських культур з урахуванням стану погоди:*

- тривалість періоду між сівбою і появою сходів;
- строки настання основних фенологічних фаз культури і ступінь рівномірності їхнього проходження в межах кожного поля.

Ці дані збирають агрономи господарств і передають у районні станції захисту рослин. Крім того, вибірково ці показники враховують метеорологічні станції і публікують їх в інформаційних бюлетенях. Інтерпретація цієї інформації здійснюється фахівцями із захисту рослин і використовується для внесення уточнень у показники економічних порогів шкодочинності конкретних шкідливих організмів. Так, подовження періоду між терміном сівби і появою сходів веде до збільшення ушкодження насіння і проростків хворобами.

Строки настання основних фенологічних фаз культури, є головним показником очікуваної інтенсивності шкодочинності під час зіставлення з фенологією шкідливих видів. Ступінь фенологічної однорідності посівів, дружності проходження фенологічних фаз служить показником стійкості до шкідливих організмів. Якщо фенофази розтягнуті, створюються оптимальні умови для патогенів.

*4. Інформація про стан посівів озимих культур перед зимівлю та їх перезимівлю:*

- фаза, на якій припиняється вегетація восени;
- середня кількість стебел на рослину;
- загибель рослин і зрідженість посівів наприкінці зими і до початку поновлення вегетації, %.

Цю інформацію збирають агрономічна служба і метеорологічні станції, вона публікується у бюлетенях метеослужби.

Повноцінне кушіння посівів до кінця вегетації та оптимальна перезимівля визначають підвищену опірність рослин до впливу шкідливих організмів протягом наступного вегетаційного періоду. Слабко розвинені з осені посіви погано переносять зимівлю і навесні виявляються ослабленими, зі зниженою стійкістю до ушкоджень. Усі ці обставини беруться до уваги під час організації системи спостереження за посівами у господарствах та уточнення планів профілактичних і захисних заходів.

*5. Інформація про стан посівів у період вегетації:*

- густота посівів;
- нагромадження біомаси в період проходження кожної фенофази;
- розвиток бур'янів і їхня біомаса в певну фенологічну фазу культури;
- нагромадження елементів кінцевої продуктивності рослин.

Ці дані звичайно збирають агрономи господарств за порівняно простими і доступними методиками. Вибірково такі дані одержують метеорологічні станції і публікують у бюлетенях метеослужби. У зв'язку із широким використанням індустріальних технологій вирощування ряду культур удосконалюються методи обліку стану посівів, для того щоб можна було своєчасно оптимізувати агрофон за рахунок зрошення, внесення добрив тощо. Інтерпретація цієї інформації проводиться агрономами господарств і спеціалістами із захисту рослин, які корегують технології вирощування сільськогосподарських культур, визначають імовірний рівень стійкості рослин до ушкодження шкідливими організмами.

*6. Інформація про загальну врожайність і якість урожаю:*

- показники біологічного і фактично зібраного врожаю;
- кондиційні показники врожаю.

Ця інформація переважно збирається агрономами господарств і фахівцями служби захисту рослин, а також на приймальних пунктах заготівельних організацій. Різниця між біологічним і фактично зібраним урожаем, з урахуванням погоди сезону, дозволяє оцінити ступінь сприятливості екологічного стану для багатьох шкідливих видів. Кондиційні показники врожаю визначають його придатність для збереження і як посівний матеріал. Методи виявлення кондиційних показників (вологість зерна, питома вага, пошкодження його певними видами шкідників і хвороб тощо) досить прості і загальновідомі в агрономічній практиці.

*7. Інформація про стан насінневого матеріалу:*

- клас насіння за показниками схожості та ін.;
  - якість передпосівної обробки насінневого матеріалу (калібрування, протруєння насіння, інкрустація, фумігація тощо):
- При централізованій передпосівній обробці насіння



контроль за якістю здійснюють спеціальні лабораторії відповідних установ і фахівці із захисту рослин. Повнота і якість профілактичної обробки насіннєвого матеріалу у сполученні з його вихідною кондицією є найважливішим показником очікуваного стану посівів і схильності їх до ураження шкідливими організмами. Усе це береться до уваги під час розроблення відповідних прогнозів і планів проведення захисту посівів у період вегетації та формування врожаю.

Поряд з точним визначенням часу і місця появи шкідників, хвороб і бур'янів необхідно об'єктивно оцінити стан посівів сільськогосподарських культур. Найбільш важливими показниками стану посівів служать: фенологія, густина і біомаса рослин, що характеризують їх загальну життєздатність.

*Облік стану розвитку рослин.* Вимоги рослин до умов навколишнього середовища на окремих етапах онтогенезу різні. Формування врожаю і кінцева продуктивність рослин істотно залежать від того, на якій фазі онтогенезу наноситься ушкодження. У розвитку рослин можна виділити два основних періоди: формування вегетативних органів – кореневої системи, стебла, листя й утворення генеративних органів – суцвіть, квіток і органів розмноження, зокрема плодів і насіння. Органи рослин формуються в певні етапи органогенезу, для оцінки яких розроблені детальні критерії. Але для полегшення спостережень у фітосанітарному моніторингу використовують більш помітні фенологічні етапи – фенофази, які визначають за зовнішніми морфологічними ознаками органів рослин. Фіксують ту фенофазу, у якій знаходиться 50–70 % облікованих рослин.

### ***Основні фенофази польових культур***

***Озима пшениця:*** проростання насіння–сходи; третій лист–формування вузла кущіння; вихід у трубку; колосіння; цвітіння; налив зерна–молочна стиглість; воскова стиглість зерна; повна стиглість зерна.

***Ячмінь:*** сходи, кущіння, вихід у трубку–стеблуння, колосіння, цвітіння, налив зерна–визрівання, повна стиглість зерна.

***Кукурудза:*** сходи, утворення 5–7 листків, утворення волоті, молочна стиглість зерна, воскова стиглість, повна стиглість зерна.

***Горох:*** проростання насіння–сходи, гілкування, бутонізація,

цвітіння, визрівання бобів, повна стиглість.

**Люцерна:** сходи, стеблування, бутонізація, цвітіння, формування бобів.

**Буряки:** сходи (розвинуті сім'ядолі, „вилочка”), перша пара справжніх листків, друга, третя, четверта, п'ята пара листків, вирівнювання маси листків і коренеплодів, початок масового відмирання листків, технічна стиглість.

**Картопля:** проростання бульб, сходи, утворення столонів—

початок утворення бульб, утворення бульб—бутонізація, цвітіння, стиглість (визрівання ягід і початок відмирання бадилля), відмирання бадилля.

### **Фенофази плодових культур і винограду**

**Яблуня:** набрякання бруньок, зелений конус, оголення суцвіть, відокремлення бутонів, рожевий бутон, цвітіння, опадання пелюсток, утворення зав'язі, опадання зайвої зав'язі, утворення черешкової ямки, визрівання плодів, поява товарної падалиці, товарна стиглість плодів, повна стиглість, опадання листя.

**Груша:** набрякання бруньок, розпускання бруньок (зелений конус), оголення суцвіть, висування суцвіть, розпушення бутонів, цвітіння, опадання пелюсток, утворення зав'язі, змикання чашолистків, утворення черешкової ямки, визрівання плодів, товарна стиглість плодів, повна стиглість, опадання листя.

**Кісточкові культури:** набрякання бруньок, розпускання бруньок („зелений конус”), оголення суцвіть, висування суцвіть, розпушення бутонів, цвітіння, опадання пелюсток, формування зав'язі, скидання сорочечок, опадання зайвої зав'язі, визрівання плодів, стиглість плодів, опадання листя.

**Виноград:** набухання бруньок, утворення 3–5 листків, пагони довжиною 15–25 см, цвітіння, ягоди з маленьку горошину, повністю сформовані ягоди, розм'якшення ягід, повна стиглість ягід, опадання листя.

*Стан посівів* сільськогосподарських культур оцінюють за таким показником: густота рослин і стебел, висота рослин, маса, продуктивність. Облік проводять, як правило, на площадках 1 м<sup>2</sup> або в рядках посіву. Довжина облікових відрізків рядка в сукупності повинна становити 1 м<sup>2</sup>.

Густоту рослин озимих зернових культур обліковують восени, навесні та після колосіння. Ділянки площею 1 м<sup>2</sup> розташовують по діагоналі поля (10 облікових ділянок на полі площею до 100 га). Зіставлення даних обліків, отриманих восени і навесні, дозволяє визначити кількість загиблих рослин взимку у відсотках. Критерії оцінки стану посівів зернових культур наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

**Критерії оцінки стану посівів зернових колосових культур на початку вегетації, рослин на 1 м<sup>2</sup>**

| Стан посівів | Озима пшениця  |                | Жито      | Ячмінь    | Яра пшениця, овес |
|--------------|----------------|----------------|-----------|-----------|-------------------|
|              | сильно кущиста | слабко кущиста |           |           |                   |
| Густі        | 350 – 400      | >500           | >280      | 350 – 400 | 400 – 500         |
| Середні      | 250 – 350      | 350 – 500      | 200 – 280 | 300 – 400 | 300 – 400         |
| Рідкі        | 150 – 250      | 300 – 500      | 120 – 200 | 200 – 300 | 200 – 300         |
| Незадовільні | 150            | <200           | <120      | <200      | <200              |

На посівах кукурудзи по діагоналі поля відбирають 10 проб і визначають густоту рослин на 1 га. При ширині міжряддя 70 см одна проба – відрізок рядка довжиною 14,44 м (10 м<sup>2</sup>). За такою ж методикою визначають густоту рослин і на інших широкорядних культурах. Довжину облікової проби (відрізок рядка) обирають з урахуванням ширини міжрядь так, щоб площа проби становила 10 м<sup>2</sup>.

#### 4.4. ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАН ПОПУЛЯЦІЙ

Цю інформацію отримують шляхом проведення аналізів та обліків у певні періоди життєвого циклу хвороби або фенофази рослин, а в окремих випадках – у певні календарні строки, які зазвичай проходить розвиток певних стадій шкідливих організмів.

Для характеристики розвитку хвороб рослин використовують такі показники: відсоток обстежених та заражених хворобою площ і рослин або їх органів, інтенсивність ураження, а частіше – розвиток хвороби в середньоарифметичних або середньозважених значеннях.

Облік хвороб складається із загальної оцінки стану рослин, відбору пробних зразків рослин (проб) і їх ретельного обстеження. Рослини, як правило, оглядають у польових умовах, інколи в

лабораторії. Залежно від характеру ураження проба являє собою облікову ділянку (при вогнищному характері проявлення хвороби), площа якої звичайно становить 0,25 м<sup>2</sup>, групу рослин або їх органів (при рівномірному розповсюдженості хвороби) від 1–5 до 10–25 рослин у пробі. Проби беруть по діагоналі, двох діагоналях або в шаховому порядку рівномірно по полю залежно від його конфігурації.

Основними результатами обліку є *поширеність* хвороби – це відношення кількості уражених хворобою рослин або окремих її органів у відсотках до загальної кількості рослин в пробах. Цей показник отримують як середньоарифметичне значення їх результатів у пробах для конкретного поля чи угіддя. Він показує кількісну сторону патологічного процесу і в деяких випадках може бути достатнім для характеристики проявлення хвороб, які спричиняють загибель рослин або їх органів (чорна ніжка, кореневі гнилі та інші хвороби сходів, в'янення, сажкові хвороб злаків тощо).

Основним якісним показником перебігу хвороби є *інтенсивність розвитку* (ступінь ураження). Його визначають за площею ураженої поверхні рослини чи окремих її органів або за ступенем прояву інших симптомів. Для виконання цих обліків використовують спеціальні шкали, специфічні для кожної хвороби або груп хвороб з відповідним числом балів чи відсотків ураження. Можна також обраховувати середню інтенсивність ураження хворих рослин, але найчастіше для характеристики якісного стану хвороби використовують показник, що має назву *розвиток хвороби* і відображає середній ступінь ураження всіх рослин на полі. Звичайно користуються чотири-п'ятибальними шкалами. Кількість ступенів ураження в окремих випадках може бути збільшена до дев'яти. Результати обрахунків показують у балах або відсотках.

Для характеристики стану збудника хвороби встановлюють вид патогена, наявність його спеціалізованих форм, рас або біотипів, агресивних і вірулентних до рослин, що вирощують. Ураховують також кількість інфекційного початку на насінні, на листках та інших органах рослин, у ґрунті, повітрі, рослинних рештках тощо. Важливими показниками є життєздатність пропагул патогена, *коефіцієнт інфекції*, що показує кількість спор, здатних

викликати зараження. Для цього використовують споропастки, методики, що потребують спеціального обладнання та матеріалів, мікроскопічного аналізу, високої кваліфікації виконавців і витрат, тому ці показники стану хвороб малодоступні у виробничих умовах.

#### **4.5. ПЕРВИННА ОБРОБКА І ПЕРЕДАЧА ОПЕРАТИВНОЇ ФІТОСАНІТАРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

Залежно від призначення інформації, використовують три форми її попередньої обробки і передачі.

*Перша* – передача первинної інформації, що збирається в господарствах і фітосанітарних інспекціях, про фітосанітарний стан, обсяги проведених профілактичних і захисних обробок, їх ефективність. Ця інформація розписана за відповідними спрощеними стандартними формами. На цьому рівні проводять усереднення даних у рамках окремих полів, культур, господарств. При масовому поширенні виду по кожному господарству подається загальна заражена ним площа цієї культури, середні (чи середньозважені) показники прояву, а також максимальні і мінімальні їх значення. Спеціалістами з прогнозу ця інформація доповнюється додатковими даними з фенології тощо. Обробка даних націлена на визначення середніх показників для кожного шкідливого виду і культури в рамках району, максимальних чи мінімальних показників цього виду для окремих господарств.

У такому вигляді інформацію про визначені заздалегідь об'єкти, передають кожні 5, 10, 15 днів у фітосанітарну інспекцію області. Крім того, вона служить підставою для прийняття рішень про терміни проведення захисних заходів щодо кожного шкідливого виду й уточнення економічних порогів шкідливості для цього року, сезону. Такі рішення приймаються з урахуванням погодних та інших умов і рекомендацій спеціалістів із фітосанітарного контролю. Вони терміново передаються господарствам різними засобами зв'язку, по радіо, через місцеву пресу, комп'ютерну мережу.

Зазначену інформацію відображають в узагальненому вигляді у річних звітах, що надходять у відповідні органи. Ці матеріали використовують для планування заходів захисту рослин, уточнення економічних порогів, удосконалення системи збору фітосанітарної

інформації і її використання у захисті рослин.

*Друга* форма передачі інформації призначена для забезпечення своєчасної розробки прогнозів – попередніх, повних, уточнюючих (сезонних) і короткострокових. Цю інформацію надають відділи прогнозування обласних інспекцій відповідно до вироблених вимог до її змісту, форми і термінів надходження за кожним шкідливим видом. Від обласних фітосанітарних інспекцій інформація надходить у відділ фітосанітарної діагностики фітосанітарної інспекції України.

*Третя* можлива форма – це автоматизована система первинної обробки та передачі оперативної фітосанітарної інформації, необхідної для поточного корегування організації робіт із захисту рослин у регіональному і загальнодержавному масштабі. Роботи зі створення автоматизованої системи фітосанітарного моніторингу широко проводилися з 1976 р. і впроваджувалися в практику з 1979 р. Вони полягали у кодуванні первинної фітосанітарної інформації, її підготовці, обробці і передачі її від господарств, ПСП, районних станцій захисту рослин засобами оперативного зв'язку до обласних станцій захисту рослин, де ця інформація повинна була оброблятися, узагальнюватися і передаватися два рази на місяць в обчислювальні центри Міністерства сільського господарства для обробки на ЕОМ. Ці роботи проводилися в рамках розробки автоматизованої системи управління сільськогосподарським виробництвом – АСУ-сільгосп, складовою частиною якої була АСУЗР (автоматизована система управління захистом рослин). Але цей напрямок у зборі і використанні фітосанітарної інформації себе не виправдав через слабку ефективність, а також унаслідок того, що методи збору фітосанітарної інформації залишилися незмінними і часто залежали від суб'єктивних факторів. На цьому етапі велися роботи з розробки АРМ (автоматизоване робоче місце) агронома із захисту рослин.

На сьогодні автоматизація збору інформації може бути забезпечена за рахунок використання спеціальних приладів і обладнання, дистанційних методів виявлення та обліку, використання ЕОМ, комп'ютерних технологій і спеціального програмного забезпечення. Модель сучасної системи контролю фітосанітарного стану посівів наведена на рис. 4.1.

*Дистанційні методи діагностики* є дуже перспективними для оперативного збору значного обсягу об'єктивної інформації. Дослі-

дження в цьому напрямку були розпочаті з 1976 р. На теперішній час напрацьовані теоретичні і методичні основи таких методів. Вони ґрунтуються на використанні вертольотів, літаків, дельтапланів і навіть космічних апаратів. При цьому передбачається, що виявлення й облік шкідливих організмів рослин виконує спеціально підготовлений спеціаліст-обстежувач. Методики виконання цієї роботи розраховані на зорове сприйняття ступеня розвитку шкідливого організму, яке проявляється через пошкодженість або ураженість рослин чи інші специфічні форми проявлення життєдіяльності виду, за якими можливо оцінити його розповсюдження та ступінь розвитку. Такий підхід дає добрі результати під час проведення робіт навесні на початку вегетації, коли рослини маленькі, іноді восени – у кінці вегетації або після збору врожаю. Аеровізуальні методи апробовані для борошнистої роси, пероноспорозів, деяких інших хвороб рослин. За допомогою аерокосмічної апаратури можна проводити спектрональне або звичайне фотографування, що дозволяє отримувати таку ж інформацію, як і завдяки аеровізуальним обстеженням.



Рис. 4.1. Модель сучасної системи контролю фітосанітарного стану в Україні

#### 4.6. МЕТОДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕОМ

У захисті рослин у міру впровадження інформаційних систем виникає необхідність більше, ніж раніше, використовувати ЕОМ. Це значно скорочує терміни обробки і якісно поліпшує використання інформації у захисті рослин. Під час організації інформаційних систем на основі ЕОМ важливе значення надається в першу чергу раціональному збереженню інформації і її наданню відповідно до запитів. Ці завдання вирішуються шляхом створення накопичувачів даних чи центрів даних. Накопичувач даних дозволяє зберігати за допомогою ЕОМ систематизовану інформацію в такому вигляді, щоб її можна було за відповідними програмами запросити, комбінувати і видавати залежно від запитів (див. рис. 4.1).

Інформаційну систему можна розглядати як модель системи



об'єктивної дійсності. В ідеалі така система повинна відбивати реальний стан у будь-який момент часу. В інформаційній системі захисту рослин це означає, що інформацію про будь-яку фітосанітарну ситуацію, а також про рівень розвитку популяцій окремих шкідливих видів можна зажадати у будь-який час. Для цього відповідну інформацію необхідно або статистично обробити, або імітувати її в популяційній моделі. В обох випадках необхідно видати фактичні дані, включаючи кількісні характеристики популяцій, їхньої шкідливості, стану кліматичних і інших факторів.

Видача даних – комплексний процес, що охоплює їхню підготовку й обробку, починаючи зі збору до включення в систему, а також забезпечує доступність використання інформації. Для забезпечення оперативності інформаційної системи вихідні матеріали, зібрані в найкоротший термін, повинні негайно надходити в обробку. До числа таких вихідних даних належать: дані про погодні умови для імітаційних обчислень; дані про фактичне поширення і розвиток хвороб та їх шкідливість, агротехнічна інформація.

Цінність інформації залежить від якості і повноти вихідних даних. Незважаючи на те, що видача даних – це досить самостійна частина системи, її варто враховувати, тому що для цього необхідні великі витрати часу на організацію роботи і програмування. Особливо багато часу на програмування потребують численні перевірки розроблених систем.

Під час проектування систем інформації необхідно постійно раціоналізувати і поліпшувати процес видачі даних. Важливою ланкою в раціоналізації всієї системи є автоматичний збір даних за допомогою відповідних вимірювальних приладів. ЕОМ у цій системі може виконувати такі функції: кваліфікації і характеристики даних; перевірки і контролю вхідних даних, адаптації вхідних даних і внесення виправлень; систематизації даних, включення даних у систему; прийому даних з облікового пункту; зв'язку з обліковим пунктом. Завдяки цьому подальший процес обробки відбувається без перешкод і дані розміщаються у нагромаджувачі вчасно і з великою точністю. У процесі обробки на ЕОМ оператор чи працівник облікового пункту можуть виправляти дані ручним керуванням (внесення виправлень).

Базові дані складаються, як правило, з визначеного числа файлів. У файлах дані за однаковими ознаками збираються у групи. Група даних складається з розділу ідентифікації і розподілу даних. Під час проектування варто звернути увагу на те, щоб однотипні дані потрапляли у відповідні частини групи даних. У процесі складання файлів необхідно враховувати деякі критерії, що впливають на доцільність збереження, на вибір форми накопичення й обробки даних.

Доцільність збереження даних визначається, зокрема, за такими критеріями:

- інформативність накопичених даних і їх значення в процесі обробки інформації;
- потенційна можливість повторного використання накопичених даних;
- потенційна комплексна взаємозаміна з іншими накопиченими даними;
- забезпечення високого ступеня вірогідності й абсолютної надійності даних.

Приймаючи рішення про накопичення даних на основі цих головних критеріїв, необхідно відразу встановити ступінь диференціації і тривалості періоду збереження даних. Теоретично правильно накопичувати первинні дані, тому що при цьому пам'ять ЕОМ може видавати викликані добірки, оцінки комбінацій даних тощо з будь-яким ступенем детальності. Рекомендується прагнути до доцільної комбінації первинних і оброблених даних. Установлюючи ступінь використання накопичених даних, варто звернути увагу на те, щоб заплановані для ЕОМ можливості використовувалися оптимально, забезпечуючи високий ступінь аналізу та економічне співвідношення витрат до результативності.

Термін збереження накопичених даних необхідно постійно перевіряти. Важливим критерієм при цьому служить періодичність збору і термін збереження актуальної інформації. Якщо з'ясується, що дані для використання непридатні, їхнє подальше збереження недоцільне. Вони тільки займають місце в накопичувачі, і тому їх варто вилучити.

Існує багато факторів, які мають значення під час вибору форми обробки і накопичення даних. Важливо мати рішення з та-

ких питань: які види інформації повинен мати банк даних; який об'єм файлів; до якого об'єму очікується збільшення файлу протягом певного проміжку часу; як часто користуються масивом. Якщо кожного разу з великої кількості даних фонду файлу необхідно використати всього декілька видів інформації, то вибір необхідно зупинити на прямому доступі. Добре організований файл з прямим доступом доцільний у випадку, якщо завдання постійно повторюються. Ці факти потрібно враховувати під час створення інформаційних систем із захисту рослин. У цьому випадку слід намагатися створювати систему файлів з прямим доступом, починаючи з шифровки необхідних групових понять. У файлах з прямим доступом простіше здійснити зчеплення адрес, інформаційну систему з її алгоритмами можна постійно розширювати й удосконалювати.

Порівняно із цим послідовний файл має певний недолік – для вирішення одного питання необхідно піднімати значну частину бази даних. Файли слід створювати так, щоб був можливий прямий доступ до інформації без зміни структури групи даних.

Рекомендується створювати комп'ютерну мережу в межах певного регіону, що дозволяє вирішувати такі завдання:

- зв'язок станцій захисту рослин, пунктів сигналізації і прогнозу та інших зацікавлених організацій і землекористувачів;
- отримання, накопичення, аналіз, контроль і перевірка даних;
- накопичення та обслуговування файлів;
- виконання завдань, що пов'язані з виправленням і корегуванням даних;
- передача даних, прийом і перевірка замовлень користувачів;
- розв'язання стратегічних та оперативних задач, розробка прогнозів розвитку і шкідливості хвороб рослин різної завчасності;
- використання даних для науково-дослідних робіт і отримання інформації на базі інтернету.

На рис. 4.2 показано оптимальну схему накопичення і використання даних за допомогою ЕОМ.

#### **4.7. МАТЕМАТИЧНІ АЛГОРИТМИ ПРОГНОЗУВАННЯ**

## ХВОРОБ РОСЛИН

Загальною передумовою для розробки й удосконалення моделей прогнозу поширення і розвитку окремих видів хвороб служить теорія динаміки популяцій. На її основі склалася теорія і система прогнозування розвитку хвороб рослин.

На сьогодні відкрилися широкі можливості для автоматизації збору й обробки фітосанітарної інформації, прийняття прогностичних рішень шляхом використання математичних моделей і обчислювальної техніки.

Варто підкреслити найбільш важливі методичні положення цієї роботи. *По-перше*, для найбільш динамічних і найскладніших для довгострокового прогнозування видів основним джерелом інформації служать кількісні характеристики певних кліматичних факторів. Ця обставина полегшує автоматизацію збору інформації та її повноцінне забезпечення й обробку.

*По-друге*, при добре обґрунтованій і теоретично коректній логічній моделі полегшується перехід до математичного моделювання динаміки хвороб. У цьому випадку основні проблеми можна вирішувати шляхом використання регресійного аналізу. Якщо чітких логічних моделей немає навряд чи можна обробити багатоаспектну інформацію та одержати прийнятні формули прогнозу навіть з використанням досконалого математичного апарату і сучасних технічних засобів.

*По-третє*, у міру ускладнення задач прогнозування, пов'язаних з переходом на керування екосистемами, необхідні розробка і впровадження спеціального програмного забезпечення та широке використання ЕОМ.

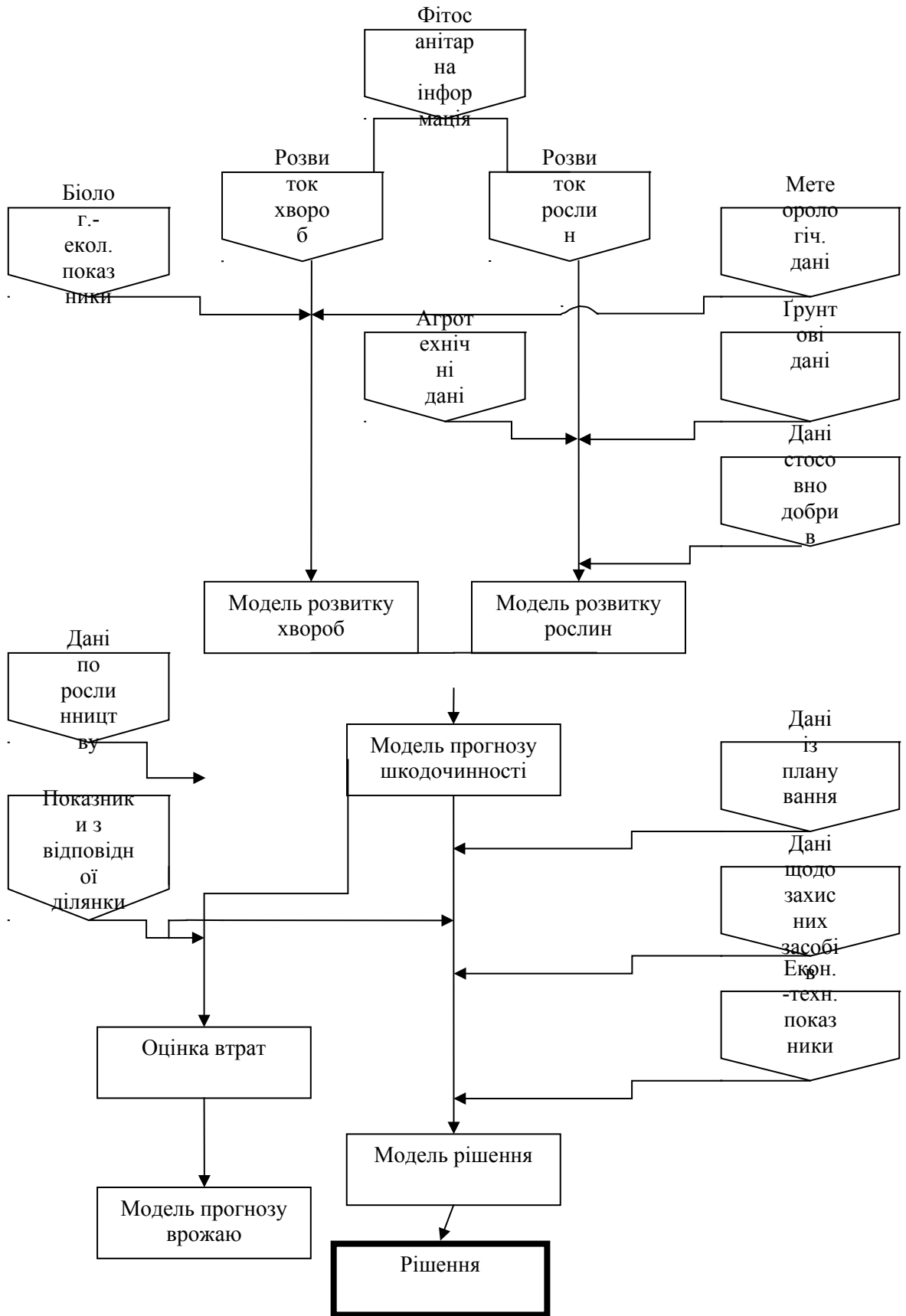


Рис. 4.2. Схема надходження даних до ЕОМ

Нижче викладаються деякі методи розробки математичних моделей динаміки розвитку і шкідливості популяцій на базі використання логічних моделей.

**Регресійні моделі.** Під час побудови математичної моделі будь-якого типу для здійснення кількісного прогнозу стану популяцій шкідливих організмів виділяють два етапи: *логічне* і *математичне* моделювання.

*Перший етап* припускає мобілізацію максимуму інформації про екологію виду та причинно-наслідкову інтерпретацію всіх істотних моментів динаміки його популяції з використанням принципів і методів системного аналізу. Результатом проведення цього етапу є створення концепції динаміки популяції в конкретних умовах.

*Другий етап* – це математичне вираження або відображення цієї концепції у формі, яка забезпечує можливість прогнозування. Одним з таких апробованих методів є парний кореляційний аналіз, який застосовують за необхідності аналізу, порівняння і зіставлення зміни двох або декількох показників, ознак чи явищ, щоб зробити висновок про їх взаємозалежність.

**Імітаційні моделі.** Імітаційні моделі використовуються для прогнозу розвитку явищ з метою керування ними. У захисті рослин розробляються методи їх створення і застосування для прогнозування розвитку культурних рослин і хвороб у їх взаємодії та для оцінки впливу на цей процес факторів довкілля. При спробі моделювання цієї складної динамічної системи не вдається відразу охопити все різноманіття її взаємодіючих елементів. Тому починають зі спрощеної імітації системи.

Останні 10–15 років характеризуються інтенсивними пошуками придатних підходів з використанням як емпірично-описових методів, так і казуальних математичних аналогій (наприклад, диференціальних рівнянь). Імітаційне моделювання значно полегшується з використанням комп'ютерів. Серед наявних розробок моделі динаміки популяцій окремих видів хвороб зустрічаються частіше, ніж моделі взаємодії їх між собою і з агроценозом.

Принцип імітації можна застосовувати для будь-яких популяцій, якщо відомі всі необхідні біологічні й екологічні дані. За допомогою методу імітації можна використовувати різноманітний матеріал стосовно заданого об'єкта. Імітаційні моделі придатні та-

кож для одержання нових даних, що в майбутньому можуть бути підтверджені в експерименті. Вони враховують, наскільки це можливо і необхідно, з'ясовують причинні зв'язки між елементами системи. Сутність моделювання зводиться до складання комп'ютерної моделі, що дає змогу імітації реальної системи з метою вивчення властивостей і реакцій її елементів (рис. 4.3).

