

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для занять у навчальному бюро прогнозів
з дисципліни «Сільськогосподарська метеорологія»
для студентів 4-го курсу

Напрямок підготовки - Гідрометеорологія

Спеціальність - Агрометеорологія

Методичні вказівки для занять у навчальному бюро прогнозів з дисципліни «Сільськогосподарська метеорологія» для студентів четвертого курсу гідрометеорологічного інституту спеціальності – Агromетеорологія. // Укладачі: д.г.н., проф. Польовий А.М., асистент Костюкевич Т.К. Одеса, ОДЕКУ, 2013. - 56 с.

Передмова

Дисципліна «Сільськогосподарська метеорологія» відноситься до циклу професійно-орієнтованих дисциплін і передбачає форми занять: лекції, практичні заняття та чергування у навчальному бюро прогнозів.

Мета чергувань у навчальному бюро прогнозів - навчити студентів виконувати поточні завдання, які виконуються у виробничих підрозділах Гідрометеорологічних центрів України. Виконання завдань у навчальному бюро прогнозів сприяє закріпленню теоретичних знань, отриманих студентами при вивченні теоретичного курсу дисципліни «Сільськогосподарська метеорологія».

Впродовж семестру студенти виконують заняття за такими темами:

- правила проведення фенологічних спостережень за фазами розвитку сільськогосподарських культур;
- обробка даних спостережень за фазами розвитку сільськогосподарських культур;
- аналіз даних агрометеорологічних спостережень за допомогою статистичних методів.

Після виконання завдань у навчальному бюро прогнозів студенти повинні **знати**:

- особливості проведення фенологічних спостережень;
- фази розвитку сільськогосподарських культур;
- методи обробки даних спостережень за фазами розвитку сільськогосподарських культур;
- методи статистичного аналізу в сільському господарстві.

Вміти:

- проводити фенологічні спостереження за фазами розвитку сільськогосподарських культур;
- визначати фази розвитку сільськогосподарських культур;
- проводити обробку даних спостережень за фазами розвитку сільськогосподарських культур;
- проводити розрахунки за допомогою статистичних методів;
- аналізувати отримані результати та робити висновки.

I. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Фенологічні спостереження за фазами розвитку сільськогосподарських культур

Система природничих наук, зокрема географія, метеорологія, кліматологія та агрокліматологія, дає можливість в інтересах господарчої діяльності людини вивчати навколишнє середовище, в тому числі погодно-кліматичні явища.

Накопичення матеріалу дозволяє виявляти закономірності розвитку цих явищ. Точність спостережень забезпечується різноманітними інструментами, приладами, приборами, які широко використовуються з XVII ст. Але інструментальні дані не можуть повністю охопити всі прояви природних явищ. Тому є необхідність використання інших методів, у тому числі - фенологічних.

Фенологія – це система знань про сезонні явища природи, терміни їх приходу, та причини, що визначають ці терміни.

1.1.1 Історія розвитку фенологічних спостережень

Фенологічне вивчення життя рослин відбувається з давніх-давен. Про це свідчить, наприклад, народний календар природи, заснований на народних прикметах, які зафіксовані у прислів'ях, стійких висловах та ін. Інтерес до фенології насамперед викликаний практичними інтересами сільського господарства.

Протягом свого життя рослини постійно змінюються як кількісно, так і якісно. Якісні зміни виникають у клітинах рослинного організму та зовні протікають непомітно. Про них роблять висновок лише по кількісних змінах, які характеризуються утворенням нових органів та накопиченням органічної маси. Зовнішні морфологічні зміни, які пов'язані з процесом розвитку сільськогосподарських культур (диких рослин), називають фазами розвитку.

Спостереженням за фазами розвитку, визначенням ритмів росту та розвитку, які властиві окремим видам рослин, встановленням річного ходу розвитку рослин займається фенологія.

Засновником фенології був видатний шведський ботанік Карл Ліней. У 1751 році в роботі “Філософія ботаніки” він вперше дав чіткий виклад мети та методики фенологічних спостережень, які і за теперішнього часу приймаються за основу при складанні керівництв по веденню та контролю фенологічних спостережень.

У Росії спостереження за фазами розвитку сільськогосподарських культур на гідрометеорологічних станціях почалися з 1922 р., але тільки через десять років після видання “Інструкції для спостережень за

розвитком сільськогосподарських культур” вони почали проводитись за єдиною методикою, яка неодноразово змінювалась та удосконалювалась.

Розвиток фенологічних спостережень за сільськогосподарськими рослинами у СРСР пов'язаний з іменем О.І. Руденко. У своїй роботі “Визначення фаз розвитку сільськогосподарських рослин” (1950) він запропонував інструктивні вказівки про приведення сільськогосподарських фенологічних спостережень за 30 польовими та овочевими культурами, а також дав короткі відомості про їх вимоги до клімату і погоди за літературними джерелами, а також на основі власних спеціальних спостережень на методичних станціях Всесоюзного інституту рослинництва.

Також у 50-ті роки минулого сторіччя організацією фенологічних спостережень в СРСР займався В.В. Синельщиков. У той же час О.О. Шиголев розробив керівний документ по контролю спостережень за фазами розвитку, у якому приводились температурні показники термінів настання фаз розвитку більшості сільськогосподарських рослин, описувались способи застосування цих показників для контролю, обробки фенологічних спостережень та приведення їх до однорідного багаторічного ряду.

У 1992 р. вчені ВНДІСГМ під керівництвом О.Д. Пасечнюка розробили “Методичний посібник по контролю спостережень за фазами розвитку сільськогосподарських культур”, до якого увійшли результати досліджень багатьох сучасних вчених-агрометеорологів (Є.С. Уланової, Ю.І. Чиркова, А.М. Польового, Н.В. Гулінової, А.І. Страшної, Ю.С. Мельника, І.В. Свисюка, Ф.А. Мумінова, В.П. Дмитренко, та ін.).

1.1.2 Склад, строки та правила проведення фенологічних спостережень

Фенологічні спостереження – спостереження, які проводяться над рослинами від посіву до дозрівання. Ціль їх – встановити час настання фаз розвитку рослин. При фенологічних спостереженнях зазвичай відмічають початок фази, коли вона спостерігається у 50-75% рослин.

Протягом всього вегетаційного періоду кожна сільськогосподарська культура проходить такі фази:

- сходи,
- утворення листя,
- утворення бокових пагонів (кущіння),
- стеблуння,
- утворення бутонів та суцвіть,
- цвітіння,
- формування плодів та насіння,
- дозрівання плодів та насіння.

У залежності від умов вирощування у деяких випадках окрема фаза розвитку може не спостерігатися.

Точність спостережень за фазами розвитку рослин залежить від періодичності їх огляду та правильного розуміння спостерігачем ознак наставання тієї чи іншої фази. Спостереження за фазами розвитку на агрометстанціях проводяться під час агрометеорологічного огляду ділянок, який виконується на всіх полях сівозміни через день. Для гідрометстанцій та постів список культур, за якими проводять спостереження, та частота огляду рослин на кожній ділянці (через день або двічі за декаду) повідомляються у річному плані-завданні. При його складанні враховуються відстань від гідрометстанції (поста) до полів сівозміни, а також до інших угідь, а також матеріально-технічне забезпечення станції.

При проведенні спостережень через один день обхід ділянок спостереження проводять у другій половині кожного парного дня (у посушливих районах – у першій половині). При спостереженнях двічі на декаду – по четвертим числам (4, 14, 24). Якщо спостереження проводяться не у зазначений строк, то про це треба зробити відповідний запис у книжці КСГ-1 (графа “Примітки”).

Спостереження за фазами розвитку відносять до фенологічних та проводять під час огляду 40 рослин (по 10 у чотирьох частинах спостережного майданчика).

На ділянці з непросапною культурою оглядають по 10 рослин, типових по своєму стану на даній ділянці, і визначають скільки рослин мають ознаки фази, що настала. Кожного разу огляд рослин проводять у рядках, що знаходяться на деякій відстані від рядків попереднього огляду. Типовими у ранні періоди свого розвитку вважаються такі рослини, які по висоті, кількості листя та загальному стану характеризують більшість рослин на майданчику. У більш пізні періоди ознаками типовості є ступінь розгалуження, розміри суцвіть, колосся (волотей) та загальний стан рослин.

На ділянках з просапною культурою (кукурудза, картопля та ін.), що мають великі міжряддя та великі відстані між рослинами у рядках, спостереження за фазами розвитку проводять протягом усього періоду вегетації культури на одних і тих же рослинах. Для цього у кожній повторності вибирають по 10 рослин (по 5 у двох суміжних рядках), що є типовими по своєму стану для більшості рослин на полі. Ці рослини відзначаються кольоровими нитками, кілочками та ін.

На ділянках, зайнятих горохом, бобами, соєю та люпином вибирають 40 постійних екземплярів рослин, типових за своїм станом – по 10 у кожній частині спостережного майданчика. Їх також відзначають стрічками тканини, кілочками та ін.

На ділянках з іншими зерновими бобовими та бобовими травами, а також на сінокосах та пасовищах постійні рослини не вибирають і спостереження ведуть також, як і на ділянках з непросапними культурами. У городніх та баштанних культур з великими відстанями між рослинами та між рядками (огірки, томати, баклажани, перець, кабачок, гарбуз, кавун, диня, капуста) спостереження проводять за 40 постійними рослинами – по 10 у чотирьох частинах ділянки. Над морквою та цибулею спостереження проводять без вибору постійних рослин.

На ділянках, зайнятих плодово-ягідними культурами, виноградом та цитрусовими, вибирають 20 постійних екземплярів рослин, що є типовими по своєму стану – по 5 у чотирьох частинах ділянки.

Якщо постійні рослини, які вибрали для спостереження, загинули чи були пошкоджені, їх треба замінити іншими (з того ж ряду або гнізда), типовими по своєму стану. Також треба це відзначити у книжці КСГ-1.

Всі станції та пости, на яких проводяться агрометеорологічні спостереження, повинні мати гербарій фаз розвитку основних сільськогосподарських культур. Його слід зберігати постійно та використовувати на заняттях по технічному навчанню. Для перевірки правильності визначення фаз розвитку у ГМЦ на його вимогу висилають зразки рослин у тих фазах розвитку, які буває важко зафіксувати спостерігачу. У перший день настання фази відбирають 2-3 рослини і висилають їх разом з таблицею ТСГ-1 за відповідну декаду.

Процент рослин, що вступили у дану фазу, розраховується за формулою:

$$P = \frac{N \cdot 100}{40} = 2,5N \quad (1)$$

де N – кількість рослин, що вступили у дану фазу;

40 – кількість оглянутих рослин.

Після огляду рослин на ділянці та розрахунку проценту рослин, що вступили у будь-яку фазу, спостерігач занотовує результати спостережень до книжки КСГ-1. У таблиці книжки КСГ-1 вказується: назва сільськогосподарської культури, що спостерігається, її сорт, номер ділянки, кількість оглянутих рослин, дата огляду, фаза розвитку, кількість рослин, що вступили у дану фазу у кожній з чотирьох частин ділянки, процент рослин, що вступили у дану фазу.

У зв'язку з тим, що рослини на одній ділянці вступають у ту чи іншу фазу неодноразово, відзначають початок та масове настання фази. За початок фази (а) приймають день, коли фаза наступила не менш ніж у 10% рослин, за масовий показник (б) – день, коли у фазу вступило не менше 50% рослин. Після реєстрації фази у 75% (чи більше) рослин спостереження припиняють та розрахунки поновлюють з початком нової

фази. Якщо нова фаза ще не настала, у книжку КСГ-1 записують: “Нової фази немає”. Бувають випадки, коли за умов дружного розвитку рослин початок та масове настання фази відзначаються в один і той же день.

Якщо спостереження проводять за невеликою кількістю екземплярів (наприклад, деревними та чагарниковими породами) процент охоплення рослин фазою розвитку розраховують таким чином: при наявності ознак фази в одного з 5 екземплярів записують “а”, у трьох екземплярів – записують “б”. При цьому не вказують кількість рослин, що вступили у дану фазу та процент охоплення фазою розвитку. Якщо спостерігають 1-2 екземпляри, настання у них фази розвитку треба відносити до її початку (“а”).

Результати спостережень та всі розрахунки при спостереженнях двічі на декаду записують також у книжку КСГ-1 з вказанням дати огляду, кількості рослин, що вступили у фазу розвитку та проценту охоплення фазою у день спостереження.

1.1.3 Фази розвитку сільськогосподарських культур

Фази розвитку зернових культур (жито, пшениця, ячмінь, овес, рис, просо, сорго) та їх ознаки

Зернові культури унікальні своїми біологічними властивостями, вони накопичують велику кількість висококалорійних органічних сполук – білків, вуглеводів, жирів, макро- та мікроелементів; містить різноманітні ферменти – амілази, ліпази, пероксидази, оксидази та ін.; а також вітаміни: В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₆ (піродиксин), С(аскорбінову кислоту), Е(токоферол), провітамін А(каротин) тощо.

Протягом вегетації зернові культури проходять такі фенологічні фази росту: проростання, сходи, кущення, вихід у трубку, колосіння або викидання волоті, цвітіння, формування і досягання зерна. За початок фази вважають той день, коли вона відмічається приблизно у 10 % рослин, за повну фазу — коли її ознаки проявляються у 75 – 80 % рослин.

Проростання насіння. Висіяне у ґрунт насіння за сприятливих умов проростає. Прорости насіння може при поглинанні такої приблизно кількості води (у % до повітряно-сухої маси насіння): пшениці 47 – 48, жита 58 – 65, ячменю 48 – 57, вівса 60 – 76, кукурудзи 37 – 44, проса і сорго 25 – 38, рису 37 – 44. Поглинувши воду, насіння спочатку бубнявіє, а потім за допомогою ферментів складні запасні речовини зернівки перетворюються на прості, внаслідок чого починають рости зародкові корінці і листки. З появою на поверхні ґрунту першого справжнього листка починається нова фаза — сходи.

Дата проростання відзначається у книжці КСГ-1 без зазначення кількості та проценту зернин, що проросли. Якщо зерно протягом довгого

часу не проростає (у випадку сухого ґрунту чи низької температури), то під час огляду ділянки у книжці КСГ-1 необхідно відзначити: “Проростання немає”.

При слабкому зволоженні верхнього шару ґрунту після реєстрації проростання і до сходів необхідно проводити спостереження за станом насіння: продовжувати викопувати по 5 зернин у 4 частинах ділянки. Якщо при цьому виявиться, що корені та ростки помітно подовжилися, то треба записати у книжку КСГ-1: “Проростання продовжується”.

У випадку, коли насіння почало проростати, а потім, у зв'язку з сухістю ґрунту, коріння засохло, треба записати: “Корені насіння, що проросло, засохли”.

Сходи: відмічають одиничні сходи (а), коли у різних частинах ділянки у перших рослин, що з'явилися, розгорнулися верхівки листочків, та масові сходи (б), коли перші листочки будуть на більшій частині ділянки (рис. 1.1). У книжку КСГ-1 при визначенні цієї фази записують тільки дату початку та масового настання фази без розрахунків кількості рослин та проценту охоплення фазою.

У випадку відсутності масових сходів треба відзначити: “Масових сходів не було”. Також треба пояснити причину цього явища (ґрунтова кірка, низькі температури та ін.).

Третій лист: ознакою фази є початок розгортання 3-го листа.