Розробка таких моделей корисна сама по собі для пізнання конкретних біологічних об'єктів. Шляхом детального аналізу системи виявляють відсутні знання стосовно окремих її елементів. У той же час на основі теоретичних, логічних понять і висновків можна розробити придатні для моделювання гіпотези щодо відсутніх даних, що потім перевіряються в так званих комп'ютерних експериментах. Комп'ютерні експерименти проводять аналогічно до експериментів у польових умовах, з тією лише різницею, що тут досліджується не реальний біологічний об'єкт, а його аналогія, відображення у формі математико-кібернетичної моделі. Таким чином, метод імітації застосовується також як раціональний спосіб одержання даних. Останнім етапом цього методу дослідження завжди є перевірка отриманих результатів у реальних умовах.

Якщо моделі достатньою мірою валідизовані (доведена ефективність їх застосування), то їх можна використовувати у двох напрямках. *По-перше*, для апріорного визначення поточного стану популяцій хвороб рослин. На основі легко (здебільшого автоматично) вимірюваних факторів, наприклад, погодних даних, у моделі імітується динаміка біологічного процесу, що дає змогу більш раціонально проводити трудомісткі обліки розвитку популяції чи зовсім їх виключати. Особливе значення ці розрахунки мають для оцінки розвитку захворювань рослин, установа початку епіфітотій і проведення профілактичних заходів.

*Другий* напрямок – використання моделей для прогнозу стану популяції. Тут можна як вхідні величини використовувати прогноз погоди або проводити так звані сценарні обчислення. У комп'ютер вводять різні варіанти стану факторів і визначають реакцію моделі. Результатом таких експериментів стають таблиці «нормативного прогнозу» поведіння популяції, що характеризують умовні норми її реакції. Норми реакцій популяції на фактори середовища може визначити комп'ютерний експеримент. Вони і є основою прогнозу стану популяції.





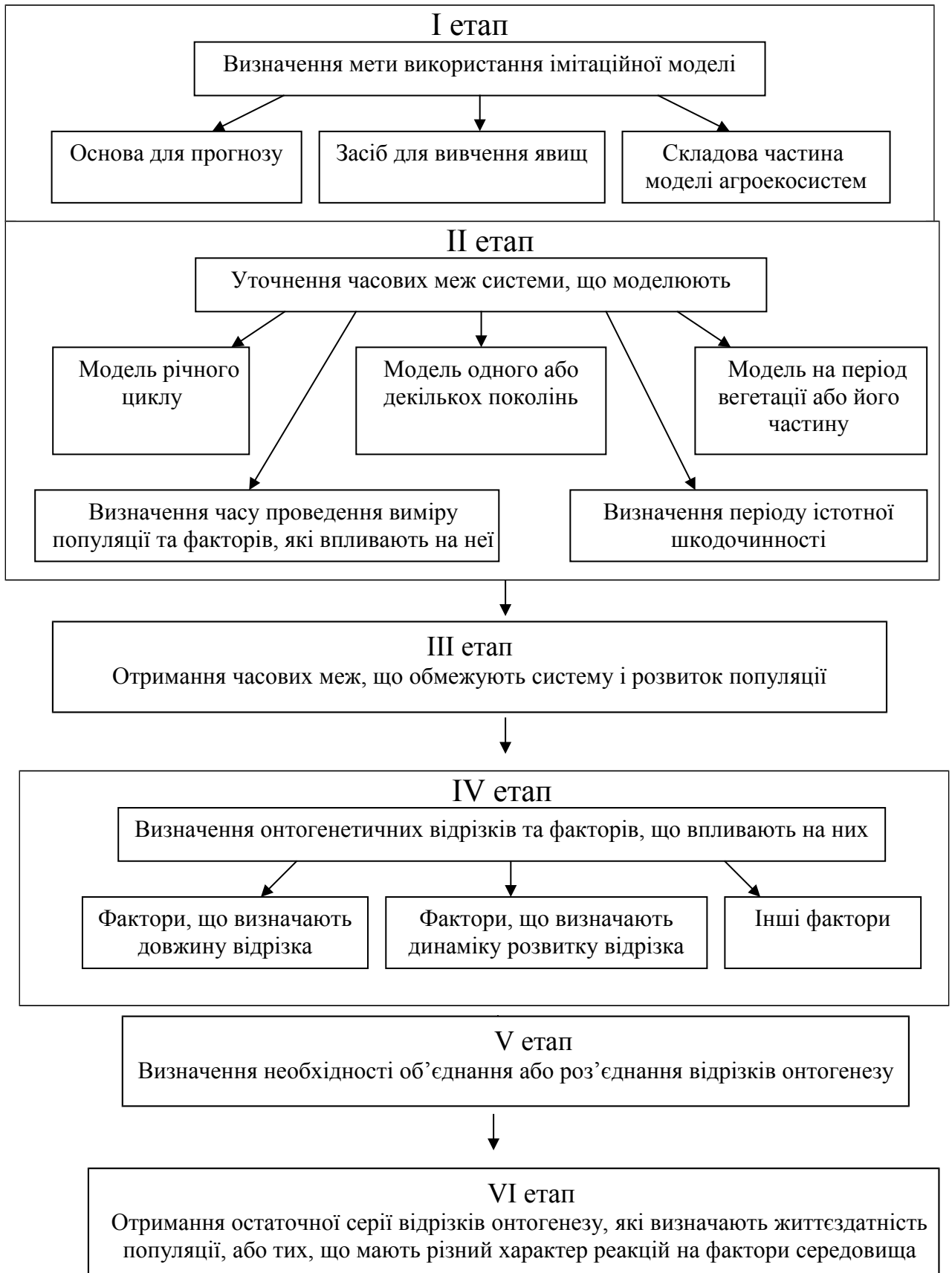


Рис. 4.3. Схема побудови моделі прогнозу на ЕОМ

Під час моделювання хвороб рослин доцільно показувати не безпосередньо онтогенез патогена, а викликаний ним «онтогенез симптомів» на рослині. Це стосується і випадку з фітофторозом картоплі (модель СІМФІТ). За гіпотезу моделі приймається, що ділянка картоплі складається з певного числа листків, що, у свою чергу, можна підрозділити на часточки складного листка. Останні розглядаються в моделі як індивідуальні одиниці. Усі часточки складного листка можуть бути рівномірно заражені патогеном. Онтогенез симптомів часточок складного листка підрозділяється на фази, що відображають певні фази розвитку патогена. У ролі вхідних змінних оператори моделі використовують тригодинні значення вологості повітря і температури, добові опади за червень, разові дані про зараженість посадкового матеріалу хворобою і концентрацію вирощування картоплі в цьому районі. За допомогою моделі можна визначити початкові терміни застосування захисних засобів проти фітофторозу, щоб запобігти розвитку епіфітотії за найменших витрат і мінімального негативного впливу на довкілля. Модель СІМФІТ дуже відчутно реагує на різне початкове зараження. Звідси випливає, що моделі, у яких для визначення початку епіфітотії використовують тільки погодні критерії, можуть давати істотні помилки.

#### **4.8. РОЛЬ ПРОГНОЗІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ОПТИМАЛЬНОГО ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ АГРОЦЕНОЗІВ**

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва супроводжується його спеціалізацією і концентрацією. Це веде до збідніння видового складу шкідливих видів хвороб і одночасно до посилення їхнього впливу на врожайність культур. Разом з тим, у цих умовах обмежуються можливості використання агротехнічних заходів, спрямованих проти шкідливих організмів рослин. Одночасно сучасна індустріалізація землеробства відкриває можливості широкого використання заходів, що підвищують стійкість рослин до впливу на них шкідливих організмів. У зв'язку із цим втілюється в життя нова стратегія захисту рослин. На перше місце висуваються не винищувальні заходи, а прийоми оптимізації агроценозів з метою одержання запрограмованих урожаїв. Це приводить до того, що всі елементи технології сільськогосподарського виробництва оцінюються залежно від їхнього впливу на фітосанітарний стан. У першу чергу з цих позицій оцінюються: вибір сорту, системи

обробітку ґрунту і застосування добрив, зрошення чи осушення, терміни сівби і збирання врожаю, заходи догляду за посівами; збереження і переробка зібраного врожаю. У підсумку розробляється науково обґрунтована система, яка дозволяє програмування врожаю. Вона включає визначення потенційної врожайності районуваних сортів культури в конкретному регіоні й обґрунтування технології їх вирощування з урахуванням всіх природних факторів родючості і можливостей їх підвищення за рахунок агротехнічних та організаційно-господарських заходів. Кінцева мета програмування врожаю – створення для кожного сорту моделі одержання високих стійких урожаїв сільськогосподарських культур за рахунок керування процесом їх вирощування, що приводить до посилення ефективності використання всіх ресурсів родючості (природних і створюваних людиною) і до усунення чи зменшення впливу негативних факторів, у тому числі шкідливих організмів.

Керування процесом формування врожаю зводиться до використання у визначеній послідовності, з обліком реального екологічного стану, комплексу заходів, спрямованих на оптимізацію умов для вирощуваної культури в конкретному регіоні і на конкретному полі. Реалізація необхідних заходів щодо повноти, послідовності і термінів їх застосування проводиться з урахуванням фенології і стану посівів, фенології та розвитку шкідливих організмів, факторів середовища, що впливають на взаємини культурних рослин з хворобами.

Таким чином, керування формуванням урожаю будується на врахуванні етапів, у ході яких він створюється, і факторів, що впливають на цей процес. Звичайно виділяють три етапи:

- 1) одержання оптимальної густоти сходів до певного фенологічного чи календарного терміну;
- 2) накопичення біомаси;
- 3) накопичення і забезпечення високої кондиції кінцевої продукції, заради якої вирощують культуру.

Кожен етап забезпечується оптимальними умовами (включаючи зменшення впливу негативних факторів) за рахунок агротехнічних, організаційно-господарських та інших заходів. Раціональне використання цих заходів з метою оптимізації умов проходження кожного етапу формування врожаю ґрунтується на своєчасному одержанні відповідної інформації, її обробці, прийнятті рішень і їхній реалізації. Ці операції включаються в загальну технологію вирощування культури, що в сукупності і складає процес керування

формуванням урожаю.

Оптимізація робіт із захисту рослин ґрунтується на своєчасному одержанні й обробці з метою прийняття раціональних рішень необхідної фітосанітарної інформації, що характеризує стан посівів, екологічні умови, стан популяцій шкідливих і корисних організмів. При цьому особливого значення набуває необхідність підвищення рівня використання дистанційних і автоматизованих методів збору та обробки інформації, що характеризує всі аспекти розвитку екосистем кожного посіву і насадження. Це висуває перед наукою і виробництвом нові задачі й визначає необхідність відповідної перебудови роботи державної і внутрішньогосподарської служби захисту рослин.

На цей час загально визнаною теоретичною концепцією є інтегрований захист. Суть такого захисту достатньо проста і полягає у максимальному використанні природних факторів проти шкідливих організмів. Якщо цим факторам створити оптимальні умови для їх прояву в агроценозах, вони досить ефективно діють у багатьох напрямках. Якщо дії природних факторів недостатні, застосовують спеціальні заходи і в останню чергу при загрозі суттєвих втрат – хімічний метод.

Інтегрований захист передбачає заходи, спрямовані не стільки на знищення шкідливих видів, скільки на регуляцію їх розвитку в агроценозах до такого рівня, коли їх вплив на урожай несуттєвий. Йдеться про управління екосистемами, що є надскладним завданням, реалізація якого потребує високої культури захисних заходів, висококваліфікованих спеціалістів, сучасних засобів захисту рослин і досконалої системи фітосанітарного моніторингу та прогнозування розвитку шкідливих організмів. Таким чином, *інтегрований захист рослин – це система управління внутрішньопопуляційними відносинами у межах конкретного агроценозу, що являє собою оптимальну комбінацію заходів захисту рослин проти комплексу шкідливих організмів для певної еколого-географічної зони і культури, спрямовану на регулювання розвитку шкідливих видів до господарсько невідчутного рівня при збереженні діяльності корисних організмів на основі достатнього обсягу фітосанітарної інформації і прогнозів.*

За оцінкою вчених такі системи дозволяють зменшити обсяги захисту рослин на 40–70 %, витрати пестицидів – на 20–30 %, приріст урожаю різних сільськогосподарських культур на 8–12 ц/га порівняно з календарно-фенологічними системами з

профілактичним застосуванням пестицидів.

У науковому плані на перше місце висувається всебічне обґрунтування системи і технології збору відповідної фітосанітарної інформації з використанням автоматизованих та дистанційних методів її передачі за призначенням, обробки, інтерпретації, збереження і прийняття необхідних рішень. Організація і планування цих досліджень повинні базуватися на чітких теоретичних уявленнях про сутність досліджуваних процесів і практичному їх призначенні. Це забезпечить системний підхід до вирішення поставлених завдань.

#### **4.9. ЗАВДАННЯ І МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ФІТОСАНІТАРНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ПРОГНОЗУ В ГОСПОДАРСТВАХ**

Висока ефективність захисту рослин забезпечується за умови, якщо враховуються загальні тенденції розвитку шкідливого виду, що склалися в певній еколого-географічній зоні і на конкретному полі. Фітосанітарна служба інформує сільсько-господарські підприємства про появу певних хвороб і небезпеку їх масового розвитку. Однак ця інформація завжди потребує уточнення для конкретного поля. Це завдання вирішують фахівці господарств. Вони визначають, наскільки доцільно проводити захисні заходи на конкретних полях з урахуванням виявленого на них рівня розвитку хвороби і тенденцій її розвитку в конкретних екологічних умовах. Економічна ефективність захисних заходів визначається з урахуванням: витрат на їх проведення, потенційних втрат урожаю, рівня ураження посіву шкідливим видом і можливостями його зміни в найближчому майбутньому, а також факторів, що діють поза господарством і циклами виробництва. На практиці доцільність захисних заходів у господарствах визначають шляхом зіставлення рівня можливих втрат і фактичної ураженості шкідливим видом конкретного поля.

Технічна ефективність захисного заходу головним чином залежить від вибору строку його проведення. Важливо вибрати такий строк, коли хвороба найбільш чутлива до фунгіциду і ще не встигла завдати потенційної шкоди врожаю. Шляхи вирішення цих завдань різні для видів, що завдають постійної шкоди, і тих видів що становлять періодичну небезпеку для посівів у цьому регіоні.

Для видів, розвиток яких постійно вищий від рівня економічного порога шкідливості, важливо забезпечити запобігання втрат врожаю за рахунок регулярних захисних заходів. Для цих видів важливо точно прогнозувати тільки терміни проведення відповідних заходів. З цією метою у господарствах встановлюється моніторинг за цією групою шкідливих видів. Постійно небезпечні шкідливі види звичайно уражують рослини лише на певних етапах їхнього розвитку. Тому фенологічні спостереження проводять у ті терміни, коли одночасно розвиваються хвороби і відзначається чуттєва фаза розвитку рослин.

Для видів, що становлять періодичну небезпеку для посівів (а таких більшість), захисні заходи рентабельні тільки в періоди їх масового розвитку. У цьому випадку в господарствах налагоджують спостереження насамперед за динамікою розвитку таких видів. Періодично проводять обстеження посівів і насаджень виявлену інтенсивність розвитку хвороби і порівнюють з її порогом економічної шкідливості. У разі встановлення показників вище від граничних терміни проведення захисних заходів, як і для групи постійно небезпечних видів, визначають з урахуванням фенологічних умов. Якщо хвороба дуже поширена в господарстві, то обстеження доручають проводити групі досвідчених працівників. При локальній її появі обстеження проводять окремі спеціалісти.

Фенологічні спостереження за постійно шкодочинними видами організують у господарствах так, щоб можна було виявити відмінності їх розвитку в кожному році і сезоні. Це вимагає довгострокової тривалої роботи. Терміни обробок устанавлюють після першої появи хвороби, потім – відповідно до динаміки розвитку, що виявляється в процесі моніторингу. Фенологічні спостереження в межах господарства проводять у декількох раціонально обраних місцях. При цьому враховують топографію місцевості, тип ґрунту та інші фактори, що впливають на мікроклімат агроценозу. Вибір площі ділянки, на якій проводять необхідні спостереження в господарстві, залежить від біологічних особливостей збудника хвороби.

Систему спостереження за хворобами в господарстві з урахуванням їх біологічних особливостей та економічної значи-

мості установлюють фахівці фітосанітарної інспекції. Вони враховують набір найголовніших культур, поширення на них основних шкідливих організмів і типи їх динаміки, екологічні особливості регіону, куди входить господарство.

Система моніторингу шкідливих видів у господарствах органічно доповнює систему робіт, що здійснює державна фітосанітарна служба. Жодна з них самотійно не може вирішувати всі завдання із забезпечення організації ефективного і рентабельного захисту рослин. Тільки в сукупності, при правильній організації їх взаємодії, вони здатні успішно вирішувати завдання фітосанітарного моніторингу. Такий стан взаємовідносин збережеться і у майбутньому в умовах новітніх технологій вирощування сільськогосподарських культур з широким застосуванням інтегрованих систем захисту рослин. Фітосанітарний моніторинг, як і технології вирощування та захисту рослин, мають зональний характер, тому його успішна реалізація залежить від урахування багатьох чинників, які притаманні певній природно-кліматичній зоні, області, району, групі господарств, окремому господарству і певній культурі. Схему реалізації фітосанітарного моніторингу наведено на рис. 4.4.

#### **4.10. ОЦІНКА ВІРОГІДНОСТІ ПРОГНОЗІВ**

Вірогідність кожного виду прогнозу оцінюється специфічними методами, що визначають кількісний збіг прогнозованих і реально виявлених показників.

*Вірогідність багаторічних прогнозів* оцінюється за фактичною зміною рівня розвитку шкідливого виду, якщо цей рівень може бути охарактеризований за площами, що заселяються, шкідливістю видів, обсягом захисних заходів. Вірогідність багаторічних прогнозів оцінюють за ступенем збігу тенденції, що прогнозувалася, і фактично сформованої. Перевірка вірогідності багаторічного прогнозу повинна враховувати й ефективність рекомендованих заходів для запобігання прогнозованим тенденціям, якщо вони небажані. У цьому випадку вірогідність прогнозу залежатиме не тільки від обґрунтованості рекоменда-

цій, але й від повноти і якості їх виконання. Багаторічний прогноз перетворюється в план заходів, виконання яких вимагає певних витрат праці і засобів. Для багаторічного прогнозу поки що найбільш прийнятною буде альтернативна оцінка: виправдався



(якщо спостерігаються прогнозовані тенденції) і не виправдався (якщо вони не спостерігаються). Під час встановлення вірогідності довгострокового прогнозу порівнюють відповідність очікуваної і фактичної фази динаміки хвороби в кожному регіоні. Оцінку виправданості довгострокового прогнозу виражають у відсотках. Для патогенів виділяють три прогнозовані фази динаміки популяцій (депресія, помірний розвиток, епіфітотія). Відповідно до цього помилка на одну фазу у бік завищення чи заниження зменшує точність прогнозу на 33 %, а помилка на дві фази – на 66 %.

Прогнозуючи очікувану фазу динаміки популяцій, одночасно визначають доцільні обсяги захисних обробок. Ці обсяги планують на основі того, якими вони були чи повинні були бути в минулі роки при відповідних фазах динаміки популяцій з урахуванням сумарної шкідливості комплексів шкідливих видів. При цьому розрахунки здійснюють з урахуванням строгого дотримання рекомендованих заходів, обґрунтованості термінів проведення захисних робіт, використання найбільш раціональної технології. На практиці у масштабах області і країни рекомендовані й виконані обсяги захисних робіт не завжди збігаються, що найчастіше пов'язано не з точністю (вірогідністю) прогнозу та планів, а зі ступенем дотримання рекомендованих нормативів і технології проведення захисних заходів, використанням нових рекомендацій тощо. Тому неправильно оцінювати вірогідність прогнозів тільки за ступенем збігу рекомендованих і виконаних обсягів захисних робіт.

У тих випадках, якщо обсяги обробок виявилися нижчими від рекомендованих, це могло відбутися через організаційні причини, унаслідок чого були допущені втрати від шкідливих організмів. А якщо обсяги обробок виявилися вищими від рекомендованих, це могло відбутися через несвоєчасність їхнього проведення, використання недостатньо ефективних засобів, недотримання рекомендованих економічних порогів шкідливості та ін. У перспективі, коли буде забезпечене точне дотримання нормативних рекомендацій із захисту рослин і будуть вироблені поправкові коефіцієнти замість обсягів заходів у зв'язку з екологічним станом, можна буде з достатньою підставою судити про вірогідність прогнозів за відповідністю рекомендованих і виконаних обсягів обробок. Ефективність профілактичних і захи-

сних заходів в основному залежить від своєчасності їхнього проведення, а відповідно – й сигналізації. У більшості випадків слід точно дотримуватися термінів проведення з допуском, що не перевищує двох-трьох днів. Під час перевірки вірогідності сигналізації термінів проведення захисних заходів головне значення має фенологічний прогноз – термін настання фенологічного явища, за яким визначається час проведення відповідних заходів. У зв'язку із цим потрібно зіставляти терміни фактичного настання масової фази явища і згідно з прогнозом. Установлюють дату настання масової фази шляхом проведення трьох обліків з інтервалом від одного до трьох-п'яти днів залежно від біології об'єкта. Установивши фактичну дату масового явища, її зіставляють із прогнозованою. Вірогідність фенологічного прогнозу можна визначити з урахуванням загального діапазону термінів настання прогнозованого явища в заданому регіоні за багаторічний період.

#### **4.11. ПРОГНОСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЛАНУВАННЯ Й ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ РОСЛИН**

Раціональне планування обсягів захисних заходів є важливим елементом організації захисту рослин. Можливі два види планування обсягів захисних обробок – поточне, розраховане на рік чи сезон, і багаторічне, що обґрунтовує потреби в засобах захисту рослин на більш тривалі терміни. Обидва види планування спираються на відповідні прогнози поширення і розвитку шкідливих організмів – річні, сезонні і багаторічні. Однак кожен з перерахованих прогнозів для планування обсягів захисних заходів служить тільки вихідною передумовою, поряд з якою необхідно користуватися й іншими даними. Тому прогноз поширення і розвитку шкідливих видів не слід розглядати як єдину передумову для повного вирішення всього комплексу питань, що виникають у плануванні обсягів захисних заходів для конкретних регіонів чи країни в цілому. Для планування обсягів захисних заходів, крім прогнозів, доводиться враховувати ряд важливих додаткових положень, пов'язаних з оцінками екологічного та економічного характеру.

Під поточним плануванням обсягів захисних заходів необхідно розуміти їхнє обґрунтування на найближчий рік чи сезон з

урахуванням сформованої стратегії і тактики захисту рослин, технології проведення окремих заходів. Слід підкреслити, що шкідливими видами, проти яких плануються захисні заходи, вважаються тільки такі, запобігання шкоді від яких економічно доцільне. Тому одним з провідних принципів планування захисних заходів служить визначення їхньої економічної ефективності – не тільки рівнем негативного впливу шкідливих організмів на культуру, але й економічними показниками, пов'язаними із зіставленням вартості можливої втрати врожаю із собівартістю захисного заходу. У зв'язку із цим методичні підходи до поточного планування обсягів захисних обробок залежать від характеру динаміки розвитку й економічного значення окремих шкідливих видів чи їхніх комплексів. За цими показниками всі найголовніші шкідливі види розділяються на три групи.

*Перша група* – це види, шкодочинність яких виявляється у спільному впливі на культуру на окремих фазах її розвитку і формування врожаю. У деякі сезони і роки значення конкретних видів може істотно змінюватися, але шкодочинність усього комплексу зберігається на такому рівні, що необхідні захисні заходи, які проводять щорічно за певною системою.

*Друга група* – це окремі види з відносно стійкою шкодочинністю. Інтенсивність шкоди таких форм по роках може значно змінюватися, але зазвичай не зменшується нижче від економічного порога шкодочинності.

*Третя група* – це види, шкодочинність яких істотно змінюється по роках, то опускаючись на більшій частині ареалу нижче від економічного порога шкодочинності, то стаючи винятково сильною майже повсюдно.

До першої групи насамперед варто віднести комплекси шкідливих видів плодових і овочевих культур, виноградної лози. До цієї групи входять деякі масові хвороби, профілактичні заходи проти яких стають обов'язковою умовою одержання врожаю: сажкові захворювання злаків, пліснявіння насіння, комплекс хвороб картоплі, комплекс хвороб льону. Проти всіх цих та аналогічних видів розроблені науково обґрунтовані системи профілактичних захисних заходів. Обсяг необхідних заходів і, відповідно, витрат визначається для кожного регіону, а потім складається для країни в цілому.

Фактичні обсяги захисних заходів можуть відрізнятися від запланованих під впливом двох груп причин. Перша пов'язана з екологічним станом, що безпосередньо впливає на культуру, станом популяцій видів, що шкодять, і ефективністю проведених профілактичних та захисних заходів. Під впливом цих факторів обсяги захисних заходів в одних випадках повинні знижуватися, а в інших – збільшуватися порівняно із запланованим рівнем. Крім того, необхідно завжди, спираючись на дані фітосанітарного моніторингу з урахуванням економічних порогів шкодочинності, прагнути до зменшення фактичного обсягу обробок порівняно із запланованими, якщо екологічний стан дозволяє це зробити без збитку для врожаю. У цілому такі керовані корективи до прийнятого плану обробок можуть змінити його в межах 15 %.

Друга група причин може бути пов'язана з недотриманням тих обов'язкових положень, на яких будується план обробок. Це – недотримання термінів проведення заходів, економічних порогів шкодочинності, нормативів і технологій. Такі невідповідності основним рекомендаціям ще трапляються у практиці. Вони нерегульовані і часом приводять, до значних відхилень фактичних обсягів обробок від запланованих.

Для підвищення точності планування захисних заходів проти більшості шкідливих організмів необхідно:

- 1) подальше вдосконалювання моделі динаміки і шкідливості популяцій для кожного регіону;
- 2) обґрунтування оптимальних обсягів захисних заходів для кожної фази динаміки популяцій;
- 3) розробка прийомів автоматизації поточного планування, як і самого прогнозу поширення та розвитку шкідливих видів.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Які фактори погоди і як саме впливають на динаміку ураження рослин?
2. Наведіть приклади використання погодних характеристик у прогнозуванні хвороб.
3. Яким чином впливає на розвиток хвороб фактор вологості?
4. Які основні засади збору й обробки фітосанітарної

інформації?

5. Що називають екстраполяцією даних?
6. Назвіть основні види фітосанітарної інформації.
7. Які форми метеорологічної інформації вам відомі?
8. Які показники стандартної поточної метеорологічної інформації можуть бути використані для прогнозування хвороб рослин?
9. Навіщо необхідна метеорологічна інформація за минулі періоди?
10. Яке значення кліматичних середніх показників для ФСМ?
11. Назвіть інтегральні показники стану погоди і способи їх розрахунку.
12. Що називають ефективною температурою? Охарактеризуйте спосіб її визначення.
13. Яка агротехнічна інформація може бути врахована при прогнозуванні?
14. Які дані про стан організаційно-господарських заходів необхідні для ФСМ?
15. Які агротехнічні заходи впливають на фітосанітарний стан полів?
16. Навіщо необхідна інформація про фенологію рослин?
17. Які показники стану озимих та інших культур використовуються у прогнозуванні?
18. Які дані про продуктивність рослин і стан насінневого матеріалу можуть бути необхідними для ФСМ?
19. Як проводиться облік стану розвитку рослин?
20. Назвіть фенофази розвитку зернових колосових культур і кукурудзи.
21. Назвіть фенофази розвитку однорічних і багаторічних бобових культур.
22. Які фенофази розвитку буряку та картоплі вам відомі?
23. Назвіть фенофази розвитку плодових культур і винограду.
24. Які показники просторової структури популяцій хвороб рослин вам відомі?
25. Назвіть три основних форми попередньої обробки і передачі фітосанітарної інформації.

26. Що ви знаєте про дистанційні методи діагностики?
27. Назвіть основні вимоги під час використання ЕОМ у ФСМ.
28. Які завдання захисту рослин можна вирішувати за допомогою комп'ютерних мереж?
29. Які передумови і принципи розробки математичних алгоритмів прогнозування у захисті рослин?
30. Що ви знаєте про регресійні та імітаційні моделі стану популяцій хвороб рослин?
31. Які основні етапи побудови моделей прогнозу на ЕОМ?
32. Яка роль прогнозів у забезпеченні оптимального фітосанітарного стану агроценозів?
33. Назвіть основні завдання та методи організації ФСМ і прогнозу в господарствах.
34. Як можна оцінити вірогідність у прогнозі розвитку хвороб?
35. Які основи раціонального планування обсягів захисних заходів від хвороб рослин?
36. Як визначають ГТК Селянинова?
37. Назвіть приклади використання у прогнозуванні хвороб рослин ГТК.
38. Які індекси погоди характеризують гідротермічний режим?

## 5. ПРОГНОЗИ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

### 5.1. ПРОГНОЗИ ФЕНОЛОГІЇ

Моніторинг шкідливих організмів неможливий без фенологічної інформації. Фітосанітарна служба, наукові заклади України щорічно в багатьох видах робіт і спеціально проводять спостереження за появою та розвитком фенофаз основних шкідливих організмів і культурних рослин, що дозволило накопичити велику інформативну базу даних, обґрунтувати й перевести на календарно-фенологічну основу проведення фітосанітарного моніторингу і багатьох інших заходів захисту рослин.

Фенологічні прогнози визначають час початку етапів онтогенезу шкідливих організмів і рослин, а також можливий темп їх проходження в конкретних екологічних умовах. Вони є основою для визначення оптимальних строків проведення заходів захисту рослин і прогнозу шкідливості, тому найчастіше необхідні для розробки короткострокових прогнозів і сигналізації. Фенологічна інформація необхідна та враховується також у довгостроковому і навіть багаторічному прогнозі.

Фенопрогноз ґрунтується на міцному зв'язку розвитку популяцій шкідливих організмів і рослин, на яких проходить їх розвиток, з умовами зовнішнього середовища за довгий попередній період їх існування в певній зоні та на реакції виду на зміну цих умов. Кожна природно-кліматична зона (регіон) має свій клімат – середній стан погоди за всі роки спостережень. Біо-екологічні властивості шкідливих організмів і рослин формувалися під впливом клімату протягом багатовікової еволюції видів і закріплені в них генетично. Тому середні строки проходження фенофаз еволюційно сформовані кліматом зони, а відхилення від цих середніх строків у поточному році залежать від ступеня відхилення від норми погодних умов у попередніх періодах року.

Фактори погоди можуть суттєво змінювати швидкість проходження та співвідношення фенофаз шкідливих видів і культурних рослин. Різниця за роками у строках розвитку може досягати 15-20 днів. Найбільш доцільно проводити розрахунок фенофаз за показниками температури і впливу сумарного ефективного тепла на організми. Більш точним прогнозування є у

першій половині вегетації для перших генерацій шкідливих видів. У другій половині літа і восени строки розвитку змінюються по роках не так помітно і в основному під впливом умов зволоження, а температурний режим цього періоду впливає в основному на підготовку до зимівлі і стан зимуючого запасу та на строки переходу з активного у зимуючий стан.

Краще розробляти фенопрогноз на початок фенофаз, тому що визначення строків проходження масового феноявища звичайно ускладнене через коливання чисельності видів і стану популяцій по роках.

На значній території України, що має вирівняний рельєф, фенологічні явища спостерігаються одночасно на великих площах.

Вважають, що запізнення або випередження строків розвитку на один день у напрямку південь – північ може бути на відстані 100–120 км, а у напрямку захід – схід – 200–300 км. У гористій місцевості залежно від висоти й експозиції схилу можуть бути значні відхилення. Тому фенологічна інформація, яку отримують у більш теплих природно-кліматичних зонах України, може бути сигнальною для районів, де фенофази проходять пізніше.

Для прогнозування розроблено декілька методів. Метод температурно-фенологічних номограм А.С. Подольського (1974) не набув значного впровадження через трудомісткість, а також у зв'язку з тим, що ритм існування організмів визначається не тільки температурою середовища, а й багатьма іншими факторами. Перспективним методом можна вважати *метод багаторічних фенограм*.

### 5.1.1. Використання фенограм

Цей метод заснований на встановленні середніх термінів настання визначених фенологічних показників для конкретних видів шкідливих організмів на основі обробки багаторічних емпіричних даних. Із цієї метою щорічно фіксують дати настання онтогенетичних фаз (їх початку, масового проходження і завершення). Одночасно враховують хід температури повітря, вологості повітря, опадів і температури ґрунту. Обробка і синтез багаторічних рядів таких даних (за термін не менше 10 років) дозволяє ви-



значити: 1) середні терміни настання основних фенологічних фаз; 2) діапазон відхилень у днях термінів їх настання від середніх показників; 3) зв'язок термінів фактичного настання фенологічної фази з ходом і показниками стану кліматичних факторів, що зіставляються. У підсумку стає можливим передбачення приблизних термінів настання визначених фенологічних фаз для умов цього року з урахуванням імовірного їх відхилення від середніх показників у зв'язку зі сформованими особливостями погодних та інших умов минулих періодів. Точність прогнозування  $\pm 2-3$  доби.

Для розробки фенограм використовують набори умовних позначок фаз онтогенетичного розвитку шкідливих організмів і рослин. Нагромадження багаторічних показників ходу фенології шкідливих об'єктів і стану визначених елементів погоди можна проводити за допомогою ЕОМ. Їх обробку й аналіз також можна виконувати за допомогою ЕОМ з метою одержання уточнюючих критеріїв для фенологічних прогнозів з урахуванням особливостей погоди в поточному році.

На сучасному етапі багаторічні фенограми і фенопрогноз за цим методом ще недостатньо впроваджені в практику. Є нагальна необхідність і реальна можливість розробки базових багаторічних фенограм для різних природно-кліматичних зон і регіонів України. Розроблені на основі багаторічних фенологічних даних, такі фенограми дозволяють досить точно для умов певної зони чи району визначити середні строки початку та масового проявлення фенофаз шкідливих організмів. Особливо необхідні тут точні дані про строки розвитку шкідливих фаз, і тих фенологічних явищ, які можуть використовуватися для планування моніторингу та заходів захисту рослин.

Відхилення фенології від середніх строків (у днях) під впливом погодних факторів поточного року визначають аналізом особливостей гідротермічного режиму, накопичення ефективного тепла за певний період, фенофазу чи генерацію шкідливого виду. Фенологічну норму (середні строки фенофаз) пов'язують із середніми показниками погоди (клімат), а відхилення фенофаз від норми прогнозують через аналіз погоди.

Закономірності, на яких оснований цей метод, можна виразити через правило стійкості багаторічних фенодат: *у шкідливих організмів, які ведуть наземний спосіб розвитку, строки їх появи в різних фазах у найбільшій кількості приурочені до певних*

*дат і змінюються в різні роки у визначених межах.*

### **5.1.2. Розрахунок термінів настання онтогенетичних фаз за показниками температури**

В основі цього методу лежать два взаємозалежних положення. Перше полягає в тому, що пойкилотермні організми здатні розвиватися при досягненні температури середовища визначеного для кожного виду й етапу його онтогенезу рівня, а для проходження кожного етапу розвитку необхідна певна сума теплових впливів. Рівень температури, при якій починається розвиток пойкилотермного організму, одержав назву «пори́г розвитку». Загальна кількість тепла, необхідного для завершення етапу онтогенезу чи біологічного циклу, називається *сумою ефективних температур*. Установлюють суму ефективних температур шляхом додавання щоденного або середньодекадного показника температури повітря за відрахунком показника порога розвитку для заданої стадії виду. Друге положення визначається тим, що рівень температури одночасно є пусковим механізмом прояву життєвих функцій чи елементів поведінки (вихід із ґрунту, піші пересування, перельоти, заселення нових біотопів тощо). Тому за показниками, що характеризують температурний режим періоду, можна прогнозувати не тільки фенологію, але й поведінку і шкідливість окремих видів.

Доступність, простота і результативність методу фенологічних прогнозів на основі використання сум ефективних температур, забезпечили його широке впровадження в практику. Цей метод використовується для розрахунку інкубаційних періодів патогенів рослин (фітофтора картоплі, мілдью винограду та ін.).

Практичне застосування методу сум ефективних температур для розрахунку фенології шкідливих видів показало, що суми тепла, необхідного для розвитку окремих стадій онтогенезу чи біологічного циклу, не стандартні. Вони істотно змінюються за сезонами року і за окремими роками. При ігноруванні причин, що обумовлюють мінливість сум ефективних температур для проходження фаз розвитку шкідливих організмів, можна припуститися великих помилок у розрахунках.

Сума ефективних температур, необхідна для забезпечення проходження певної фенологічної фази шкідливого виду, істотно

змінюється залежно від тривалості дня, ступеня зволоження території, загального рівня температури середовища та його коливань у ході доби і декад. Найбільш достовірними є розрахунки тільки при оптимальних рівнях температури для конкретних фаз розвитку шкідливих видів. У зв'язку з цим потрібно аналізувати причини, що викликають нестандартність показників сум ефективних температур. Відомо, що на суму ефективних температур, як і на роль температури середовища для стимуляції певних функцій узагалі, істотно впливають умови середовища, у яких існувала популяція в попередні сезони.

Друга причина помилок полягає в тому, що під час розрахунків за середньодобовими і середньодекадними даними недовраховується ефективно тепло, що накопичується у дні із середньодобовою температурою, близькою за своїм значенням до нижнього температурного порога розвитку організму чи нижче від нього. Такі дні спостерігаються навесні і восени, але їх не беруть до уваги при підрахунку сум ефективних температур. Разом з тим у денні години таких діб температура повітря нерідко піднімається вище від порога розвитку цього виду і впливає на нього. З метою більш точного обліку ефективного тепла при середньодобових температурах, близьких до граничного рівня, розроблено таблиці поправок.

## **5.2. ПРОГНОЗ ШКІДЛИВОСТІ**

Важливим завданням інтегрованого захисту рослин є обґрунтування й оптимізація проведення заходів на основі моніторингу та прогнозування розвитку шкідливих видів і втрат від них. Особливо це необхідно для визначення доцільності хімічного захисту, який повинен забезпечувати збереження врожаю при мінімальних об'ємах застосування пестицидів.

Шкідливість – це негативний вплив на культурні рослини конкретної сукупності особин шкідливого виду або комплексу видів. Вона виражається через зменшення продуктивності рослин або погіршенні якості продукції.

Першим етапом оцінки шкідливої діяльності видів є визначення ступеня ураженості хворобами посіву. Інтенсивність ураження хворобами, розвиток хвороби значною мірою характе-

ризує ступінь ураження нею рослин.

Результати життєдіяльності шкідливих видів дуже різні, це втрата частини листової поверхні, стебла, провідних судин, знищення генеративних і репродуктивних органів та ін. Більшість типів ураження не можуть бути показниками ступеня втрати врожаю. Але без їх кількісної характеристики не можна оцінити фітосанітарний стан поля.

Шкідливість залежить від ряду факторів:

- ступеня ушкодження й агресивності шкідливого об'єкта, які залежать від стадії розвитку й активності шкідників, від патогенності збудника хвороби рослин, кількості шкідливого організму;
- стійкості рослини, яка значною мірою обумовлюється специфічною для сорту нормою реакції та фізіологічним станом культури, що, у свою чергу, залежить від проведених агротехнічних заходів і ступеня сприятливості погодних та інших умов;
- збігу термінів появи агресивних стадій розвитку шкідливих організмів з найбільш сприйнятливими до ураження стадіями культурних рослин.

У процесі формування врожаю польових культур можна виділити три основних періоди:

- отримання сходів і необхідної густоти стояння рослин в оптимальні фенологічні чи календарні строки;
- період від початку формування і нагромадження біомаси до розвитку генеративних органів;
- формування і дозрівання врожаю (зерна, плодів та ін.).

Для окремих польових культур відносна тривалість кожного із зазначених періодів може бути різною, але загальна схема для всіх культур однакова. Для кожного з трьох періодів визначають комплекс шкідливих видів, механізм їхнього впливу на врожай і загальні потенційні втрати, що вони можуть заподіяти, можливості їхньому запобіганню, технологію й окупність заходів. Такий підхід до оцінки факторів, що визначають втрати врожаю на окремих етапах його формування, дозволяє не тільки повною мірою врахувати розміри шкоди за видами і групами, але й установити раціональні методи, що сприятимуть запобіганню чи зниженню втрат. При цьому залежно від характеру втрат виділя-

ють такі чотири типи:

- зрідження посіву;
- зниження темпів формування і нагромадження біомаси;
- зниження якості і кількості врожаю;
- збільшення втрат під час збирання врожаю чи в процесі його зберігання.

Основну увагу приділяють кількісному зниженню врожаю, значно рідше враховують погіршення його якості. Майже не беруть до уваги негативний вплив хвороб на умови виробництва, що проявляється ускладненням умов збирання врожаю (зокрема, полягання рослин унаслідок ураження їх кореневими гнилями, ураженість генеративних органів).

Важливим аспектом оцінки шкодочинності стало визначення можливості запобігання втратам урожаю і необхідних для цього економічних витрат. Вирішити цю задачу вдається шляхом порівняння потенційних втрат при такому розвитку шкідливого організму з фактично збереженою кількістю врожаю в результаті проведених захисних заходів. Необхідно відзначити, що навіть у країнах, де захист рослин проводиться надзвичайно інтенсивно, удається запобігти потенційним втратам тільки на 50–55 %.

Таким чином, оцінка економічного значення шкідливих організмів і оснований на ній прогноз шкідливості є складним завданням, під час вирішення якого необхідно враховувати багато аспектів. Тому особливу увагу приділяють визначенню рівня та коефіцієнта шкоди, економічних порогів шкідливості, тобто орієнтовних показників для проведення відповідних заходів з окремими видами хвороб, а також об'єктивному визначенню необхідного обсягу захисних заходів.

У процесі переходу до інтегрованих систем захисту рослин шляхом оптимізації фітосанітарних умов на основі широкого використання стійких сортів, організаційно-господарських і агротехнічних заходів, активного фітосанітарного моніторингу тощо зростає інтерес до диференційованої оцінки і прогнозу шкідливості, а також до питання про обсяг припустимих втрат з метою збереження природних ворогів шкідливих організмів і охорони довкілля.

За останні 30 років з'явилося багато різних понять і математичних інтерпретацій ЕПШ. Було запропоновано такі те-

рміни: економічний поріг шкодочинності, економічний поріг доцільності застосування пестицидів, поріг чисельності шкідників (Танський, 1980, Омелюта та ін., 1986, Арешніков та ін., 1992).

За визначенням В.І. Танського, ЕПШ – це щільність популяції шкідливого виду або ступінь пошкодження (ураження) рослин, при якому захисні заходи починають давати прибуток.

Розрахункове рівняння для визначення ЕПШ має такий вигляд:

$$E_{\text{пш}} = \frac{A \cdot I \cdot D}{O \cdot A \cdot E},$$

де  $B$  – втрати на захист рослин;

$H$  – коефіцієнт додаткових витрат;

$P$  – коефіцієнт рентабельності загальних витрат на виробництво продукції;

$C$  – закупівельна ціна;

$D$  – втрати урожаю на одиницю шкідливого організму або пошкодження рослин;

$K$  – коефіцієнт зменшення втрат заходами захисту.

Математичний зв'язок компонентів формули досить простий, але складність у практичному розрахунку виникає через велику мінливість показників, тому у виробництві керуються середніми значеннями ЕПШ, що дає задовільний результат.

Орієнтація на середній рівень втрат урожаю у межах 3-7 %, яка використовується багатьма спеціалістами, недостатньо точна. У цьому випадку ігнорується варіабельність основного економічного показника – рентабельності – перевищення рівня доходів над витратами.

Під час вирішення питання про доцільність застосування пестицидів необхідно враховувати, що не всяке ураження рослин викликає втрати врожаю.

У багатьох випадках на полі одночасно розвиваються декілька шкідливих організмів. Для прийняття рішень щодо захисту рослин необхідно оцінити їх спільний вплив на формування врожаю. Це дуже складне питання, але для розрахунків у спрощеному варіанті може бути використаний комплексний економічний поріг шкідливості – КЕПШ – як сума економічних індексів ( $I_e$ ) шкоди кожного з основних видів, виявлених на полі, для яких відомі ЕПШ. Економічний індекс – це відношення фактично

виявленої кількості шкідливого організму ( $Ч$ ) до його ЕПШ:

$$^2_a = \frac{\times}{\text{АїО}} .$$

Якщо КЕПШ (сума  $I_e$ ) перебільшує одиницю, обробку пестицидами проводити доцільно.

На сучасному етапі пороги шкодочинності повинні відображати не тільки економічну, а й екологічну та соціальну доцільність хімічного захисту рослин. Науковець Б.А.Арешніков та інші (1992) пропонують використовувати еколого-економічний поріг (ЕЕП) і як показник брати триразову окупність витрат чистим доходом.

### **5.2.1. Принципи визначення ураженості рослин і втрат урожаю**

Ураженість рослин хворобами, що призводять до їх загибелі і зрідження посівів, оцінюють у відсотках або балах. Прийнято такі градації балів:

- 1 – слабка зрідженість, загинуло до 25 % рослин;
- 2 – середня, загинуло 25–50 % рослин;
- 3 – сильна, загинуло більше 50 % рослин.

При частковому ураженні листя застосовують таку шкалу:

- 1 бал – слабка ураженість, уражено до 25 % листової поверхні;
- 2 – сильна, 26–50 %;
- 3 – дуже сильна, більше 50 %.

Ураженість репродуктивних органів установлюють за відсотками уражених від загального числа оглянутих органів та ступенем ураження хворобами.

Втрати врожаю – це підсумковий показник фітосанітарного стану поля. Облік втрат протягом декількох років дозволяє оцінити ефективність захисту рослин в окремі роки і визначити тенденції у змінах шкідливості певних видів чи їх комплексів у майбутньому.

Слід розрізняти два типи впливу шкідливих організмів на

рослини: а)повне знищення, б)зменшення продуктивності. У першому випадку недобір урожаю визначають за відсотком загиблих рослин, при цьому не враховують можливості компенсації втрат рослинами, що залишилися, тому показник втрат звичайно дещо перебільшений. Якщо на полі можна відібрати проби з неуражених ділянок, то врахувати компенсацію дозволяє розрахунок за формулою:

$$P = Ax - By,$$

де  $P$  – втрати врожаю;

$A$  – урожай рослин з неураженої частини посіву;

$B$  – те ж саме з ураженої ділянки;

$x$  – кількість рослин на одиниці площі неураженої ділянки;

$y$  – те ж саме на ураженій ділянці.

У другому випадку при зменшенні продуктивності рослин залежно від характеру ураження можна розрахувати втрати за такими формулами:

$$P = Ay - x,$$

де  $A$  – урожай неураженої рослини;

$y$  – кількість рослин на одиниці площі;

$x$  – фактичний урожай з одиниці площі;

$$P = Ay - Bx,$$

де  $A$  – урожай неураженої рослини;

$B$  – урожай ураженої рослини;

$y$  – загальна кількість рослин на одиниці площі;

$x$  – кількість уражених рослин.

Значно спрощує оцінку втрат формула:

$$P = \frac{(A - a)}{A} \cdot 100,$$

де  $P$  – втрати урожаю, %;

$A$  – урожай неураженої рослини;

$a$  – середній урожай з однієї рослини.

Основний недолік цього способу – труднощі у відборі неуражених рослин. Велика перевага методу – можливість оцінки впливу на врожай комплексу шкідливих видів.

Оцінку втрат від хвороб проводять за результатами ступеня



ураження у відповідну фенофазу рослини, використовуючи результати обліку прояву хвороби у певну фенофазу хвороби.

### 5.2.2. Оцінка втрат урожаю зернових колосових культур від основних хвороб

*Кореневі гнилі.* Недобір урожаю викликає зріджування посіву і зменшення продуктивності уражених рослин (табл. 5.1–5.2). На твердій пшениці втрати на 15–20 % більші.

Таблиця 5.1

**Втрати урожаю м'якої пшениці від корневих гнилей залежно від погодних умов**

| Погодні умови | Втрати від загибелі сходів, % |      |      | Втрати врожаю хворими рослинами, % |        |
|---------------|-------------------------------|------|------|------------------------------------|--------|
|               | 10 %                          | 25 % | 40 % | 1 бал                              | 3 бали |
| Несприятливі  | 5                             | 10   | 30   | 5                                  | 50     |
| Звичайні      | 0                             | 5    | 15   | 0                                  | 35     |

Таблиця 5.2

**Шкала втрат урожаю від корневих гнилей залежно від розвитку хвороби**

| Розвиток хвороби, % | Втрати, % |
|---------------------|-----------|
| 11-16               | 0-5       |
| 17-21               | 3-9       |
| 22-26               | 6-14      |
| 27-31               | 8-18      |
| 32-36               | 11-23     |

*Борошниста роса.* Максимальне проявлення хвороби спостерігається на озимій пшениці у фази колосіння–цвітіння (табл. 5.3). Сильне ураження (30–75 %) восени прикорневих та нижніх листків обумовлює за час зимівлі загибель рослин на 10–40 %. Втрати врожаю ячменю на кожний відсоток розвитку борошнистої роси після 20 % становлять 0,5–0,8 %.

Таблиця 5.3

**Шкала втрат урожаю пшениці від борошнистої роси**

| Розвиток хвороби, % | Втрати урожаю, % |                         |                   |
|---------------------|------------------|-------------------------|-------------------|
|                     | яра пшениця      | озима пшениця           |                   |
|                     |                  | розвиток хвороби восени |                   |
|                     |                  | слабкий (10–15 %)       | сильний (20–30 %) |
| 20                  | 8,0              | 9,0                     | 12,0              |
| 30                  | 10,5             | 11,0                    | 14,0              |
| 40                  | 13,0             | 13,0                    | 16,0              |
| 50                  | 15,5             | 15,0                    | 18,0              |
| 60                  | 18,0             | 16,5                    | 20,0              |
| 70                  | 21,0             | -                       | -                 |

*Іржасті хвороби, сажка, плямистості.* Втрати урожаю зернових колосових культур від іржастих хвороб залежать від інтенсивності їх розвитку та часу проявлення на рослинах (табл. 5.4–5.5).

Таблиця 5.4

**Шкала втрат урожаю озимої пшениці  
від бурої і жовтої іржі**

| Розвиток хвороби, % | Втрати урожаю, % |          |                   |            |             |
|---------------------|------------------|----------|-------------------|------------|-------------|
|                     | бура іржа        |          |                   | жовта іржа |             |
|                     | колосіння        | цвітіння | молочна стиглість | колосіння  | налив зерна |
| 5                   | 0,7              | 0,2      | -                 | 0,0        | 0,0         |
| 10                  | 3,0              | 1,0      | 0,0               | 6,0        | 3,4         |
| 20                  | 7,8              | 2,3      | 0,8               | 12,0       | 5,8         |
| 40                  | 20,0             | 10,0     | 3,0               | 24,0       | 13,3        |
| 60                  | 32,0             | 18,0     | 8,8               | 36,0       | 22,2        |
| 80                  | 41,5             | 26,5     | 14,4              | 48,0       | 28,5        |
| 100                 | 50,0             | 35,0     | 20,0              | 60,0       | 33,0        |

Таблиця 5.5

**Шкала втрат урожаю вівса від корончатої іржі**

| Розвиток хвороби, % | Втрати урожаю, % |
|---------------------|------------------|
| 10                  | 2,6              |
| 20                  | 7,2              |
| 40                  | 11,9             |
| 60                  | 14,6             |

|    |      |
|----|------|
| 80 | 16,5 |
|----|------|

Таблиця 5.6

**Шкала втрат урожаю зернових культур  
від сажкових хвороб**

| Поширеність<br>сажки, % | Втрати урожаю, ц/га |      |
|-------------------------|---------------------|------|
|                         | озимі               | ярі  |
| 0,10                    | 0,11                | 0,19 |
| 0,25                    | 0,24                | 0,41 |
| 0,50                    | 0,44                | 0,80 |
| 0,75                    | 0,57                | 1,04 |
| 1,0                     | 0,64                | 1,20 |
| 1,50                    | 0,75                | 1,25 |
| 2,0                     | 0,82                | 1,31 |
| 2,5                     | 0,86                | 1,34 |
| 3,0                     | 0,91                | 1,38 |

Таблиця 5.7

**Втрати урожаю ячменю від сітчастої плямистості**

| Розвиток<br>хвороби, % | Втрати урожаю, % |           |
|------------------------|------------------|-----------|
|                        | Вихід у трубку   | Колосіння |
| 5                      | 8,7              | 3,0       |
| 10                     | 15,8             | 6,2       |
| 15                     | 22,9             | 9,4       |
| 20                     | 30,0             | 12,6      |

Таблиця 5.8

**Шкала втрат урожаю пшениці від септоріозу**

| Розвиток хвороби, %<br>(на прапорцевому листку) | Втрати урожаю, % |
|---|------------------|
| <30   | 10 (9-14)        |
| 31-50   | 20 (10-36)       |
| 51-75   | 30 (16-50)       |
| >75   | 40 (32-55)       |

*Примітка.* У дужках можливі коливання показника.

**Запитання для самоконтролю**

1. Назвіть прогнози за призначенням.
2. Яке основне призначення фенологічного прогнозу?
3. Навіщо необхідний прогноз шкідливості?
4. Які показники характеризують ступінь втрати врожаю?
5. Що називають ЕПШ і як його можна розрахувати?
6. Як можна визначити комплексний (КЕПШ) та еколого-економічний (ЕЕПШ) пороги шкідливості?
7. Що визначає фенологічний прогноз?
8. Як впливають природно-кліматичні умови різних зон України на строки проходження фенологічних явищ?
9. Що вам відомо про метод багаторічних фенограм?
10. Назвіть правило стійкості багаторічних фенофаз.
11. Як розраховують терміни проходження фенофаз за показниками температури?
12. Назвіть приклади використання суми ефективних температур у прогнозуванні хвороб рослин і визначенні фенофаз.
13. Від чого залежить ступінь втрат урожаю від хвороб?
14. Які особливості використання ЕПШ?
15. Які дані необхідні для визначення втрат урожаю?
16. Наведіть приклади визначення втрат урожаю пшениці від хвороб.
17. Які значення ЕПШ хвороб рослин вам відомі?
18. Який рівень ураженості сажкою допускається на насінневих посівах зернових колосових культур?
19. Що означає термін «пори́г шкідливості»?
20. Що показують коефіцієнти шкідливості?
21. Від чого залежать зміни у строках проходження фенофаз рослин?
22. Як можна визначити втрати урожаю пшениці від іржі?
23. За якою методикою визначають втрати урожаю пшениці від твердої сажки?
24. Яка методика визначення втрат урожаю картоплі від фітофторозу?
25. Поясніть термін «фенофаза».

## **6. ОРГАНІЗАЦІЯ ЗБОРУ ФІТОСАНІТАРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ І РОЗРОБКИ ПРОГНОЗІВ**

### **6.1. ОРГАНІЗАЦІЯ ЗБОРУ ФІТОСАНІТАРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

Призначення вихідної інформації – охарактеризувати сформований фітосанітарний стан і визначити перспективи його можливої зміни під впливом зовнішніх факторів. В остаточному підсумку в результаті її обробки та інтерпретації формуються відповідні прогнози, які необхідні для обґрунтування планів, організації, вибору терміну і місця проведення заходів захисту рослин.

В Україні проведення захисних заходів дозволяє щорічно

зберігати біля 5 млн т зерна, 9 млн т цукрового буряку, 4 млн т картоплі та багато іншої рослинної продукції. На території України поширено понад 200 видів шкідників і хвороб, близько 100 видів бур'янів, стосовно яких необхідно збирати інформацію, що характеризує їхнє поширення, фенологію, розвиток та інші показники. Одержання цих даних для всієї території країни звичайними методами неможливо через величезні трудові і матеріальні витрати. Тому виникла необхідність обмежити види інформації і загальний обсяг її одержання за рахунок допущення певної науково обґрунтованої екстраполяції даних. Ці екстраполяції засновані на всебічному вивченні закономірностей динаміки процесів, що враховуються, у кожного шкідливого виду для окремих зон його ареалу. Тільки їх глибоке знання дозволяє послідовно зменшити обсяг інформації, необхідний для об'єктивної характеристики фітосанітарного стану, що склався в той чи інший проміжок часу.

Розробка методів прогнозів, методів і технології збору необхідної вихідної інформації для прийняття прогностичних рішень міцно взаємопов'язані. Удосконалення методів прогнозу поширення і розвитку кожного шкідливого виду повинно спрощувати всю систему і методи збору вихідної інформації. У технологію збору вихідної інформації необхідно закладати принцип прогнозу параметрів стану популяцій шкідливих видів і їхніх взаємин з культурними рослинами. У той же час вимоги до змісту, термінів одержання і форми інформації визначаються логічними моделями процесів, що прогнозуються. Ними визначається й організація збору цієї інформації.

Кожна фаза динаміки популяцій хвороб у конкретному регіоні характеризується чітко обумовленою просторовою структурою, характеристиками, що піддаються кількісній оцінці. Для складання прогнозу на майбутній рік чи сезон важливо визначити, яка фаза динаміки популяції склалася напередодні сезону (року). Це встановлюють на основі інформації, що безпосередньо характеризує просторову структуру популяції. У міру нагромадження багаторічних даних ряд характеристик популяцій можна встановити не в результаті безпосередніх обліків і спостережень, а шляхом кількісної оцінки попередньо обраних для цього показників – предикторів прогнозу: кліматичних (температура, гідротермічний коефіцієнт, висота снігового покриву, промерзання ґрунту тощо); агротехнічних (терміни сівби, стан

посівів і врожайність, терміни і якість збирання врожаю тощо). Для деяких добре вивчених шкідливих видах цей підхід дозволяє знизити обсяг трудових витрат на збір інформації у 2–3 рази, при цьому підвищується точність прогнозів.

Визначення термінів і місця проведення захисних заходів також здійснюється на основі обліку фази динаміки популяцій, фенології шкідливого виду, фенології і стану посівів, їхньої заселеності шкідливим видом. Для ряду хвороб під час визначення їх прояву безпосередні спостереження й обліки замінюються розрахунками за сумами ефективних температур і іншими екологічними критеріями, що також значно знижує трудові витрати на одержання вихідної інформації.

Таким чином, уся система нагляду за фітосанітарним станом посівів і насаджень спрямована на те, щоб до мінімуму звести безпосередні трудові витрати і дорогі спостереження й обліки. На перше місце висувається оцінка стану факторів середовища, що, відповідно до вироблених науково обґрунтованих моделей динаміки популяцій шкідливих видів, значною мірою визначають їхнє поширення, розвиток і економічне значення. Відповідно до цього основного положення розроблялися програми дослідження екології, фізіології, етології, економічного значення шкідливих видів, багаторічних даних, що характеризують динаміку їхнього поширення і розвитку. У реалізації цих програм брали участь десятки наукових установ, кафедр вищих навчальних закладів, підрозділи державної служби захисту рослин.

Основний обсяг фітосанітарної інформації, необхідної для

розробки довгострокових, сезонних, короткострокових, фенологічних та інших видів прогнозів, збирають фітосанітарні інспекції, підрозділом яких є відділи прогнозування та фітосанітарної діагностики. До 2007 р. в Україні працювали пункти сигналізації і прогнозів (ПСП). За кожним ПСП було закріплено 2–3 адміністративних райони, на території яких вони проводили фітосанітарний моніторинг і розробляли відповідні прогнози розвитку шкідливих організмів рослин. Усього в Україні працювало 240 таких пунктів, від 7 до 12 на область. Усі спостереження й обліки, передбачені планом роботи пунктів прогнозу, вони здійснювали на полях чи в насадженнях одного базового господарства, на території якого розташована також лабораторія пункту. З 2007 р. цю роботу виконують спеціалісти з фітосаніта-

рного контролю районних фітосанітарних інспекцій. Технології збору інформації, її первинної обробки й оформлення строго відповідають методичним рекомендаціям, розробленим та апробованим науковими установами і затвердженим відповідним органом Мінагрополітики і продовольства України.

У плані роботи спеціалістів з фітосанітарного контролю і діагностики вказується перелік шкідливих видів, за якими вони збирають інформацію і розробляють прогнози, у які терміни й у якому обсязі проводять обстеження, обліки і спостереження, для яких видів прогнозу вони призначені, у які терміни і куди слід надавати інформацію. В інформації для господарств йдеться про терміни та доцільність проведення захисних заходів з урахуванням економічних порогів шкідливості.

Інформація, що характеризує стан кліматичних факторів, фенологію і стан посівів та насаджень, надходить від гідрометеорологічної мережі або збирається самостійно службою прогнозів, агрономами господарств. Гідрометеорологічна служба визначає ступінь репрезентативності цієї інформації.

У складі Державної фітосанітарної інспекції кожної області є відділ методологічного прогнозування та фітосанітарної діагностики зі штатом 3–4 фахівці. Ці відділи планують і контролюють роботу спеціалістів з фітосанітарного контролю та діагностики районних державних фітосанітарних інспекцій, узагальнюють інформацію, що надходить від них та з інших джерел, з метою ефективного проведення фітосанітарного моніторингу і складання прогнозів. Крім того, вони збирають і аналізують оперативну інформацію для відповідних державних структур, яка необхідна для контролю за ходом проведення захисних заходів і їх ефективністю. Для господарств передають регулярні планові і термінові повідомлення про строки проведення обстежень, обліків, захисних заходів, а також про економічні пороги доцільності їхнього проведення в поточному році чи сезоні в період розвитку окремих генерацій шкідливих організмів. Для передачі інформації господарствам найчастіше використовують різні засоби зв'язку, періодичну пресу, радіо, телебачення.

У сільськогосподарських підприємствах усіх форм власності повинна працювати внутрішньогосподарська служба захисту рослин під керівництвом головного агронома. Крім проведення захисних заходів, вона виконує роботи з фітосанітарного



моніторингу на землях господарства у терміни, рекомендовані спеціалістами державних фітосанітарних інспекцій. Мета цієї роботи – оптимізувати заходи із захисту рослин щодо фітосанітарного стану, обґрунтувати доцільність їх проведення. У господарствах з інтенсивними культурами (овочеві, плодові) на сезон необхідно призначати спостерігача на кожні 300 га посівів. Робота спостерігачів у господарствах проводиться під методичним керівництвом і контролем фітосанітарних інспекцій.

Просторову структуру популяцій хвороб виявляють для встановлення фази їх динаміки, що враховується під час розроблення довгострокових прогнозів. Вона міняється по сезонах і по роках залежно від стану популяцій. Для більшості шкідливих видів кожній фазі динаміки популяцій відповідає визначений характер заселення певних агроценозів (біотопів). Біотопи (стації, що заселяються шкідливим об'єктом) являють собою певні види посівів, насаджень та інших сільськогосподарських угідь.

Іноді ураженість рослин хворобою визначається не тільки видом посіву, але й термінами сівби (ранній, середній, пізній). Площі кожного виду посіву, а також інших сільськогосподарських угідь, що можуть уражатися хворобою, повинні бути відомі в межах будь-якого адміністративного регіону. Це істотно полегшує проведення обстеження, а також оцінку отриманих результатів для встановлення поширення і розвитку хвороби.