Утворення вузлових коренів. За умов достатнього зволоження верхнього шару ґрунту майже одночасно з появленням третього листа у рослин починають з'являтися другорядні корінці. Їх також називають вузловими, тому що вони виходять з підземних вузлів, які утворюються у місцях прикріплення 1-го та наступних нижніх листків. Для реєстрації цієї фази у чотирьох місцях ділянки обережно викопують по 5 рослин і розглядають ту їх частину, яка знаходилася під землею. День, коли вузлові корінці утворилися у більшості рослин, вважають датою настання фази (рис. 1.2).

Кущіння. Якщо кінчики перших листків бокових пагонів з'явилися з піхви листків головного пагону, вважають, що кущіння почалося. Ця фаза може проходити тільки за умов наявності доступної для рослин вологи у верхньому шарі ґрунту – на глибині залягання вузла кущіння (рис. 1.3). Хлібні злаки починають кущитися водночас з утворенням 3-го листка чи через деякий час після його утворення.

Кущіння в озимих культур починається звичайно восени і на початок зими на одній рослині формується декілька бокових пагонів, які створюють кущ. Навесні після поновлення вегетації кущіння деякий час продовжується.

Кущіння може проходити із значним запізненням, якщо верхній шар ґрунту залишається сухим протягом довгого часу після утворення 3-го

листа, а потім зволожується. У ярих хлібів стебла, що утворилися пізно, набагато відстають у розвитку від головних стеблин.

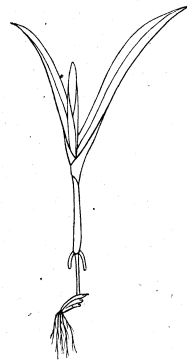
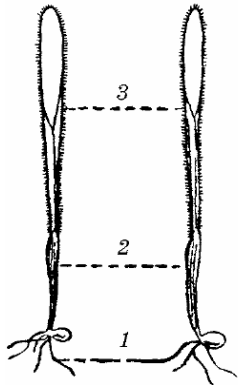


Рис. 1.1. – Сходи (1 – зародкові корінці, 2 – колеоптіль, 3 – перший листок).

Рис. 1.2 – Третій лист і утворення вузлових коренів у вівса.

Після масового кушіння озимих культур восени спостереження за рослинами проводяться два рази на декаду (4, 10, 14, 20, 24 та 30 чи 31 числа).

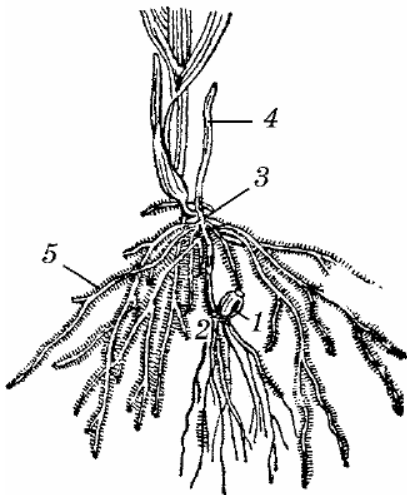


Рис. 1.3. – Кушіння (1- зернівка, 2 – первинні коренці, 3 – вузол кушення, 4 – колеоптіль, 5 – вторинні корені).

Припинення вегетації озимих зернових культур. Днем припинення вегетації озимих треба вважати той день, після якого протягом 5 днів середня добова температура повітря була нижче 5° С (на півдні України, в Криму та Молдові – нижче 3° С). У районах з нестійкою зимою ця фаза може відзначатися декілька разів.

Поновлення вегетації озимих культур. Ознакою поновлення вегетації озимих є утворення свіжої зелені. Верхні листочки, які ще не

розгорнулися, починають подовжуватися і в їх нижній частині з'являється свіжа зелена тканина. Старе листя, що збереглося на початок вегетації, стає струнким та пружним. Ознаки початку вегетації звичайно помітні, коли максимальна температура повітря перейде через $+5^{\circ}\text{C}$. З цього дня треба починати спостереження.

Поновлення вегетації відзначається у книжці КСГ-1 датою, коли ознаки відростання з'явилися у більшості рослин на ділянці. Крім дати поновлення вегетації необхідно відзначити, у якому стані знаходяться озимі після перезимівлі, кількість листя, що збереглося та відмерло. Ці дані надаються у книжці КСГ-1 у декаду поновлення вегетації.

Вихід у трубку (стеблуння). Вихід у трубку – це початок росту стеблини. Ознакою початку виходу у трубку є підняття нижнього вузла стеблини над вузлом кущіння на 3-5 мм, і наявність на верхівці стеблини зачаткового колоса. Його можна побачити лише у лупу з 10-кратним збільшенням, тому що він має довжину біля 1 мм (рис.1.4).

Реєстрацію фази проводять таким чином: починаючи з дати розгортання 3-го листка у 10% рослин, викопують у 4-х частинах ділянки 10 типових рослин (однакових по кількості листя та висоті). Обтрушують ґрунт та розрізають кожну рослину вздовж гострим ножом чи бритвою. Також звільнити стеблину від листків можна, якщо послідовно відрізати кожен лист гострою голкою.

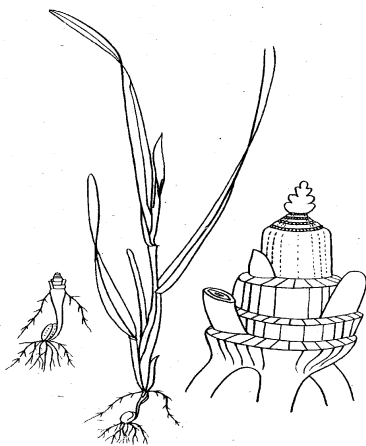


Рис. 1.4 – Фаза виходу у трубку в озимій пшениці.

Коли у декількох зразків з'являться ознаки виходу у трубку, роблять розрахунки кількості рослин, які вступили до даної фази. Якщо, наприклад, 4 з десяти рослин мають ознаки виходу у трубку, вважають, що 40% рослин на ділянці знаходиться у цій фазі. Спостереження проводять доки фазою не буде охоплено 8 рослин з десяти.

В озимих культур за фазою вихід у трубку треба спостерігати з дати поновлення вегетації.

Утворення нижнього вузла соломини над поверхнею ґрунту. Ознакою цієї фази є потовщення головної стеблини на висоті 0,5 см над поверхнею ґрунту.

Колосіння (викидання волоті). Ця фаза реєструється, коли колос наполовину висунувся з піхви верхнього листка. Ознакою викидання є появлення верхньої частини волоті вівса, проса, рису, сорго (рис. 1.5).

Цвітіння. Ця фаза не спостерігається у вівса, ячменю, проса та риса. Цвітіння цих злаків майже співпадає з масовим появленням колосся чи волотей. У жита, тритікале та сорго розкриваються квіткові луски і з'являються їх пильники (рис. 1.6). Якщо цвітіння спостерігається у вітряну погоду, пильники жита та тритікале, які звільнилися від пилка, легко обриваються вітром. У цьому випадку ознакою цвітіння є наявність типових ниточок (ніби павутиння) зовні колосків. Також, якщо на колоски подивитися проти сонця, вони здаються пустими.

Якщо пшениця цвіте у хмарну погоду з великою вологістю повітря та низькою температурою, то квіткові луски не відкриваються, пильники зовні не виходять, а пилки з них безпосередньо висипається на маточку. Щоб зафіксувати фазу треба виділити колосок з середини колоса головної стеблини і розсунути квіткові луски за допомогою голки чи булавки. Якщо пильники луснули, вважають, що цвітіння відбулося. У сонячну погоду квіткові луски пшениці розкриваються і пильники можна бачити зовні квітів. Це і є ознакою фази цвітіння.

Молочна стиглість. Ознаки молочної стиглості такі: зерно майже сформувався за розміром, має зелене забарвлення, якщо його здавити між пальцями, оболонка лускає і зміст зерна видавлюється назовні; у вівса та рису – у вигляді рідкого молочка, у пшениці – у вигляді більш густої рідини молочного кольору, у жита та ячменю – у вигляді некрутого вареного білку.

Настання молочної стиглості у колосових культур реєструють по зернах середньої частини колоса головних стеблин, а у волотевих – по зернах верхньої частини волоті головної стеблини. Беруть по два зернятка у кожної рослини. У проса та сорго фазу не реєструють.

Воскова стиглість. Основна ознака фази у колосових – зміна забарвлення зерна з зеленого на жовте, іноді буре. Листя жовтіє. Зміст зерна важко видавлюється з оболонки і легко скочується у кульку. Однак треба мати на увазі, що пожовтіння колоса може статися передчасно. Причиною може бути пошкодження суховіями, заморозками, посухою, іржею. Також може спостерігатися явище “стікання” зерна, якщо під час настання воскової стиглості тривалий час утримується тепла дощова погода.

Передчасне пожовтіння зерна та причини його повинні відзначитися у книжці КСГ-1 на сторінці “Пошкодження сільськогосподарських культур шкідливими метеорологічними явищами”.

У вівса та рису ознакою дозрівання до воскової стиглості є пожовтіння колосків верхньої половини волоті. Передчасне пожовтіння волотей також повинно відзначатися. Причини цього явища можуть бути такими ж, як і для зернових колосових культур.

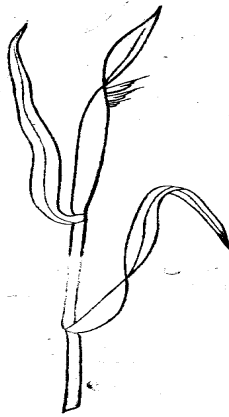


Рис. 1.5 – Викидання волоті

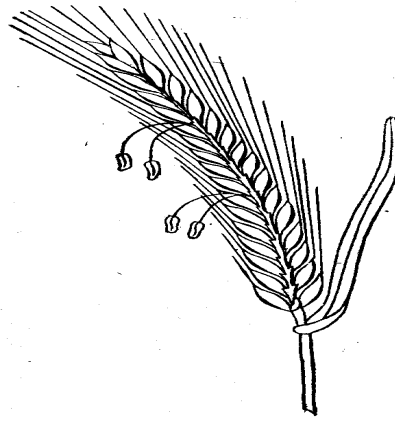


Рис. 1.6 – Фаза цвітіння озимого жита

Повна стиглість. Коли спостерігається повна стиглість, зерно стає твердим та розколюється, якщо на нього надавити ножем (проби беруть з середньої частини колоса). У волотевих злаків ця фаза реєструється по затвердінню зерна верхньої половини волоті. Якщо після реєстрації початку повної стиглості зерна настає тривала хмарна та дощова погода, то масове настання цієї фази не спостерігається.

Фази розвитку кукурудзи та їх ознаки

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20 % зерна кукурудзи, для технічних 15 – 20 %, на корм худобі 60 – 65 %.

У нашій країні кукурудза є найважливішою кормовою культурою. За її рахунок тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою.

У кукурудзи відмічають такі фази росту і розвитку: проростання насіння, сходи, утворення третього листка, кущіння, утворення п'ятого, сьомого, дев'ятого та одинадцятого (непарних) листків, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння волоті, цвітіння качана, молочна стиглість, воскова стиглість, повна стиглість.

Проростання насіння. Ознакою цієї фази є помітне висування (на 2-3 мм) зародкового корінця з зернини кукурудзи (рис.1.7 а). Через 3 дні

після сівби починають ці спостереження і продовжують у кожний черговий обхід ділянки спостереження.

Для визначення проростання у кожній частині ділянки розглядають по одній зернині. Пошкоджені зерна не підраховуються. Після огляду зернини закопують у землю на ту ж саму глибину. Фаза відзначається, коли її ознаки будуть зафіксовані не менш ніж у 5 з 20 оглянутих зернин.

Сходи. Початок фази (“а”) спостерігається, коли в одиничних рослин у різних місцях ділянки розгортаються перші листочки. Масове настання фази (“б”) – коли сходи з’явилися у більшості гнізд (рис. 1.7 б).

Розгортання чергових листків. Кількість листків, що утворюються у кукурудзи, є показником її скоростиглості. Найбільш ранньостиглі сорти та гібриди утворюють 10-11 листків, пізньостиглі – до 20 та більше. Починаючи з 3-го листа відзначається утворення кожного наступного непарного листка: 5, 7, 9. Ознакою фази є появлення розгорнутої верхівки його листової платівки з піхви попереднього листка (рис.1.7 в). Кількість рослин, що вступили у дану фазу, розраховується, як завжди.

Перші (нижні) листки кукурудзи швидко відмирають. Щоб мати можливість їх підраховувати, під час спостережень треба відзначати кожний 5-й листок. Це можна зробити за допомогою білої фарби чи кольорової нитки.

Також один раз за вегетацію проводять визначення кількості листків кукурудзи, що не вийшли. У залежності від скоростиглості сорту ці спостереження проводяться у такі строки: у пізньостиглих сортів при масовому утворенні 11-го листка, у середньостиглих – 9-го, у ранніх – 7-го листка.

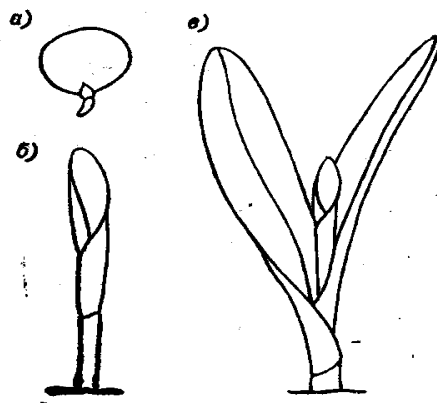


Рис. 1.7 – Фази розвитку кукурудзи: а) проростання насіння, б) розгортання 1-го листка (сходи), в) 3-й листок.

Техніка цих спостережень така. На ділянці відбирають 10 типових рослин і зрізають їх під корінь. Потім видаляють усе листя, яке вийшло, і розрізають рослину вздовж на дві нерівні частини. Меншу бокову частину

стеблини (близько 1/3) відрізають так, щоб не пошкодити конус наростання, який знаходиться у центрі стеблини.

Після видалення бокової частини стебла добре видно листки, які ще не вийшли назовні. Вони оточують конус наростання. Ці листки підрізають біля їх основи і послідовно знімають, поки не оголиться волоть, що закладена у конусі наростання. Кількість листків, що не вийшли, підраховують по кожній рослині, а потім виводять їх середню кількість на одну рослину. Результати записують у таблицю “Висота рослин” книжки КСГ-1.

Викидання волоті. Ця фаза закінчує процес утворення листя кукурудзи. Її ознакою є появлення верхньої частини волоті з піхви останнього листка. Цвітіння волоті - фаза реєструється по появленню пильників на головній гільці волоті (рис. 1.8).



Рис.1.8 – Фаза цвітіння волоті (загальний вигляд волоті на початку фази та її колосок).

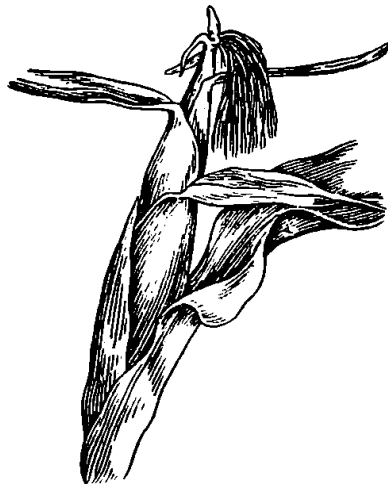


Рис.1.9 – Цвітіння качана кукурудзи.