Просторову структуру виявляють у результаті встановлення уражених і неуражених хворобою посівів. Для цього планово проводять обстеження тих угідь, що можуть уражатися на цій фазі динаміки популяції. При цьому враховують фактичну ураженість кожного типу обстеженого біотопу. Це, по-перше, важливо для уточнення фази динаміки популяцій, по-друге дозволяє проводити обстеження тільки частини полів, зазвичай не більше 10–15 %, і екстраполювати отримані дані на площу, зайняту культурою в цьому регіоні. Метод і терміни проведення обстеження обираються відповідно до біологічних особливостей хвороби.

Для хвороб, що піддаються обліку візуально, застосовують маршрутні обліки. Довжина маршруту і кількість облікових проб у кожному біотопі повинна бути однаковою чи пропорційною до його загальної площі. Якщо в межах маршруту, що охоплює крайову і серединну частину біотопу, хвороба не виявлена, то тери-

торія вважається незараженою.

Для видів хвороб, збудники яких розвиваються у ґрунті, у рослинах, на рослинах, одиницею обліку вважають 8–20 проб визначеного розміру, розташованих по краях і серединній частині поля. Якщо в узятих пробах вид не виявлений, то поле вважають неураженим.

Під час визначення ступеня ураженості хворобою встановлюють таку градацію ураження: низький, середній, високий бал ураження. Якщо хвороба має такий етап розвитку, коли необхідно проводити заходи проти неї, відзначають такі градації: нижче від економічного порога шкідливості; на рівні чи вище від значення цього показника.

Терміни проведення обстежень вибирають з урахуванням фенології хвороби і культури. Як мінімум, обстеження проводять двічі на рік: після переживання видом несприятливих періодів, навесні, коли відзначається мінімальне в цьому році ураження стацій, і після періоду розмноження, коли ураження для цього року буває максимальним. При інтенсивному розвитку захворювання кількість обстежень збільшується.

Під час узагальнення даних у рамках адміністративного району, регіону чи країни в цілому встановлюють:

- 1) фазу динаміки популяції хвороби, що склалася в певний період, а також її вплив, з урахуванням інших факторів, на розвиток хвороби в майбутньому;
- 2) розміри загальної ураженої хворобою площі за типами угідь і площі з визначеною градацією їхнього ураження;
- 3) площі, що підлягають захисту з урахуванням їхньої фактичної ураженості й очікуваних змін, у зв'язку з фазою динаміки популяції і загальним екологічним станом.

У міру нагромадження багаторічних матеріалів про динаміку просторової структури популяцій шкідливого виду в кожній зоні (регіоні) стає можливим виділити зони і навіть господарства, облік стану хвороб у яких дає досить репрезентативну інформацію для всього регіону. Це дозволяє знизити витрати праці на проведення обстежень без втрати повноти і точності одержуваної інформації.

## **6.2. ПОРЯДОК ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРОБКИ ПРОГНОЗІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СТРОКІВ ТА МІСЦЯ**

## ПРОВЕДЕННЯ ЗАХИСНИХ ЗАХОДІВ (СИГНАЛІЗАЦІЯ)

В Україні розробляються прогнози розвитку хвороб сільськогосподарських культур різної завчасності. Ступінь завчасності прогнозів залежить від біологічних особливостей шкідливого об'єкта, призначення прогнозу і кількості доступної для використання вихідної інформації. У зв'язку із цим розроблена така система складання прогнозів, що достатньо повно задовольняє вимоги практики і в той же час пристосована до певної вихідної інформації. Для обґрунтування поточного планування й організації заходів щодо захисту рослин від хвороб складають такі види довгострокових прогнозів.

1. Наприкінці серпня – на початку вересня складають попередній прогноз поширення шкідливих об'єктів на наступний рік. Цей прогноз використовують для планування заходів щодо захисту рослин на наступний рік, для проведення необхідних профілактичних робіт восени та взимку, посилення уваги до збору інформації про стан популяцій окремих видів хвороб, якщо в цьому виникає необхідність.

2. У грудні – на початку січня розробляється повний прогноз на майбутній рік. Він включає додаткову інформацію про обсяги проведених захисних робіт і агротехнічних заходів. На підставі цього прогнозу можуть бути уточнені плани захисних заходів.

3. Навесні, з урахуванням стану погоди в ранньовесняний період, для деяких, особливо динамічних видів, складаються уточнюючі сезонні прогнози. Для таких видів у попередньому і повному прогнозах указують два крайні варіанти імовірних обсягів захисних робіт у майбутньому році залежно від можливих умов зими і весни. В уточнюючому прогнозі вказують, який з цих варіантів стає доцільним. У більшості випадків крайні варіанти обсягів захисних заходів відрізняються один від одного в межах 15–25 %, тільки для окремих видів вони можуть бути дво-трикратними.

Короткострокові прогнози на термін до місяця, розробляють для кожної генерації деяких хвороб і доводять до відома всіх господарств.

Річні регіональні прогнози розробляють учені науково-дослідних і навчальних закладів разом із фахівцями фітосанітарної служби. Прогноз розвитку шкідливих організмів рослин по Україні розробляється спеціалістами відділу прогнозування та фітосанітарної діагностики Головної державної фітосанітарної інспекції разом з науковими працівниками інститутів і дослідних станцій НААНУ, аграрних вищих навчальних закладів за матеріалами фітосанітарних інспекцій.

Прийнята система фітосанітарного моніторингу розробки прогнозів і сигналізації дозволила до мінімуму скоротити використання інформації, що добувається трудомісткими методами. Одночасно підвищено вимоги до точного дотримання регламенту її збору, обробки і передачі у відповідні установи. Велику увагу приділяють впорядкуванню одержання і використання інформації, що характеризує екологічний стан (дані гідрометеорологічної служби про погоду і стан посівів, дані господарств і служби захисту рослин про врожайність, терміни і якість проведення найважливіших агротехнічних заходів). Ці види інформації порівняно легко одержати, а при правильній їхній обробці й інтерпретації вони певним чином компенсують обмеженість даних, одержуваних трудомісткими обліками та спостереженнями в полі і лабораторіях.

Визначення термінів і місця проведення захисних заходів складається з двох взаємозалежних операцій.

Перша – визначення термінів розвитку рослин і шкідливих організмів та виявлення умов, що сприяють розвитку шкідливих організмів, і оповіщення про це господарств. Цю роботу планово виконують спеціалісти фітосанітарного контролю у своїх базових господарствах і регулярно інформують про фітосанітарну ситуацію всі сільськогосподарські підприємства свого регіону обслуговування, а також відділ прогнозування обласної фітосанітарної інспекції.

Друга – виявлення полів і насаджень у господарствах, що підлягають обробці з урахуванням ступеня їхньої заселеності шкідливим об'єктом і видами на врожай. Цю роботу виконують агрономи господарств і допоміжний персонал. Про прийняті рішення та виконані обсяги обробок посівів і насаджень, а також їх

ефективність господарства інформують районну державну фітосанітарну інспекцію, яка потім передає цю інформацію фітосанітарній інспекції області.

Наприклад, для сигналізації термінів і визначення місця проведення заходів проти бурої іржі злаків використовують таку інформацію:

1. Терміни настання фаз розвитку злаків – кушіння, початок виходу в трубку, колосіння.
2. Терміни появи спор збудника хвороби в повітрі і на листках злаків. Ступінь заспореності повітря.
3. Тривалість збереження краплинно-рідкої вологи на рослинах (роса, дощ), середня температура за цей період.

Ці дані дозволяють установити дату первинного зараження пшениці хворобою. Після встановлення дня первинного зараження визначають тривалість уредогенерацій гриба.

Користуючись приладом ПОЗР-М чи спеціальною номограмою для визначення кількості спор, що осіли на посіви, визначають загрозу виникнення епіфітотії і величину можливих втрат урожаю. Сигнал про необхідність хімічного захисту проти бурої іржі передають, якщо за 15–17 днів до початку колосіння в середньому ураженість грибом усіх листів одного стебла становитиме 10 пустул і більше. Імовірні втрати зерна визначають за номограмами. Хімічні обробки посівів проводять при потенціальних втратах урожаю більше 25 %.

### **6.3. СИСТЕМА ОБРОБКИ Й ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ФІТОСАНІТАРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

Інформацію про ураженість рослин хворобами збирають і обробляють спеціалісти з фітосанітарного контролю та діагностики районних фітосанітарних інспекцій для визначення середніх і максимальних показників за кожним типом угіддя. Фенологічна інформація обробляється так, щоб можна було визначити:

- 1) дату початку ураження (до 20 %), масового прояву хвороби (50 % і вище), завершення (80 % і вище);
- 2) загальну тривалість періоду ураження порівняно з багаторічною нормою;
- 3) відхилення в термінах розвитку хвороби порівняно з бага-

торічною нормою.

Дані, що одержують районні фітосанітарні інспекції від господарств про поширення і розвиток хвороб, обробляються так, щоб були показані:

1) обстежена та уражена хворобою площа кожного угіддя в тій фазі розвитку посівів (насаджень), що передбачені планом обстежень на рік;

2) середня і максимальна ураженість;

3) площі, де виявлений небезпечний розвиток хвороби, рівень якого вищий від економічного порогу шкідливості.

У межах району фітосанітарна інформація узагальнюється як за його власними матеріалами, так і за одержаними від господарств. Крім того, використовується відповідна інформація гідрометеорологічної мережі та агрослужб. Її обробка й інтерпретація (разом з даними безпосередніх спостережень і обліків) здійснюється спеціалістами районних інспекцій за відповідним методичними посібниками диференційовано для кожного шкідливого виду.

Після збору й обробки перерахованих видів вихідної інформації спеціалісти з фітосанітарного контролю і діагностики складають і планово, а в деяких випадках негайно передають у різні інстанції відповідну інформацію.

1. Господарствам повідомляються терміни проведення захисних заходів щодо кожного шкідливого об'єкта, з яким необхідно проводити відповідні заходи в поточному році.

2. У відділи прогнозування і фітосанітарної діагностики об

ласної та Головної державної фітосанітарної інспекції посилають такі види інформації:

а) поточна планова коротка звітність за заздалегідь розробленими формами один раз на 5–10 днів про відповідні шкідливі об'єкти (фенологія, поширення, шкідливість, обсяг проведених захисних заходів, їх ефективність);

б) термінова інформація про явища і характеристики популяцій, що заслуговують уваги, але не передбачені у довгостроковому прогнозі;

в) річний звіт з підсумком накопичених даних, їх аналіз і характеристика популяцій шкідливих видів.

Господарства передають районним фітосанітарним інспекці-

ям за визначеними й заздалегідь розробленими формами, дані про обстежені і заселені шкідливими видами площі, градації їх прояву, обсяги проведених захисних заходів і їх ефективність. Ці дані передаються в міру їхнього одержання.

Відділи прогнозування та фітосанітарної діагностики обласних інспекцій узагальнюють інформацію, що надходить від спеціалістів фітосанітарного контролю і районних інспекцій відповідно до існуючих методичних рекомендацій. Якщо необхідно, вони проводять власними силами контрольні обстеження й обліки. Крім того, у випадку очікуваного масового розмноження якого-небудь шкідливого виду вони організують спеціальні обстеження силами господарств, що охоплюють не менше 10 % тих типів угідь, які може заселити цей вид.

Відділи прогнозування та фітосанітарної діагностики обласних інспекцій одержують необхідну гідрометеорологічну та іншу інформацію, а також довгострокові і короткострокові прогнози поширення шкідливих видів, що складаються для відповідного регіону. На підставі узагальнення й аналізу отриманої інформації вони:

- оперативно інформують районні фітосанітарні інспекції та господарства регіону про очікуваний фітосанітарний стан на найближчий місяць і, відповідно, уточнюють плани їхньої роботи;
- складають оперативні щодакні інформації про фенологію, поширення, градацію ураження посівів і насаджень шкідливими видами, обсяги проведених захисних заходів і їх ефективність, очікувані зміни фітосанітарного стану, які передають у відділ прогнозування Головної фітосанітарної інспекції та інші державні органи;
- готують планові періодичні інформації, а також річні звіти, необхідні для розробки попереднього, повного і сезонного прогнозів.

Оперативна інформація використовується насамперед для контролю і корегування робіт із захисту рослин. Крім того, вона служить головним джерелом створення банку даних, що використовуються для вирішення наукових і організаційних завдань. Робота на всіх етапах збору, обробки, передачі інформації і її використання для складання прогнозів різної завчасності і технологія її проведення, аналізу й узагальнення даних, являє собою єдину систему. Вона затверджена відповідними наказами

Міністерства аграрної політики та продовольства України, положеннями, методичними рекомендаціями.

Полюві обліки і спостереження регламентовані за фенологічними критеріями або календарно. Записи результатів заносять у спеціальні журнали. Впроваджуються в практику прийоми автоматизованого збору різних видів інформації. Розробляються дистанційні методи фітосанітарної діагностики, які необхідно вводити у практику протягом найближчих років. У цілому система фітосанітарної діагностики і прогнозу в Україні вирішує дві взаємозалежні задачі:

- 1) визначає загальну фітосанітарну ситуацію в регіонах і у країні;
- 2) з урахуванням цієї загальної ситуації раціонально будує систему організації захисту рослин у кожному господарстві і на кожному полі.

Для шкідливих видів виявлені ті фактори середовища, що, впливаючи на популяції у визначені критичні періоди життя виду, викликають мінливість фаз їхньої динаміки. Вирішальне значення серед цих факторів мають кліматичні, що піддаються точній кількісній оцінці. Ці обставини дозволили виробити логічні моделі прогнозу фаз динаміки популяцій, засновані на використанні як предикторів кліматичних факторів. Для кожного шкідливого виду, відповідно до фази його динаміки, обґрунтований оптимальний обсяг захисних заходів.

Таким чином, система збору і використання фітосанітарної інформації спрямована на встановлення сформованих і прогнозу очікуваних фаз динаміки популяцій шкідливих видів. Це означає профілактичну спрямованість захисту рослин, що дозволяє значно знизити обсяги використання пестицидів та витрати на захист рослин.

### *Запитання для самоконтролю*

1. Які виробничі завдання вирішує моніторинг і прогноз хвороб?
2. Чим можна обґрунтувати діючу систему збору і використання фітосанітарної інформації?
3. Назвіть структурні одиниці підрозділів фітосанітарної служби України.



4. Які основні вимоги щодо організації роботи спеціалістів ФСК?
5. Назвіть строки і порядок інформаційного забезпечення розробки прогнозів та сигналізації хвороб рослин.
6. Які вимоги до базових господарств спеціалістів з ФСМ?
7. Яке значення терміна «екстраполяція даних»?
8. Навіщо потрібна екстраполяція даних?
9. Які види робіт виконують спеціалісти з ФСК та агрономи господарств для отримання необхідної фітосанітарної інформації щодо хвороб рослин?
10. У які строки виконують основні обстеження та обліки розвитку хвороб сільськогосподарських культур?
11. Яке обладнання та прилади необхідні для виявлення хвороб рослин та проведення фітосанітарної діагностики?
12. Як організований збір інформації та прогнозування розвитку хвороб сільськогосподарських культур?
13. Які завдання щодо контролю стану хвороб рослин в агроценозах виконують спеціалісти обласних фітосанітарних інспекцій?
14. Які основні завдання і вимоги до роботи спеціалістів фітосанітарних інспекцій району та агрономів господарств щодо моніторингу хвороб рослин?
15. Які показники характеризують стан популяцій хвороб в агроценозах?
16. На основі чого планують роботи з моніторингу і прогнозування хвороб рослин? Які види планів вам відомі?
17. Що враховують під час планування проведення обстежень та обліків хвороб рослин?
18. Які можливі етапи розробки довгострокового прогнозу хвороб використовуються в практичній діяльності спеціалістів з СМ? У чому полягає значення цих етапів?
19. Які установи та державні служби мають інформацію, яку можна використати для прогнозування розвитку хвороб рослин?
20. Які види технологічних документів та звітності, що складають спеціалісти з ФСК, вам відомі?
21. Яке значення має встановлення фаз динаміки популяцій фітопатогенів для планування заходів захисту рослин?
22. Як визначають строки та місце проведення захисних

заходів із захисту рослин у господарствах?

23. Хто відповідає за обґрунтування та оптимізацію заходів захисту рослин у господарстві?

24 Якими основними законодавчими актами щодо захисту рослин повинні керуватися землекористувачі та агрономи?

Таблиця 7.1

## Моніторинг основних хвороб зернових колосових культур

| Період проведення обстежень | Мета і місця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень   | Додаткова інформація  |
|-----------------------------|--|---|--|---|
| 1                           | 2  | 3   | 4  | 5   |
| Серпень                     | Проведення фітосанітарної експертизи насіння озимої пшениці та інших озимих зернових культур для встановлення ступеня заспорення і зараження зерна збудниками хвороб | Використовують методи: візуальний, центрифугування, біологічний (вологої камери, метод паперових рулонів, живильні середовища). Візуальний метод використовують для виявлення сажкових мішечків і ріжків жита. Виявляють насіння з темним забарвленням, нальоти, нехарактерний для насіння запах. Для проведення аналізу відбирають 10 проб зерна по 20 г кожна. Метод центрифугування використовують для встановлення заспореності насіння спорами твердої сажки | Методом центрифугування визначають середню кількість спор на одну насінину і вірогідне проявлення твердої сажки в посіві. Іншими методами визначають видовий склад патогенів, ураження насіння, %, бал | Візуальний метод дає приблизні результати заспореності й ураженості насіння патогенами. Ураженню озимих зернових культур твердою сажкою сприяють понижені температури ґрунту під час сходів культури. Біологічний метод фітоекспертизи насіння є найбільш точним. Використовують для виявлення внутрішньої інфекції |

Продовження табл. 7.1

| 1   | 2   | 3   | 4  | 5  |
|---|---|---|--|--|
| Серпень II–III д.   | Установлення строків появи та динаміки розвитку септоріозу, борошнистої роси, іржастих хвороб на падалиці й на злакових бур'янах  | В 10 місцях поля оглядають по 10 рослин; визначають кількість уражених за видами хвороб і ступінь ураження за відповідними шкалами  | Строки проявлення хвороб на падалиці, розвиток хвороб, %   | Ураховують якість проведених агротехнічних заходів і сприятливість погодних умов для розвитку хвороб   |
| Вересень III д. – жовтень I, II д. (сходи – кущення озимих) | Визначення ступеня ураження рослин озимих культур хворобами (борошниста роса, септоріоз, іржа, кореневі гнилі). Виявлення осередків хвороб для проведення захисних заходів восени і навесні | Обстежують не менше 10 % площ посівів кожної культури. На полі площею до 100 га по діагоналі у 20 місцях оглядають по 10 рослин. Визначають кількість уражених рослин за видами хвороб і ступінь ураження за відповідними шкалами | Поширеність і розвиток кожної хвороби, %. Характер їх поширення на полях. Площа осередків з високим рівнем розвитку хвороб, га | Більш інтенсивно хвороби проявляються на полях озимих, що посіяні по стерньових попередниках і з низьким рівнем агрофону. Сприяє розвитку хвороб прохолодна погода (ГТК $\geq 0,7$ ) |
|   |   | Кореневі гнилі обліковують шляхом обстеження рослин у 20 пробах (по 100 рослин) відібраних на полі в шаховому порядку. Рослини викопують з двох суміжних рядків і визначають розвиток хвороби за 4-бальною шкалою                 |  | Проявленню корневих гнилей сприяє значний запас інфекції на насінні і рослинних рештках, ослаблення рослин   |

Продовження табл. 7.1

| 1   | 2  | 3  | 4   | 5   |
|---|--|--|---|---|
| Квітень II д. (відновлення вегетації озимих)                | Установлення стану розвитку хвороб озимих зернових культур після зимівлі в осередках (у тому числі снігової плісняви)  | Та сама  | Ті ж  | Тепла зима сприяє збереженню інфекції іржі. Появі снігової плісняви сприяє ранній сніговий покрив і розтягнутий період розтавання снігу   |
| Квітень III д.–травень I д.                                 | Визначення ураження ярих колосових культур корневими гнилями   | Така, як і на озимих культурах   | Ті ж  | При ГТК 0,7–1,2 підвищується розвиток корневих гнилей   |
| Травень II–III д. (фази в озимих: вихід у трубку–колосіння) | Визначення поширеності і розвитку основних хвороб. Виявлення площ, де розвиток септоріозу, борошнистої роси, іржі перевищує ЕПШ (фаза колосіння: жовта іржа, борошниста роса – 25–30 %, септоріоз – 20–25 %; фаза молочна стиглість зерна: бура іржа – 40 %) | На полях до 100 га беруть 20 проб по 10 рослин, оглядають головні стебла з листками, починаючи зверху. Листя, що засохли більше ніж на $\frac{3}{4}$ , не враховують. Облік бурої іржі проводять за шкалою Пітерсона або Страхова; жовту іржу – за шкалою Дубиніної або Маннерса; борошністу росу – за шкалою Гешеле або Захарова, септоріоз – за шкалою Джеймса або Гешеле. | Поширення і розвиток хвороби, %. Площі, на яких рівень розвитку певної хвороби вищий від ЕПШ і які потребують хімічного захисту | Під час розробляння короткотермінового прогнозу і визначення доцільності хімічного захисту враховують ступінь сприятливості погодних умов та рівень агрофону. Використовують споропастки, номограми, криву К.М. Степанова |

Продовження табл. 7.1

| 1  | 2   | 3   | 4  | 5   |
|--|---|---|--|---|
| Червень I–II д. (фази озимих: цвітіння – молочна стиглість зерна)                        | Установлення поширеності і розвитку основних хвороб листя, а також корневих гнилей, у т. ч. біло- та пустоколосості. Визначення потенціальної шкодочинності хвороб, технічної ефективності проведених захисних заходів і необхідності застосування фунгіцидів у фазу молочної стиглості зерна | Облік хвороб листя проводять за вищенаведеними методиками. Для обліку корневих гнилей у 10 місцях поля викопують рослини з двох суміжних рядків довжиною 0,5 м. Кореневу систему відмивають і за шкалою ВІЗР визначають ступінь ураження. На цих же рослинах визначають проявлення пустоколосості та білостебельності | Поширеність хвороб, інтенсивність ураження, розвиток хвороб, %, бали. Кількість біло- і пустоколосих стебел, %. Втрати урожаю, % | У середньому на кожний відсоток розвитку звичайної кореневої гнилі ярої пшениці втрати урожаю становлять 1,1–1,6 %. На кожний відсоток розвитку септоріозу озимої пшениці середні втрати урожаю становлять 0,49 % |
| Червень III д. – липень I д. (фази: молочно-воскова стиглість – воскова стиглість зерна) | Установлення ступеня ураження зернових колосових і проса сажкою. Проведення обстежень під час апробації насінневих посівів. Визначення найбільшого рівня ураження плямистостями, корневими гнилями, а також виявлення хвороб колоса і зерна перед збиранням урожаю                            | На полях до 200 га відбирають 100 проб по 10–15 стебел підряд в рівновіддалених місцях поля для обліку твердої, летючої та інших видів сажки. На рядових посівах кількість стебел у пробах може бути зменшена у два рази. Ураженість рослин стебловою іржею обліковують під час апробації за шкалою Русакова          | Середньозважені показники ураження рослин сажкою, %. Поширеність і розвиток плямистостей, %. Втрати врожаю від хвороб            | Втрати врожаю зерна розраховують для кожної хвороби окремо за відповідними формулами або довідковими таблицями, шкалами. Розвиток стеблової іржі залежить від наявності поблизу барбарису та гідротермічних умов. |

Закінчення табл. 7.1

| 1  | 2   | 3  | 4   | 5   |
|--|---|--|---|---|
| Липень II–III д. (фази: збирання урожаю – після-збиральний період) | Визначення ураження зерна фузаріозом і чорним зародком для встановлення його придатності до використання на насінні та продовольчі цілі. Уміст вомітоксину не повинен перевищувати 0,5–2 мг на 1 кг зерна | Із партії зерна беруть середню пробу 2 кг, з якої відбирають дві наважки по 50 г. Зернівки візуально аналізують і відбирають уражені зерна. Визначають їх кількість і масу | Кількість ураженого зерном хворобами зерна, %, ц/га. Доцільність використання зерна для посівних або продовольчих цілей | Значному ураженню зерна хворобами сприяє дощова погода під час дозрівання зернових. Особливо небезпечним є перебування рослин у вологому стані у валках або якщо вологість зерна в буртах вища від 18 % |

Таблиця 7.2

## Моніторинг хвороб кукурудз

| Період проведення обстежень     | Мета і місця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація   |
|---------------------------------|--|---|---|--|
| 1                               | 2  | 3   | 4   | 5  |
| Жовтень (на току)               | Обстеження качанів для встановлення ступеня ураження їх хворобами (пеніцилум, аспергілус, фузаріум та ін.) | З кожної партії у 25 місцях відбирають по 20 качанів, обліковують хворі і визначають види хвороб та інтенсивність ураження за шкалою: до 5 хворих зернівок у качані – слабка; до 30 – середня; $\geq 20$ – сильна | Відсоток хворих качанів, у т. ч. за видами хвороб, інтенсивність ураження качанів, бал  | Розвитку хвороб сприяють механічні пошкодження качанів і зерна, вологість зерна вище від 15 %  |
| Травень II–III д. (фаза сходів) | Визначення причин і ступеня загибелі насіння і сходів від хвороби  | На полі до 100 га по двох діагоналях обстежують 20 відрізків рядка довжиною 0,5 м кожний. Проби розкопують, насіння і паростки аналізують, обліковуючи нормальні, хворі і загиблі                                 | Уражені і загиблі паростки і насіння, %. Видовий склад хвороб, їх поширеність, розвиток | Кількість хворих і загиблих паростків та насіння від пліснявіння, фузаріозу збільшується при сівбі у холодний ґрунт не протруєного насіння ( $\leq 12^{\circ}\text{C}$ ) |



*Продовження табл.7.2*

| 1   | 2   | 3  | 4   | 5  |
|---|---|--|---|--|
| Липень  | Визначення ступеня ураження рослин пухирчастою сажкою | Обстеження у 20 місцях поля по п'ять рослин. Установлення ураження рослин пухирчастою сажкою                               | Уражені пухирчастою сажкою рослини, %. Планування необхідних захисних заходів | Розвитку пухирчастої сажки сприяє порушення сівозмін, часта зміна сухих і вологих періодів |
| Серпень II–III д. (молочно-воскова стиглість) | Ураженість рослин пухирчастою і волотевою сажками     | Ураженість рослин сажковими хворобами визначають за 2–3 тижні до збирання врожаю. Обстежують по 10 рослин у 20 місцях поля | Уражені пухирчастою і волотевою сажками рослини, %. Характер прояву хвороб    | ЕПШ пухирчастої сажки – 10 % уражених стебел, 5 % качанів                                  |

Таблиця 7.3

## Моніторинг хвороб бобових культур

| Період проведення обстежень                             | Мета і місця проведення обстежень   | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація   |
|---|---|---|---|--|
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5  |
| Травень (фази: стеблуння люцерни, 3–6 листків у гороху) | Установлення динаміки розвитку хвороб   | Обліки корневих гнилей і фузаріозу проводять у 10 пробах по 10 стебел               | Початок прояву і динаміка розвитку основних хвороб. Поширеність і розвиток хвороб, %; кількість рослин, які загинули, % | В'янення і кореневі гнилі розвиваються при спекотній погоді і нестійкому режимі зволоження, особливо на кислих ґрунтах   |
| Червень (Фази: бутонізація–початок цвітіння)            | Визначення стану популяцій, виявлення шкодочинності хвороб, їх осередків, першого прояву та динаміки розвитку | Обліки хвороб проводять за відповідними методиками з використанням спеціальних шкал | Видовий склад хвороб, їх поширеність і розвиток. Оптимальні строки проведення захисних заходів                          | Обстеження в цей період відіграють вирішальну роль для визначення доцільності проведення хімічного захисту. Бактеріальні гнилі проявляються при підвищених температурах і вологості; плямистості – у прохолодну погоду |

Продовження табл. 7.3

| 1   | 2  | 3   | 4  | 5  |
|---|--|---|--|--|
| Червень II, III д.–липень I д. (фази: утворення і визрівання бобів) | Визначення ступеня ураження рослин хворобами | Ураженість рослин хворобами обліковують у 20 пробах по п'ять рослин за відповідними шкалами | Відсоток уражених хворобами бобів і насіння. Втрати урожаю від хвороб, %, ц/га | Аскохітоз інтенсивно розвивається, якщо опади у червні перевищують норму у 1,5–2,0 раза. Розвитку бурої плямистості сприяє температура 10–15 °С при відносній вологості повітря 60–75 %, борошністої роси – спекотна і суха погода вдень і прохолодна – вночі, іржі – спекотна і дощова погода у першій половині вегетації |

Таблиця 7.4

## Моніторинг хвороб цукрового буряку

| Період проведення обстежень                                      | Мета і місця проведення обстежень   | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація   |
|--|---|---|---|--|
| 1  | 2   | 3   | 4   | 5  |
| Березень<br>ІІІ д.–квітень<br>І-ІІ д. (до посіву культури)       | Обстеження маточних коренеплодів у кагатах перед висадкою для визначення ураження їх хворобами  | З кожного кагату беруть три проби по 100 коренеплодів з різних шарів і місць. Коренеплоди розділяють на три групи: здорові, сумнівні (з непророслими вічками) та не придатні до посадки (з ураженими хворобами головкою і нижньою частиною до 1/3, уражені гнилями і ризоктоніозом) | Кількість не придатних та сумнівних до посадки коренеплодів, %. Домінуючі хвороби, %; аналіз причин проявлення хвороб, прогноз ураження хворобами насінників, планування захисних заходів | Під час проведення обліків фіксують час збирання коренеплодів і тривалість періоду їх зберігання в кагатах   |
| Квітень ІІІ д. – травень І д. (до появи сходів – фаза „вилочка”) | Визначення ступеня ураження сходів коренеїдом та необхідності проведення відповідних агрозаходів. Особливу увагу звертають на посиви на слабо удобрених, погано підготовлених до посіву полях | Обстеження посівів буряка не менше одного разу за пентаду. Для обліку коренеїда на кожній третині поля відбирають по 100 рослин у 40–50 рівномірно віддалених місцях. Рослини аналізують у лабораторії після промивки рослин водою на ситі  | Відсоток уражених коренеїдом і загиблих рослин, ступінь ураження, бал, %. Площі, що підлягають пересіву та проведенню заходів захисту, га   | Коренеїд більше уражує сходи на перезволожених ґрунтах, низькому агрофоні, при нестачі живильних речовин, коливаннях температур на 10–15 °С, при випаданні під час сівби більше 20 мм опадів |