Цвітіння качана визначають після появлення з його обгортки нитковидних стовпчиків (рис.1.9). В залежності від агрометеорологічних умов тривалість періоду може коливатися від 1 до 10 днів та більше. Якщо на головній стеблині утворилося 2-3 качана, фаза цвітіння відзначається по тому качану, на якому нитки з'явилися раніше. Його треба зав'язати і надалі по ньому проводити спостереження за стиглістю зерна.

Молочна стиглість характеризується такими ознаками. Нитковидні стовпчики побуріли та підсохли, але обгортка качана ще має зелений колір. Зерно у середній частині качана має білий колір (чи світло-жовтий). Якщо зернину розчавити, виділяється біла рідина, яка схожа на молоко.

Для точної реєстрації фази обгортки качанів підрізають (розміри розрізу 5-7 на 3-4 см), потім її трохи розгортають і з двох суміжних рядків виймають по дві зернини. Всього розглядають 80 зернин. Після

спостереження розріз закривають листками обгортки, а наступне спостереження проводять трохи далі від вийнятих під час попереднього огляду зернин.

Воскова стиглість. Зерно отримує колір, характерний для даного сорту. Консистенція його схожа на віск, зерно легко розрізається ножом, але рідина при цьому не виділяється. Обгортка висихає і утрачає зелене забарвлення. Визначається ця фаза по зернам тих же качанів, за якими спостерігали у фазу молочної стиглості.

Повна стиглість. Визначається по затвердінню зерна у середній частині качана. Якщо натиснути на зерно ножом, воно розколюється. Спостереження проводять так, як і при визначенні молочної та воскової стиглості.

Фази розвитку зернових бобових (гороху, бобів, люпину, сої та ін.)

Зернобобові культури відіграють важливу роль у сільськогосподарському виробництві. Вони відносяться до сімейства бобових (Fabaceae) і включають такі роди і види рослин, як горох, кормові боби, квасоля, соя, люпин, чина, сочевиця, вігна, нут та ін У зеленій масі і насінні цих культур білка в 2-3 рази більше, ніж у зернових культурах сімейства мятликові.

Відмінні особливості зернобобових культур - недетермінантний тип зростання і здатність до азотфіксації в симбіозі з бульбочкових бактерій, що значною мірою визначає специфіку технології їх обробітку і напрямок селекції.

Зернові бобові завдяки цінному хімічному складу зерна мають велике промислово-сировинне значення. Із зерна їх виробляють крупи, борошно, різні кондитерські вироби, харчові й кормові концентрати. Із недозрілих плодів і зерна гороху (особливо цукрового), спаржевої квасолі, сої виготовляють смачні й поживні консерви. Олія із зерна сої широко використовується (особливо у США) для виробництва високоякісного маргарину.

Проростання насіння. Утворення корінця у не менш ніж 5 з викопаних у чотирьох частинах ділянки 20 зернин.

Сходи. У гороху, бобів, нуту з'являються ростки. У квасолі, сої та люпину розкрилися сім'ядолі над поверхнею ґрунту. У книжці КСТ-1 фіксують перші сходи "а", коли їх ознаки реєструються в окремих місцях, і масові сходи "б", коли рядки чітко визначаються (рис. 1.10).

3-й справжній лист – у квасолі та люпину після роз'єднання сім'ядолей утворюються одразу два справжніх листки, після чого розгортається платівка 3-го листка. Це і є ознака фази. У гороху листя підраховують з 1-го справжнього листка.

5-й справжній лист. Ознака фази – розгортання 3-го трійного листка.

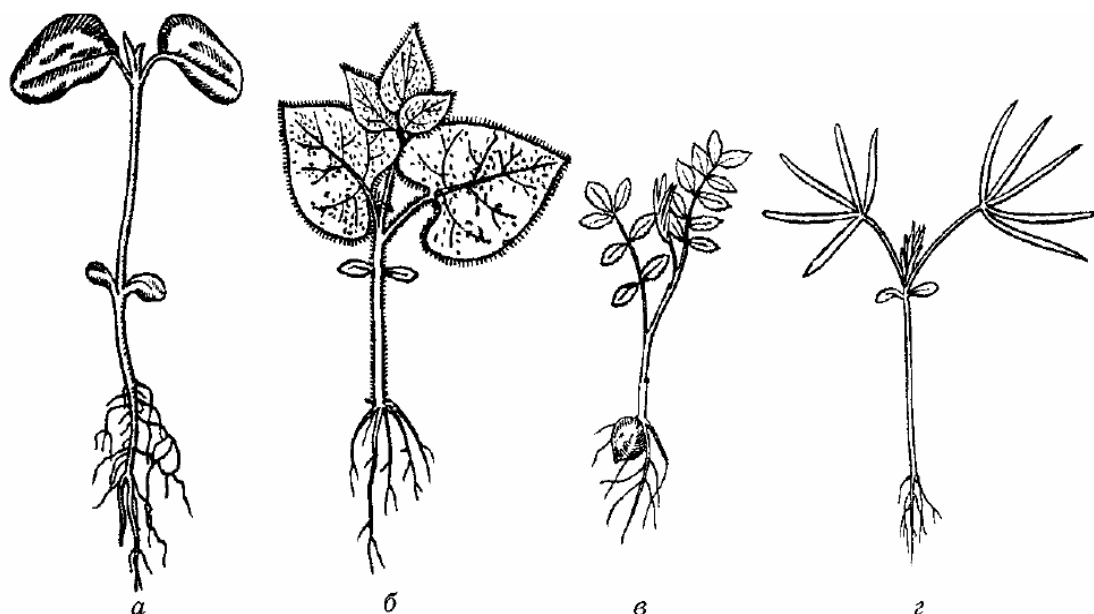


Рис. 1.10 – Сходи зернобобових рослин: а, б - з трійчастими листками (соя, квасоля звичайна); в - з пірчастими листками (нут); г - з пальчастими листками (люпин).

Утворення бокових пагонів. З'явилися зачатки перших бокових пагонів з пазух листя. Утворення суцвіть - З'явилися зачатки перших суцвіть з пазух листя (рис. 1.11).

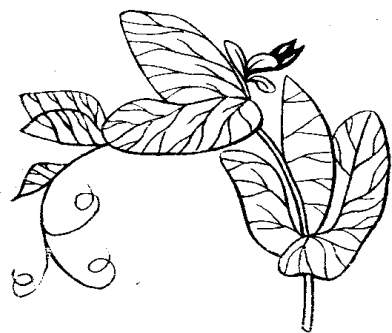


Рис.1.11 – Утворення суцвіть гороху.



Рис. 1.12 – Початок цвітіння та квітка гороху.

Початок цвітіння. Розкрилися пелюстки перших квіток (рис.1.12). Після масового цвітіння і до дозрівання перших бобів спостереження проводять на ділянці два рази на декаду, потім – через день.

Утворення бобів. Перші боби досягли довжини 1 см.

Кінець цвітіння. Зачатки суцвіть у пазухах верхнього листка не розвиваються. Вони починають засихати. Тільки у деяких

оглянутих рослин залишилися квіти.Дозрівання. Перші боби пожовтіли (побуріли, почорніли). Їх насіння має характерне забарвлення для даного сорту.

Фази розвитку гречки

Гречка, як і просо, рис, належить до найважливіших круп'яних культур і є єдиною незлаковою рослиною у групі зернових культур. Крупа з неї має високі споживчі, смакові та дієтичні якості. Гречка — цінна медоносна рослина. В областях, де розміщені її основні посіви, гречаний мед є основним сортом товарного меду.

Гречка належить до родини гречкових (Polygonaceae), роду *Fagopyrum* (1.13).

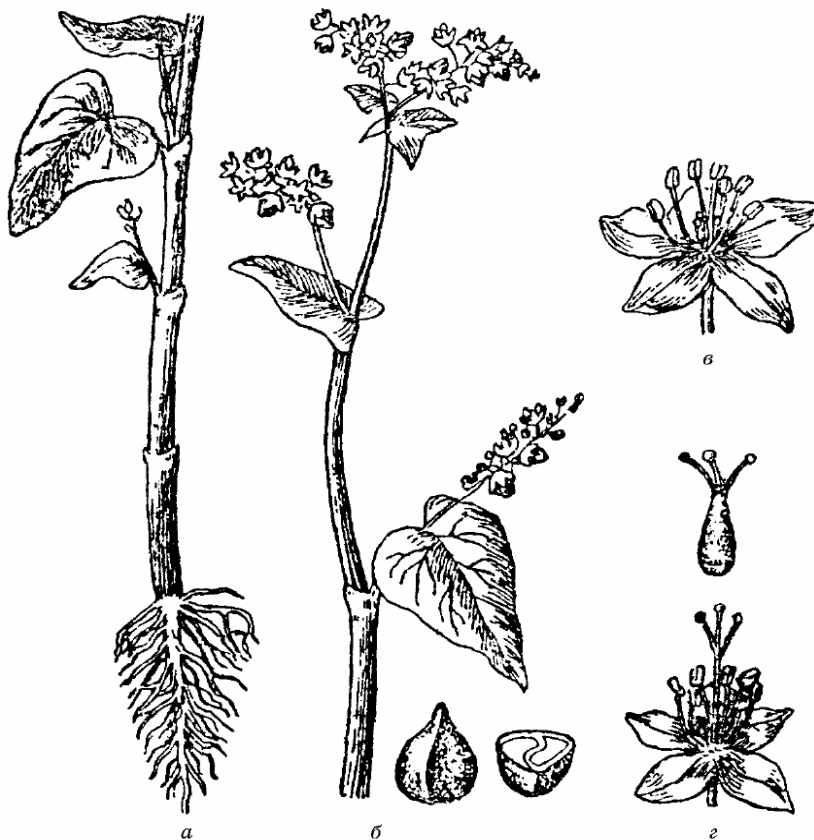


Рис. 1.14 – Гречка (а — нижня частина стебла з корінням і листям; б — гілка з квітками і листям; в — квітка з короткими стовпчиками і довгими тичинками; г — квітка з довгими стовпчиками і короткими тичинками).

Сорти, які вирощують у нашій країні, належать до виду *Fagopyrum esculentum* Moench — гречка культурна підвиду *vulgare* — гречка звичайна *issp. multifolium* Stol. — гречка багатоліста. Трапляється також вид

Fagopyrum tataricum (L.) — дикоростуча однорічна рослина, яка засмічує посіви.

У гречки спостерігаються такі фази розвитку: сходи, утворення суцвіть, цвітіння, дозрівання.

Сходи. Перші сходи (фаза “а”) – в окремих місцях сім’ядолі, які з’явилися на поверхні ґрунту, розгорнулися, але рядки не означились; масові сходи (фаза “б”) – теж саме на більшій частині ділянки, рядки означені чітко (рис. 1.15).

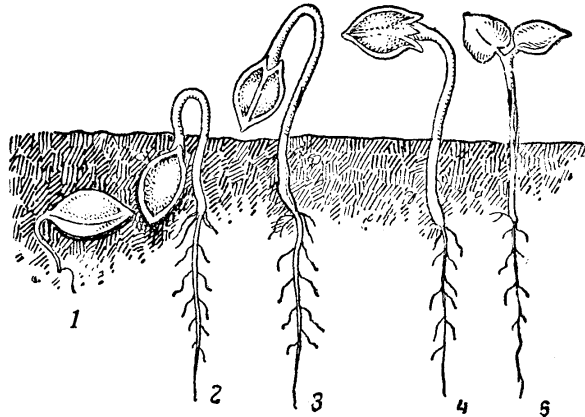


Рис. 1.15 – Проростання насіння гречки: 1- розвиток корінця, 2 – поява на поверхні ґрунту підсім’ядольного коліна, 3 – поява сходів - сім’ядолі покриті оболонкою, 4 – скинення оболонки, 5 – повні сходи.

Утворення суцвіть. Ознакою фази є появлення на кінці стеблини зачатків перших бутонів.

Цвітіння. Перші квітки розкрилися. Якщо спостереження на ділянці ведуть через день, то після масового цвітіння і до дозрівання перших плодів на одиничних рослинах огляд проводять два рази на декаду.

Дозрівання. Більша частина коробочок на рослині дозріла, їх оболонка має характерне для даного сорту забарвлення (коричневе, темно-сіре, чорне), ядро плоду затверділо.

Фази розвитку соняшника

Соняшник - основна олійна культура в Україні. Насіння його районованих сортів і гібридів містить 50 - 52 % олії, а селекційних - до 60 %. Порівняно з іншими олійними культурами соняшник дає найбільший вихід олії з одиниці площі (750 кг/га в середньому по Україні). На соняшникову олію припадає 98 % загального виробництва олії в Україні.

Соняшник - чудова медоносна рослина. З 1 га його посівів під час цвітіння бджоли збирають до 40 кг меду. При цьому значно поліпшується

запилення квіток, що підвищує врожай насіння. Сіють соняшник також для створення куліс на парових полях. Як просапна культура він сприяє очищенню полів від бур'янів.

У соняшника спостерігаються такі фази розвитку: сходи, друга пара листя, утворення суцвіть, цвітіння, дозрівання, збиральна стиглість.

Сходи. Ознаки фази сходів у соняшника такі ж, як у гречки (рис. 1.16).

Друга пара листя. Появлення першої пари справжнього листя (рис. 1.17). Необхідно чітко відрізнити справжнє листя від сім'ядолю.



Рис. 1. 16 – Сходи соняшника.

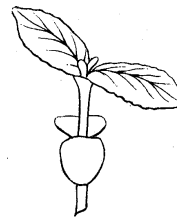


Рис. 1.17 – Фаза другої пари листя соняшника.

Утворення суцвіть. Це фаза утворення "кошика", його зовнішні листочки утворюють якби багатопроменеву зірочку серед верхнього листя (рис. 1.18).

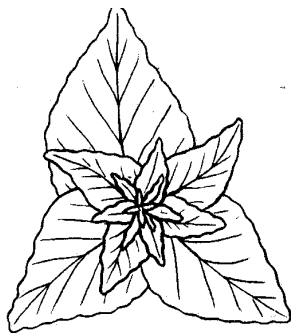


Рис.1.18 - Утворення кошика (вид зверху) соняшника.

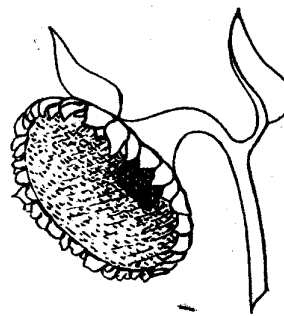


Рис.1.19 – Дозрівання соняшника.

Цвітіння. Розкрилися трубчаті квітки, які знаходяться біля краю кошика. Якщо до них доторкнутися, на пальцях залишається жовтий пилок. Після масового цвітіння і до перших ознак зміни кольору шкірки крайніх зернят кошика огляд рослин проводять два рази на декаду, потім – через день.

Дозрівання. У середній частині кошика шкірка зернят придбала властивий даному сорту колір (сірий, чорно-фіолетовий та ін.), сформувалося ядро, більша частина листя та язичкові квітки засохли,

внутрішня частина кошика пожовкла. Після масового дозрівання спостереження проводять двічі на декаду (рис.1.19).

Збиральна стиглість. Після дозрівання у 75 % рослин спостерігають за підсиханням тильної частини кошика. Спостереження припиняють, коли пожовтіють кошики не менш ніж у 85 % рослин. Цю дату приймають за дату збиральної стиглості.

Фази розвитку картоплі

Картопля посідає одне з перших місць серед інших сільськогосподарських культур за універсальністю використання в господарстві. Вона є важливою продовольчою, кормовою й технічною культурою (рис. 1.20).

Продовольча цінність картоплі визначається її високими смаковими якостями та сприятливим для здоров'я людини хімічним складом бульб. У них міститься 14 – 22 % крохмалю, 1,5 – 3 % білків, 0,8 – 1 % клітковини. Крохмаль картоплі легко засвоюється організмом, а її білки за біологічною повноцінністю переважають білки інших культур, у тому числі озимої пшениці. Бульби багаті на вітаміни групи В, РР, каротиноїди. У зимовий період картопля є головним продуктом харчування і джерелом вітаміну С.



Рис. 1.20 - Картопля: 1 - квітуча рослина зі старим (темний) і молодими бульбами; 2 - гілка з квітками; 3 - квітка.

Спостерігаються такі фази: сходи, утворення бокових пагонів, утворення суцвіть, цвітіння, кінець цвітіння, зів'янення картоплиння.

Ознакою фази сходів є появлення ростків на поверхні ґрунту в окремих місцях ділянки (перші сходи – фаза “а”), а потім на більшій частині ділянки, коли чітко визначаються рядки (масові сходи - фаза “б”).

Утворення бокових пагонів реєструється, коли у пазухах нижнього листа починається подовження бокових пагонів.

Утворення суцвіть – появлення зачатків суцвіть на верхівках стеблин.

Цвітіння. Розкриття перших квіток у суцвіттях (рис. 1.21). Після масового цвітіння спостереження проводять двічі на декаду.



Рис. 1.21 - Суцвіття картоплі (1), квітка та плід картоплі (2).

Кінець цвітіння. Зів'янення пелюсток у більшості квіток. Із 40 рослин, що спостерігаються, залишилось не більше чотирьох, які цвітуть. Відзначають тільки дату.

Зів'янення картоплиння. Пожовкнення, побуріння більшої частини листя у більшості рослин. Рослини припиняють вегетацію. Також відзначається тільки дата.

Фази розвитку коренеплодів (цукрових, кормових та столових буряків, моркви, петрушки та ін) та їх ознаки

Коренеплодом називають видозмінений стовщений головний корінь, який несе при основі вкорочений пагін та виконує функцію накопичення запасних поживних речовин.

У коренеплоду розрізняють голівку - вкорочену стеблову частину з листками; шийку - найтовщу частину, яка утворилася за рахунок гіпокотилію; власне корінь, від якого відходять бічні корені. Отже, в утворенні коренеплоду частково бере також участь стеблова частина рослини.

Коренеплідні рослини - це рослини різних ботанічних родин, таких як лободові (Chenopodiaceae) - буряк звичайний, зонтичні (Apiaceae) - морква посівна, цикорій й капустяні (Cruciferae) - бруква, куузіку та турнепс.

За господарським використанням коренеплоди поділяють на технічні (цукрові буряки) та кормові (кормові буряки, морква, бруква, турнепс).

Вирощування коренеплодів дає цінні соковиті корми, які є невід'ємною складовою частиною раціонів годівлі сільськогосподарських тварин в осінній, зимовий і ранньовесняний періоди. Так, 100 кг коренеплодів кормових буряків мають енергетичну цінність у 12 кормових одиниць. Гичка ж кормових буряків майже не поступається енергетичною цінністю перед коренеплодами, крім того, містить у два рази більше білка і значну кількість каротину. Гичку згодуюють худобі у свіжому вигляді та силосують. Для ліквідації дефіциту каротину під час годівлі тварин використовують моркву, 1 кг коренеплодів якої містить 85 мг каротину.

Цукрові буряки - одна з основних технічних культур. При врожайності 400 ц/га забезпечують вихід 50 - 55 ц цукру, 150 - 200 ц гички, 260 - 280 ц сирого жому, 15 - 18 ц меляси, які використовуються на корм. Цукор є цінним продуктом харчування. Він легко засвоюється організмом, висококалорійний. Фізіологічно обґрунтована норма цукру для людини не перевищує 100 г на добу.

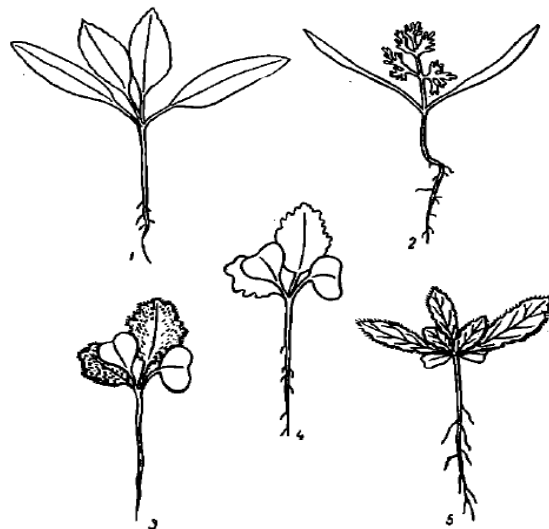


Рис. 1.22 – Сходи коренеплодів: 1 – буряку, 2- моркви, 3 – турнепсу, 4 – брукви, 5 – цикорію.

Морква дуже цінний продукт харчування, оскільки має цілий комплекс вітамінів: С, В1, В2, В6, В12, В, Е, К, Р, РР, пантотенову і фолієву кислоти, велику кількість каротину (до 9 мг %), від вмісту якого

залежить її колір, а також біологічно активні речовини — фітонциди, мінеральні солі (кобальт, калій, залізо, мідь, фосфор, кальцій, йод, бром та ін.), ферменти, полісахариди (пектини, клітковина), багато цукрів (до 15 %), які легко засвоюються, органічні кислоти, флавоноїди, ефірні олії, що зумовлюють специфічний аромат моркви.

Сходи. Перші сходи (фаза “а”) – в окремих місцях сім’ядолі, які з’явилися на поверхні ґрунту, розгорнулися, але рядки не означились; масові сходи (фаза “б”) – теж саме на більшій частині ділянки, рядки означені чітко (рис.1.22).

Перша пара справжнього листя. Це фаза утворення першого справжнього листка. Між сім’ядолями з’являється перший і одразу ж другий листок.

Друга пара справжнього листя. Не дивлячись на те, що листя у коренеплодів утворюється попарно, листки розташовуються не один проти одного, а трохи окремо, поодиноці. Тому ознакою цієї фази вважають появлення у точці росту 3-го справжнього листка.

Третя пара справжнього листя (5-й справжній листок). Розгортання 5-го листка (рис.1.23).

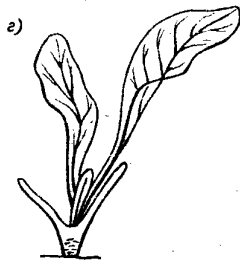


Рис. 1.23 – Фаза 5-го справжнього листя у буряку.



Рис.1.24 – Початок росту коренеплоду.

Початок потовщення коренеплоду. Ознакою цієї фази вважається збільшення діаметру коренеплоду у найбільш товстій частині до 3-5 мм і утворення поздовжніх тріщин на шкірці внаслідок збільшення товщини коренеплоду (рис.1.24). Для визначення фази оглядають по 5 рослин у чотирьох частинах ділянки спостережень. Після масового настання цієї фази спостереження проводять двічі на декаду.

Життєвий цикл розвитку коренеплідних рослин триває два роки. У перший рік з насіння виростає потовщений коренеплід з розеткою прикореневих листків, що восени відмирають. На другий рік з висадженого коренеплоду (висадки або маточні коренеплоди), який містить на головці бруньки, виростають стеблові пагони з листками та квітками. На квітконосних пагонах після цвітіння і запліднення формується насіння (рис. 1.25).



Рис. 1.25 – Цвітіння коренеплодів: 1 – верхівка кітучого стебла буряку та квітка, 2 – суцвіття та квітка моркви

Фази розвитку городніх та баштанних культур та їх ознаки

Баштанні культури (кавуни, гарбузи і дині) належать до родини гарбузових і за морфологічними ознаками дуже подібні між собою. Їх вирощують для одержання соковитих плодів з високими смаковими якостями.

Плоди баштанних, особливо кавунів і динь, містять багато цукру (6 – 13 % і більше), вітаміни В1, В3, С, РР та ін. У кавунах багато солей заліза й фолієвої кислоти. Крім використання у свіжому вигляді, вони є сировиною для переробної промисловості: виготовлення кавунового меду (нардек), повидла, пастили, для соління.

Баштанні культури мають велике лікувальне значення. Вони містять найважливіші фізіологічно активні речовини, які беруть участь у важливих функціях організму, в регулюванні процесів білкового та жирового обміну. Вживання плодів баштанних поліпшує роботу серця, печінки, шлунку, нирок, легень, підвищує загальний життєвий тонус організму. Наприклад, фолієва кислота, яка міститься в плодах кавуна і дині, справляє антисклеротичну й кровотворну дію.

Плоди кавунів з підвищеним вмістом пектинових речовин мають високі радіопротекторні властивості, здатні виводити з організму радіонукліди, важкі метали та інші токсичні речовини.

Після того, як рослини почнуть утворювати нове листя, у чотирьох частинах ділянки на рядках відміряють по 10 м і підраховують кількість

рослин, що були висаджені і зберегли життєздатність. Результати розрахунків заносять у книжку КСГ-1.

Огірок, кабачок, томат, перець, баклажан, гарбуз, кавун, диня, патиссон.

Огірок (Cucumis sativus) - однорічна трав'яниста рослина. Коренева система стрижнева, розгалужена. Основна маса коріння розташована в орному шарі ґрунту. Довжина стебла і кількість бічних пагонів в значній мірі змінюються в залежності від сортових особливостей та умов вирощування.

Перець введений у культуру 6 тисяч років тому в Центральній і Південній Америці. До нас перець потрапив наприкінці XVI століття, а загальне визнання завоював у середині XIX століття. З тих пір перець солодкий - одна з найулюбленіших овочевих культур у світі.

Поряд з томатом, картоплею і баклажаном перець належить до сімейства пасльонових. У дикій природі це багаторічний напівчагарник, але в культурі використовується як однолітня рослина.

Плоди перцю дуже багаті Р-активними речовинами (70-380 мг на 100 г сирової маси), містять значну кількість каротину (0,5-16,0 мг), вітамінів групи В (0,02-0,09 мг тіаміну, 0,02-0,1 мг рибофлавіну), фолієвої кислоти (1,3-2,9 мг на 100 г сухої маси), нікотинової кислоти (6-10 мг на 100 г сухої маси).

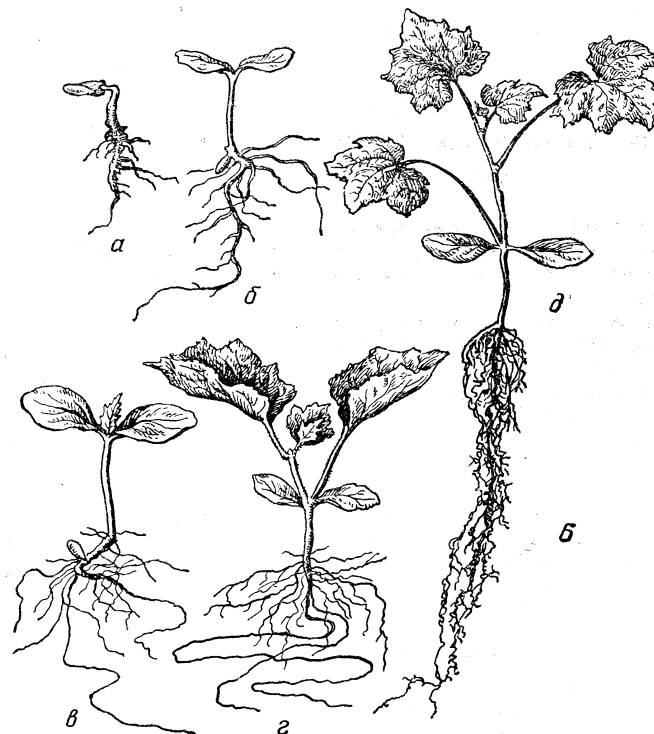


Рис. 1.26 – Молоді рослини огірка у віці: а – одного дня, б – шести днів, в – десяти днів, г – двадцяти днів, д – тридцяти днів.

Сходи. Ознакою перших сходів є появлення перших сім'ядолей над поверхнею ґрунту в окремих частинах ділянки (у дводольних рослин) чи розгортання перших листочків в одиничних рослин. Масові сходи – те ж саме, але на більшій частині ділянки (рис. 1.26).

1-й справжній лист. Розгортання 1-го справжнього листа.

3-й справжній лист. Розгортання 3-го справжнього листа (рис.1.26, 1.27).

Появлення бокових пагонів. Початок росту перших бокових пагонів з пазух листа.

Утворення бутонів (суцвіть). Появлення у пазухах листа зачатків перших бутонів (суцвіть).

Цвітіння. Розкриття перших квітів. Після масового цвітіння всіх культур, крім огірка, спостереження проводять двічі на декаду, потім – через день (рис. 1.27 - 1.29).

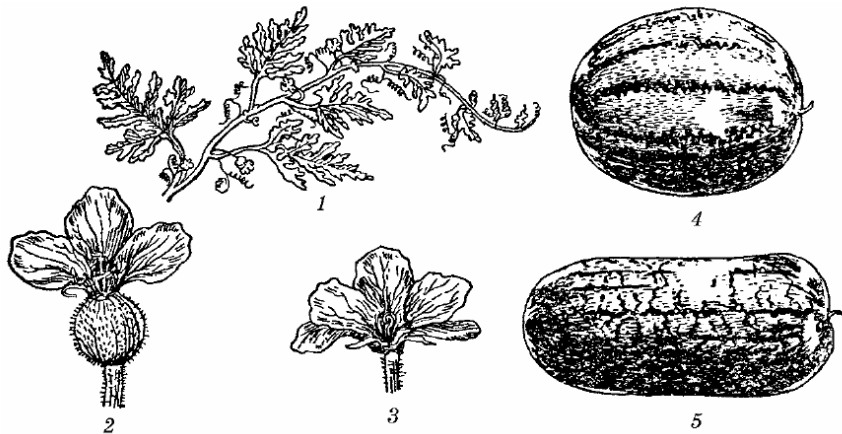


Рис. 1.27 - Кавун: 1 - частина стебла (огудини); 2 - жіноча квітка; 3 - чоловіча квітка; 4 - плід столового і 5 - кормового кавуна.

Дозрівання. Перші плоди досягли зрілого стану. Якщо плоди збирають до досягання, то дату досягання не вказують, а відзначають тільки дату збору плодів. Це перш за все стосується таких культур, як огірок, кабачок, патисон. Ознакою досягання гарбуза, дині та кавуна є підсихання плодоніжки.

У томатів відзначають три види стиглості: зелену, бланжеву та повну. Зелена стиглість – плоди на гроні першого порядку досягли нормального, властивого даному сорту розміру, колір плодів зеленувато-білий. Бланжева стиглість – перші плоди придбали жовтувато-буре забарвлення, при дозріванні не лишають своїх смакових якостей, їх можна транспортувати.

Повна (біологічна стиглість) - плоди мають властивий даному сорту колір, їх можна безпосередньо їсти. Після першого збирання плодів будь-якого виду стиглості спостереження за досяганням припиняють.