Продовження табл. 7.4

| 1  | 2  | 3   | 4  | 5  |
|--|--|---|--|--|
| Травень II–III д. (1–2 пари справжніх листків)             | <p>Визначення розвитку і післядії коренеїда, його шкодочинності і технічної ефективності проведених захисних заходів та необхідності проведення додаткових агротехнічних заходів</p> <p>Виявлення першого проявлення пероноспорозу та інших специфічних хвороб (несхожість, усихання тощо) на насінниках</p> | <p>Післядію коренеїда визначають після проріджування посіву до змикання рядків у 10 пробах довжиною по 10 м кожна, взятих по діагоналі поля шляхом визначення відсотка рослин з перетяжкою і загиблих.</p> <p>Відбирають 20 проб по 25 рослин по діагоналі. Визначають кількість рослин та ступінь усихання за спеціальною шкалою, аналізують причини їх виникнення. Обліки починають на насінниках</p> | <p>Ступінь ураження рослин коренеїдом, кількість загиблих від нього рослин, %</p> <p>Кількість уражених, несхожих насінників, %; середній бал ураження, план проведення додаткових заходів захисту рослин.</p> | <p>Розвитку пероноспорозу сприяє помірно тепла (16-20 °С) волога погода. Причини несхожості насінників – неправильна висадка коренеплодів, посуха та ін.</p> |
| Червень I–III д. (3 пари листків–змикання рослин у рядках) | <p>Установлення строків початку проявлення та динаміки розвитку пероноспорозу та інших хвороб і визначення необхідності і строків застосування пестицидів на насінниках і посівах фабричних буряків</p>  | <p>Обліки починають проводити при прояві перших симптомів хвороб і продовжують щодаки. По діагоналі поля обстежують 250 рослин 1-го року життя чи 125 рослин на-</p>  | <p>Дата прояву хвороб, поширеність і ступінь ураження, %</p>   | <p>Розвитку церкоспорозу сприяє тепла, волога погода (температура 22 °С, вологість &gt;65 %. Епіфітотії хвороби передують коливання тем-</p>                 |

|   |   | сінників  |   | ператури і посуха<br><i>Продовження табл. 7.4</i>   |
|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   | Епіфітотія борошністої роси розвивається при ураженості рослин у минулому році >1 бала, якщо в червні–липні кількість опадів менша від норми і вони випадають не частіше одного разу за декаду, температура вдень $\geq 25^{\circ}\text{C}$ |
| Липень–вересень (змикання рядків – ріст коренеплодів) | Визначення розвитку пероноспорозу, церкоспорозу, борошністої роси, фомозу, іржі, вірусних хвороб і розробка короткострокового прогнозу їх розвитку та визначення необхідності проведення захисних заходів | Облік хвороб виконують один раз на декаду або два рази на місяць. Церкоспороз та інші плямистості обліковують на стаціонарних ділянках (п'ять проб по 50 рослин в одному рядку по діагоналі поля). Інтенсивність розвитку хвороб визначають за спеціальними шкалами. Пероноспороз обліковують у 10 пробах по 50 рослин (на насінниках | Строки початку і динаміка розвитку хвороб. Площі, на яких необхідно провести застосування фунгіцидів, га. Терміни і ступінь проявлення вірусних хвороб, кількість уражених рослин, %; середній бал ураження | Оптимальні умови для розвитку церкоспорозу: температура повітря вдень 20–22 $^{\circ}\text{C}$ , вночі >15 $^{\circ}\text{C}$ , опади – >20 мм, вологість повітря – >65 %   |

|  |  | по 25) на трьох ярусах   |  | <i>Закінчення табл. 7.4</i>  |
|--|--|--|--|--|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|  | Виявлення бурякової цистоутворювальної нематоди  | листіків – верхньому, середньому, нижньому.<br>Облік вірусних хвороб проводять за шкалою: 1 бал – уражено до 25 % листків верхнього ярусу; 2 – 50 %; 3 – 75 %; 4 – уражені всі листки верхнього ярусу і частина листків середнього.<br>Огляд коренеплодів у 20 пробах по 10 рослин під ряд у рядку | Кількість заражених буряковою цистоутворювальною нематодою рослин, %   |  |
| Вересень – жовтень (перед і під час збирання врожаю) | Обстеження коренеплодів на ураженість їх хворобами (фузаріоз, ризоктоніоз, бура гниль, хвостова гниль, бактеріоз та ін.) | Основний облік хвороб проводять під час збирання врожаю коренеплодів. Обстежують по 20 коренеплодів у 20 місцях. Ступінь ураження визначають за шкалою: 1 бал – гниль охоплює до 15 % коренеплоду; 2 – 15–30 %; 3 – 31–50 %; 4 – бі-   | Виявлення домінуючих хвороб і аналіз причин їх виникнення. Видовий склад хвороб і ступінь ураження ними коренеплодів, %, бал, площа під осередками, га | Проявленню фузаріозу, сухого склероціозу і бактеріозу сприяють нестача вологи в ґрунті, прив'ядання коренеплодів; розвитку ризоктоніозу, бурі і хвостової гнилі, парші – перезволоження й ущільнення |

льше 50 %

грунту

Таблиця 7.5

### Моніторинг хвороб картоплі

| Період проведення обстежень  | Мета і місця проведення обстежень   | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація   |
|--|---|---|---|--|
| 1  | 2   | 3   | 4   | 5  |
| Вересень II-III дек.<br>(під час та після збирання врожаю, перед закладкою та на початку періоду зберігання бульб) | Визначення ураженості бульб фітофторозом, гнилями, чорною ніжкою, нематодами проводять через 1-2 міс. після збирання врожаю | Виявлення раку картоплі проводять за спеціальною методикою. Аналіз бульб проводять згідно з ГОСТ 11856-66   | Наявність раку картоплі, заражена площа, га. Видовий склад хвороб бульб, поширення та розвиток хвороб, бал, %                             | Ступінь ураження бульб хворобами залежить від якості насінневих бульб, попередника, ґрунтових умов та гідротермічного режиму |
| Квітень I-II дек.<br>(за 30-40 днів до посадки)  | Ураженість насінневих бульб хворобами, нематодами   |   | Відсоток і ступінь ураження бульб хворобами   |  |
| Травень II-III дек.<br>(сходи висотою 15-25 см)  | Облік ризоктоніозу, чорної ніжки, вірусних та інших хвороб на насінневих ділянках для проведення очищення                   | Облік хвороб проводять за методикою апробації – по діагоналі відбирають на полях до 15 га 15-25 проб по п'ять кущів. На кожні наступні 4 га додають дві проби | Відсоток уражених кущів по кожній хворобі окремо. Доцільність очищення насінників від уражених вірусом рослин, виявлення осередків хвороб | Проявленню хвороб сприяє волога погода – ГТК більше 1,5  |



|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

*Продовження табл. 7.5*

| 1  | 2   | 3  | 4  | 5   |
|--|---|--|--|---|
| Червень III дек. – липень I-III дек. (утворення та ріст бульб)                     | Контроль гідротермічного режиму для прогнозу епіфітотій фітофторозу. Обліки хвороб для визначення ступеня їх розвитку | Облік хвороб за спеціальними шкалами. На площі до 50 га оглядають 20 проб по п'ять рослин. На кожні наступні 10 га додають дві проби | Строки обприскування рослин фунгіцидами проти фітофторозу та інших хвороб. Визначення доцільності проведення очищення від хворих рослин насінневих ділянок.<br>Відсоток уражених рослин чи їх органів, розвиток хвороб на певну дату | Тривалість інкубаційних періодів визначають за показниками температур за номограмою Н.А. Наумової. Розвиток фітофторозу проходить за наявності роси або вологості повітря 95 % і більше. При ГТК 1-1,5 – помірний розвиток, 1,5-2,0 – епіфітотійний |
| Серпень I-III дек. (початок відмирання нижніх листків, формування перидерми бульб) | Визначення ураженості хворобами – плямистості, біла та чорна ніжка, гнилі, вірусні хвороби                            | Такі ж   | Відсоток і ступінь ураження рослин хворобами за 2-3 тижні до збирання врожаю або перед скошуванням бадилля   | Значні опади сприяють зараженню бульб фітофторозом, суттєво збільшується розвиток гнилей, чорної і порошистої парші (ГТК більше 2)  |

Таблиця 7.6

## Моніторинг хвороб овочевих культур

| Період проведення обстежень   | Мета і місця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація  |
|---|--|---|---|---|
| 1   | 2  | 3   | 4   | 5   |
| Квітень II-III дек. (через 20-25 днів після сівби та за 2-3 дні до вибірки розсади) | Обстеження парників і теплиць на виявлення чорної ніжки, кили та пероноспорозу капусти   | У 20 місцях теплиці або в кожному парнику обліковують по п'ять рослин. Для обліку чорної ніжки рослини викопують  | Відсоток уражених хворобами і загиблих рослин, ступінь ураження, бал або %. При обліку чорної ніжки визначають тільки поширеність хвороби | Проявлення основних хвороб і їх шкодочинність більш високі при перезволоженні і понижених температурах; фузаріозне в'янення – при спекотній погоді і дефіциті вологи в ґрунті |
| Червень (ріст коренеплодів – до утворення плодів)                                   | Моніторинг основних хвороб. Виявлення пероноспорозу цибулі починають через 3-4 тижні після висадки насінників, фітофторозу помідорів – після його проявлення на картоплі | Облік гнилей (сходова форма і надалі), в'янення, плямистостей і нальотів проводять щодавно за спеціальними шкалами. На полях до 50 га у 20 місцях обстежують 100 рослин | Строки проявлення хвороб і проведення обприскувань фунгіцидами.<br>Відсоток уражених хворобами і загиблих рослин, розвиток хвороб, %, бал | При ГТК до 1,0 – слабкий розвиток фітофторозу, 1-2 – помірний, >2 – епіфітотійний, ТВП >35,0-50,0 сприяє розвитку альтернаріозу, септоріозу                                   |

Продовження табл. 7.6

| 1  | 2  | 3  | 44   | 5   |
|--|--|--|--|---|
| Липень (формування – початок збору плодів помідорів, коренеплодів)             | Визначення строків проявлення і динаміки розвитку основних хвороб, короткостроковий прогноз проявлення і шкодочинності хвороб. Визначення оптимальних строків обробок рослин фунгіцидами | Облік фітофторозу починають, коли 10 % рослин мають плоди зеленої стиглості або з моменту зімкнення бадилля на ранніх сортах. Уважно оглядають нижні листки. Для прогнозування розвитку фітофторозу застосовують методи ВІЗР, змінної середньої. Розвиток пероноспорозу огірка починається при сумі ефективних температур 570 ° (поріг +10 °С) | Строки проявлення і прогноз розвитку основних хвороб, наявність осередків хвороб. Оптимальні строки, норми, кратність і асортимент фунгіцидів для хімічного захисту          | Зараження фітофторозом відбувається, якщо протягом двох діб середньодобова температура повітря 12-22 °С, мінімальна – $\geq 10$ °С, максимальна – $\leq 26$ °С, вологість повітря – $\geq 60$ %. Для проявлення пероноспорозу огірка необхідна роса до 8-9 год ранку при температурі $\leq 15$ °С |
| Серпень-вересень (закінчення формування і визрівання плодів – збирання врожаю) | Визначення ураженості хворобами генеративних органів. Прогноз шкодочинності, визначення заходів для збереження врожаю  | Гнилі коренеплодів моркви, столових буряків, цибулі обліковують за 5-10 днів до збирання врожаю. Відбирають проби по 10 рослин по діагоналі поля у 20 місцях. Гнилі плодів помідорів, баштанних культур обліковують перед збиранням урожаю у пробах по п'ять кущів у 20 місцях. На баштанних культурах оглядають по п'ять плодів у 20 місцях   | Поширення і ступінь ураження рослин основними хворобами, %, бал. Рівень втрат на період збирання врожаю та прогноз втрат і заходи для їх зменшення під час зберігання врожаю | Вірусні хвороби досягають максимального розвитку у другій половині вегетації. Для обліку оглядають по 10 рослин у 20 місцях, визначають тільки відсоток уражених. Фітофтороз помідорів, антракноз баштанних культур, гнилі плодів можуть розвиватися під час зберігання                           |

Таблиця 7.7

## Моніторинг хвороб плодових культур

| Період проведення обстежень                                 | Мета і місця проведення обстежень   | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація  |
|---|---|---|---|---|
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
| Жовтень I-II дек. (після листопаду)                         | Визначення ступеня ураженості саджанців кореневим раком, пагонів яблуні борошнистою росою                     | Кореневий рак обліковують у розсадниках, де по діагоналі викопують у 10 місцях по 20 саджанців, борошністу росу – обстеженням 25 однорічних пагонів з чотирьох боків дерева   | Відсоток уражених саджанців, пагонів, запас інфекції борошнистої роси                                     | При температурі нижче -20 °С міцелій борошнистої роси гине, при -25-27°C вимерзають уражені пагони. ЕПШ – 3–5 % уражених однорічних пагонів |
| Березень III дек. – квітень I дек. (до розпускання бруньок) | Аналіз ураженого паршею листя для визначення строків дозрівання аскоспор і зараження листя яблуні аскоспорами | Аналіз починають до періоду набухання бруньок. У різних місцях саду беруть по 10 листків з псевдотеціями, які по 5-10 шт. з кожного листка аналізують щоденно під мікроскопом до виявлення зрілих аскоспор. Одночасно фіксують фенофази яблуні та періоди випадання дощів | Дата можливого зараження й обприскування проти парші яблуні. Кратність обприскувань, оптимальні фунгіциди |   |

Продовження табл. 7.7

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5   |
|--|--|--|--|---|
| Квітень II-III дек. (розпускання бруньок – зелений конус – початок цвітіння) | Розробка короткострокового прогнозу парші яблуні, червоної плямистості сливи, облік ураженості суцвіть яблуні борошністою росю                           | Аналіз псевдотеціїв на динаміку визрівання аскоспор. Методика така ж. Для обліку ураженості борошністою росю суцвіть з чотирьох боків дерева оглядають 100 суцвіть | Оптимальний строк застосування фунгіцидів проти первинного зараження аскоспорами парші, червоної плямистості | Якщо проводиться обприскування 3 % бордоською рідиною, цей прогноз недоцільний, а фунгіциди застосовують після цвітіння. Розвиток червоної плямистості збільшується при підвищеній вологозабезпеченості у квітні-травні |
| Травень I-III дек. (цвітіння – опадання 3 % пелюсток, замикання чашечки)     | Визначення строків проявлення і ступеня ураженості листя борошністою росю, паршею, курчавості листя персика, моніліального опіку суцвіть та інших хвороб |  | Динаміка ураження листя хворобами. Площі, що підлягають хімічному захисту, вибір оптимальних пестицидів      | .   |
| Червень – липень (літній період – опадання зав'язі, утворення                | Визначення ураженості багаторічних органів хронічними хворобами (чорний рак, клястероспоріоз) та динаміки їх розвитку                                    | Плямистості обліковують на гілках модельного дерева, взятих з чотирьох сторін, на яких аналізують по 25 листків за 6-бальною                                       | Біологічна ефективність проведених заходів. Необхідність і оптимальні строки                                 |   |

Продовження табл. 7.7

| 1  | 2  | 3  | 4                                     | 5 |
|--|--|--|---------------------------------------|---|
| черешкової ямки, ріст і визрівання плодів, збір урожаю кісточкових культур, ранньостиглих сортів яблуні і груші) | сезонних хвороб на листях і плодах (3-6 обліків). Обстеженням підлягають не менше 10 % площі садів | шкалою. Ураження плодів паршею, плодовою гниллю, чорним раком визначають під час збору врожаю на п'яти деревах по 100 плодів | проведення захисних заходів           |   |
| Серпень – вересень (визрівання плодів і збір урожаю пізньостиглих сортів яблуні, груші)                          | Визначення ураженості плодів осінніх і зимових сортів паршею, гнилями                              | Методики такі ж  | Відсоток та ступінь ураженості плодів |   |

Таблиця 7.8

## Моніторинг хвороб виноградної лози

| Період проведення обстежень  | Мета і місця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація  |
|--|--|---|---|---|
| 1  | 2  | 3   | 4   | 5   |
| Травень-червень (3-5 листків, бутонізація, розпушення суцвіть, цвітіння, ріст листя і пагонів) | Встановлення строків проявлення і динаміки розвитку мілдью, оїдіуму та інших хвороб.<br>Короткостроковий прогноз основних хвороб | Частота обліку хвороб залежить від інтенсивності їх розвитку, мінімально 1-2 рази на місяць на площі до 50 га оглядають 10 кущів, на кожні наступні 10 га додатково ще два. На обліковому кущі беруть один основний пагін, на якому обліковують усе листя. Тут же враховують ураження грон з усього куща за 5-бальною шкалою. Розрахунок кількості генерацій мілдью проводять за сумою ефективних температура або за методом А.Л. Шатського | Дата проявлення, строки обприскування та підбір фунгіцидів проти мілдью та інших хвороб | Виявлення мілдью починають з фази 2-3 листків при температурі не нижче 11 °С на ґрунті після тривалого зволоження листя |

Продовження табл. 7.8

| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
|---|---|---|---|---|
| Липень-серпень (утворення зелених ягід, ріст і визрівання ягід) | Визначення динаміки розвитку хвороб на листках, гронах.<br>Короткостроковий прогноз розвитку хвороб | Прогноз тривалості генерацій оїдіуму виконують за допомогою кривої А.Я. Сейдаметова | Такі ж, а також ступінь ураження листя та грон мілдью, оїдіумом та іншими хворобами.<br>Кількість генерацій хвороб, оптимальні строки застосування фунгіцидів.<br>Розповсюдження мілдью на листках: до 30 % – депресія, 31-60 % – помірний розвиток, більше 60 % – епіфітотія | Оїдіум проявляється, коли сума середніх добових температур після фази набухання бруньок становить 237°. Для Півдня України проявлення мілдью до 1.06 – раннє, з 1.06 до 15.06. – середнє, після 15.06 – пізнє. Розвитку мілдью сприяє тепла волога погода, роса, особливо в червні, липні (ГТК більше 1,5); оїдіуму – температура 21-26 °С, вологість повітря 50-80 %; антракнозу – прохолодна суха погода восени попереднього року |



Таблиця 7.9

## Моніторинг хвороб ягідних культур

| Період проведення обстежень   | Мета і місяця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень                                 | Результати обстежень   | Додаткова інформація   |
|---|---|---|--|--|
| 1   | 2   | 3   | 4  | 5  |
| <i>Моніторинг хвороб суниці</i>   |   |   |  |  |
| Квітень – травень I дек. (період відростання листків)   | Аналіз ураженого старого листя для виявлення періоду утворення спороншення збудників основних хвороб  | Мікроскопічний аналіз уражених решток                       | Сигналізація проведення хімічного захисту                                  |  |
| Травень II-III дек. – червень I дек. (період висування і відокремлення бутонів, цвітіння – визрівання ягід) | Облік пошкоджених довгоносіком-квіткоїдом бутонів та листя, пошкодженості листків пильщиками, листоїдами та ін. Облік і аналіз коконів пильщика. Виявлення строків та інтенсивність проявлення плямистостей | Облік хвороб на листках-проводять у 20 пробах по 10 листків | Прогноз розвитку і заходи проти виявлених хвороб на післязбиральний період | Враховують дію факторів агротехніки (сорт, густина рослин, внесення добрив тощо), а також вплив погодних умов на розвиток хвороб |

Продовження табл. 7.9

|   |   |  |   |   |
|---|---|--|---|---|
| Червень II-III дек. – липень (збирання врожаю – післязбиральний період, висадка рослин на нових ділянках) | Аналіз садивного матеріалу. Облік ураженості рослин хворобами                                 | Огляд і аналіз 50-100 рослин на полі. Відбір середньої проби листків 50-100 шт. і їх аналіз під мікроскопом. Виявлення і облік зав'язалих і засихаючих кущів, аналіз причин пошкодження шляхом проведення розкопок під такими рослинами. Обліки ураження рослин хворобами за спеціальними шкалами. | Відсоток заселених кліщами, уражених гнилями ягід, розвиток плямистостей, %. Вибраковка садивного матеріалу         | Розвитку хвороб сприяє вологозабезпеченість – ГТК 1,5 і більше  |
| <b>Моніторинг хвороб малини</b>   |   |  |   |   |
| Травень III дек. – червень I дек. (цвітіння)  | Огляд рослин для виявлення пагонів ураження хворобами   | Огляд 50 стебел (по п'ять у 10 місцях) з підрахунком загальної кількості й уражених бутонів, квіток і листя  | Строки і ступінь проявлення хвороб  | При ГТК $\geq 1,5$ плямистості можуть мати суттєвий розвиток  |
| Червень II-III дек. – липень (визрівання ягід, збір урожаю, післязбиральний період)                       | Облік ураженості ягід сірою та іншими гнилями. Визначення ступеня ураженості іншими хворобами | Облік плямистостей виконують у 20 пробах по 10 рослин  | Ураженість хворобами ягід, стебел, ступінь ураження листя, %. Планування захисних заходів на післязбиральний період | Обліки доцільно проводити під час збирання урожаю. Гнилі мають суттєвий розвиток при ГТК $\leq 1,0$ і вологості повітря $\geq 70\%$ |

| <b>Моніторинг хвороб смородини й агрусу</b>   |   |  |  |   |
|---|---|--|--|---|
| Квітень II-III дек. – травень I-II дек. (розпускання бруньок, висування суцвіть, відокремлення бутонів, цвітіння)         | Маршрутні обстеження один раз за декаду для визначення розвитку хвороб. Установлення строків і ступеня проявлення борошнистої роси, плямистостей, іржі, вірусних хвороб | На 10 кущах у різних місцях ягідника оглядають по 100 листків та пагони. Використовують спеціальні шкали для обліку хвороб | Поширеність хвороб на ділянках, %; наявність осередків. Площа, яка підлягає хімічному захисту, га. Оптимальні строки обприскувань, підбір кращих препаратів відповідно до видового складу та ступеня розвитку хвороб, строків очікування |   |
| Травень III дек. – червень-липень (після цвітіння, утворення і визрівання ягід, збір урожаю ягід, післязбиральний період) | Облік розвитку основних хвороб. Обстеження садивного матеріалу  | Облік хвороб проводять у пробах по п'ять рослин у 20 місцях за 6-бальною або іншими спеціальними шкалами                   | Необхідність проведення спеціальних заходів у післязбиральний період. Розробка довгострокового прогнозу, планування заходів на наступний рік   | Поширеність, розвиток і ступінь ураження смородини й агрусу хворобами визначають за методиками, що прийняті для плодкових культур |

## ЗАЛЕЖНІСТЬ РОЗВИТКУ ОСНОВНИХ ХВОРОБ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ ЧИННИКІВ

| Назва хвороби            | Критичний період                          | Фактори, що сприяють розвитку хвороби  | Механізм впливу факторів погоди  |
|--------------------------|---|--|--|
| 1                        | 2   | 3  | 4  |
| Бура іржа озимої пшениці | Серпень попереднього року                 | Прохолодна волога погода, багато дощових днів  | Активне перезараження рослин; збільшується коефіцієнт інфекції, агресивність патогена, кількість генерацій; швидко зростає інфекційне навантаження |
|                          | Взимку                                    | Переважає теплої вологої погоди  |  |
|                          | Перша половина вегетації                  | Інтенсивні опади, переважає вітрів західного напрямку  |  |
|                          | Колосіння                                 | Інтенсивні і часті дощі: до 5 мм – 3 % хворих рослин, до 50 мм – 30 %, більше – епіфітотія   |  |
|                          | Травень                                   | Понижені температури   | Подовжується період зараження  |
| Стеблова іржа            | Взимку                                    | Високий сніговий покрив  | Розтягується період вегетації  |
|                          | Веgetація рослин                          | Переважає циклонічної погоди, підвищені температури, опадів більше 120 % від норми   | Покращуються умови патогенезу  |
|                          | Сходи-кущіння                             | Температура 20-22 °С   | Зменшується стійкість рослин   |
|                          | Молочна стиглість-збір урожаю             | Сума опадів не менше 90 мм, ГТК >1,6, кількість днів з дощем більше 60 %, періоди без дощу не більше 3-4 днів при температурі вище 14 °С | Сприятливі умови для зараження і перезараження рослин та накопичення інфекції  |
|                          | Друга половина вегетації                  | Підвищені температури, чергування дощових та ясних днів  |  |
| Жовта іржа пшениці       | Червень                                   | Понижені температури (10-15 °С, вологість повітря 80-100 %, рясні роси)  | Сприятливі умови для зараження рослин і накопичення інфекції   |
|                          | Перехід температури через 5°С - колосіння | ГТК 1,7 і більше   |  |
|                          | Колосіння                                 | Довжина сонячного саява 265-290 год, опади не менше 10-13 днів за місяць   |  |

*Продовження дод. А*

| 1  | 2  | 3   | 4  |
|--|--|---|--|
| Корончата іржа ві-<br>вса                | Масове розсіювання<br>спор   | Температура повітря вище 15 °С, вологість більше 70<br>%  | Сприяє зараженню рослин  |
| Карликова іржа<br>ячменю                 | Масове розсіювання<br>спор   | Переважає теплої, вологої погоди, вітрів південно-<br>го спрямування  | Сприяє зараженню рослин  |
| Карликова сажка<br>озимої пшениці        | Вересень-жовтень<br>попереднього року  | Прохолодна волога погода, раннє зниження<br>температур, часті опади. Температура у вересні не<br>більше 13 °С, жовтні – 6-10 °С | Подовжується період зараження  |
|  | Сходи  | Недостатнє, нестійке зволоження ґрунту, ГТК = 0,7-<br>1,0   |  |
| Летюча сажка ярої<br>пшениці             | Цвітіння рослин у<br>попередньому році   | Нерівномірне випадіння опадів, підвищена вологість<br>повітря   | Сприяє зараженню зерна   |
|  | Початок колосіння-<br>кінець цвітіння  | Підвищені температури і вологість повітря (більше<br>60 %), сума опадів за декаду 30-90 мм                                      | Сприяє зараженню зерна   |
|  | Після висіву насіння   | Понижені температури ґрунту   | Затримується розвиток патогена, росли-<br>на „йде від зараження”     |
| Тверда сажка пше-<br>ниці                | Посів-сходи  | Понижені температури ґрунту (5,7-7,4 °С)  | Затримується розвиток патогена, росли-<br>на „йде від зараження”     |
| Пухирчаста сажка<br>кукурудзи            | Викидання волоті-<br>кінець цвітіння   | Чергування опадів з тимчасовою посухою  | Підвищується інтенсивність розпороше-<br>ння спор і зараження рослин |
| Гельмінтоспоріозна<br>гниль ярої пшениці | Сходи-кущіння  | Температура ґрунту 22-28 °С, вологість 60-80 %<br>повної вологоємкості  | Рослини пригнічуються, покращуються<br>умови для ураження рослин     |
|  | Цвітіння-молочна<br>стиглість  | Запаси вологи у ґрунті менше 60 мм, нестійка воло-<br>гозабезпеченість  |  |
|  | Липень   | ГТК = 0,7=1,2 при температурі 19-20 °С  |  |
| Офіобользна<br>гниль озимої пше-<br>ниці | Восени період від<br>переходу<br>температури через<br>5 ° до переходу<br>через -5 °С | Переважає похмурої дощової погоди   | Ослаблення рослин, зменшення їх<br>стійкості                         |
|  | Кущіння-припинен-<br>ня вегетації  | Сума ефективних температур менше 65 °С  |  |
|  | Січень   | Чергування відлиг і морозної погоди   |  |
|  | Березень   | Температура повітря нижче -10 °С при незначному<br>сніговому покриві або його відсутності (0-5 см)                              |  |

*Продовження дод. А*

| 1                                  | 2   | 3   | 4   |
|------------------------------------|---|---|---|
| Церкоспорельоз озимої пшениці      | Зима                                      | Часті і довгі відлиги<br>Переважає прохолодна і волога погода   | Підвищується інтенсивність патологічного процесу              |
|                                    | Літо                                      |   |   |
| Борошниста роса пшениці            | Цвітіння-молочна стиглість                | Вологість повітря 60-100 %, температура вище 12 °С  | Сприяє зараженню рослин                                       |
|                                    |   | Низька вологість ґрунту (нижче 30 % повної вологості)   | Зменшується стійкість рослин                                  |
| Септоріоз пшениці                  | Початок виходу в трубку-молочна стиглість | Температура повітря 14-22 °С, не менше 17 днів з опадами  | Покращуються умови розповсюдження спор і перезараження рослин |
| Снігова плісень озимих             | Осінь-зима-весна                          | Ранній перехід температури через 0 °С, раннє і довге залягання снігового покриву, довгий період розтавання снігу                                      | Послаблення рослин, підвищення життєздатності патогена        |
| Фузаріоз зерна пшениці             | Цвітіння-налив зерна                      | Вологість повітря більше 70 % при температурі не нижче 15 °С  | Сприятливі умови для зараження                                |
|                                    | Цвітіння-дозрівання                       | Вологість повітря не нижче 73 %, довгі періоди зволоження. Температура 15-18 °С   |   |
| Гельмінтоспоріоз зерна пшениці     | Липень                                    | Тепла волога погода, ГТК >1,7 при температурі 20-22 °С  | Сприятливі умови для зараження                                |
|                                    | Формування і налив зерна                  | Довгі дощі, вологість повітря більше 80 % при підвищених температурах   |   |
| Аскохітоз бобових культур          | Червень                                   | Дошова прохолодна погода, опади перевищують норму у 1,5-2,0 рази, температура біля 20 °С  | Сприятливі умови для зараження                                |
| Борошниста роса бобових культур    | Період вегетації                          | Спекотна суха погода вдень і прохолода вночі  | Ослаблення рослин, їх інтенсивне зараження                    |
| Бура плямистість люцерни, конюшини | Період вегетації                          | Прохолодна волога погода, на початку червня температура 10-15 °С, вологість 60-75 %   | Збільшується кількість генерацій, інтенсивність зараження     |
| Іржа бобових культур               | Перша половина вегетації                  | Довга волога осінь, тепла з відлигами зима, спекотне і дощове літо у першій половині вегетації  | Збільшується кількість генерацій, інтенсивність зараження     |
| Коренієд буряку                    | Сівба-сходи-одна пара справжніх листків   | Надлишок або нестача вологи у ґрунті (більше 75 % і менше 45 %), значні коливання температури (на 10-15 °С), сума опадів у період сходів більше 20 мм | Збільшується кількість генерацій, інтенсивність зараження     |

*Продовження дод. А*

| 1                           | 2   | 3  | 4  |
|-----------------------------|---|--|--|
|                             | Посів-проріджування сходів                        | Показник відношення опадів до температури 8-10 °С і більше. Довга прохолодна і волога погода   | Продовжується період сприйнятливості, зменшується стійкість рослин |
| Церкоспороз буряку          | Друга половина вегетації                          | Вологість повітря 95-100 %, крапельно-рідинна волога на листях більше 6 год, температура 20-25 °С вдень і не менше 15 °С вночі, теплі дощі не менше 20 мм. Значні коливання температур і вологості повітря | Сприятливі умови для формування і проростання спор, перезараження  |
|                             | Червень   | Прохолодна або помірно тепла погода із значним зниженням температури, опадів більше від норми, багато днів з дощами  | Сприятливі умови для формування і проростання спор, перезараження  |
|                             | Червень-липень                                    | Оптимальне співвідношення температури і опадів: 17 °С та 95 мм, 18 °С та 100 мм, 19,5 °С та 150 мм   |  |
| Пероноспороз буряку         | Перша половина вегетації (травень-червень)        | Часті опади (не менше одного разу на пентаду), помірно тепла (16-20 °С) волога погода (вологість повітря не менше 70 %)  | Сприятливі умови для формування і проростання спор, перезараження  |
|                             | Вересень-жовтень попереднього року                | Прохолодна посушлива погода  | Збереження інфекції  |
| Борошниста роса буряку      | Червень-липень                                    | Посушлива спекотна погода, опадів менше від норми, вони випадають не частіше одного разу за декаду, температура вдень підвищується до 25-27 °С   | Ослаблення рослин, зменшення стійкості                             |
| Іржа буряку                 | Червень-липень (насітники), вересень (інші площі) | Помірно тепла погода (16-20 °С) з короткими періодами посушливої (менше 70 %) і спекотної погоди (більше 2 °С)   | Сприяє збереженню інфекційного початку, зараженню рослин           |
| Жовтяниця буряку            | Січень-березень                                   | Тепла зима, мінімальна кількість днів з морозами   | Сприятливі умови для попелиць, що переносять патогена              |
| Біла і сіра гниль соняшнику | Кінець цвітіння, визрівання кошиків               | Часті опади (більше 20 мм за декаду, вологість повітря більше 70 %, температура вище 20 °С, ГТК більше 1,0)  | Сприяє збереженню інфекційного початку, зараженню рослин           |

*Продовження дод. А*

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
|---|---|---|---|

|                                   |                                    |  |   |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|---|
| Фітофтороз картоплі і помідорів   | Змикання бадилля                   | Дві і більше доби з температурою вище 10 °С при вологості більше 75 %  | Сприяє перезараженню рослин   |
|                                   | Змикання бадилля                   | За 10 діб підряд температура 13-20 °С, вологість не менше 75 %, сума опадів не менше 20 мм   |   |
|                                   | Цвітіння                           | За декаду масового цвітіння ГТК більше 2,0   |   |
|                                   | Початок цвітіння-кінець вегетації  | Протягом 6-8 днів середня температура 13-20 °С, мінімальна більше 10 °С, максимальна нижче 25 °С, сума опадів більше 20 мм або температура не нижче 11 °С при середній вологості вище 84 %, мінімальна не нижче 60 % |   |
|                                   | 3 фази бутонізації                 | Зволоження рослин більше 4 год при вологості повітря більше 75 % і температурах 10-15 °С   | Інтенсивне розповсюдження і зараження рослин, підвищена життєздатність і агресивність зооспор               |
| Фітофтороз помідорів              | Початок зеленої стиглості плодів   | Протягом 4-7 днів: середня температура 13-21 °С, мінімальна не нижче 10 °С, максимальна не більше 25 °С, сума опадів більше 18 мм, середня вологість повітря більше 84 %   | Інтенсивне розповсюдження і зараження рослин, підвищена життєздатність і агресивність зооспор               |
| Альтернاریоз картоплі і помідорів | Початок бутонізації-цвітіння       | Тепла волога погода з опадами не менше одного разу на пентаду, які чергуються з сухими періодами, середня температура не менше 18 °С, вологість більше 70 %, ТВП більше 35   | Збільшення кількості генерацій, агресивності збудника. Активне утворення і розповсюдження пропагул патогена |
| Рак картоплі                      | Липень                             | Температура 15-18 °С, сума опадів більше 55 мм, ГТК >1,1   | Покращуються умови для розповсюдження зооспор, зараження рослин   |
|                                   | Період вегетації                   | Прохолодна волога погода, температура ґрунту 18-20 °С  |   |
| Чорна ніжка картоплі              | Липень, утворення бульб            | Нестійка вологозабезпеченість ґрунту, коливання температури  | Збільшується сприйнятливість рослин   |
| Септоріоз помідорів               | Початок цвітіння-формування плодів | Тепла волога погода, температура більше 20 °С, вологість більше 75 %, опадів не менше 20 мм за декаду і ТВП більше 50  | Збільшення кількості генерацій, агресивності збудника. Активне утворення і розповсюдження пропагул патогена |

*Продовження дод. А*

|                    |                |  |                                       |
|--------------------|----------------|--|---------------------------------------|
| 1                  | 2              | 3  | 4                                     |
| Чорна бактеріальна | Червень-липень | Часті невеликі опади, висока вологість повітря | Сприятливі умови для зараження рослин |



|                             |                                       |   |  |
|-----------------------------|---------------------------------------|---|--|
| плямистість помідорів       |                                       |   | та патогенезу  |
| Бура плямистість помідорів  | 3 періоду цвітіння                    | Висока вологість (біля 90 %) при температурі 22-25 °С   | Ослаблення стійкості рослин до збудників хвороби, збільшення інтенсивності зараження рослин    |
| Верхівкова гниль            | Формування перших плодів              | Температура вище 25 °С, вологість нижче 40 %  | Порушення нормального вологозабезпечення рослин  |
| Пероноспороз капусти        | Формування насіння                    | Значна кількість опадів (75-80 мм), температура у північних районах 13-15 °С, південних 19-23 °С, вологість повітря 75-80 % і більше  | Збільшується сприйнятливість рослин  |
| Фузаріозне в'янення капусти | Сходи-утворення 4-6 листків           | Спекотна посушлива погода, середньодекадна температура більше 17 °С, нестійке зволоження ґрунту                                       | Послаблення стійкості рослин   |
| Кила хрестоцвітих культур   | Період вегетації                      | Надмірне (більше 180 мм за 1,5 міс.) або недостатнє зволоження (6-10 мм за декаду) при температурі ґрунту 18-23°С                     | Покращення розповсюдження інфекції, ослаблення рослин  |
| Пероноспороз цибулі         | Формування квіткових стрілок-цвітіння | Прохолодна волога погода, часті опади, температура 14-18 °С, вологість вище 80 %, ГТК більше 1,5                                      | Сприятливі умови патогенезу  |
| Пероноспороз огірка         | Перша половина вегетації              | Тепла волога погода, щоденна роса не менше ніж до 8 год ранку, сумарний індекс погоди Пеймла 28 балів та більше, температура 15-20 °С | Сприятливі умови патогенезу  |
| Антракноз баштанних культур | Друга половина вегетації              | Часті опади роси, вологість повітря біля 90 % при температурі 22-27 °С  | Покращення умов розповсюдження спор, зараження рослин, збільшення кількості генерацій патогена |
| Бактеріоз огірка            | Друга половина вегетації              | Тепла волога погода, часті опади, довге збереження на рослинах краплинно-рідинної вологи  | Покращення умов розповсюдження спор, зараження рослин, збільшення кількості генерацій патогена |
| Коренева гниль огірка       | Період вегетації                      | Значні коливання температури і вологості ґрунту, зниження температури повітря нижче 17-18 °С, надмірна вологість ґрунту               | Ослаблення рослин до збудників хвороби, збільшення інтенсивності зараження рослин              |

*Закінчення дод. А*

|              |                       |   |  |
|--------------|-----------------------|---|--|
| 1            | 2                     | 3   | 4                                      |
| Парша яблуні | Відновлення вегетації | Прохолода волога погода, температура нижче 12-14 °С | Збільшується частота зараження рослин, |

|                                    |   |  |   |
|------------------------------------|---|--|---|
|                                    | Перший місяць вегетації                             | Опадів більше від норми, багато днів з дощем<br>Сума опадів 100-130 мм<br>Середня температура місяця <12 °С, а в 3-й декаді <14 °С | подовжується період сприйнятливості до інфекції                                   |
| Борошниста роса яблуні             | Зима попереднього року                              | Температури вище норми, мінімальна вище -20-23 °С  | Сприяє перезимівлі патогена   |
|                                    | Після цвітіння                                      | Періодичне, але не часте випадіння опадів  | Покращуються умови зараження  |
|                                    | Перша половина вегетації                            | Спекотна погода, сильні роси, нестача вологи у ґрунті  |   |
| Моніліальний опік плодових культур | Зима попереднього року                              | М'яка волога погода  | Сприяє збереженню спор  |
|                                    | Цвітіння  | Прохолодна волога погода, часті опади  | Подовжується сприйнятливий період, збільшується агресивність патогена             |
| Плодова гниль                      | Дозрівання плодів (друга половина вегетації)        | Висока вологість повітря, часті дощі, роси, тумани, довгі періоди зволоження, температури біля 20 °С                               | Подовжується сприйнятливий період, збільшується агресивність патогена             |
| Червона плямистість сливи          | Квітень   | Вологість верхнього шару ґрунту (10-12 см) не нижче 12 %   | Необхідно для розвитку патогена   |
|                                    | Перша половина травня                               | Часті дощі   | Стимулює проростання спор і зараження рослин                                      |
|                                    | Квітень-травень                                     | Опадів більше від норми, ГТК більше 1,5  |   |
| Кучерявість листя персику          | Початок розвитку бруньок-утворення листя на деревах | Прохолодна волога погода, середні температури 6-8 °С   | Збільшується сприйнятливий період, покращується патогенез                         |
| Кокомікоз кісточкових культур      | Друга половина травня-червень                       | Тепла волога погода з дощами, довгі періоди зволоження, що чергуються з короткими сухими періодами                                 | Покращуються умови для первинного зараження аскоспорами і розвитку конідій улітку |
| Мілдью винограду                   | Весна   | Тепла волога погода. Температура біля поверхні ґрунту не менше 11 °С, крапельне зволоження не менше 3-5 год.                       | Сприятливе для зараження рослин   |
|                                    | Листя розміром 2-3 см і більше                      | Опади протягом 2-3 діб, температура 11-13 °С і більше  |   |
|                                    | Перша половина вегетація                            | Суттєві опади кожні 3-7 днів, довгі періоди зволоження, підвищені температури (21-27 °С) і вологість повітря                       | Збільшення генерацій та агресивності патогена                                     |
| Оїдіум винограду                   | Період вегетації                                    | Суха спекотна погода, температура вдень 21-26 °С, вологість повітря 50-80 %  | Зменшується стійкість рослин, покращується патогенез                              |

**ЕКОНОМІЧНІ ПОРОГИ ШКІДЛИВОСТІ  
ОСНОВНИХ ХВОРОБ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

| Назва хвороби, культура                            | Термін обліку, фаза культури | ЕПШ  |
|--|------------------------------|--|
| 1  | 2                            | 3  |
| Сажкові хвороби ярих хлібних злаків                | Повна стиглість              | 0,3-0,5 % уражених колосів                                   |
| Сажкові хвороби озимих зернових культур            | Повна стиглість              | 0,2 % уражених колосів                                       |
| Сажка проса  | Повна стиглість              | 1,0 % ураженої волоті  |
| Пухирчаста сажка кукурудзи                         | Налив зерна                  | 5-10 %   |
| Снігова плісень озимих                             | Кущення навесні              | 20 % уражених рослин   |
| Кореневі гнилі озимої пшениці                      | Початок вегетації            | 5 % уражених рослин  |
| Офіобольозна коренева гниль                        | Перед збиранням урожаю       | 30-35 % розвитку хвороби                                     |
| Церкоспорельозна коренева гниль озимої пшениці     | Перед збиранням урожаю       | 25-30 % розвитку хвороби                                     |
| Гельмінтоспоріозно-фузаріозна гниль озимої пшениці | Насінневий матеріал          | 10-15 % зараженого насіння                                   |
| Гельмінтоспоріозна гниль ярої пшениці              | Заселеність ґрунту           | 15-60 конідій в 1 г сухого чорнозему                         |
| Гельмінтоспоріозна гниль ярого ячменю              | Насінневий матеріал          | 12 % інфікованого насіння в сухі роки,<br>34 % у вологі роки |
| Борошниста роса пшениці                            | Початок вегетації            | 3-5 % уражених рослин  |
|  | Вихід у трубку               | 1-3 % розвитку хвороби                                       |
|  | Колосіння                    | 15-30 % розвитку хвороби                                     |
| Борошниста роса ячменю                             |                              | 20 % розвитку хвороби  |
| Стеблова іржа хлібних злаків                       | Початок вегетації            | 3-5 % уражених рослин  |
|  | Колосіння                    | 10 % розвитку хвороби  |
|  | Повна стиглість              | 15 % розвитку хвороби  |
| Жовта іржа пшениці                                 | Цвітіння                     | 30 % розвитку хвороби  |
| Карликова іржа ячменю                              | Молочна стиглість            | 40 % розвитку хвороби  |
| Бура листкова іржа пшениці                         | Початок вегетації            | 3-5 % уражених рослин  |
|  | Вихід у трубку               | 1-3 % розвитку хвороби                                       |
|  | Колосіння                    | 10 % розвитку хвороби  |
|  | Молочна стиглість            | 40 % розвитку хвороби  |

Продовження дод. Б

| 1                                       | 2                             | 3  |
|---|-------------------------------|--|
| Септоріоз пшениці                       | Початок вегетації             | 3-5 % уражених рослин  |
|   | Вихід у трубку                | 1-3 % розвитку хвороби   |
|   | Прапорцевий лист–<br>цвітіння | 15-20 % розвитку хвороби (у середньому), або 30 % на 3-му листку зверху                    |
| Сітчаста плямистість ячменю             | Вихід у трубку                | 3-5 % розвитку хвороби   |
|   | Колосіння – цвітіння          | 10-20 % розвитку хвороби   |
| Ринхоспоріоз (ячмінь, жито)             | Вихід у трубку                | 10-20 % розвитку хвороби   |
| Вірус штрихуватої мозаїки пшениці       | Початок кущіння               | 15-20 % уражених рослин  |
| Вірус штрихуватої мозаїки ячменю        | Початок вегетації             | 10-15 % уражених рослин  |
| Овсяна цистоутворююча нематода (ячмінь) | Ґрунт                         | 400-500 яєць і личинок у 100 см <sup>3</sup> ґрунту  |
| Овсяна цистоутворююча нематода (овес)   | Ґрунт                         | 50-125 яєць і личинок у 100см <sup>3</sup> ґрунту  |
| Аскохітоз зернобобових культур          | Початок формування бобів      | 30 % розвитку хвороби  |
| Коренева гниль зернобобових             | Передзбиральний період        | 20-25 % розвитку хвороби   |
| Несправжня борошниста роса соняшнику    | Визрівання кошиків            | 1 % уражених рослин  |
| Біла і сіра гнилі соняшнику             | Визрівання кошиків            | 1 % уражених рослин  |
| Церкоспороз цукрового буряку            | Ріст коренеплоду              | 5-10 % уражених рослин   |
| Фітофтороз картоплі                     | До посадки                    | 2-3 % уражених бульб   |
|   | Цвітіння                      | Поява перших плям на листі   |
|   | Формування бульб              | 10-20 % уражених рослин на ранніх сортах, 20-30% – на середньостиглих, 30-35 % – на пізніх |
| Фітофтороз помідорів                    | Повна стиглість               | 5% уражених плодів   |
| Альтернаріоз помідорів                  | Початок бутонізації           | 1-2 % розвитку хвороби   |
| Ризоктоніоз картоплі                    | Насінневий матеріал           | 3-10 % хворих бульб  |
| Фомоз картоплі                          | Через 3 міс. після збирання   | 2-3 % хворих бульб   |
| Чорна ніжка картоплі                    | Цвітіння                      | 1-2 % уражених рослин  |
| Парша яблуні                            | Кінець цвітіння               | 12-20 % уражених листків   |

Таблиця 7.1

## Моніторинг основних хвороб зернових колосових культур

| Період проведення обстежень | Мета і місця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень   | Додаткова інформація  |
|-----------------------------|--|---|--|---|
| 1                           | 2  | 3   | 4  | 5   |
| Серпень                     | Проведення фітосанітарної експертизи насіння озимої пшениці та інших озимих зернових культур для встановлення ступеня заспорення і зараження зерна збудниками хвороб | Використовують методи: візуальний, центрифугування, біологічний (вологої камери, метод паперових рулонів, живильні середовища). Візуальний метод використовують для виявлення сажкових мішечків і ріжків жита. Виявляють насіння з темним забарвленням, нальоти, нехарактерний для насіння запах. Для проведення аналізу відбирають 10 проб зерна по 20 г кожна. Метод центрифугування використовують для встановлення заспореності насіння спорами твердої сажки | Методом центрифугування визначають середню кількість спор на одну насінину і вірогідне проявлення твердої сажки в посіві. Іншими методами визначають видовий склад патогенів, ураження насіння, %, бал | Візуальний метод дає приблизні результати заспореності й ураженості насіння патогенами. Ураженню озимих зернових культур твердою сажкою сприяють понижені температури ґрунту під час сходів культури. Біологічний метод фітоекспертизи насіння є найбільш точним. Використовують для виявлення внутрішньої інфекції |

Продовження табл. 7.1

| 1   | 2   | 3   | 4  | 5  |
|---|---|---|--|--|
| Серпень II–III д.   | Установлення строків появи та динаміки розвитку септоріозу, борошнистої роси, іржастих хвороб на падалиці й на злакових бур'янах  | В 10 місцях поля оглядають по 10 рослин; визначають кількість уражених за видами хвороб і ступінь ураження за відповідними шкалами  | Строки проявлення хвороб на падалиці, розвиток хвороб, %   | Ураховують якість проведених агротехнічних заходів і сприятливість погодних умов для розвитку хвороб   |
| Вересень III д. – жовтень I, II д. (сходи – кущення озимих) | Визначення ступеня ураження рослин озимих культур хворобами (борошниста роса, септоріоз, іржа, кореневі гнилі). Виявлення осередків хвороб для проведення захисних заходів восени і навесні | Обстежують не менше 10 % площ посівів кожної культури. На полі площею до 100 га по діагоналі у 20 місцях оглядають по 10 рослин. Визначають кількість уражених рослин за видами хвороб і ступінь ураження за відповідними шкалами | Поширеність і розвиток кожної хвороби, %. Характер їх поширення на полях. Площа осередків з високим рівнем розвитку хвороб, га | Більш інтенсивно хвороби проявляються на полях озимих, що посіяні по стерньових попередниках і з низьким рівнем агрофону. Сприяє розвитку хвороб прохолодна погода (ГТК $\geq 0,7$ ) |
|   |   | Кореневі гнилі обліковують шляхом обстеження рослин у 20 пробах (по 100 рослин) відібраних на полі в шаховому порядку. Рослини викопують з двох суміжних рядків і визначають розвиток хвороби за 4-бальною шкалою                 |  | Проявленню корневих гнилей сприяє значний запас інфекції на насінні і рослинних рештках, ослаблення рослин   |

Продовження табл. 7.1

| 1   | 2  | 3  | 4   | 5   |
|---|--|--|---|---|
| Квітень II д. (відновлення вегетації озимих)                | Установлення стану розвитку хвороб озимих зернових культур після зимівлі в осередках (у тому числі снігової плісняви)  | Та сама  | Ті ж  | Тепла зима сприяє збереженню інфекції іржі. Появі снігової плісняви сприяє ранній сніговий покрив і розтягнутий період розтавання снігу   |
| Квітень III д.–травень I д.                                 | Визначення ураження ярих колосових культур кореневими гнилями  | Така, як і на озимих культурах   | Ті ж  | При ГТК 0,7–1,2 підвищується розвиток корневих гнилей   |
| Травень II–III д. (фази в озимих: вихід у трубку–колосіння) | Визначення поширеності і розвитку основних хвороб. Виявлення площ, де розвиток септоріозу, борошнистої роси, іржі перевищує ЕПШ (фаза колосіння: жовта іржа, борошниста роса – 25–30 %, септоріоз – 20–25 %; фаза молочна стиглість зерна: бура іржа – 40 %) | На полях до 100 га беруть 20 проб по 10 рослин, оглядають головні стебла з листками, починаючи зверху. Листя, що засохли більше ніж на $\frac{3}{4}$ , не враховують. Облік бурої іржі проводять за шкалою Пітерсона або Страхова; жовту іржу – за шкалою Дубиніної або Маннерса; борошністу росу – за шкалою Гешеле або Захарова, септоріоз – за шкалою Джеймса або Гешеле. | Поширення і розвиток хвороби, %. Площі, на яких рівень розвитку певної хвороби вищий від ЕПШ і які потребують хімічного захисту | Під час розробляння короткотермінового прогнозу і визначення доцільності хімічного захисту враховують ступінь сприятливості погодних умов та рівень агрофону. Використовують споропастки, номограми, криву К.М. Степанова |

Продовження табл. 7.1

| 1  | 2   | 3   | 4  | 5   |
|--|---|---|--|---|
| Червень I–II д. (фази озимих: цвітіння – молочна стиглість зерна)                        | Установлення поширеності і розвитку основних хвороб листя, а також корневих гнилей, у т. ч. біло- та пустоколосості. Визначення потенціальної шкодочинності хвороб, технічної ефективності проведених захисних заходів і необхідності застосування фунгіцидів у фазу молочної стиглості зерна | Облік хвороб листя проводять за вищенаведеними методиками. Для обліку корневих гнилей у 10 місцях поля викопують рослини з двох суміжних рядків довжиною 0,5 м. Кореневу систему відмивають і за шкалою ВІЗР визначають ступінь ураження. На цих же рослинах визначають проявлення пустоколосості та білостебельності | Поширеність хвороб, інтенсивність ураження, розвиток хвороб, %, бали. Кількість біло- і пустоколосих стебел, %. Втрати урожаю, % | У середньому на кожний відсоток розвитку звичайної кореневої гнилі ярої пшениці втрати урожаю становлять 1,1–1,6 %. На кожний відсоток розвитку септоріозу озимої пшениці середні втрати урожаю становлять 0,49 % |
| Червень III д. – липень I д. (фази: молочно-воскова стиглість – воскова стиглість зерна) | Установлення ступеня ураження зернових колосових і проса сажкою. Проведення обстежень під час апробації насінневих посівів. Визначення найбільшого рівня ураження плямистостями, корневими гнилями, а також виявлення хвороб колоса і зерна перед збиранням урожаю                            | На полях до 200 га відбирають 100 проб по 10–15 стебел підряд в рівновіддалених місцях поля для обліку твердої, летючої та інших видів сажки. На рядових посівах кількість стебел у пробах може бути зменшена у два рази. Ураженість рослин стебловою іржею обліковують під час апробації за шкалою Русакова          | Середньозважені показники ураження рослин сажкою, %. Поширеність і розвиток плямистостей, %. Втрати врожаю від хвороб            | Втрати врожаю зерна розраховують для кожної хвороби окремо за відповідними формулами або довідковими таблицями, шкалами. Розвиток стеблової іржі залежить від наявності поблизу барбарису та гідротермічних умов. |



Закінчення табл. 7.1

| 1  | 2   | 3  | 4   | 5   |
|--|---|--|---|---|
| Липень II–III д. (фази: збирання урожаю – після-збиральний період) | Визначення ураження зерна фузаріозом і чорним зародком для встановлення його придатності до використання на насінні та продовольчі цілі. Уміст вомітоксину не повинен перевищувати 0,5–2 мг на 1 кг зерна | Із партії зерна беруть середню пробу 2 кг, з якої відбирають дві наважки по 50 г. Зернівки візуально аналізують і відбирають уражені зерна. Визначають їх кількість і масу | Кількість ураженого зерном хворобами зерна, %, ц/га. Доцільність використання зерна для посівних або продовольчих цілей | Значному ураженню зерна хворобами сприяє дощова погода під час дозрівання зернових. Особливо небезпечним є перебування рослин у вологому стані у валках або якщо вологість зерна в буртах вища від 18 % |

Таблиця 7.2

## Моніторинг хвороб кукурудз

| Період проведення обстежень     | Мета і місця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація   |
|---------------------------------|--|---|---|--|
| 1                               | 2  | 3   | 4   | 5  |
| Жовтень (на току)               | Обстеження качанів для встановлення ступеня ураження їх хворобами (пеніцилум, аспергілус, фузаріум та ін.) | З кожної партії у 25 місцях відбирають по 20 качанів, обліковують хворі і визначають види хвороб та інтенсивність ураження за шкалою: до 5 хворих зернівок у качані – слабка; до 30 – середня; $\geq 20$ – сильна | Відсоток хворих качанів, у т. ч. за видами хвороб, інтенсивність ураження качанів, бал  | Розвитку хвороб сприяють механічні пошкодження качанів і зерна, вологість зерна вище від 15 %  |
| Травень II–III д. (фаза сходів) | Визначення причин і ступеня загибелі насіння і сходів від хвороби  | На полі до 100 га по двох діагоналях обстежують 20 відрізків рядка довжиною 0,5 м кожний. Проби розкопують, насіння і паростки аналізують, обліковуючи нормальні, хворі і загиблі                                 | Уражені і загиблі паростки і насіння, %. Видовий склад хвороб, їх поширеність, розвиток | Кількість хворих і загиблих паростків та насіння від пліснявіння, фузаріозу збільшується при сівбі у холодний ґрунт не протруєного насіння ( $\leq 12^{\circ}\text{C}$ ) |

*Продовження табл.7.2*

| 1   | 2   | 3  | 4   | 5  |
|---|---|--|---|--|
| Липень  | Визначення ступеня ураження рослин пухирчастою сажкою | Обстеження у 20 місцях поля по п'ять рослин. Установлення ураження рослин пухирчастою сажкою                               | Уражені пухирчастою сажкою рослини, %. Планування необхідних захисних заходів | Розвитку пухирчастої сажки сприяє порушення сівозмін, часта зміна сухих і вологих періодів |
| Серпень II–III д. (молочно-воскова стиглість) | Ураженість рослин пухирчастою і волотевою сажками     | Ураженість рослин сажковими хворобами визначають за 2–3 тижні до збирання врожаю. Обстежують по 10 рослин у 20 місцях поля | Уражені пухирчастою і волотевою сажками рослини, %. Характер прояву хвороб    | ЕПШ пухирчастої сажки – 10 % уражених стебел, 5 % качанів                                  |

Таблиця 7.3

## Моніторинг хвороб бобових культур

| Період проведення обстежень                             | Мета і місця проведення обстежень   | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація   |
|---|---|---|---|--|
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5  |
| Травень (фази: стеблуння люцерни, 3–6 листків у гороху) | Установлення динаміки розвитку хвороб   | Обліки корневих гнилей і фузаріозу проводять у 10 пробах по 10 стебел               | Початок прояву і динаміка розвитку основних хвороб. Поширеність і розвиток хвороб, %; кількість рослин, які загинули, % | В'янення і кореневі гнилі розвиваються при спекотній погоді і нестійкому режимі зволоження, особливо на кислих ґрунтах   |
| Червень (Фази: бутонізація–початок цвітіння)            | Визначення стану популяцій, виявлення шкодочинності хвороб, їх осередків, першого прояву та динаміки розвитку | Обліки хвороб проводять за відповідними методиками з використанням спеціальних шкал | Видовий склад хвороб, їх поширеність і розвиток. Оптимальні строки проведення захисних заходів                          | Обстеження в цей період відіграють вирішальну роль для визначення доцільності проведення хімічного захисту. Бактеріальні гнилі проявляються при підвищених температурах і вологості; плямистості – у прохолодну погоду |

Продовження табл. 7.3

| 1   | 2  | 3   | 4  | 5  |
|---|--|---|--|--|
| Червень II, III д.–липень I д. (фази: утворення і визрівання бобів) | Визначення ступеня ураження рослин хворобами | Ураженість рослин хворобами обліковують у 20 пробах по п'ять рослин за відповідними шкалами | Відсоток уражених хворобами бобів і насіння. Втрати урожаю від хвороб, %, ц/га | Аскохітоз інтенсивно розвивається, якщо опади у червні перевищують норму у 1,5–2,0 раза. Розвитку бурої плямистості сприяє температура 10–15 °С при відносній вологості повітря 60–75 %, борошністої роси – спекотна і суха погода вдень і прохолодна – вночі, іржі – спекотна і дощова погода у першій половині вегетації |

Таблиця 7.4

## Моніторинг хвороб цукрового буряку

| Період проведення обстежень  | Мета і місця проведення обстежень   | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація   |
|--|---|---|---|--|
| 1  | 2   | 3   | 4   | 5  |
| Березень<br>ІІІ д.–квітень<br>І-ІІ д. (до посіву культури)             | Обстеження маточних коренеплодів у кагатах перед висадкою для визначення ураження їх хворобами  | З кожного кагату беруть три проби по 100 коренеплодів з різних шарів і місць. Коренеплоди розділяють на три групи: здорові, сумнівні (з непророслими вічками) та не придатні до посадки (з ураженими хворобами голівкою і нижньою частиною до 1/3, уражені гнилями і ризоктоніозом) | Кількість не придатних та сумнівних до посадки коренеплодів, %. Домінуючі хвороби, %; аналіз причин проявлення хвороб, прогноз ураження хворобами насінників, планування захисних заходів | Під час проведення обліків фіксують час збирання коренеплодів і тривалість періоду їх зберігання в кагатах   |
| Квітень ІІІ д.<br>– травень І д.<br>(до появи сходів – фаза „вилочка”) | Визначення ступеня ураження сходів коренеїдом та необхідності проведення відповідних агрозаходів. Особливу увагу звертають на посіви на слабо удобрених, погано підготовлених до посіву полях | Обстеження посівів буряка не менше одного разу за пентаду. Для обліку коренеїда на кожній третині поля відбирають по 100 рослин у 40–50 рівномірно віддалених місцях. Рослини аналізують у лабораторії після промивки рослин водою на ситі  | Відсоток уражених коренеїдом і загиблих рослин, ступінь ураження, бал, %. Площі, що підлягають пересіву та проведенню заходів захисту, га   | Коренеїд більше уражує сходи на перезволожених ґрунтах, низькому агрофоні, при нестачі живильних речовин, коливаннях температур на 10–15 °С, при випаданні під час сівби більше 20 мм опадів |

Продовження табл. 7.4

| 1  | 2  | 3   | 4  | 5  |
|--|--|---|--|--|
| Травень II–III д. (1–2 пари справжніх листків)             | <p>Визначення розвитку і післядії коренеїда, його шкодочинності і технічної ефективності проведених захисних заходів та необхідності проведення додаткових агротехнічних заходів</p> <p>Виявлення першого проявлення пероноспорозу та інших специфічних хвороб (несхожість, усихання тощо) на насінниках</p> | <p>Післядію коренеїда визначають після проріджування посіву до змикання рядків у 10 пробах довжиною по 10 м кожна, взятих по діагоналі поля шляхом визначення відсотка рослин з перетяжкою і загиблих.</p> <p>Відбирають 20 проб по 25 рослин по діагоналі. Визначають кількість рослин та ступінь усихання за спеціальною шкалою, аналізують причини їх виникнення. Обліки починають на насінниках</p> | <p>Ступінь ураження рослин коренеїдом, кількість загиблих від нього рослин, %</p> <p>Кількість уражених, несхожих насінників, %; середній бал ураження, план проведення додаткових заходів захисту рослин.</p> | <p>Розвитку пероноспорозу сприяє помірно тепла (16-20 °С) волога погода. Причини несхожості насінників – неправильна висадка коренеплодів, посуха та ін.</p> |
| Червень I–III д. (3 пари листків–змикання рослин у рядках) | <p>Установлення строків початку проявлення та динаміки розвитку пероноспорозу та інших хвороб і визначення необхідності і строків застосування пестицидів на насінниках і посівах фабричних буряків</p>  | <p>Обліки починають проводити при прояві перших симптомів хвороб і продовжують щодаки. По діагоналі поля обстежують 250 рослин 1-го року життя чи 125 рослин на-</p>  | <p>Дата прояву хвороб, поширеність і ступінь ураження, %</p>   | <p>Розвитку церкоспорозу сприяє тепла, волога погода (температура 22 °С, вологість &gt;65 %. Епіфітотії хвороби передують коливання тем-</p>                 |

|   |   | сінників  |   | ператури і посуха<br><i>Продовження табл. 7.4</i>   |
|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   | Епіфітотія борошністої роси розвивається при ураженості рослин у минулому році >1 бала, якщо в червні–липні кількість опадів менша від норми і вони випадають не частіше одного разу за декаду, температура вдень $\geq 25^{\circ}\text{C}$ |
| Липень–вересень (змикання рядків – ріст коренеплодів) | Визначення розвитку пероноспорозу, церкоспорозу, борошністої роси, фомозу, іржі, вірусних хвороб і розробка короткострокового прогнозу їх розвитку та визначення необхідності проведення захисних заходів | Облік хвороб виконують один раз на декаду або два рази на місяць. Церкоспороз та інші плямистості обліковують на стаціонарних ділянках (п'ять проб по 50 рослин в одному рядку по діагоналі поля). Інтенсивність розвитку хвороб визначають за спеціальними шкалами. Пероноспороз обліковують у 10 пробах по 50 рослин (на насінниках | Строки початку і динаміка розвитку хвороб. Площі, на яких необхідно провести застосування фунгіцидів, га. Терміни і ступінь проявлення вірусних хвороб, кількість уражених рослин, %; середній бал ураження | Оптимальні умови для розвитку церкоспорозу: температура повітря вдень 20–22 $^{\circ}\text{C}$ , вночі >15 $^{\circ}\text{C}$ , опади – >20 мм, вологість повітря – >65 %   |



|  |  | по 25) на трьох ярусах  |  |  |
|--|--|---|--|--|
| <i>Закінчення табл. 7.4</i>                          |  |   |  |  |
| 1  | 2  | 3   | 4  | 5  |
|  | Виявлення бурякової цистоутворювальної нематоди  | <p>листоків – верхньому, середньому, нижньому.</p> <p>Облік вірусних хвороб проводять за шкалою: 1 бал – уражено до 25 % листків верхнього ярусу; 2 – 50 %; 3 – 75 %; 4 – уражені всі листки верхнього ярусу і частина листків середнього.</p> <p>Огляд коренеплодів у 20 пробах по 10 рослин під ряд у рядку</p> | Кількість заражених буряковою цистоутворювальною нематодою рослин, %   |  |
| Вересень – жовтень (перед і під час збирання врожаю) | Обстеження коренеплодів на ураженість їх хворобами (фузаріоз, ризоктоніоз, бура гниль, хвостова гниль, бактеріоз та ін.) | <p>Основний облік хвороб проводять під час збирання врожаю коренеплодів. Обстежують по 20 коренеплодів у 20 місцях.</p> <p>Ступінь ураження визначають за шкалою: 1 бал – гниль охоплює до 15 % коренеплоду; 2 – 15–30 %; 3 – 31–50 %; 4 – бі-</p>  | Виявлення домінуючих хвороб і аналіз причин їх виникнення. Видовий склад хвороб і ступінь ураження ними коренеплодів, %, бал, площа під осередками, га | Проявленню фузаріозу, сухого склероціозу і бактеріозу сприяють нестача вологи в ґрунті, прив'ядання коренеплодів; розвитку ризоктоніозу, бурі і хвостової гнилі, парші – перезволоження й ущільнення |