Рис. 1.28 – Огірок: 1 – стебло з листтям та квітками, 2 – плід.

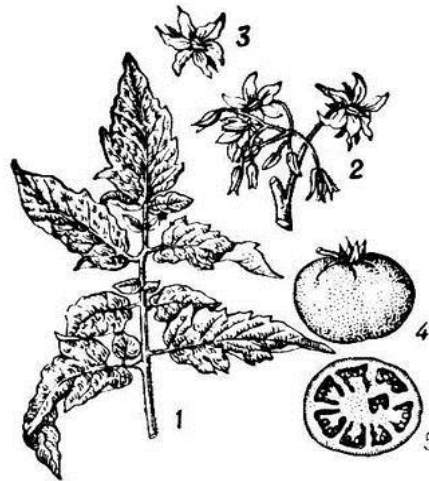


Рис.1.29 - Томат: 1 - лист; 2 - суцвіття, 3 - внутрішня сторона квітки, 4 – плід, 5 - плід в розрізі.

У капусти на початку розвитку спостерігаються ті ж самі фази, що і у кабачків, огірків та інших культур: сходи, утворення 1-го та 3-го справжніх листків (ознаки цих фаз див. вище).

Завивання голівки визначається по утворенню навколо точки росту голівки з щільно завитого листя, у кольорової капусти – по утворенню світло-жовтого суцвіття.

Технічна стиглість. У ранніх сортів капусти голівки, що сформувалися, стали щільними, у пізніх – покривне листя побіліло. У кольорової капусти технічну стиглість не відзначають.

Фази розвитку кормових трав (сіяних та природних)

Під природними кормовими угіддями розуміють сукупність трав'янистих рослин, які ростуть на луках, у степах, лісах, пустелях, тундрі. Розмножуються вони різними способами, але природним шляхом, без участі людини. Цим вони відрізняються від сіяних, які розмножуються шляхом сівби за допомогою сільськогосподарських машин. Багато сіяних трав нічим не відрізняються від тих, що ростуть у природних умовах (тимофіївка, житняк та ін.). Другу частину трав людина раніше відібрала у природних умовах та істотно покращала за допомогою селекції (конюшина, люцерна, суданка та ін.).

Всі кормові трави поділяють на однорічні та багаторічні. Однорічні не мають органів вегетативного розмноження та відмирають після плодоношення разом із кореневою системою. Багаторічні трави мають підземні (чи приземні) багаторічні пагони чи частку пагонів з бруньками поновлення. Багаторічні трави, що ростуть у рік сівби, називаються травами першого року життя, у наступні роки – травами 2-го, 3-го і т.д. років життя.

Багаторічні трави належать до родини бобових і злакових. З бобових багаторічних трав у польовому кормовиробництві поширені конюшина червона (лучна), люцерна посівна й еспарцет (рис 1.30), із злакових - тимофіївка лучна, вівсяниця (костриця) лучна, стоколос (коострець) безостий, житняк, пирій безкореневищний, райграс високий, грястиця збірна та інші (рис. 1.31).

Багаторічні злакові трави висівають у сумішах з бобовими травами при створенні культурних сіножатей, пасовищ у кормових та ґрунтозахисних сівозмінах на схилах балок.



Рис. 1.30 – Багаторічні бобові трави: 1 - люцерна посівна синя; ліворуч - насіння, праворуч – квітка; 2 - конюшина рожева, зліва - насіння, праворуч - квітка.

У північних (поліських) районах країни більш поширена конюшина лучна, в південних лісостепових і в Степу — люцерна посівна та еспарцет. У Лісостепу добре ростуть конюшина лучна, люцерна посівна, еспарцет,

лядвенець рогатий. Найвищі врожаї цих трав збирають у районах достатнього зволоження. На Верхняцькій дослідній станції (Черкаська область) вихід сіна конюшини лучної при однорічному використанні на один укіс у середньому за 8 років становила 41,7, а при дворічному 105,1 ц/га.

Високі врожаї дає конюшина також на дерново-підзолистих суглинистих ґрунтах Полісся. Наприклад, на Костопільській сортодільниці Рівненської області з двох укосів збирали сіна конюшини червоної по 89, а на Рівненській сортодільниці 71 ц/га.

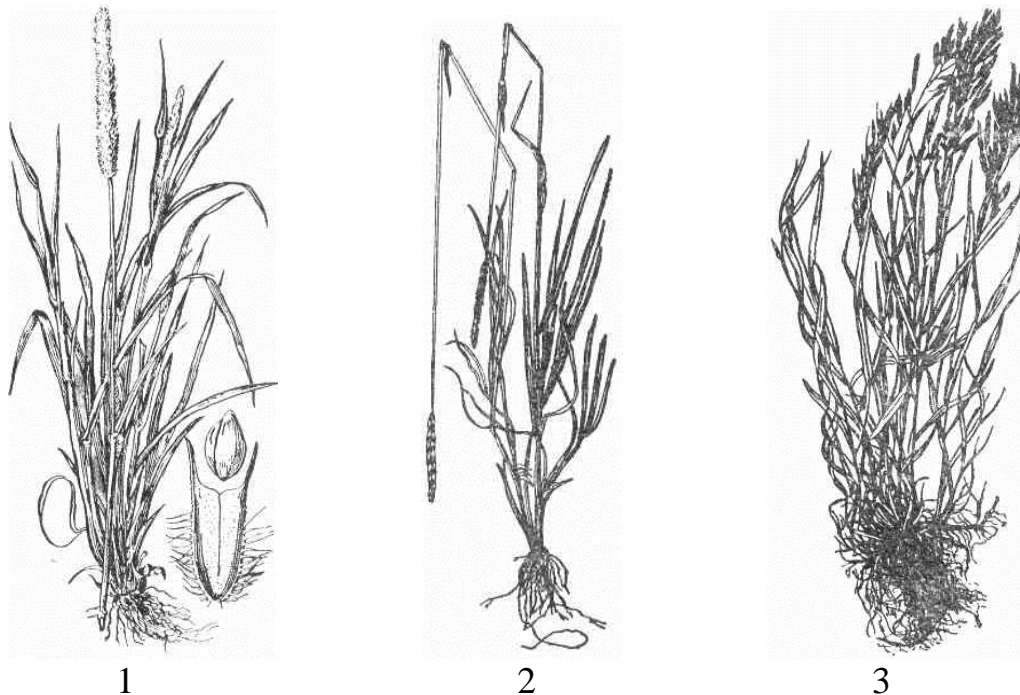


Рис. 1.31 – Багаторічні злакові трави: 1 - тимофіївка лугова, праворуч - зернівка (насіння) і вид окремого колоска збоку; 2 – пирій бескорневіщний; 3 - мятлик луговий.

Кормові культури використовують на зелений корм, сіно, сінаж, силос, для виготовлення трав'яного борошна та для інших цілей. За теперішнього часу швидко розповсюджуються нові перспективні кормові культури: борщовик Сосновського, окопник, топінамбур та ін. Однак вони поки що складають невелику долю силосу, що заготовлюють. В основному використовують такі культури, як кукурудза, соняшник, сорго, кормова капуста, кінські боби, а також однорічні бобово-злакові суміші: віковівсяну, горохо-вівсяну, бобово-ячмінну та ін.

Однорічні бобові трави проходять ті ж самі фази, що і зернові бобові, тобто сходи, утворення перших листків, утворення суцвіть, цвітіння, дозрівання.

Однорічні злакові трави проходять фази, аналогічні тим, що проходять зернові злаки. Основні фази це: сходи, 3-й лист, кушіння, колосіння (викидання волоті), цвітіння, дозрівання.

Багаторічні сіяні трави першого рогу життя, як бобові, так і злакові (райграс, тимофіївка лугова та ін.) проходять ті ж самі фази з аналогічними ознаками, що і сільськогосподарські культури.

Спостереження за багаторічними травами та перспективними кормовими культурами другого і наступних років життя починаються з фази поновлення вегетації, дату якої відзначають, якщо ознаки фази зареєстровані на більшій частині ділянки спостереження. Її ознаки для злакових - це появлення свіжої зелені, для конюшини - перших листочків, для люцерни – нових пагонів. Далі фази розвитку такі ж, як і у однорічних трав. Перед зимівлею відзначають дату припинення вегетації.

Після косовиці сіяних однорічних та багаторічних трав, трав природних кормових угідь, а також після стравлення першою фазою, що спостерігається, буде фаза відростання.

Наступною черговою фазою буде: у злакових – колосіння (викидання волоті), у багаторічних перспективних кормових культур, однорічних та багаторічних бобових трав і мальви – утворення суцвіть. Далі будуть спостерігатися фази цвітіння та дозрівання.

Спостереження за фазами розвитку сіяних трав проводять на 4-х повторностях ділянки спостереження. На кожній повторності оглядають десять будь-яких стеблин першого порядку чи рослин, а потім визначають процент рослин (стеблин), що вступили до даної фази. На посівах перспективних кормових культур спостереження проводять на одних і тих же рослинах.

Фенологічні спостереження за злаково-бобовими травосумішами ведуть по одному злаковому і одному бобовому компонентам, які переважно зустрічаються. Записи по кожному проводять на окремих сторінках книжки КСГ-1.

Фенологічні спостереження на посівах багаторічних та однорічних трав ведуть два рази на декаду, крім періоду від початку утворення суцвіть чи колосіння (викидання) до масового цвітіння, коли огляд рослин проводять через день.

Фенологічні спостереження на природних кормових угіддях (пасовищах та сінокосах) проводять по двом-трьом видам трав, які переважають у травостойі. Це рослини-індикатори з числа злакових, бобових та різнотрав'я. Запис по кожній рослині-індикатору проводять на окремих сторінках книжки КСГ-1.

Початок і масове настання фаз у трав природних кормових угідь проводять візуально без підраховування кількості рослин, що вступили до фази.

Фази розвитку плодових культур та їх ознаки

Для спостережень за фазами розвитку плодових культур вибирають 20 постійних екземплярів. Дерево чи кущ вважають такими, що вступили у будь-яку фазу, якщо ознаки цієї фази спостерігаються хоча б на окремих гілках даного екземпляру. Однак у деяких плодових культур у певних умовах спостерігається періодичність у родючості. У цьому випадку долю охоплення (%) фазою цвітіння підраховують від кількості дерев, які не "відпочивають" у конкретному році. У зв'язку з цим у день початку цвітіння окремим рядком у книжці КСГ-1 приводиться кількість дерев, які не "відпочивають" у кожній повторності та їх загальна кількість.

При визначенні строків наставання фаз гілки, які знаходяться нижче 50 см від землі, до розрахунку не приймають.

Плодові культури діляться на насінні (яблуня, груша, айва та ін.); кісточкові (слива, вишня, черешня, абрикос, персик та ін.); ягідні (смородина, агрус, малина, горобина, виноград, суниця та ін.); горіхоплідні (грецький горіх, фундук, мигдаль та ін.); цитрусові (лимон, мандарин, апельсин); субтропічні (гранат, хурма та ін.).

У провідних плодових культур, які вирощуються в Україні (за винятком винограду), спостерігають такі фази: набубнявіння бруньок, розпукування бруньок, розгортання перших листочків з ростових бруньок, утворення суцвіть (малина), відокремлення бутонів (груша, яблуня), цвітіння, кінець цвітіння, формування (ріст) плодів (яблуня, груша, слива, абрикос, персик, айва), дозрівання плодів, осіннє забарвлення листя, листопад.

Крім того, відзначають закінчення росту пагонів у довжину, вторинний ріст пагонів, вторинне цвітіння, дозрівання деревини.

Набубнявіння бруньок. У кісточкових та насінневих плодових дерев плодові бруньки більше ростових і їх набубнявіння визначити легше. У ягідних культур помітних відмінностей між тими чи іншими бруньками немає. Тому у плодових дерев відзначають початок набубнявіння плодових бруньок (рис. 1.32), а у ягідних бруньки не ділять на плодові та ростові.

Ознаки цієї фази такі: на лусочках з'являються більш світлі частинки (смужки, куточки), які до цього знаходилися під прикриттям нижніх лусочок; у вишні та черешні – зелені плямки на кінцях бруньок. У рослин з маленькими бруньками для фіксування цієї фази треба користуватися лупою.

Процес набубнявіння бруньок звичайно починається після переходу денної температури повітря через 5 °С, тому з цього моменту треба уважно слідкувати за ознаками даної фази.

Розпукування бруньок. Розсунення внутрішніх лусочок на кінцях плодових бруньок є ознакою їх розпукування (рис. 1.32). Між лусочками,

що розсунулися, знаходяться верхівки центральних бутонів, чи згорнуті у трубочку листочки колоплідної розетки, чи декілька бутонів, чи один бутон, чи кінці листочків і водночас бутони.

При несприятливих умовах перезимівлі плоді бруньки пошкоджуються. Весною вони не дають ознак розпукування, або розпукуються, але потім засихають та опадають. У випадку виявлення загибелі всіх чи більшої частини плодів бруньок про це роблять запис у книжці КСГ-1.

Розгортання перших листочків з ростових бруньок. Ознакою фази є розгортання перших листочків, які до цього знаходилися у складеному стані.

Утворення суцвіть відзначають тільки у малини, у якої суцвіття закладаються пізніше, ніж з'являється листя. Ознакою фази є появлення бутонів у пазухах листя.

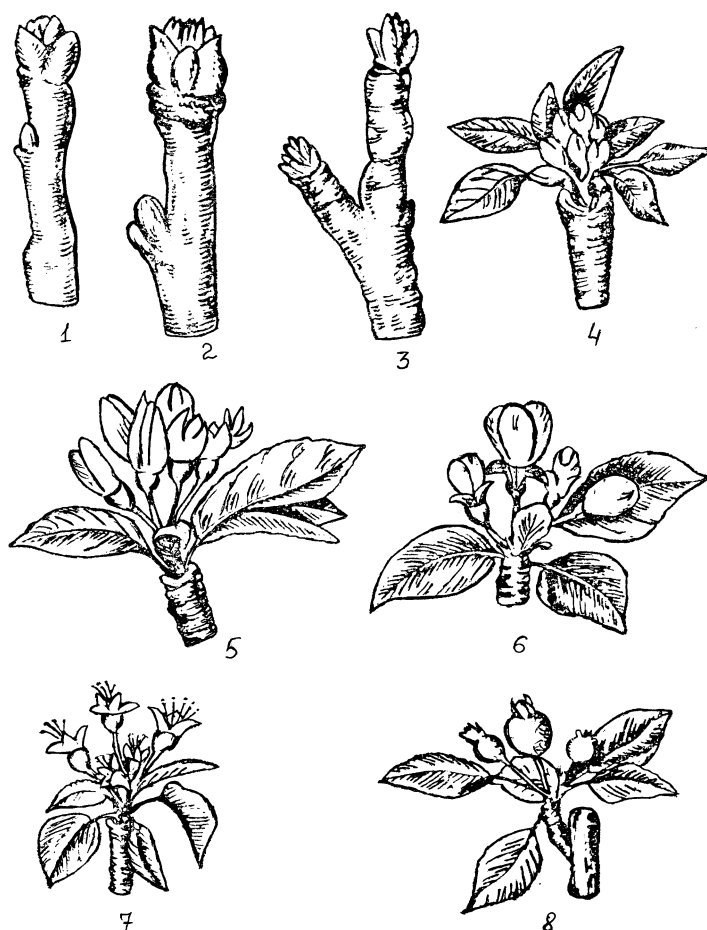


Рис 1.33 – Фази розвитку бруньок яблуні: 1 – набубнявіння бруньок, 2 – розгортання квіткової бруньки, 3 – розгортання ростової бруньки, 4 – висування суцвіть, 5 – відокремлення квіткових бутонів, 6 – розпускання бутонів, 7 – зав'язування плодів, 8 – змикання чашелистків.