льше 50 %

грунту

Таблиця 7.5

### Моніторинг хвороб картоплі

| Період проведення обстежень  | Мета і місця проведення обстежень   | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація   |
|--|---|---|---|--|
| 1  | 2   | 3   | 4   | 5  |
| Вересень II-III дек.<br>(під час та після збирання врожаю, перед закладкою та на початку періоду зберігання бульб) | Визначення ураженості бульб фітофторозом, гнилями, чорною ніжкою, нематодами проводять через 1-2 міс. після збирання врожаю | Виявлення раку картоплі проводять за спеціальною методикою. Аналіз бульб проводять згідно з ГОСТ 11856-66   | Наявність раку картоплі, заражена площа, га. Видовий склад хвороб бульб, поширення та розвиток хвороб, бал, %                             | Ступінь ураження бульб хворобами залежить від якості насінневих бульб, попередника, ґрунтових умов та гідротермічного режиму |
| Квітень I-II дек.<br>(за 30-40 днів до посадки)  | Ураженість насінневих бульб хворобами, нематодами   |   | Відсоток і ступінь ураження бульб хворобами   |  |
| Травень II-III дек.<br>(сходи висотою 15-25 см)  | Облік ризоктоніозу, чорної ніжки, вірусних та інших хвороб на насінневих ділянках для проведення очищення                   | Облік хвороб проводять за методикою апробації – по діагоналі відбирають на полях до 15 га 15-25 проб по п'ять кущів. На кожні наступні 4 га додають дві проби | Відсоток уражених кущів по кожній хворобі окремо. Доцільність очищення насінників від уражених вірусом рослин, виявлення осередків хвороб | Проявленню хвороб сприяє волога погода – ГТК більше 1,5  |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

Продовження табл. 7.5

| 1  | 2   | 3  | 4  | 5   |
|--|---|--|--|---|
| Червень III дек. – липень I-III дек. (утворення та ріст бульб)                     | Контроль гідротермічного режиму для прогнозу епіфітотій фітофторозу. Обліки хвороб для визначення ступеня їх розвитку | Облік хвороб за спеціальними шкалами. На площі до 50 га оглядають 20 проб по п'ять рослин. На кожні наступні 10 га додають дві проби | Строки обприскування рослин фунгіцидами проти фітофторозу та інших хвороб. Визначення доцільності проведення очищення від хворих рослин насінневих ділянок.<br>Відсоток уражених рослин чи їх органів, розвиток хвороб на певну дату | Тривалість інкубаційних періодів визначають за показниками температур за номограмою Н.А. Наумової. Розвиток фітофторозу проходить за наявності роси або вологості повітря 95 % і більше. При ГТК 1-1,5 – помірний розвиток, 1,5-2,0 – епіфітотійний |
| Серпень I-III дек. (початок відмирання нижніх листків, формування перидерми бульб) | Визначення ураженості хворобами – плямистості, біла та чорна ніжка, гнилі, вірусні хвороби                            | Такі ж   | Відсоток і ступінь ураження рослин хворобами за 2-3 тижні до збирання врожаю або перед скошуванням бадилля   | Значні опади сприяють зараженню бульб фітофторозом, суттєво збільшується розвиток гнилей, чорної і порошистої парші (ГТК більше 2)  |

Таблиця 7.6

## Моніторинг хвороб овочевих культур

| Період проведення обстежень   | Мета і місця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація  |
|---|--|---|---|---|
| 1   | 2  | 3   | 4   | 5   |
| Квітень II-III дек. (через 20-25 днів після сівби та за 2-3 дні до вибірки розсади) | Обстеження парників і теплиць на виявлення чорної ніжки, кили та пероноспорозу капусти   | У 20 місцях теплиці або в кожному парнику обліковують по п'ять рослин. Для обліку чорної ніжки рослини викопують  | Відсоток уражених хворобами і загиблих рослин, ступінь ураження, бал або %. При обліку чорної ніжки визначають тільки поширеність хвороби | Проявлення основних хвороб і їх шкодочинність більш високі при перезволоженні і понижених температурах; фузаріозне в'янення – при спекотній погоді і дефіциті вологи в ґрунті |
| Червень (ріст коренеплодів – до утворення плодів)                                   | Моніторинг основних хвороб. Виявлення пероноспорозу цибулі починають через 3-4 тижні після висадки насінників, фітофторозу помідорів – після його проявлення на картоплі | Облік гнилей (сходова форма і надалі), в'янення, плямистостей і нальотів проводять щодавно за спеціальними шкалами. На полях до 50 га у 20 місцях обстежують 100 рослин | Строки проявлення хвороб і проведення обприскувань фунгіцидами.<br>Відсоток уражених хворобами і загиблих рослин, розвиток хвороб, %, бал | При ГТК до 1,0 – слабкий розвиток фітофторозу, 1-2 – помірний, >2 – епіфітотійний, ТВП >35,0-50,0 сприяє розвитку альтернаріозу, септоріозу                                   |

Продовження табл. 7.6

| 1  | 2  | 3  | 44   | 5   |
|--|--|--|--|---|
| Липень (формування – початок збору плодів помідорів, коренеплодів)             | Визначення строків проявлення і динаміки розвитку основних хвороб, короткостроковий прогноз проявлення і шкодочинності хвороб. Визначення оптимальних строків обробок рослин фунгіцидами | Облік фітофторозу починають, коли 10 % рослин мають плоди зеленої стиглості або з моменту зімкнення бадилля на ранніх сортах. Уважно оглядають нижні листки. Для прогнозування розвитку фітофторозу застосовують методи ВІЗР, змінної середньої. Розвиток пероноспорозу огірка починається при сумі ефективних температур 570 ° (поріг +10 °С) | Строки проявлення і прогноз розвитку основних хвороб, наявність осередків хвороб. Оптимальні строки, норми, кратність і асортимент фунгіцидів для хімічного захисту          | Зараження фітофторозом відбувається, якщо протягом двох діб середньодобова температура повітря 12-22 °С, мінімальна – $\geq 10$ °С, максимальна – $\leq 26$ °С, вологість повітря – $\geq 60$ %. Для проявлення пероноспорозу огірка необхідна роса до 8-9 год ранку при температурі $\leq 15$ °С |
| Серпень-вересень (закінчення формування і визрівання плодів – збирання врожаю) | Визначення ураженості хворобами генеративних органів. Прогноз шкодочинності, визначення заходів для збереження врожаю  | Гнилі коренеплодів моркви, столових буряків, цибулі обліковують за 5-10 днів до збирання врожаю. Відбирають проби по 10 рослин по діагоналі поля у 20 місцях. Гнилі плодів помідорів, баштанних культур обліковують перед збиранням урожаю у пробах по п'ять кущів у 20 місцях. На баштанних культурах оглядають по п'ять плодів у 20 місцях   | Поширення і ступінь ураження рослин основними хворобами, %, бал. Рівень втрат на період збирання врожаю та прогноз втрат і заходи для їх зменшення під час зберігання врожаю | Вірусні хвороби досягають максимального розвитку у другій половині вегетації. Для обліку оглядають по 10 рослин у 20 місцях, визначають тільки відсоток уражених. Фітофтороз помідорів, антракноз баштанних культур, гнилі плодів можуть розвиватися під час зберігання                           |

Таблиця 7.7

## Моніторинг хвороб плодових культур

| Період проведення обстежень                                 | Мета і місця проведення обстежень   | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація  |
|---|---|---|---|---|
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
| Жовтень I-II дек. (після листопаду)                         | Визначення ступеня ураженості саджанців кореневим раком, пагонів яблуні борошнистою росою                     | Кореневий рак обліковують у розсадниках, де по діагоналі викопують у 10 місцях по 20 саджанців, борошністу росу – обстеженням 25 однорічних пагонів з чотирьох боків дерева   | Відсоток уражених саджанців, пагонів, запас інфекції борошнистої роси                                     | При температурі нижче -20 °С міцелій борошнистої роси гине, при -25-27°C вимерзають уражені пагони. ЕПШ – 3–5 % уражених однорічних пагонів |
| Березень III дек. – квітень I дек. (до розпускання бруньок) | Аналіз ураженого паршею листя для визначення строків дозрівання аскоспор і зараження листя яблуні аскоспорами | Аналіз починають до періоду набухання бруньок. У різних місцях саду беруть по 10 листків з псевдотеціями, які по 5-10 шт. з кожного листка аналізують щоденно під мікроскопом до виявлення зрілих аскоспор. Одночасно фіксують фенофази яблуні та періоди випадання дощів | Дата можливого зараження й обприскування проти парші яблуні. Кратність обприскувань, оптимальні фунгіциди |   |

Продовження табл. 7.7

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5   |
|--|--|--|--|---|
| Квітень II-III дек. (розпускання бруньок – зелений конус – початок цвітіння) | Розробка короткострокового прогнозу парші яблуні, червоної плямистості сливи, облік ураженості суцвіть яблуні борошністою росю                           | Аналіз псевдотеціїв на динаміку визрівання аскоспор. Методика така ж. Для обліку ураженості борошністою росю суцвіть з чотирьох боків дерева оглядають 100 суцвіть | Оптимальний строк застосування фунгіцидів проти первинного зараження аскоспорами парші, червоної плямистості | Якщо проводиться обприскування 3 % бордоською рідиною, цей прогноз недоцільний, а фунгіциди застосовують після цвітіння. Розвиток червоної плямистості збільшується при підвищеній вологозабезпеченості у квітні-травні |
| Травень I-III дек. (цвітіння – опадання 3 % пелюсток, замикання чашечки)     | Визначення строків проявлення і ступеня ураженості листя борошністою росю, паршею, курчавості листя персика, моніліального опіку суцвіть та інших хвороб |  | Динаміка ураження листя хворобами. Площі, що підлягають хімічному захисту, вибір оптимальних пестицидів      | .   |
| Червень – липень (літній період – опадання зав'язі, утворення                | Визначення ураженості багаторічних органів хронічними хворобами (чорний рак, клястероспоріоз) та динаміки їх розвитку                                    | Плямистості обліковують на гілках модельного дерева, взятих з чотирьох сторін, на яких аналізують по 25 листків за 6-бальною                                       | Біологічна ефективність проведених заходів. Необхідність і оптимальні строки                                 |   |

Продовження табл. 7.7

| 1  | 2  | 3  | 4                                     | 5 |
|--|--|--|---------------------------------------|---|
| черешкової ямки, ріст і визрівання плодів, збір урожаю кісточкових культур, ранньостиглих сортів яблуні і груші) | сезонних хвороб на листях і плодах (3-6 обліків). Обстеженням підлягають не менше 10 % площі садів | шкалою. Ураження плодів паршею, плодовою гниллю, чорним раком визначають під час збору врожаю на п'яти деревах по 100 плодів | проведення захисних заходів           |   |
| Серпень – вересень (визрівання плодів і збір урожаю пізньостиглих сортів яблуні, груші)                          | Визначення ураженості плодів осінніх і зимових сортів паршею, гнилями                              | Методики такі ж  | Відсоток та ступінь ураженості плодів |   |



Таблиця 7.8

## Моніторинг хвороб виноградної лози

| Період проведення обстежень  | Мета і місця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень   | Результати обстежень  | Додаткова інформація  |
|--|--|---|---|---|
| 1  | 2  | 3   | 4   | 5   |
| Травень-червень (3-5 листків, бутонізація, розпушення суцвіть, цвітіння, ріст листя і пагонів) | Встановлення строків проявлення і динаміки розвитку мілдью, оїдіуму та інших хвороб.<br>Короткостроковий прогноз основних хвороб | Частота обліку хвороб залежить від інтенсивності їх розвитку, мінімально 1-2 рази на місяць на площі до 50 га оглядають 10 кущів, на кожні наступні 10 га додатково ще два. На обліковому кущі беруть один основний пагін, на якому обліковують усе листя. Тут же враховують ураження грон з усього куща за 5-бальною шкалою. Розрахунок кількості генерацій мілдью проводять за сумою ефективних температура або за методом А.Л. Шатського | Дата проявлення, строки обприскування та підбір фунгіцидів проти мілдью та інших хвороб | Виявлення мілдью починають з фази 2-3 листків при температурі не нижче 11 °С на ґрунті після тривалого зволоження листя |

Продовження табл. 7.8

| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
|---|---|---|---|---|
| Липень-серпень (утворення зелених ягід, ріст і визрівання ягід) | Визначення динаміки розвитку хвороб на листках, гронах.<br>Короткостроковий прогноз розвитку хвороб | Прогноз тривалості генерацій оїдіуму виконують за допомогою кривої А.Я. Сейдаметова | Такі ж, а також ступінь ураження листя та грон мілдью, оїдіумом та іншими хворобами.<br>Кількість генерацій хвороб, оптимальні строки застосування фунгіцидів.<br>Розповсюдження мілдью на листках: до 30 % – депресія, 31-60 % – помірний розвиток, більше 60 % – епіфітотія | Оїдіум проявляється, коли сума середніх добових температур після фази набухання бруньок становить 237°. Для Півдня України проявлення мілдью до 1.06 – раннє, з 1.06 до 15.06. – середнє, після 15.06 – пізнє. Розвитку мілдью сприяє тепла волога погода, роса, особливо в червні, липні (ГТК більше 1,5); оїдіуму – температура 21-26 °С, вологість повітря 50-80 %; антракнозу – прохолодна суха погода восени попереднього року |

Таблиця 7.9

## Моніторинг хвороб ягідних культур

| Період проведення обстежень   | Мета і місяця проведення обстежень  | Методи і методики обстежень                                 | Результати обстежень   | Додаткова інформація   |
|---|---|---|--|--|
| 1   | 2   | 3   | 4  | 5  |
| <i>Моніторинг хвороб суниці</i>   |   |   |  |  |
| Квітень – травень I дек. (період відростання листків)   | Аналіз ураженого старого листя для виявлення періоду утворення спороншення збудників основних хвороб  | Мікроскопічний аналіз уражених решток                       | Сигналізація проведення хімічного захисту                                  |  |
| Травень II-III дек. – червень I дек. (період висування і відокремлення бутонів, цвітіння – визрівання ягід) | Облік пошкоджених довгоносіком-квіткоїдом бутонів та листя, пошкодженості листків пильщиками, листоїдами та ін. Облік і аналіз коконів пильщика. Виявлення строків та інтенсивність проявлення плямистостей | Облік хвороб на листках-проводять у 20 пробах по 10 листків | Прогноз розвитку і заходи проти виявлених хвороб на післязбиральний період | Враховують дію факторів агротехніки (сорт, густина рослин, внесення добрив тощо), а також вплив погодних умов на розвиток хвороб |

Продовження табл. 7.9

|   |   |  |   |   |
|---|---|--|---|---|
| Червень II-III дек. – липень (збирання врожаю – післязбиральний період, висадка рослин на нових ділянках) | Аналіз садивного матеріалу. Облік ураженості рослин хворобами                                 | Огляд і аналіз 50-100 рослин на полі. Відбір середньої проби листків 50-100 шт. і їх аналіз під мікроскопом. Виявлення і облік зав'язалих і засихаючих кущів, аналіз причин пошкодження шляхом проведення розкопок під такими рослинами. Обліки ураження рослин хворобами за спеціальними шкалами. | Відсоток заселених кліщами, уражених гнилями ягід, розвиток плямистостей, %. Вибраковка садивного матеріалу         | Розвитку хвороб сприяє вологозабезпеченість – ГТК 1,5 і більше  |
| <b>Моніторинг хвороб малини</b>   |   |  |   |   |
| Травень III дек. – червень I дек. (цвітіння)  | Огляд рослин для виявлення пагонів ураження хворобами   | Огляд 50 стебел (по п'ять у 10 місцях) з підрахунком загальної кількості й уражених бутонів, квіток і листя  | Строки і ступінь проявлення хвороб  | При ГТК $\geq 1,5$ плямистості можуть мати суттєвий розвиток  |
| Червень II-III дек. – липень (визрівання ягід, збір урожаю, післязбиральний період)                       | Облік ураженості ягід сірою та іншими гнилями. Визначення ступеня ураженості іншими хворобами | Облік плямистостей виконують у 20 пробах по 10 рослин  | Ураженість хворобами ягід, стебел, ступінь ураження листя, %. Планування захисних заходів на післязбиральний період | Обліки доцільно проводити під час збирання урожаю. Гнилі мають суттєвий розвиток при ГТК $\leq 1,0$ і вологості повітря $\geq 70\%$ |

| <b>Моніторинг хвороб смородини й агрусу</b>   |   |  |  |   |
|---|---|--|--|---|
| Квітень II-III дек. – травень I-II дек. (розпускання бруньок, висування суцвіть, відокремлення бутонів, цвітіння)         | Маршрутні обстеження один раз за декаду для визначення розвитку хвороб. Установлення строків і ступеня проявлення борошнистої роси, плямистостей, іржі, вірусних хвороб | На 10 кущах у різних місцях ягідника оглядають по 100 листків та пагони. Використовують спеціальні шкали для обліку хвороб | Поширеність хвороб на ділянках, %; наявність осередків. Площа, яка підлягає хімічному захисту, га. Оптимальні строки обприскувань, підбір кращих препаратів відповідно до видового складу та ступеня розвитку хвороб, строків очікування |   |
| Травень III дек. – червень-липень (після цвітіння, утворення і визрівання ягід, збір урожаю ягід, післязбиральний період) | Облік розвитку основних хвороб. Обстеження садивного матеріалу  | Облік хвороб проводять у пробах по п'ять рослин у 20 місцях за 6-бальною або іншими спеціальними шкалами                   | Необхідність проведення спеціальних заходів у післязбиральний період. Розробка довгострокового прогнозу, планування заходів на наступний рік   | Поширеність, розвиток і ступінь ураження смородини й агрусу хворобами визначають за методиками, що прийняті для плодкових культур |

## СЛОВНИК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ

**Абіотичні фактори** – сукупність умов зовнішнього неорганічного середовища (неживої природи), що впливають на живі організми, у т.ч. на рослини та їх хвороби (тепло, вода, повітря, сонячне світло, нестача елементів живлення та ін.).

**Агресивність фітопатогена** – здатність мікроорганізму до розмноження і розвитку в рослинах-господарях, долаючи стійкість рослин до паразита. А. ф. характеризує легкість проникнення і поширення фітопатогена в тканинах рослин, що проявляється в різній швидкості росту міцелію, інтенсивності споруляції, тривалості циклу розвитку і стійкості до екстремальних умов. Змінюється залежно від особливостей виду, раси, біотипу збудника та умов довкілля.

**Агробіоценоз (агроценоз)** – штучно створене людиною угруповання організмів (рослин і тварин) з метою одержання сільськогосподарської продукції, що підтримується регулярним застосуванням агротехнічних та інших заходів технології вирощування певного виду культурної рослини. А. характеризується нездатністю до тривалого самостійного існування, меншою кількістю живих організмів.

**Агротехнічна інформація для прогнозу хвороб рослин** – дані про особливості проведення агротехнічних робіт у конкретних умовах господарства або зони, які спрямовані на збільшення продуктивності с.-г. культур і мають суттєвий вплив на прояв і шкідливість хвороб (сорти і гібриди, місце в сівоzmіні, строки проходження та тривалість фенофаз рослин, стан посівів, накопичення біомаси, розвиток бур'янів, стан насінневого матеріалу, урожайність і якість продукції).

**Агротехнічні заходи захисту рослин** – застосування рекомендованих, оптимізованих щодо фітосанітарного стану заходів, які зменшують прояв хвороб. Використання сівоzmіни, способів і строків сівби, глибини загортання насіння тощо з метою знищення інфекційного початку і стримування розвитку хвороб.

**Адаптація патогенів** – пристосування хвороботворних організмів, їх популяцій до умов існування, ураження рослин.

При цьому спостерігається прояв нових форм, рас, біотипів патогенів.

**Аерогенні хвороби** – хвороби рослин, збудники яких поширюються повітрям.

**Активність сонячна** – сукупність циклічних та інших змін, які відбуваються на сонці і супроводжуються виникненням сонячних плям, навколо яких утворюються сонячні бурі з викидами великої кількості енергії і заряджених часток, які досягають Землі. А. с. істотно впливає на клімат і біосферні процеси та обумовлює зміни чисельності шкідників і розвитку хвороб рослин.

**Аналіз мікологічний** – визначення видового складу на певному об'єкті досліджень, у діагностиці хвороб. Застосовують макроскопічний і мікроскопічний методи.

**Антропічні (антропогенні) фактори** – внесені в природу людською діяльністю зміни, що впливають на органічний світ. Непрямий вплив здійснюється через зміни стану атмосфери, водойм, ґрунтів та ін. Прямий вплив – безпосередньо на живі організми, яким створюються сприятливі або несприятливі умови (завоз із насінням і садивним матеріалом збудників хвороб, створення агроценозів, концентрація і спеціалізація господарств, порушення рекомендованих технологій вирощування с.-г. культур та ін).

**Ареал виду** – територія (простір) розповсюдження виду тварин, рослин, мікроорганізмів.

**Ареал шкідливості** – частина ареалу, де розвиток виду (хвороби) супроводжується втратами врожаю с.-г. рослин або погіршенням його якості.

**АСУЗР** – автоматизована система управління захистом рослин.

**Багаторічний (стратегічний) прогноз хвороби рослин** – передбачення прояву хвороби, її середнього економічного значення не менше як за два роки чи на 5–10-річний період на основі суттєвих змін у технологіях вирощування с.-г. культур, концентрації і спеціалізації господарств, сортах і гібридах тощо.

**Бал** – умовне, здебільшого цифрове (0, 1, 2, 3, 4, 5) позначення інтенсивності або ступеня ураження рослин хворобою чи їх реакції на зараження патогеном. Використовується в шкалах для

обліку ураженості посівів і насаджень с.-г. культур та оцінки стійкості сортів, селекційного матеріалу до хвороб.

**Бальна шкала** – шкала для візуальної оцінки ураження рослин або інших впливів хвороби, яка дозволяє виділяти та обліковувати рослини залежно від ступеня прояву хвороби.

**Біологічний препарат для захисту рослин (біопрепарат)** – препарат, у якому діючою (активною) речовиною (компонентом) є мікроорганізм або продукт його діяльності (триходермін, фітодоктор та ін.).

**Біологічна раса** – група організмів одного виду чи підвиду, яким властиві спільні ознаки; спеціалізація облігатних паразитів, що не обмежується тільки пристосованістю до певного роду чи виду рослин-живителів, а може бути більш вузькою.

**Біологічні форми** – раси чи біотиби, що морфологічно не відрізняються, але вузько спеціалізовані до певних сортів рослин-живителів, кожна з яких має свої культуральні, фізіологічні, біохімічні, патогенні та інші властивості. Найкраще такі форми вивчені у збудників хвороб зернових культур (іржастих, борошнистороссяних та ін.).

**Біологічні цикли** – ритмічні повторення біологічних явищ в угрупованнях організмів (популяціях, біоценозах).

**Біометеорологічний прогноз хвороб рослин** – короткостроковий прогноз хвороби, оснований на визначенні строків зараження та прихованих періодів розвитку хвороб залежно від поточних факторів погоди.

**Біометрія** – наука про статистичний аналіз групових біологічних явищ.

**Біотип** – сукупність особин, що мають однаковий генотип, схожий за всіма ознаками з тими, що входять до складу місцевої популяції.

**Біотип патогенів** – дрібні спеціалізовані форми збудників хвороб рослин, які підпорядковані расам і різняться між собою реакціями, що проявляються при ураженні різних рослин-живителів.

**Біотичні (біогенні) фактори** – різноманітні фактори біологічного походження (рослини та їх рештки, продукція рослинництва, комахи, мікроорганізми, продукти життєдіяльності рослин,



людина), які впливають на розвиток хвороб через зміни умов існування популяцій патогенів в агроценозах.

**Біотоп** – частина земної поверхні, яка має однакові абіотичні умови (клімат, рельєф та ін.), що визначають видовий склад організмів і особливості їх існування.

**Біоценоз** – історично сформована і здатна до саморегуляції сукупність рослин, тварин та мікроорганізмів, які живуть на одній території, взаємопов'язані різними формами взаємовідносин, що забезпечує кругообіг речовин у природі.

**Боротьба з хворобами рослин** – застосування спеціальних заходів та засобів для знищення інфекційного початку, обмеження прояву та розвитку хвороби, які спрямовані на покращення продуктивності та якості урожаю.

**Бур'яни** – 1) небажана рослинність у с.-г. угіддях, посівах, насадженнях культурних рослин, яка конкурує з ними за світло, воду, поживні речовини, а також може бути додатковим джерелом інфекції, де зберігаються і розвиваються хвороби с.-г. культур; 2) види диких або напівдиких рослин, що поза волею людини ростуть у штучних фітоценозах і спричиняють зменшення родючості ґрунту, урожайності вирощуваних культур, якості продукції та погіршення естетичного вигляду фітоценозу.

**Вегетаційний метод досліджень** – метод дослідження рослин, при якому вони вирощуються у спеціальних судинах, розміщених у вегетаційних будиночках, теплицях тощо.

**Вегетаційний період** – період року, протягом якого за метеорологічними та іншими зовнішніми умовами можливі рост і розвиток рослин.

**Взаємодія факторів** – ефект, який приводить до зміщення оптимальної зони і межі витривалості організмів, у т.ч. фітопатогенів, стосовно до якогось фактора середовища, залежно від того, з якою силою і в якому поєднанні діють одночасно інші фактори.

**Вибіркова проба для обліку хвороб рослин** – деяка кількість облікових одиниць (рослин або окремих їх органів), що відбирають для обстеження у генеральній сукупності (поле, насадження), щоб на основі результатів вибіркового обстеження зробити висновки про стан генеральної сукупності.

**Вид** – сукупність близькоспоріднених організмів, що характеризуються певними, тільки їм властивими морфофізіологічними та еколого-географічними особливостями.

**Вид шкідливий** – відносне поняття, мається на увазі нанесення видом господарських збитків на певній території. Характер збитків залежить від чисельності виду шкідника або поширення та розвитку хвороби.

**Виживаність** – вірогідність і ступінь збереження організмів у часі (від покоління до нового покоління) здатних брати участь у розмноженні. В. визначають у відсотках звичайно після дії умов зовнішнього середовища.

**Виживання (життєздатність)** – кількість особин у відсотках, що збереглися в популяції за певний проміжок часу, стадію розвитку, вік, сезон.

**Витривалість, або толерантність (терпимість, здатність витримати, втерпіти)** – здатність рослин або сорту при відносно низькій ураженості хворобами не зменшувати врожайності. Вона може змінюватися залежно від агрофону та інших умов.

**ВІЗР** – Всеросійський інститут захисту рослин, раніше – Всесоюзний інститут захисту рослин.

**Вікова стійкість рослин** – стійкість до хвороб, яка проявляється у певному віці чи фазі розвитку рослини.

**Вікова структура популяцій** – форма адаптації живих організмів до умов середовища. Вона формується на основі біологічних властивостей виду, але завжди відображає характер опору організму. Неоднорідність В.С.П. суттєво підвищує шанси того, що при великому відхиленні умов існування від норми в популяції збережеться якась частина особин, здатних вижити і продовжити існування виду.

**Вірогідність (виправданість) прогнозів** – кількісний збіг прогнозованих і реально виявлених показників розвитку хвороб, виражений у відсотках.

**Вірози рослин** – хвороби рослин, збудниками яких є фітопатогенні віруси.

**Вірулентність** – сукупність властивостей патогена, які забезпечують йому переборювання захисних перепон живого організму. Це якісна міра патогенності, що викликає ступінь фітопатогенності збудника до певної рослини.

**«Ворота інфекції»** – місце проникнення збудника хвороби.

**Вторинна інфекція** – перенесення пропагул патогена (інфекційних зародків) з хворих рослин на здорові навесні та протягом вегетаційного періоду при активному розвитку патологічного процесу за сприятливих умов, що забезпечує поширення хвороб від первинних джерел інфекції та проходження нових генерацій.

**Втрати урожаю від хвороб** або зменшення продуктивності рослин, уражених хворобою, можуть бути прямі (безпосередні) і непрямі (посередні).

*Прямі втрати* – це різниця між урожаем здорових і уражених хворобою рослин. Розрізняють видимі прямі втрати – ураження та руйнування генеративних органів, загибель рослин (сажка, гнилі) і невидимі втрати – візуально непомітні наслідки ураження рослин хворобою, коли врожай втрачається частково, залежно від ступеня ураження.

*Непрямі втрати* виникають унаслідок пригнічення рослин, відставання в розвитку, коли рослини зовні здорові, але певна частина врожаю втрачається, вартість продукції зменшується.

**В'янення (вілт)** – спільний тип ураження рослин, який може обумовлюватися різними факторами: абіотичними (нестача вологи), біотичними – найчастіше грибними хворобами, які спричиняють переважно гриби родів фузаріум і вертициліум. В. виникає внаслідок трахеомікозу – закупорювання судин провідної системи рослин.

**Генерація патогена** – повний цикл розвитку збудника хвороби від проникнення його в організм рослини до формування нового організму патогена, який здатний розвивати нову генерацію.

**Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)** – показник гідротермічного режиму території, запропонований Г.Т. Селяниновим. ГТК визначають за теплий період року (вище 10 °С) співвідношенням суми опадів за період аналізу, збільшений у 10 разів, до суми середньодобових температур за цей же період.

**«Голландські прикмети погоди»** – методика короткострокового прогнозу фітофторозу картоплі, за якою перше зараження рослин виникає через 15 днів після того як протягом доби температура повітря, при якій утворюється роса, тримається не менше 4 год, а мінімальна температура повітря не нижче 10 °С та

наступної доби пройде дощ не менше 0,1 мм, а хмарність буде не менше 8 балів.

**Гомеостаз** – стан внутрішньої динамічної рівноваги природної системи, що підтримується регулярним відновленням основних її структур. Це здатність організму, популяції або системи організмів підтримувати стійку динамічну рівновагу в умовах середовища, які змінюються.

**Депресія** – стан пригнічення, у якому перебуває популяція у несприятливій періоди життя, які супроводжуються скороченням її чисельності.

**Джерело інфекції** – місце резервації інфекційних зародків (пропагул) патогенів.

*Первинне д. і.* – місце перезимівлі патогена, звідки потім здійснюється первинне ураження рослин

*Вторинне д. і.* – інфекційні зародки, що утворюються на вегетуючих рослинах, якими хвороба поширюється на здорові рослини.

**Діагностика хвороб рослин** – методи дослідження рослин з метою визначення хвороб за сукупністю ознак ураження (огляд рослин, мікроскопування, метод чистих культур, біологічний аналіз тощо).

**Дистанційні методи діагностики хвороб рослин** – виявлення та облік шкідливих організмів на відстані за допомогою літальних апаратів (літаки, гелікоптери, дельтаплани тощо) за спеціальними методиками.

**Довгостроковий прогноз розвитку хвороб рослин** – завчасне передбачення розвитку хвороби в наступному вегетаційному періоді (році) не менш як за 2 міс.

**Еколого-економічний поріг (ЕЕП)** – така кількість шкідливого організму (поширеність, розвиток хвороби), при якій витрати на захист рослин будуть мати триразову окупність.

**Економічний індекс шкідливості** – відношення фактично виявленої кількості шкідливого організму до його економічного порогу шкідливості.

**Економічний поріг шкідливості хвороб рослин** – 1) щільність популяції шкідливого організму, за якої економічно доцільне проведення заходів захисту рослин; 2) ступінь ураження рослин патогеном, при якому втрати врожаю досягають такого рі-

вня (3–15 %), коли стає необхідним застосування засобів захисту рослин, а їх використання не знижує рентабельності вирощування продукції в конкретних умовах господарства.

**Екстраполяція даних** – поширення даних чи інформації, яка отримана під час обстежень і обліків на невеликих площах, на інші необстежені поля чи угіддя цієї зони, що розміщені в однотипних умовах з місцем, де виконані обліки. Це вимушена дія, яка дозволяє скоротити витрати на моніторинг; можлива за однакових умов територій, на які екстраполюють дані.

**Енфітотія** – масове захворювання рослин, яке проявляється на одній і тій же території впродовж ряду років і має незначні коливання.

**Епіфітотичний спалах** – етап патологічного процесу, на якому за короткий час на невеликій території (група полів, господарство, район) відбулося суттєве збільшення ураження рослин.

**Епіфітотійний процес** – об'єктивне біоекологічне явище, при якому виникає, має певний розвиток та закінчується інфекційна хвороба в популяції рослин.

**Епіфітотіологія** – наука про закономірності патологічного процесу, епіфітотії, причини виникнення, процес їх розвитку і можливості запобігання.

**Епіфітотія** – масовий розвиток інфекційної хвороби рослин на значній території протягом певного часу, що супроводжується втратами урожаю.

**Етіологія** – наука про причини та умови виникнення хвороб рослин.

**Етологія** – наука, яка вивчає поведінку живих організмів.

**Ефективність захисту рослин від хвороб:** *технічна ефективність* – результат застосування засобів захисту рослин проти шкідливого організму в конкретних умовах, зазначений показниками їх загибелі, пригнічення розвитку чи ураженості (пошкоженості) рослин, що захищаються; *господарська ефективність* – результат застосування засобів захисту рослин, виражений показниками кількості та якості захищеної від шкідливих організмів сільськогосподарської продукції; *економічна ефективність* – 1) вартість захищеної від шкідливих організмів сільськогосподарської продукції; 2) показники (чистий прибуток,

рентабельність, окупність тощо), що засвідчують ефективність витрат на захист рослин.

**Живитель** – організм, який використовує паразит для живлення, проживання, збереження та ін.

**Життєздатність** – спроможність організму вижити в мінливих умовах середовища.

**Запас заразної основи (заразного начала)** – кількість спор чи інших форм патогена (пропагул), здатних здійснити зараження.

**Зараження рослин** – проникнення збудника хвороби в рослину (початок хвороби).

**Заселення рослин патогеном** – процес поширення патогена в рослині або на її поверхні.

**Заспороення** – певна кількість спор збудника хвороби на листках, плодах, насінні, в повітрі та ін. З. може бути природним, або штучним.

**Захист рослин** – 1) розділ прикладної біології, що розробляє теоретичні основи і методи запобігання втратам урожаю рослин від шкідливих організмів, а також – підгалузь сільськогосподарського виробництва, що здійснює застосування цих методів; 2) комплекс заходів, спрямованих на зменшення втрат урожаю та запобігання погіршенню стану сільськогосподарських культур, багаторічних і лісових насаджень, продукції рослинного походження від шкідників, хвороб і бур'янів.

**Зона шкідливості** – агрокліматичний регіон, де спостерігаються постійні або спорадичні економічні втрати урожаю рослин від шкідливих організмів.

**Імітаційні моделі прогнозу хвороб рослин** – розробка комп'ютерної моделі (програми), що дає змогу імітації існування реальної системи (паразитарної з метою вивчення її властивостей та реакції її елементів).

**Імунітет рослин до хвороб** – несприйнятливість або стійкість рослин до фітопатогену.

**Інкубаційний період хвороби** – прихований, латентний, без зовнішніх ознак період розвитку патогена в рослині від її зараження до появи перших симптомів хвороби.

**Інокулюм** – інфекційний матеріал, що використовується для штучного зараження рослин патогеном.

**Інтегрований захист рослин** – 1) оптимальне щодо фітосанітарного стану агроценозу застосування методів та засобів регулювання поширеності і розвитку шкідливих організмів до невідчутного рівня на основі моніторингу та прогнозу сучасних технологій, які забезпечують надійний захист рослин і екологічну безпеку довкілля; 2) захист рослин, спрямований на довгострокове регулювання розвитку та поширеності шкідливих організмів до економічно невідчутного рівня на основі фітосанітарного прогнозу, економічних порогів шкідливості, дії корисних організмів, енергоощадних і природоохоронних технологій.

**Інтенсивність ураження рослин** – якісний показник прояву хвороби, що характеризує ступінь ураження рослини або окремих її органів, який визначають візуально під час обліків за допомогою відсотково-бальних шкал, у яких враховано інтенсивність симптомів хвороби.

**Інфекційний фон** – наявність певної кількості патогена і сприятливих умов, достатніх для розвитку хвороби. І. ф. буває природним і штучним.

**Інфекція** – 1) процес проникнення збудника хвороби в рослину, що призводить до її захворювання; 2) процес розвитку хвороби; 3) певна кількість пропагул патогена, яка здатна заразити рослину і викликає хворобу.

**Інформація агротехнічна** – дані про організаційно-господарські заходи, строки, норми та особливості проведення агротехнічних операцій, про фактичну фенологію рослин, стан посівів, урожайність і якість урожаю, стан насіннєвого матеріалу тощо.

**Інформація астрономічна** – показники сонячної активності (числа Вольфа), роки мінімуму та максимуму сонячної активності та ін.

**Інформація гідрометеорологічна** – характеристика клімату, погодних умов минулого року чи інших минулих періодів розвитку хвороби (їх відмінність від норми), характеристика поточної погоди, прогноз погоди.

**Інформація просторова** – дані про поширеність і розвиток хвороб у певній зоні чи господарстві за певний період.

**Клімограма** – графічне відображення основних метеопказників (температура і вологість повітря, сума опадів) за певний період, наведене порівняно з кліматичною нормою.

**Клімограма відхилень** – графік відхилень метеофакторів періоду аналізу від кліматичної норми.

**Коефіцієнт інтенсивності опадів ( $K_{\text{інт.}}$ )** – відносний показник кількості опадів за період аналізу кожного дня, коли вони випадають.

**Коефіцієнт інфекції** – відносна кількість спор, виражена у відсотках, що здатна за сприятливих умов викликати зараження рослин.

**Коефіцієнт кореляції ( $r$ )** – статистично обрахований показник, який відображає ступінь зв'язку певного фактора ( $x$ ) з явищем, що прогнозують ( $y$ ).

**Коефіцієнт кратності опадів ( $K_{\text{кр}}$ )** – відносний показник випадання опадів за період аналізу.

**Коефіцієнт шкідливості хвороби** – показник, який відображає втрати врожаю ураженими певною мірою рослинами і показує в абсолютних чи відносних одиницях частку втрат, що припадає на одиницю ураження (відсоток, бал).

**Комплексний економічний поріг шкідливості (КЕПШ) хвороби** – сума часток шкоди від основних хвороб, виявлених на полі і для яких відомі ЕПШ, яка показує доцільність заходів проти комплексу небезпечних хвороб.

**Короткостроковий прогноз хвороби рослин** – науково обґрунтоване передбачення прояву хвороби у часі і просторі на строк від декількох днів до 1 міс.

**Криві Степанова, Мюллера, Сейдаметова** – графіки для визначення тривалості інкубаційних періодів та розвитку іржі пшениці, жита, мілдью та оїдіуму винограду.

**Критичний період розвитку хвороби** – певний проміжок розвитку хвороби, від якого суттєво залежить її динаміка та шкідливість ( $r=\pm 0,75$  і більше). У такі періоди фактори середовища сприяють або лімітують патологічний процес.

**Метеобіологічний принцип довгострокового прогнозу хвороб рослин** – методика розрахунку формул прогнозу на основі впливу погодних умов на рослину-господаря або форми паразита у стані спокою.



**Метеопатологічний принцип довгострокового прогнозу хвороб рослин** – методика розрахунку формул прогнозу (рівнянь регресії) на основі кореляційного аналізу основних факторів погоди за минулі періоди із проявом хвороб (патологічним процесом).

**Метод ВІЗР** – спосіб визначення прояву фітофторозу, кількості генерацій, тривалості інкубаційних періодів хвороби на основі поточного аналізу метеоданих, отриманих безпосередньо на полі з фази бутонізації картоплі.

**Метод «метеобудки»** – метод прогнозування фітофторозу, подібний до методу ВІЗР, але з використанням дещо інших метеоданих для оцінки критичного періоду (днів зараження).

**Метод змінної середньої** – спосіб прогнозування спалаху фітофторозу на основі аналізу сприятливості погоди за 10 днів підряд на картоплі або за 8 днів – на помідорах.

**Методи захисту рослин** – організаційно-господарський, агротехнічний, селекційний, фізико-механічний, біологічний, хімічний та ін. Назва методу вказує, які заходи при цьому проводяться.

**Мікроклімат** – клімат приземного шару повітря невеликої території.

**Моніторинг** – система тривалих спостережень за зміною екосистеми біосфери; спостереження за певними об'єктами чи явищами. Розрізняють різні рівні моніторингу: глобальний, біосферний, регіональний, геосистемний (природо-господарський), локальний, біоекологічний, фітосанітарний.

**Номограма** – спеціальний складний графік, отриманий у результаті наукових досліджень залежності патологічного процесу від факторів зовнішнього середовища, який використовують для короткострокового прогнозування хвороб рослин.

**Номограма Н.А. Наумової** – графік для визначення тривалості інкубаційного періоду фітофторозу картоплі і помідорів залежно від температури повітря в перші два дні після зараження рослин.

**Онтогенез** – індивідуальний розвиток (сукупність перетворень) тваринного чи рослинного організму з моменту зародження до смерті.

**Панфітотія** – масове захворювання рослин, що охоплює декілька країн або континентів.

**Патоген** – організм, що спричиняє розвиток хвороби в рослині, викликає розвиток патологічних явищ – порушення обміну речовин, зміни забарвлення та ін.

**Патогенез** – механізм виникнення конкретної хвороби, процес її розвитку і стан рослини на різних етапах перебігу хвороби.

**Патогенність (хвороботворність)** – здатність мікроорганізмів викликати захворювання. П. може мінятися залежно від фенофази, стану рослини, екологічних умов та ін.

**Передумови епіфітотії** – достатня маса рослин, сприйнятливих до хвороби, та кількість інфекційного початку у вигляді високоагресивних і вірулентних збудників.

**Популяція** – 1) просторове угруповання особин певного виду організмів, яке займає частину його ареалу і характеризується генотипічною і фенологічною специфічністю; 2) сукупність особин певного виду, здатних до схрещування в межах популяції, що заселяють обмежену територію ареалу виду.

**Поріг шкідливості хвороби** – такий рівень прояву хвороби (поширеність, розвиток хвороби, відсоток, бал), при якому починається втрата продуктивності рослин або погіршується якість урожаю.

**Поширеність хвороби** – 1) кількісна характеристика стану популяції хвороби в популяції рослин, яка показує відсоток уражених рослин або окремих її органів на певний період серед усіх рослин, облікованих у пробах; 2) кількість хворих рослин у відсотках від загальної кількості обстежених рослин.

**Прилад-сигналізатор** – спеціальний прилад, що встановлюється в польових умовах для безперервного аналізу поточних погодних умов з метою виявлення ступеня сприятливості для деяких небезпечних хвороб рослин та інформування про це користувачів.

**Прогноз хвороб рослин** – науково обґрунтоване передбачення рівня прояву хвороб (появи, поширення, розвитку, шкідливості та ін.) у майбутньому. Розрізняють прогнози: багаторічний – на період більше двох років, довгостроковий – на наступний рік або вегетаційний період, короткостроковий – від декількох днів до місяця.

**ПСП** – пункт сигналізації і прогнозів.

**Регресійні моделі прогнозу хвороб рослин** – результат математичного моделювання факторів, що впливають на динаміку хвороб з використанням методів системного аналізу, парного кореляційного аналізу, що дозволяє отримати формулу регресії і прогнозувати розвиток хвороби.

**Резистентність** – стійкість організму до впливу різних факторів, зокрема хімічних і біологічних.

**Розвиток грибів-збудників хвороб рослин** – процес появи нових якісних змін у ході онтогенезу патогенів.

**Розвиток хвороби рослин** – 1) середній ступінь ураження всіх облікованих рослин чи їх окремих органів у відсотках або балах на певний період; 2) ступінь пошкодженості рослин фітопатогеном.

**Рослина-господар (живитель)** – рослина, на якій патоген живе, розвивається.

**Сектори обліку і прогнозу (до 1973 р.), лабораторії діагностики і прогнозів (до 2007 р.)** – підрозділи державної служби захисту рослин, які відповідали за моніторинг і прогноз шкідливих організмів у господарствах, районах, областях.

**Середньозважені показники стану хвороб (поширеність, розвиток)** – просторовий показник прояву хвороб рослин на певний період, який усереднює дані для групи полів певної культури господарства, району, області і враховує площу кожного поля, де були виконані обліки.

**Середовище живильне** – субстрат для живлення мікроорганізмів під час їх вирощування в лабораторних умовах.

**Середовище зовнішнє (фітоценотичне)** – сукупність зовнішніх умов у певному фітоценозі, які діють на організм, популяцію виду, патологічний процес, рослину-господаря тощо і викликають відповідну реакцію.

**Сигналізація** – технологічний етап короткострокового прогнозу, який застосовують для найбільш динамічних і небезпечних хвороб на строк до 10 днів. Передбачає термінове повідомлення господарств, фітосанітарних інспекцій та інших землекористувачів про терміни проведення невідкладних заходів щодо конкретних хвороб або необхідність виконання обстежень і обліків з метою визначення доцільності проведення захисних заходів.

**Спорадичне проявлення хвороби** – окремі хворі рослини, зараження яких відбулося від первинного джерела інфекції. Це перший рівень епіфітотійного процесу.

**Споропастка** – прилад для виявлення та обліку спор інфекційних хвороб рослин у приземному шарі повітря чи на рослинах.

**Спостережні пункти** (до 1973 р.), **пункти сигналізації і прогнозів** (до 2007 р.) – первинна ланка державної служби захисту рослин, яка здійснювала моніторинг і прогноз шкідливих організмів рослин у базових господарствах певних районів.

**Стація** – частина території з певними екологічними умовами, місце існування популяції виду.

**Ступінь ураження рослин** – міра дії хвороби на рослину, визначена за спеціальними ознаками і шкалами та виражена в балах чи відсотках.

**Сума ефективних температур** – загальна кількість тепла вище від порога розвитку виду, необхідного для завершення етапу онтогенезу чи біологічного циклу.

**«Таблиці поведінки» (нормативний прогноз хвороб рослин)** – експериментально отримані таблиці, які показують величину реакції та можливі зміни стану популяцій певних видів хвороб рослин під впливом конкретних погодних умов, визначають «поводження» популяції, норми її реакції.

**Таблиця та номограма Мілса** – експериментально отримані показники залежності ураження яблуні паршею від температури і періоду зволоження.

**Територіальний прогноз хвороб рослин (просторовий)** – прогноз, який показує вірогідність поширення, розвитку та шкідливості найбільш небезпечних хвороб у різних природно-кліматичних зонах, областях, районах України. Оснований на багаторічних даних стану популяцій хвороб. Формою такого прогнозу є карти прояву хвороб.

**Толерантність** – витривалість виду до дії факторів середовища (погодні та інші умови, шкідливі організми).

**Фази стану популяцій збудників хвороб рослин:** *депресія* – уражена невелика кількість рослин на окремих полях чи ділянках поля, поширеність хвороби до 30 %, розвиток хвороби 1 бал чи до 10 %, шкідливість невідчутна; *помірний розвиток* – уражені рослини виявляють на усіх полях цієї культури, поширеність

хвороби 31–60 %, розвиток – 2-3 бали, 11-30 %, шкідливість відчутна, втрати помірні; *епіфітомія* – поширеність хвороби понад 60 %, розвиток – 4-5 балів, більше 30 %, шкідливість велика, вартість втрат урожаю перевищує витрати на захист рослин від хвороби.

**Фактор** – 1) рушійна сила процесу або одна з головних його умов; 2) явище, агент або будь-який природний компонент, який впливає на особину, популяцію, біоценоз. Відомі абіотичні, біотичні й антропогенні фактори.

**Фенограма** – спеціальний графік розвитку усіх фенофаз шкідливих організмів і рослин, виконаний з використанням спеціальних загальноприйнятих умовних позначень.

**Феноіндикатори (феносигнали)** – добре помітні фенологічні явища у рослин, які збігаються в часі з проявом хвороб або розвитком певних фаз патогенів. Ф. необхідні для організації моніторингу і проведення заходів захисту рослин.

**Фенологічні спостереження** – спостереження за сезонними явищами живої природи, реєстрація строків їх настання і закінчення.

**Фенологічні фази** – фази сезонних явищ живої природи. Фенофази рослин визначають за зовнішніми морфологічними ознаками органів рослин, фенофази хвороб – за діагностикою макро- та мікроознак певних фаз циклу розвитку хвороби.

**Фенотип** – сукупність усіх структурних і функціональних особливостей організму (у т.ч. фітопатогенів), які сформувалися на базі його генотипу в результаті взаємодії з довкіллям.

**Фітопатологічна експертиза** – вивчення стану насінневого матеріалу, рослин та інших субстратів для виявлення ураженості хворобами, наявності патогенів.

**Фітосанітарія** – заходи, що спрямовані на отримання здорових рослин.

**Фітосанітарна діагностика** – методи ідентифікації шкідливих організмів рослин, встановлення причин, що регулюють швидкість їх розвитку і розмноження, оцінка стану популяцій та ступеня їх загрози для кожного агроценозу, господарства, району, області, зони.

**Фітосанітарний стан** – рівень розвитку та потенційної загрози шкідливих рослин на конкретній території у певний період.

**Хвороба рослин** – порушення нормального обміну речовин у клітинах, органах та в рослині в цілому, що виникло під впливом патогена чи несприятливих умов довкілля.

**Цикл розвитку патогена (генерація)** – етапи життєдіяльності збудника хвороби до потрапляння в рослину та після її зараження.

**Чутливість** – властивість живих організмів реагувати на дію факторів довкілля. Мінімальне значення фактора, яке відчуває організм, є порогом його чутливості.

**Швидкість інфекції** – кількість рослин або її окремих органів, ступінь їх ураження за одиницю часу, виражена у відсотках або частках.

**Шкала обліку ураженості рослин хворобою** – послідовність значень певних показників ураженості, бально-відсоткова система цифр, спеціальний рисунок для візуальної оцінки прояву хвороби.

**Шкідливість хвороби** – зменшення врожайності хворих рослин в абсолютних або відносних одиницях порівняно з урожайністю здорових рослин, погіршення якості продукції, загибель рослин або окремих їх органів.

**Шкодочинність хвороби** – поняття, близьке до шкідливості, але в ньому вказують, за рахунок чого зменшився урожай культури на конкретному полі чи ділянці (зменшення площі листа, продуктивних стебел, маси зерна тощо).

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Бейлин И.Г. Паразитизм и эпифитотиология. /Бейлин И.Г. –М.: Наука, 1986. – 352 с.
2. Білик М.О. Практикум з фітосанітарного моніторингу і прогнозу. /Білик М.О., Кулешов А.В. –Х., 2006. – 228 с.
3. Білик М.О. Прогноз розвитку хвороб і шкідників сільськогосподарських культур: практикум /Білик М.О., Кулешов А.В. –Х., 2001.
4. Болезни сельскохозяйственных культур: в 3 т. / под ред. В.Ф. Пересыпкина. – К.:Урожай, 1989. –248 с.
5. Горленко М.В. Болезни растений и внешняя среда. / Горленко М.В. – М., 1950. – 119 с.
6. Дорожкин Н.А. Фитофтороз картофеля и томатов / Дорожкин Н.А., Ремнева З.И., Бельская С.И. –Минск: Ураджай, 1976. –223 с.
7. Драховская М. Прогноз в защите растений /Драховская М. – М.: Сельхозиздат, 1962. -200 с.
8. Дьяков Ю.Т. О болезнях растений /Дьяков Ю.Т. – М.: Агропромиздат, 1985. –221 с.
9. Контроль и прогноз – основа целенаправленной защиты растений / Поляков И.Я., Эберт В., Захариева Т.Д. и др. – Берлин: Изд.-во Академии с.-х. наук ГДР, 1993. – 353 с.
10. Кулешов В.А. Фітосанітарний моніторинг і прогноз / Кулешов В.А., Білик М.О. – Х.: Еспада, 2011. – 608 с.
11. Кулешов В.А. Фітосанітарний моніторинг і прогноз / Кулешов В.А., Білик М.О., Довгань С.В. – Х.: Еспада, 2008. – 512 с.
12. Макарова Л.А. Погода и болезни культурных растений. / Макарова Л.А., Минкевич И.И. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 144 с.
13. Методические рекомендации по составлению прогноза развития и учету вредителей и болезней сельскохозяйственных растений / сост.: И.В. Бабчук, В.Г. Григоренко, М.К. Коваль и др. –К., 1981. – 237 с.

14. Методические указания по краткосрочному прогнозу распространенных болезней сельскохозяйственных культур / сост.: А.Е. Чумаков, И.И. Минкевич, Т.И. Захарова. – М., 1972. – 120 с.
15. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В.П. Омелюта, І.В. Григорович, В.С. Чабан та ін. – К.: Урожай, 1986. – 296 с.
16. Планк Я.Е. Устойчивость растений к болезням. / Планк Я.Е. – М.: Колос, 1972. – 254 с.
17. Поляков И.Я. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур / Поляков И.Я., Персов М.П., Смирнов В.А. – Л., 1984. – 320 с.
18. Прогноз появления и учет вредителей и болезней сельскохозяйственных культур / под. ред. В.В. Косова, И.Я. Полякова. – М., 1958. – 622 с.
19. Ржавчина хлебных злаков / под. ред. Чумакова А.Е. – М.: Колос, 1975. – 287 с.
20. Справочник по защите растений / под. ред. Ю.Н. Фадеева. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
21. Степанов К.М. Грибные эпифитотии (Введение в общую эпифитотиологию грибных болезней растений). / Степанов К.М. – М.: Изд-во с.-х. лит., 1962. – 230 с.
22. Степанов К.М. Прогноз болезней сельскохозяйственных растений / Степанов К.М., Чумаков А.Е. – Л., 1972.
23. Тарр С. Основы патологии растений / Тарр С. – М.: Мир, 1975. – 587 с.
24. Фітосанітарний моніторинг / М.М. Доля, Й.Т. Покозій, Р.М. Мамчур та ін. – К.:, 2004. – 294 с.
25. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотиологии / Чулкина В.А. – М.: Агропромиздат, 1991. – 280 с.
26. Эванс Э. Болезни растений и химическая борьба с ними / Эванс Э. – М.: Колос, 1971. – 288 с.
27. Эпифитотии болезней растений: Математический анализ и моделирование / под. ред. Степанова К.М. – М.: Колос, 1979. – 208 с.



### *Додаткова*

28. Бахмут О.О. Сонячна активність і прогноз /Бахмут О.О. // Захист рослин. – 2002.–№3.–С. 4–5.
29. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування / Єріна А.М. – К.: КНЕУ, 2001. – 120 с.
30. Журавська І.А. Альтернатива картоплі, прогнозування та обмеження його розвитку в умовах Полісся України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук /І.А. Журавська. – К., 2013. – 24 с.
31. Захист зернових культур від шкідників, хвороб і бур'янів при інтенсивних технологіях /Арешніков Б.А., Гончаренко М.П., Костюковський М.Г.та ін. – К.: Урожай, 1992. – 224 с.
32. Кулешов А.В. Макроспориоз томата и разработка мер борьбы с ним в условиях Левобережной Лесостепи УССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук /А.В. Кулешов. – К., 1989. – 24 с.
33. Кулешов А.В. Прогноз развития альтернариоза томата / Кулешов А.В. //Эффективные приемы защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов: темат. сб. науч. тр. ХГАУ. – Х., 1993.
34. Кулешов А.В. Прогноз розвитку септоріозу озимої пшениці на основі агрометеорологічних чинників Харківської області/ Кулешов А.В., Равашдех Зіад // Вісн. ХНАУ. –2002. –№4. – С. 105–108.
35. 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.
36. Краткосрочный прогноз, определение потерь урожая и меры защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза: метод. указания: / сост.: А.В. Филиппов, Б.Е. Козловский, Б.И. Гуревич и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 20 с.
37. Павлова Т.В. Краткосрочный прогноз пероноспороза огурца /Павлова Т.В., Измалкова А.Г., Ларина Т.Н.// Защита и карантин растений. – 1992.– №2.– С. 41–42.
38. Пересыпкин В.Ф. Болезни зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания / Пересыпкин В.Ф., Тюттерев С.Л., Баталова Т.С. – М.: Агропромиздат, 1991. –272 с.
39. Подольский А.С. Фенологический прогноз (математический прогноз в экологии) / Подольский А.С. – М.: Колос, 1974.

40. Породенко В.В. Разработка некоторых методов агроклиматического анализа в фитопатологических исследованиях / Породенко В.В. //Тр. ВИЗР. – 1972. – Вып. 38. – С. 58–69.
41. Словарь-справочник по фитопатологии /сост. Пересыпкин В.Ф. – К.: Урожай, 1985. – 200 с.
42. Степанов К.М. Ржавчина зерновых культур. / Степанов К.М. – Л.: Колос, 1975. – 72 с.
43. Чумаков А.Е. Защита пшеницы от ржавчины / Чумаков А.Е. – Л.: Колос, 1964. – 100 с.
44. Шатский А.Л. О использовании кривой Мюллера / Шатский А.Л. //Виноделие и виноградарство СССР. –1959. – Вып. 5. – С. 28–30.
45. Яровий Г.І. Наукові основи вирощування та захисту основних овочевих і баштанних культур від хвороб і шкідників / Яровий Г.І. – Х.: Плеяда, 2012. – 375 с.
46. Яровой Г.И. Белая и серая гнили маточных корнеплодов моркови и разработка мер борьбы с ними в условиях Левобережной лесостепи Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г.И. Яровой. – К., 1991. –24 с.

## З М І С Т

|   |     |
|---|-----|
| <b>Вступ</b> .....  | 3   |
| <b>1. Теоретичні основи прогнозу хвороб рослин</b> .....                                | 7   |
| 1.1. Розвиток прогнозування хвороб рослин та його сучасний стан .....                   | 7   |
| 1.2. Загальні теоретичні положення прогнозу хвороб рослин .....                         | 14  |
| 1.3. Теоретичне обґрунтування прогнозу хвороб рослин .....                              | 18  |
| 1.3.1. Форми проявлення епіфітотійного процесу .....                                    | 21  |
| 1.3.2. Роль збудника хвороби .....  | 23  |
| 1.3.3. Значення рослини господаря .....   | 25  |
| 1.3.4. Вплив зовнішнього середовища .....   | 26  |
| 1.3.5. Вплив антропогенних факторів .....   | 37  |
| <b>2. Типи і види прогнозів розвитку хвороб рослин</b> .....                            | 44  |
| 2.1. Багаторічний прогноз хвороб рослин .....   | 44  |
| 2.2. Довгостроковий (річний, сезонний) прогноз хвороб рослин .....                      | 46  |
| 2.3. Короткостроковий прогноз хвороб рослин .....                                       | 50  |
| <b>3. Виявлення і моніторинг хвороб рослин</b> .....                                    | 55  |
| 3.1. Загальні положення .....   | 55  |
| 3.2. Облік хвороб зернових і круп'яних культур .....                                    | 64  |
| 3.3. Облік хвороб бобових культур .....   | 72  |
| 3.4. Облік хвороб картоплі, овочевих і баштанних культур .....                          | 73  |
| 3.5. Облік хвороб плодово-ягідних культур і винограду .....                             | 77  |
| <b>4. Фітосанітарна інформація, методи її збору і використання</b> .....                | 82  |
| 4.1. Концептуальні основи .....   | 82  |
| 4.2. Метеорологічна інформація .....  | 84  |
| 4.3. Агротехнічна інформація .....  | 90  |
| 4.4. Інформація про стан популяцій .....  | 96  |
| 4.5. Первинна обробка і передача оперативної фітосанітарної інформації .....            | 98  |
| 4.6. Методи збереження інформації з використанням ЕОМ ..                                | 100 |
| 4.7. Математичні алгоритми прогнозування хвороб рослин ..                               | 104 |
| 4.8. Роль прогнозів у забезпеченні оптимального фітосанітарного стану агроценозів ..... | 109 |
| 4.9. Завдання і методи організації фітосанітарного                                      |     |

|   |            |
|---|------------|
| моніторингу та прогнозу в господарствах<br>.....  | 112        |
| 4.10. Оцінка вірогідності прогнозів .....   | 114        |
| 4.11. Прогностичне забезпечення планування й організації<br>захисту рослин .....  | 117        |
| <b>5. Прогнози за призначенням .....</b>  | <b>122</b> |
| 5.1. Прогнози фенології .....   | 122        |
| 5.1.1. Використання фенограм .....  | 123        |
| 5.1.2. Розрахунок термінів настання онтогенетичних фаз<br>за показниками температури .....  | 125        |
| 5.2. Прогноз шкідливості .....  | 126        |
| 5.2.1. Принципи визначення ураженості рослин і втрат<br>урожаю .....  | 130        |
| 5.2.2. Оцінка втрат урожаю зернових колосових<br>культур від основних хвороб .....  | 132        |
| <b>6. Організація збору фітосанітарної інформації і розробки<br/>прогнозів .....</b>  | <b>137</b> |
| 6.1. Організація збору фітосанітарної інформації .....  | 137        |
| 6.2. Порядок інформаційного забезпечення розробки<br>прогнозів і визначення строків та місця проведення<br>захисних заходів (сигналізація)..... | 142        |
| 6.3. Система обробки й інтерпретації фітосанітарної<br>інформації<br>.....  | 145        |
| <b>7. Моніторинг хвороб сільськогосподарських культур .....</b>   | <b>150</b> |
| <b>Словник основних термінів .....</b>  | <b>176</b> |
| <b>Рекомендована література.....</b>  | <b>193</b> |
| <b>Зміст .....</b>  | <b>197</b> |
| <b>Додатки .....</b>  | <b>199</b> |