Відокремлення бутонів фіксується у яблуні та груші перед цвітінням. Спочатку з розетки висувається група бутонів, поєднаних між собою. Ознакою фази є відокремлення бутонів один від одного та появлення пелюсток.

Цвітіння. Розгортання перших квіток є ознакою цієї фази (рис. 1.32). Не слід змішувати масове цвітіння (зацвітання не менш 50 % рослин) з повним цвітінням, коли розкривається більшість квіток на екземплярі, що спостерігається. Масове цвітіння, як правило, спостерігається через тиждень (при дуже теплій погоді через 3-4 дні) після розкриття перших квіток. Повне цвітіння не реєструють.

Після масового цвітіння рослин до появлення перших ознак дозрівання поодиноких плодів спостереження проводять два рази на декаду, а потім – через день.

Кінець цвітіння. Якщо у всіх квітів пелюстки обсіпались чи посохли, вважають, що рослина закінчила цвітіння. Підраховують кількість та відсоткову долю екземплярів з вказаними ознаками.

Формування (ріст) плодів. У кісточкових зав'язь розриває колоплідник, у насінних – середній діаметр плоду досягає 1,5 см.

Дозрівання плодів. У кісточкових фаза фіксується, коли плоди стають м'якими та набувають характерне для даного сорту забарвлення. У насінних дозрівання характеризується відповідним забарвленням, а також тим, що плоди легко відділяються від плодоніжок. Після масового дозрівання спостереження проводять два рази на декаду.

Осіньне забарвлення листя. У більшості дерев даного сорту більшість листя має осіннє забарвлення, залишилися лише поодинокі листки, що не змінили колір. При спостереженні за цією фазою огляд проводять два рази на декаду.

Листопад. Відзначають кінець листопаду, коли майже усі листя на дереві даного сорту опали. Це також є ознакою визрівання деревини молодих пагонів. Записують день, коли не менш 50 % рослин, що спостерігаються, скинули майже все листя.

Восени, з початку вересня до настання зими, під час огляду садових ділянок два рази в декаду проводиться візуальна оцінка визрівання деревини плодових дерев з врахуванням її забарвлення (у балах). Для цього використовують шкалу, приведену у табл. 1.1.

Визрівання деревини характеризує закінчення ростових процесів. Зовнішньою ознакою закінчення визрівання в листопадних рослин є осіннє облітання листя. Результати спостережень записують в таблицю “Фази розвитку” книжки КСГ-1. У графі “Назва фази” пишуть “Ступінь визрівання деревини: 1,2,3 бали”. Причому під кожний бал приділяється окремий рядок. У наступних чотирьох графах указують кількість дерев із даним ступенем визрівання деревини, у шостій графі - відсоток охоплення цим ступенем визрівання.

Розвиток виноградного куща протягом року має 2 періоду: період спокою - від опадання листя до так званого «плачу», і період вегетації - від початку «плачу» до опадання листя.

Таблиця 1.1 – Оцінка визрівання деревини плодкових культур

Стан деревини	Оцінка, бали
Не визріла, має зелений колір, при згинанні еластична	1
Почала визрівати, кора побуріла	2
Визріла, кора має коричневий колір, при згинанні ламка. Почався листопад	3

У період спокою, тобто взимку, лоза не росте. Але в цей час життя куща не завмирає. В ньому відбуваються зміни речовин, що містяться в клітинах. В кінці зими кущ готується до руху соку і росту (рис. 1.33).



Рис. 1.33 – Виноградні пагони: 1 – багаторічний, 2 – трирічний, 3 – дворічний, 4 – однорічні, 5 – листя, 6 - дві зближені бруньки у заснови пагона (кутові вічка), 7 - сплячі бруньки, 8 – суцвіття.

Період вегетації можна розділити на 6 фаз:

Фаза «плачу». У місцях зрізів лози починає з'являтися сік, так як коріння починають енергійно всмоктувати воду з ґрунту. Ця фаза зазвичай настає тоді, коли температура ґрунту піднімається вище 8 °С, а середня добова температура повітря тримається на рівні не нижче 10 °С.

Тривалість першої фази залежить від температурних умов весни. При похолодання «плач» може припинитися, а при потеплінні знову початися. При сприятливих умовах кущі зазвичай перебувають у фазі «плачу» 10-12 днів. Закінчується ця фаза початком розпускання бруньок.

Фаза росту виноградних пагонів. Вона починається при розпусканні бруньок і триває протягом 50 - 55 днів - до початку цвітіння. У цей час молоді пагони ростуть дуже швидко. Якщо температура не падає нижче 15 °С, то пагони можуть виростати за добу на 5-6 см, а іноді й більше. Кушам в цей час потрібно багато поживних речовин і води. Тому на початку 2-й фази кущі зазвичай підгодовують азотними і фосфорними добривами і поливають.

Фаза цвітіння. Для нормального цвітіння винограду необхідно, щоб температура повітря була не нижче 15 °С. Краще всього цвітіння відбувається при температурі 20-25 °С. Тривалість цієї фази у різних сортів різноманітна - від 9 до 15 днів.

Фаза розвитку ягід триває до початку їх дозрівання. У цей час ягоди майже досягають нормальної величини і у них закінчується формування тканин і клітин, в яких повинні накопичуватися поживні речовини, головним чином цукор.

Фаза дозрівання характеризується тим, що шкірка ягід починає змінювати колір. У білих сортів винограду вона жовтіє, у чорних і червоних - рожевіє. Ягода розм'якшується, кислотність її зменшується, а цукристість збільшується. У цей час дозріває також насіння. Повне дозрівання ягід настає тоді, коли вміст цукру і кислоти в них вже не змінюється. Всі сорти поділяють залежно від часу дозрівання на ранні, середні і пізні.

Фаза дозрівання лози. Дозрівання ягід закінчується, органічні речовини, які виробляються в листі, йдуть на харчування лози. Якщо після закінчення дозрівання ягід листя довго зберігаються на кущах, лоза краще визріває, стає більш морозостійкої. У ранніх сортів остання фаза більш тривала, і лоза у них щорічно добре визріває. Процес старіння полягає в тому, що в багаторічних і однорічних лозах накопичуються поживні речовини, переважно крохмаль, а клітинні стінки товщають.

Лоза винограду вважається дозрілою, якщо на $\frac{2}{3}$ її довжини шкірка придбала бурий колір і при зіскобленні нігтем не здирається.

1.2 Обробка даних спостережень за фазами розвитку сільськогосподарських культур

Рослина протягом свого життя постійно змінюється як кількісно, так і якісно. Якісні зміни виникають у клітинах рослинного організму та зовні протікають непомітно. Про них роблять висновок лише по кількісних змінах, які характеризуються утворенням нових органів та накопиченням органічної маси. Зовнішні морфологічні зміни, які пов'язані з процесом розвитку сільськогосподарських культур (диких рослин), називають фазами розвитку.

1.2.1 Розрахунок тривалості міжфазних періодів

Період між суміжними фазами розвитку, тобто період, протягом якого проходить процес утворення нових органів та конкретних морфологічних ознак, називають міжфазним періодом. В агрометеорологічній практиці міжфазні періоди формують по основних найважливіших фазах. Так, у ярої пшениці спостерігають такі фази: проростання насіння, сходи, третій лист, утворення вузлових коренів, кущіння, вихід у трубку, поява нижнього стеблового вузла соломини над поверхнею ґрунту, колосіння, цвітіння, молочна, воскова та повна стиглості. Для оцінки умов вирощування цієї культури вегетаційний період ділять на 4 частини, які умовно називають міжфазними періодами: сівба – сходи, сходи – вихід у трубку, вихід у трубку – цвітіння, цвітіння – молочна стиглість.

Тривалість міжфазного періоду n розраховують як різницю між датами настання фаз розвитку на початку D_n та у кінці D_k відповідного міжфазного періоду, тобто $n = D_k - D_n$.

Так, якщо у конкретному році сходи соняшника спостерігалися 18.04, а друга пара листя – 30.04, тривалість цього міжфазного періоду складає 12 днів. Середнє значення за m років розраховують як середнє арифметичне.

1.2.2 Розрахунок сум температур та опадів за міжфазний період

В агрометеорологічних дослідженнях часто використовують декадні дані спостережень. При цьому приймають, що температура кожного окремого дня декади однакова та дорівнює середньодекадній, а сума опадів протягом декади розподіляється рівномірно.

Під час розрахунків активних температур за міжфазний період трапляються два варіанти.

Перший варіант. Міжфазний період припадає на одну й ту ж декаду. У цьому випадку достатньо середньодекадну температуру помножити на

кількість днів у періоді (після переходу температури через біологічний мінімум). Це і буде сума активних температур.

Другий варіант. Міжфазний період охоплює різні декади, до того ж не завжди повні. Тут, виходячи з прийнятого припущення про рівнозначність температури кожного окремого дня декади, підраховують суми температур окремо по кожній декаді, пропорційно кількості днів міжфазного періоду, який припадає на дану декаду. Складаючи суми по окремих декадах, отримують суму активних температур за міжфазний період.

Для визначення сум ефективних температур необхідно спочатку від середньодекадної температури відняти величину біологічного мінімуму, а потім виконувати такі ж операції, що і для розрахунку сум активних температур.

Треба пам'ятати, що опади за декаду наводяться у вигляді суми, на відміну від температури, яка подається у середніх значеннях. Розраховуючи суми опадів за міжфазний період, спочатку визначаємо кількість опадів за один день декади. Вважається, що кожен день випадає однакова їх кількість. Потім підсумовуються щоденні значення за міжфазний період. Якщо початок та кінець міжфазного періоду припадають на різні декади, розрахунки проводять по кожній декаді окремо, а потім усі суми поєднують.

Для оцінки часової мінливості таких елементів як тривалість періодів, суми активних та ефективних температур та суми опадів, розраховуються середні квадратичні відхилення δ_x та коефіцієнти варіації C_v цих значень за формулами:

$$\delta_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}, \quad (2)$$

$$C_v = \frac{\delta_x}{\bar{x}}, \quad (3)$$

де \bar{x} – середнє значення елемента;
 n – довжина ряду.

1.2.3 Розрахунок середньої температури повітря за міжфазний період, суми активних та ефективних температур

Фази розвитку сільськогосподарських культур є реперними датами вегетаційного періоду. Порівняння дат настання фаз розвитку рослин з

погодними умовами протягом декількох років дозволяє говорити не тільки про ступінь відповідності агрометеорологічних умов вимогам культури, але і про темпи розвитку її у тій чи іншій природній зоні.

Встановлено, що тривалість міжфазних періодів та строки настання фаз розвитку рослин залежать від температури: чим вище температура, тим швидше проходить розвиток рослин, скорочуються міжфазні періоди. Зв'язок тривалості міжфазного періоду n з температурою зовнішнього середовища розраховується за формулою:

$$n = A / t - B, \quad (4)$$

де A – сума ефективних температур, яка необхідна для проходження міжфазного періоду рослини, $^{\circ}\text{C}$;

t – середня температура повітря за міжфазний період, яка розраховується як відношення суми позитивних температур до тривалості періоду, $^{\circ}\text{C}$;

B – нижній термічний поріг розвитку сільськогосподарської культури (біологічний мінімум) у даний міжфазний період, $^{\circ}\text{C}$.

Ріст і розвиток сільськогосподарських культур, фізіологічні процеси в них протікають тільки при певній температурі. Для завершення будь-якого міжфазного періоду і всього періоду вегетації в цілому рослинам необхідна певна кількість тепла, тобто визначена сума температур.

Розв'язання багатьох питань, як то: вибір культур, сортів, визначення найсприятливіших термінів сівби, розробка агротехнічних засобів залежить від термічних умов, які визначені в сумах температур.

Суми температур широко використовуються у практиці оперативного агрометеорологічного обслуговування сільськогосподарських організацій при агрометеорологічній оцінці умов вирощування та прогнозуванні очікуваних строків настання фаз розвитку сільськогосподарських культур. В агрокліматології – для оцінки термічних ресурсів територій.

В агрометеорології потреби рослин у теплі визначають у сумах активних і ефективних температур. Під активними температурами розуміють всі температури вище біологічного мінімуму ($\Sigma t_{акт}$).

Біологічний мінімум (біологічний нуль), B – це температура повітря або ґрунту, яка є термічним порогом початку життєдіяльності сільськогосподарських культур. Величина біологічного мінімуму різна для різних рослин і в різних кліматичних зонах. Для середньої полоси Європейської частини СНД величина біологічного мінімуму для більшості холодостійких рослин становить 5°C .

Ефективні температури ($\Sigma t_{еф}$) – це значення активних температур, зменшених на величину біологічного мінімуму.

$$t_{ef.} = t_{акт} - B, \quad (5)$$

де $t_{акт}$ – середньодобова температура повітря, °С;

B – біологічний мінімум, °С.

Сума активних температур за будь-який період (декада, місяць, рік) може бути визначена з виразу:

$$\sum t_{акт} = \bar{t} \cdot n, \quad (6)$$

де \bar{t} – активна середня добова температура за період, °С;

n – кількість днів у періоді.

Сума ефективних температур ($\sum t_{ef.}$) за цей же період підраховується:

$$\sum t_{ef.} = (\bar{t} - B) \cdot n, \quad (7)$$

де B – біологічний мінімум, °С;

\bar{t} – середня за період добова активна температура, °С.

Якщо, наприклад, визначається сума ефективних температур за декаду, то із середніх за декаду значень температури віднімається величина біологічного мінімуму і одержана різниця (ефективна температура) перемножується на кількість днів у декаді.

Практика використання сум температур в останній час показала, що суми температур змінюють свою постійність за окремі міжфазні періоди або в цілому за вегетацію. Головними причинами порушення постійності сум є фотоперіодична реакція рослин та біологічна нерівноцінність різних температур. В залежності від тривалості дня темпи розвитку сільськогосподарських культур збільшуються або зменшуються. В зв'язку з цим за визначений період розвитку вони задовольняються більшими або меншими сумами температур. Крім того, підвищення температури зверх визначеного рівня вже не прискорює, а навпаки, уповільнює розвиток рослин і приводить до збільшення загальної суми.

Температура, за якої не спостерігається прискорення розвитку рослин, називається баластною.

Дослідженнями підтверджено, що помилки в сумах температур також обумовлюються значеннями добової амплітуди температури повітря. При одній і тій же середній добовій температурі інтенсивність біохімічних процесів в рослині тим вище, чим більше добова амплітуда температури повітря. Тому одні й ті ж сільськогосподарські культури в континентальних районах задовольняються в розвитку дещо меншими сумами температур, ніж в районах з морським кліматом.

1.3 Аналіз даних агрометеорологічних спостережень за допомогою статистичних методів

Врожайність сільськогосподарських культур як результируючий показник землеробства і рослинництва становить великий інтерес для досліджень. На процес формування врожаю, як відомо, впливає безліч чинників. Основними з них є прихід сонячної радіації і ступінь її поглинання посівом, волога, тепло, ґрунтова родючість, рівень агротехніки, сортові особливості рослин, фотосинтетичний потенціал посіву. Пізнання специфіки дії цих факторів, вибір найбільш істотних з них, кількісний вираз і опис їх зв'язку з урожаєм - все це зробить успішним і практично значущим аналіз складних процесів, що протікають в агроценозах.

Заходи щодо підвищення ефективності рослинництва повинні бути спрямовані на забезпечення максимально можливого врожаю в існуючих ґрунтових, кліматичних та економічних умовах. Прагнення до узгодження потреб рослин до умов зовнішнього середовища є основним екологічним принципом підвищення продуктивності. При цьому, якість врожайності, залежні від людини, - сортовий склад, рівень агротехніки, енергоозброєність та інші - можуть лише послабити чи посилити вплив природно - кліматичних складових.

У зв'язку з цим виникає агрометеорологічна необхідність визначення ступеня впливу кліматично зумовлених змін факторів навколишнього середовища на життєдіяльність рослин і врожайність сільськогосподарських культур. Оцінка такого впливу є необхідною умовою оптимального розміщення сільськогосподарських культур і планування виробництва.

В результаті статистичної обробки масових матеріалів сполучених спостережень за станом сільськогосподарських культур і метеорологічними умовами був знайдений цілий ряд закономірностей, які складають основний науковий фонд агрометеорології та успішно застосовуються на практиці.

Методи математичної статистики (головним чином елементи кореляційного аналізу) використовувалися вже в самих ранніх агрометеорологічних роботах. Однак основними роботами в цій області з повним правом можна вважати стали вже класичними дослідження В.М. Обухова і Р. Фішера. Обухів і Фішер вперше застосували метод множинної кореляції для вивчення впливу метеорологічних умов на продуктивність сільськогосподарських культур/

1.3.1 Лінійна кореляція двох змінних величин

При дослідженні взаємозв'язків різних явищ часто буває необхідно встановити залежності між двома змінними величинами. Найбільш поширені лінійні зв'язки між двома величинами, які добре вивчені за допомогою математичної статистики.

Кореляційна залежність між випадковими змінними величинами x і y називається лінійною кореляцією, якщо обидві функції регресії $y = F(x)$ і $x = F(y)$ є лінійними. У цьому випадку при графічному зображенні обидві лінії регресії є прямими.

Отже, функціональною залежністю між двома випадковими величинами називається така залежність, коли можливому значенню однієї випадковою величини відповідає тільки одне значення другої.

Перед розрахунком кореляційних рівнянь, знаходженням коефіцієнтів регресії і показників тісноти зв'язку проводять первинний аналіз, сітематизацію наявного матеріалу спостережень і його статистичну обробку.

Матеріали даних спостережень двох змінних величин, залежність між якими ми хочемо визначити, необхідно спочатку проаналізувати з точки зору відповідності даних загальним закономірностям зміни того чи іншого явища і його взаємозв'язку з іншими явищами.

Для виявлення лінійного зв'язку необхідно в першу чергу побудувати графічне зображення цього зв'язку. Для цього дані кожної пари значень x і y у вигляді точки повинні бути нанесені на графік у прямокутній системі координат.

Графічне зображення зв'язку, крім встановлення форми зв'язку, дозволить побачити також і тісноту зв'язку (рис. 3.1).

Для розбору основних елементів теорії кореляції наведемо зв'язок величин запасів продуктивної вологи різних шарів ґрунту восени під озимою пшеницею (Уланова Є.С.). Цей зв'язок бул отриман за даними фактичних спостережень агрометеорологічних станцій по запасам вологи восени на полях озимої пшениці в південних районах України.

Як відомо, в початковий період розвитку і зростання озимої пшениці восени для оцінки і прогнозу її вологозабезпеченості в агрометеорології важливо знати запаси продуктивної вологи верхніх шарів ґрунту до півметра, так як в південних районах при тривалій осені коренева система озимої пшениці до моменту припинення вегетації восени може досягати 20 - 40 см. Тому в південних районах дуже важливо знати розподіл запасів вологи по шарах.

У наведеній залежності (рис. 3.1) аналізувалися дані запасів продуктивної вологи верхнього 20-ти сантиметрового шару ґрунту і наступного шару від 20 до 50 см глибини.

За незалежну змінну x у даному випадку умовно взяті величини запасів води шару 0 - 20 см, а за залежне змінне y - величини запасів води шару 20 - 50 см. Це зроблено для того, щоб рівняння було знайдено в відношенні y і давало б нам розрахунок величин запасів води шару 20 - 50 см залежно від вологості ґрунту верхнього 20-ти сантиметрового шару. Дані про вологість шару ґрунту 0 - 20 см можуть бути як фактичними, так і розрахованими по іншим методам, в той час як для розрахунків величин запасів води шару 20 - 50 см методів не було.

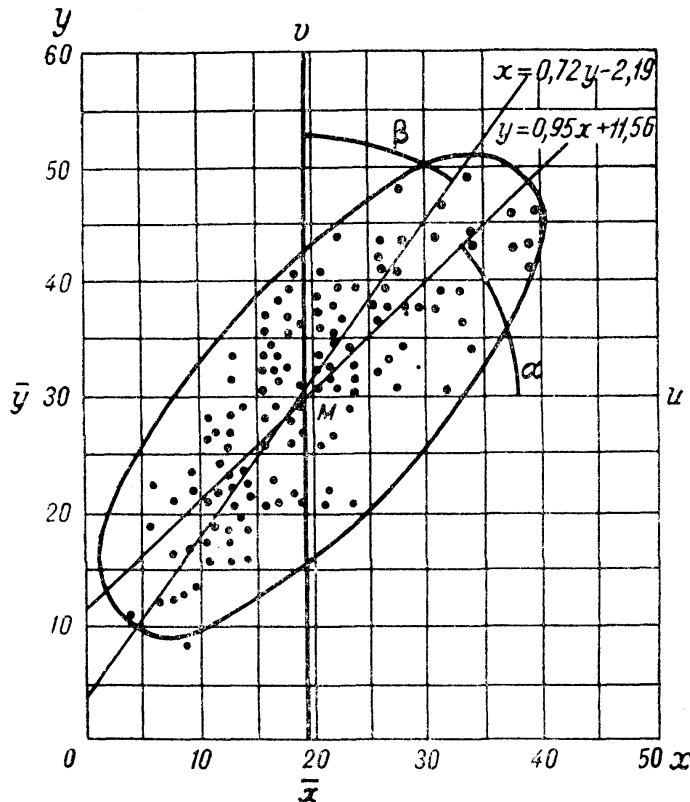


Рис. 3.1 – Зв'язок запасів продуктивної води різних шарів ґрунту восени під озимою пшеницею (x – запаси води шару 0 – 20 см, y – запаси води шару 20 – 50 см).

Таким чином, при аналізі матеріалу спостережень в першу чергу важливо визначити, у відношенні якого елемента будемо шукати рівняння. Той елемент, який відомий при розрахунках і прогнозах, ми повинні вважати аргументом x , а невідомий елемент, який потрібно розрахувати по шуканого рівняння, - функцією y і шукати рівняння відносно y .

Якщо число випадків пар спостережень велике (більше 100), то кореляційне поле має вигляд більш-менш правильного еліпса зі згущенням точок у центрі і порівняно рідкісним їх розташуванням на периферії. Відхилення осей еліпса від координатних напрямків вказує на наявність

кореляції. Витягнутість ж еліпса не завжди є об'єктивним показником, бо вона залежить від прийнятих масштабів по осях координат. За кореляційним полем вже можна судити про форму зв'язку та її тісноті.

1.3.2 Дисперсія і середньоквадратичне відхилення та їх властивості

При різній кількості спостережень важливо знати не тільки середні величини, але і відхилення окремих значень від середньої. Відхиленням називається різниця між окремим значенням x_i і середнім значенням \bar{x} . Відхилення позитивно, коли x_i більше \bar{x} і негативно, коли x_i менше \bar{x} . Сума всіх позитивних і негативних відхилень від середньої арифметичної, згідно четвертій властивості, дорівнює нулю. Тому середнє відхилення не можна використовувати як характеристики розсіювання. Для цього вводять інший показник - дисперсію (D або σ^2), яка є середньою арифметичною квадратів відхилень, яка усуває вплив знаків на результат.

Дисперсія характеризує розсіювання значень змінної величини близько середньої арифметичної \bar{x} :

$$D = \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad \text{або} \quad D = \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 m_i}{\sum_{i=1}^k m_i} \quad (8)$$

Таким чином, для обчислення дисперсії спочатку всі відхилення зводяться в квадрат, а потім обчислюється середня арифметична квадратів відхилень.

Дуже важливою статистичною характеристикою є середнє квадратичне відхилення. Середнім квадратичним відхиленням називається абсолютне значення кореня квадратного з дисперсії $\sigma = \sqrt{D}$:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (9)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 m_i}{\sum_{i=1}^k m_i}}. \quad (10)$$

У математичній статистиці середнє квадратичне відхилення часто називають стандартним відхиленням або просто стандартом.

При нормальному розподілі близько 2/3 всіх відхилень значень величини від її середнього арифметичного значення не перевищують по абсолютній величині середнє квадратичне відхилення, тобто входять в цю величину. Середнє квадратичне відхилення σ^2 вибіркової середньої x називають середньоквадратичною помилкою, або просто середньої помилкою (те ж і для y).

Дисперсія і середнє квадратичне відхилення мають слідуючі властивості:

1. Якщо всі значення ознаки збільшити або зменшити на одну і ту ж величину, то на ту ж величину збільшиться чи зменшиться їхня середня, а відхилення залишаться без зміни. Отже, залишаться без зміни і середнє квадратичне відхилення і дисперсія.

2. Якщо всі значення ознаки помножити на одне і те ж число φ , то в φ раз збільшиться і їх середня, отже, в φ раз збільшаться відхилення. Квадрати ж відхилень збільшаться в φ^2 раз. Таким чином, дисперсія буде збільшена в φ^2 раз, а середнє квадратичне відхилення виявиться збільшеним в φ раз.

3. Якщо всі значення ознаки однакові, то вони збігаються зі своєю середньою і відхилення дорівнюють нулю. Внаслідок цього і дисперсія і квадратичне відхилення дорівнюють нулю.

4. Середня величина квадратів відхилень значень ознаки від будь-якої величини φ більше дисперсії на квадрат відхилення цієї величини φ від середньої величини ознаки \bar{x} :

$$\frac{\sum (x-a)^2}{n} = \sigma^2 + (a-\bar{x})^2. \quad (11)$$

1.3.3 Коефіцієнт лінійної кореляції двох змінних величин

Крім середніх величин \bar{x} і \bar{y} і середніх квадратичних відхилень σ_x і σ_y для знаходження рівнянь регресії та характеристики тісноти зв'язку нам необхідна ще одна величина - коефіцієнт лінійної кореляції r , який є одним з найбільш досконалих методів вимірювання тісноти зв'язку.

На рис. 2.1 дані дві прямі лінії регресії y по x та x по y . Напрямок цих прямих визначається коефіцієнтами регресії. Перший з них - це тангенс кута, утвореного прямою регресії y по x з віссю u , другий - тангенс кута між прямою регресії x по y з віссю v . Позначимо ці кути α та β . Отже, коефіцієнти регресії - це $tg \alpha$ та $tg \beta$.

Коефіцієнти регресії можуть бути обидва додатніми або обидва від'ємними. У загальному випадку кореляційного зв'язку ці дві прямі

регресії не збігаються. Вони співпадуть, якщо залежність між y та x буде функціональною, так як в цьому випадку не буде сукупності одних величин при певному значенні інших величин, тобто кут φ між прямими буде дорівнює нулю, а кожному значенню однієї величини буде відповідати тільки одне значення іншої.

За допомогою кута φ між прямими регресії можна судити про тісноту зв'язку між y та x . Чим більше кут φ між прямими, тим слабкіше зв'язок, і чим ближче кут φ до нуля, тим зв'язок ближче до функціонального.

Для співпадаючих прямих при $\varphi = 0$ маємо $\alpha = 90 - \beta$, тому $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} (90 - \beta) = c \operatorname{tg} \beta = 1 / \operatorname{tg} \beta$. Звідси $\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta = 1$.

Якщо зв'язки між величинами немає, то y мало змінюється при зміні x , і навпаки. У цьому випадку α та β близькі до нуля і в межі $\operatorname{tg} \alpha * \operatorname{tg} \beta = 0$.

Корінь квадратний із числа $\operatorname{tg} \alpha * \operatorname{tg} \beta$ приймають за критерій ступеня близькості кореляційного зв'язку до лінійної функціональної залежності і називають *коефіцієнтом кореляції* двох змінних величин x та y , позначаючи його r :

$$r = \sqrt{\operatorname{tg} \alpha * \operatorname{tg} \beta}. \quad (12)$$

Якщо $r > 0$, то обидві прямі регресії y по x і x по y проходять через центр розподілу $M(\bar{x}, \bar{y})$ і утворюють гострі кути з позитивними напрямками осей X і Y . У цьому випадку кореляція називається додатньою, так як зі зростанням однієї величини зростають відповідно умовні середні інший.

При $r = 0$ у випадку незалежності величин x та y пряма регресії y по x паралельна осі X , а пряма регресії x по y - осі Y . Отже, кут між цими прямими дорівнює 90° . Із зростанням r нахил кожної з прямих до відповідної осі координат зростає, а гострий кут між прямими зменшується.

При $r = 1$ обидві прямі зливаються в одну, в цьому випадку залежність буде функціональною. У разі $r < 0$ при від'ємній кореляції прямі регресії проходять через точку $M(\bar{x}, \bar{y})$ і утворюють тупі кути з додатнім напрямком осей координат. Кут φ між прямими гострий і завжди зменшується в міру наближення r до -1 . У тому випадку, коли $r = -1$, обидві прямі зливаються в одну, і ми маємо випадок зворотної лінійної функціональної залежності однієї величини від іншої.

Таким чином, коефіцієнт кореляції є безрозмірною величиною і змінюється в межах $-1 \leq r \leq 1$.

1.3.4 Властивості коефіцієнта кореляції

Перша властивість. Величина коефіцієнта кореляції не змінюється, якщо з усіх значень x і y віднімемо якісь постійні a та b і отримані результати розділимо на якісь постійні v та u (ця властивість ґрунтується на властивостях середнього арифметичного і дисперсії). Інакше кажучи, коефіцієнт кореляції не зміниться, якщо від початкових значень x і y перейти до нових умовним значенням x' і y' :

Зазначене властивість можна також сформулювати наступним чином: лінійні перетворення, які зводяться до зміни масштабу або початку відліку змінних величин, не міняють коефіцієнта кореляції між ними.

Друга властивість. Коефіцієнт кореляції дорівнює відношенню різниці середньої арифметичної добутків всіляких значень x і y (\overline{xy}) та добутку середніх \bar{x} \bar{y} до добутку стандартних відхилень σ_x та σ_y :

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (13)$$

де $\overline{xy} = \frac{\sum mxy}{n}$ - середній арифметичний добуток x на y .

Третя властивість. Величина коефіцієнта кореляції не перебільшує одиниці: $-1 \leq r \leq 1$.

Четверта властивість. При наявності лінійного функціональної зв'язку між величинами $r = \pm 1$. При цьому прямі регресії y на x і x на y збігаються.

П'ята властивість. Чим ближче r до одиниці, тим тісніше прямолінійна кореляція між величинами x і y .

Шоста властивість. Якщо регресія y по x лінійна і коефіцієнт кореляції дорівнює нулю, то всі групові середні \bar{y}_x збігаються і дорівнюють загальній середній \bar{y} змінній y , тобто між y і x в цьому випадку лінійного кореляційної зв'язку немає. У цьому випадку прямі регресії будуть паралельні осям координат.

Однак, коли $r = 0$, неможлива лише лінійний кореляційний зв'язок. При цьому можливі нелінійні кореляційні зв'язки, не виключаються і нелінійні функціональні зв'язки. Таким чином, до оцінки зв'язку тільки по одному коефіцієнту кореляції r потрібно ставитися дуже обережно. Якщо $r = 0$, то це ще не означає, що зв'язку немає, зв'язок може бути нелінійним, який не враховується величиною коефіцієнта кореляції r .

На практиці прийнято вважати, що величини достатньо зв'язані, якщо $r > 0,6$. Однак можна говорити про зв'язки і при $r < 0,6$, якщо цей зв'язок можна пояснити фізичними причинами.

При фізично обгрунтованому зв'язку наведені властивості коефіцієнта кореляції дозволяють вважати його доброякісною мірою тісноти зв'язку в умовах лінійної кореляції. Правильне ж тлумачення його при криволінійній кореляції являє нелегке завдання. Для вимірювання тісноти криволінійного зв'язку користуються кореляційним відношенням. У той час як значення кореляційного відношення не залежать від форми кривих регресії, значення коефіцієнта кореляції r істотно залежать від того, якою мірою лінії регресії відрізняються від прямих.

1.3.5 Рівняння лінійного кореляційної зв'язку між двома змінними величинами

Після визначення коефіцієнта кореляції і встановлення лінійного кореляційного зв'язку приступають до знаходження параметрів рівнянь цього зв'язку. Загальний вигляд цих рівнянь: $y = ax + b$ та $x = a_1y + b_1$.

З аналітичної геометрії відомо, що якщо прямі проходять через деяку точку з координатами \bar{x} і \bar{y} , то рівняння цих прямих регресії мають вигляд

$$y - \bar{y} = a_{y/x}(x - \bar{x}) \quad \text{та} \quad x - \bar{x} = a_{1y/x}(y - \bar{y}) . \quad (14)$$

Коефіцієнти регресії в рівняннях лінійного зв'язку двох змінних дорівнюють:

$$a = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} , \quad a_1 = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y} . \quad (15)$$

Величину параметра b для рівняння $y = ax + b$ отримуємо з рівняння $y - \bar{y} = a(x - \bar{x})$ шляхом знаходження величини вираження $\bar{y} - a\bar{x}$.

Таким чином, обчисливши середні арифметичні значення \bar{x} і \bar{y} , середні квадратичні відхилення σ_x і σ_y та коефіцієнт кореляції r , ми легко шляхом вирішення рівнянь зв'язку виду

$$y - \bar{y} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}(x - \bar{x}) \quad \text{та} \quad x - \bar{x} = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y}(y - \bar{y}) \quad (16)$$

можемо обчислити параметри a , a_1 , b , b_1 рівнянь,

$$y = ax + b \quad \text{та} \quad x = a_1 y + b_1,$$

за якими можна буде в залежності від змін однієї величини отримувати найбільш ймовірне значення іншої.

Зазвичай при визначенні залежності одного елемента від іншого знаходять тільки одне рівняння $y = ax + b$, але якщо необхідно також встановити, як залежить x від y , то шукають і друге рівняння $x = a_1 y + b_1$.

1.3.6 Середня та ймовірна помилки коефіцієнта кореляції. Середня помилка рівняння регресії

При дослідженні кореляційної зв'язку змінних величин навіть при великому числі спостережень ми маємо справу з вибірковою сукупністю величин з генеральної сукупності p .

Генеральною сукупністю p можна вважати всі ті спостереження, які теоретично можна було б зробити, вивчаючи взаємозв'язок двох або декількох явищ. Практично отримання генеральної сукупності при нескінченному числі членів часто буває нездійсненно або занадто громіздко і зазвичай мають справу з вибірковою сукупністю, тобто коли число спостережень n значно менше, ніж могло бути за генеральної сукупності.

Тому важливо знати відміну вибірових коефіцієнтів кореляції і вибірових коефіцієнтів рівнянь регресії від тих же величин генеральної сукупності. При дуже великій вибірці ці величини можуть мало відрізнятися.

У математичній статистиці є положення, що з верогідністю, близькою до одиниці, можна стверджувати, що при достатньо великому обсязі вибірки n вибіровий коефіцієнт лінійної кореляції r_g буде мало відрізнятися від такого ж генерального коефіцієнта кореляції r_2 .

Середня квадратична помилка коефіцієнта кореляції σ_x при заміні генерального коефіцієнта кореляції r_2 вибіровим r_g дорівнює

$$\sigma_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} \quad \text{та} \quad \sigma_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 1}} \quad (\text{для малих і середніх } r). \quad (17, 18)$$

З ймовірністю 0,954 вважають, що випадкова помилка не перевищуватиме $2\sigma_r$, тобто $r_G = r_B \pm 2\sigma_r$.

Після розрахунку σ_r , знаходять відношення $\frac{r}{\sigma_r}$. Якщо величина цього відношення перевищує три при числі спостережень більше 50, то можна вважати, що отриманий вибірковий коефіцієнт кореляції надійний і відображає шуканий зв'язок $\frac{r}{\sigma_r} > 3$.

Величина $r - 3\sigma_r$, є гарантійним мінімумом, а величина $r + 3\sigma_r$ - гарантійним максимумом коефіцієнта кореляції, тобто $r \pm 3\sigma_r$.

Крім середньої помилки коефіцієнта кореляції σ_r , можна обчислювати ймовірну помилку коефіцієнта кореляції E_r , яка становить $0,67\sigma_r$:

$$E_r = 0.67 \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} \quad (19)$$

Ймовірне значення коефіцієнта кореляції укладено в межах $r \pm E_r$, а гранична величина близька до $r \pm 4E_r$. Якщо $r > 4E_r$ то зв'язок доведено.

Якщо вибірка дуже мала (число випадків менше 50), то обчислення середніх помилок за вказаними формулами небажано, в таких випадках слід оцінювати кореляцію по критерію Фішера

$$z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}; \quad (20)$$

висловлюючи через десяткові логарифми, отримаємо

$$z = 1.1511 \lg \frac{1+r}{1-r}. \quad (21)$$

Функція z підпорядковується закону нормального розподілу. Обчисливши z , знаходять її помилку за формулою

$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{n-3}}, \quad (22)$$

де n обсяг вибірки.

Крім σ_z обчислюють ще ймовірне відхилення

$$p_z = 0.675 \frac{1}{\sqrt{n-3}} = 0.675\sigma_z, \quad (23)$$

де n - число пар значень величин, що увійшли до визначення r та z

II. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Підготовка агрометеорологічної інформації про настання фаз розвитку сільськогосподарських культур

- Підготувати агрометеорологічну інформацію про настання фаз розвитку сільськогосподарської культури (назва культури, область та станція надається викладачем) за 20-річний період. Для зручності використати табл. 1.
- Розрахувати середні багаторічні дати та визначити найраніші та найпізніші дати настання фаз розвитку данної культури.
- Зробити висновки.

Таблиця 1 – Фенологічні дані настання фаз розвитку (культура, область, станція).

Роки	Сівба	Сходи	...	Дозрівання	Врожайність , ц/га (У)	Густота, тис./м ² (U)
1980						
...						
1999						
Середнє						
Найраніше						
Найпізніше						

2.2 Розрахунок агрометеорологічних умов вирощування сільськогосподарських культур

Використовуючи дані агрометеорологічних щорічників розрахувати за період сівба – сходи та за період вегетації в цілому:

- тривалість періоду (N, дні);
- середню температуру за період ($T_{\text{ср.}}$, °C);
- суму активних температур ($\sum T_{\text{акт.}}$, °C);
- суму ефективних температур ($\sum T_{\text{еф.}}$, °C);
- суму опадів ($\sum R$, мм);
- запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 100 см (W_{0-100} , мм);
- середні багаторічні значення, визначити найбільші та найменші значення відносно років.
- Зробити висновки.

Для зручності використати табл. 2 - 3.

Таблиця 2 – Агрометеорологічні умови вирощування (культура) за період сівба – сходи

Роки	Дати настання фаз		N, дні	T _{ср.} , °C	ΣT _{акт.} , °C	ΣT _{еф.} , °C	ΣR, мм	W ₀₋₁₀₀ , мм
	Сівба	Сходи						
1980								
...								
...								
1999								
Середні								
Найбільші								
Найменші								

Таблиця 3 - Агрометеорологічні умови вирощування (культура) за період сівба – дозрівання

Роки	Дати настання фаз		N, дні	T _{ср.} , °C	ΣT _{акт.} , °C	ΣT _{еф.} , °C	ΣR, мм	W ₀₋₁₀₀ , мм
	Сівба	Дозрівання						
1980								
...								
...								
1999								
Середні								
Найбільші								
Найменші								

2.3 Розрахунок рівняння лінійного кореляційного зв'язку між двома змінними величинами:

- Розрахувати рівняння лінійного кореляційного зв'язку між наступними змінними величинами:

1) тривалість міжфазного періоду сівба – сходи (N, дні) та середня температура за цей період (T_{ср.}, °C);

2) врожайність даної культури (У ц/га) та сума активних температур за період вегетації (ΣT_{акт.}, °C);

3) врожайність даної культури (У ц/га) та сума опадів за період вегетації (ΣR, мм);

4) врожайність (У ц/га) та густина даної культури (U, тис./м²);

5) врожайність та запасі продуктивної вологи в шарі ґрунту 100 см за період сівба – сходи (W_{0-100} , мм).

- Провести контроль вірності розрахунків.
- Розрахувати середньоквадратичне відхилення.
- Розрахувати коефіцієнти кореляції.
- Розрахувати ймовірну помилку коефіцієнта кореляції.
- Побудувати графіки залежностей.
- Зробити висновки.

Для зручності використати табл. 5.

Коефіцієнт кореляції $r_{x,y}$ є показником тісноти лінійного зв'язку двох змінних величин x та y . Інакше кажучи, він є критерієм міри близькості кореляційного зв'язку до лінійної функціональної залежності.

Розраховується коефіцієнт кореляції зв'язку сум температур за міжфазний період (y) з тривалістю періоду (x) з формули:

$$r_{x,y} = \frac{\sum \Delta x_i \cdot \Delta y_i}{\sqrt{\sum \Delta x_i^2 \cdot \sum \Delta y_i^2}} \quad (24)$$

Після визначення $r_{x,y}$ і встановлення лінійного зв'язку визначаються параметри рівняння цього зв'язку:

$$y = Bx_i + A \quad (25)$$

Коефіцієнт регресії рівняння лінійної регресії двох змінних:

$$B = r_{x,y} \frac{\sigma_{y_i}}{\sigma_{x_i}}, \quad (26)$$

де σ_{x_i} та σ_{y_i} – середньоквадратичні відхилення, знайдені по x та y , визначаються з виразів:

$$\sigma_{x_i} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x_i^2}{m-1}}; \quad \sigma_{y_i} = \sqrt{\frac{\sum \Delta y_i^2}{m-1}} \quad (27)$$

Значення параметра A дістанемо з рівняння:

$$A = \bar{y} - \bar{x} \cdot r_{x,y} \cdot \frac{\sigma_{y_i}}{\sigma_{x_i}} \quad (28)$$

Таким чином, визначивши середні арифметичні значення \bar{x}, \bar{y} , середньоквадратичні відхилення $\sigma_{x_i}, \sigma_{y_i}$ і коефіцієнт кореляції $r_{x,y}$, знаходимо параметри рівняння B та A , які є відповідно біологічним мінімумом і сумою ефективних температур за період, вищою від визначеного мінімуму. Розрахунки доцільно виконувати у табл.4.

Таблиця 4 – Розрахунок залежності між двома змінними величинами

№ п/п	$m(x_i)$	$\Sigma t(y_i)$	$\Delta x_i = \frac{-}{x_i - \bar{x}}$	$\Delta y_i = \frac{-}{y_i - \bar{y}}$	Δx_i^2	Δy_i^2	$\Delta x_i \cdot \Delta y_i$	$(\Delta x_i + \Delta y_i)^2$
1								
2								
...								
...								
m								
Сума	Σx_i	Σy_i	-	-	$\Sigma \Delta x_i^2$	$\Sigma \Delta y_i^2$	$\Sigma \Delta x_i \cdot \Delta y_i$	$\Sigma (\Delta x_i + \Delta y_i)^2$
Середня	\bar{x}	\bar{y}	-	-	-	-	-	-

Контрольні питання

1. Дати визначення фенологічного спостереження.
2. Як проводяться фенологічні спостереження?
3. Як розрахувати процент рослин, що вступили у дану фазу?
4. Як розрахувати процент охоплення рослин фазою, якщо спостереження проводять за невеликою кількістю екземплярів?
5. Назвіть фази розвитку зернових культур.
6. Назвіть фази розвитку плодових культур.
7. Як розраховується тривальсть міжфазного періоду?
8. Як розраховується сума активних та ефективних температур?
9. Як розраховується середня температура за міжфазний період та сума опадів?
10. Яки методи назвають статистичними?
11. Дати визначення кореляційного поля.
12. Дати визначення середнє квадратичного відхилення.
13. Фізичний сенс коефіцієнта кореляції.
14. Назвіть властивості коефіцієнта кореляції.
15. Як розрахувати середню помилку рівнення регресії?
16. Як визначити біологічний мінімум культури?
17. Як визначити середньоквадратичну помилку?
18. Коли середньоквадратична помилка визначається за критерієм Фішера?

Список послань

1. Уланова Е.С., Сиротенко О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии.- Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 196с.
2. Полевой А.Н. Динамико-статистические методы прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. / А.Н. Полевой // Метеорология и гидрология. - 1981. - № 2. - С. 92-102.
3. Частная физиология полевых культур / [под ред. Е.И. Кошкина]. - М.: КолосС, 2005. – 344 с.
4. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; за ред. О. І. Зінченка. — К.: Аграрна освіта, 2001. — 591 с.: іл.
5. Наставление гидрометстанциям и постам. Вып. 11. Ч.1. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 317с.
6. Польовий А.М, Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. Вид «ТЄС». – Одеса. 2003. – 400с.
7. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. –
8. Майсурян И.А. Практикум по растениеводству. – М.: «Колос», 1970. – 446 с. с илл..
9. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. / В.Е. Гмурман. - М.: Высшая школа, 1977. – 320 с.
10. Брукс К. Применение статистических методов в метеорологии / К. Брукс, Н. Кардзерс. - Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 408 с.
11. Ивченко Г.И. Математическая статистика. / Г.И. Ивченко, Ю.И. Медведев. - М.: Высшая школа, 1984. - 248 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для занять у навчальному бюро прогнозів
з дисципліни «Сільськогосподарська метеорологія»
для студентів 4-го курсу

Напрямок підготовки - Гідрометеорологія

Спеціальність - Агрометеорологія

Укладачі: д.г.н., проф. Польовий А.М.,
асистент Костюкевич Т.К.

Підписано до друку. Формат. Папір офсетний.
Друк офсетний. Ум друк. арк.
Тираж 25 прим. Зам. №

Одеський державний екологічний університет
65016, вул. Львівська, 15
