

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ  
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

*Факультет агротехнологій і природокористування  
Кафедра садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою*

**ЛІСІВНИЦТВО ТА ЛІСОВІ ЛАНДШАФТИ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*Для здобувачів першого (бакалаврського ) рівня освіти  
спеціальності 101 «Екологія»  
денної та заочної форми навчання*

*м. Кам'янець-Подільський 2022*

УДК 332

**Ясінецька Ірина Анатолівна**

доктор економічних наук, професор

**Петрище Ольга Іванівна**

доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою

**Лобунько Юлія Вікторівна**

асистент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою  
Закладу Вищої Освіти «Подільський державний університет»  
( протокол № від )*

**Рецензенти:** інженер землепорядник, директор ПП- фірма «Земля»  
**Л.М. ГАЛЮК**

доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри рослинництва,  
селекції і насінництва  
**В.Я. ХОМІНА**

*Конспект лекцій для студентів з дисципліни «Лісівництво та лісові ландшафти» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 101 «Екологія» денної та заочної форми навчання // Укл.: доктор економічних наук, професор ЯСІНЕЦЬКА І.А., к.с/г наук, доцент ПЕТРИЩЕ О.І., к.е.н., асистент ЛОБУНЬКО Ю.В. – Кам'янець – Подільський: ЗВО «ПДУ», 2022. – 210с.*

*Конспект лекцій містить основні відомості і матеріали про сучасне лісівництво яке займається проблемами вирощування лісу для виробництва необробленої деревини, збереженням місць проживання дикої природи, відновленням лісових масивів та природних ландшафтів.*

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>4</b>
<b>ТЕМА 1. ПРИРОДА ЛІСУ. ....</b>	<b>6</b>
<b>ТЕМА 2. ЕКОЛОГІЯ ЛІСУ. ....</b>	<b>23</b>
<b>РОЗДІЛ 3. ЕДАФІЧНІ ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ. ЛІСОВА ТИПОЛОГІЯ</b>	<b>99</b>
<b>ТЕМА 4. УЗЛІССЯ.....</b>	<b>130</b>
<b>ТЕМА 5. ШКІДНИКИ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ.....</b>	<b>391</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>634</b>

## ВСТУП

Ліси є одним з найважливіших компонентів біосфери Землі, що виконує важливі екологічні, економічні та соціальні функції, продукує деревину, яка використовується у промисловості та народному господарстві. Ліси є важливим стратегічним природним ресурсом України, а лісівництво є ключовою ланкою в науковому вивченні та використанні цього ресурсу.

Лісівництво – це наукова дисципліна, що вивчає методи вирощування та підвищення продуктивності лісів, безперервного лісокористування, а також покращення його водоохоронних, захисних, середовищеутворюючих та соціальних функцій. Лісівництво – це теорія, методи, способи та технології збереження, поліпшення, невичерпного використання та відтворення лісу. Теоретичною базою лісівництва є лісознавство – наука про природу лісу.

Сучасне лісівництво займається проблемами вирощування лісу для виробництва необробленої деревини, збереженням місць проживання дикої природи, відновленням лісових масивів та природних ландшафтів. Унаслідок відновлення лісових масивів знижується вміст вуглекислого газу атмосфері.

В основу ведення лісового господарства має бути покладено дотримання принципів безперервного, невиснажливого іраціонального використання лісових ресурсів, екосистемного підходу, і наближеного до природи лісівництва. У гірських лісах Карпат та Криму проведення рубок має базуватись на основі водозбірного підходу, а здійснення лісогосподарських заходів в цих лісах має бути спрямоване на підвищення стійкості та продуктивності деревостанів, збереження біорізноманіття, посилення їх захисних, санітарно-гігієнічних, оздоровчих та інших функцій.

Ведення лісового господарства має базуватись на засадах наближеного до природи лісівництва, оскільки це є вимогою часу. Використання у лісогосподарській практиці вибіркового і поступового рубок лісу із удосконаленими технологіями лісозаготівель сприяє формуванню природних лісів, підвищенню їхньої біологічної стійкості та посиленню захисних

властивостей, забезпечує безперервне лісокористування, а також перехід в управлінні лісами на засади сталого розвитку.

Стале управління не виснажує ліси та сприяє збереженню особливо цінних лісових ділянок і біорізноманіття. Водночас, дає прибуток місцевим громадам та державі. Стале лісокористування передбачає відновлення лісів, наближених до природних.

Отже, метою вивчення дисципліни «Лісівництво та лісові ландшафти» є: формування знань про природу лісу для якісного та ефективного виконання заходів щодо його збереження, підвищення стійкості та продуктивності.

Ліси України є її національним багатством. Вони за своїм призначенням та місце розташуванням, окрім забезпечення потреб національної економіки у деревині, виконують водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі, рекреаційні, естетичні, виховні та інші функції і є джерелом задоволення потреб суспільства у недеревних лісових ресурсах.

## Тема 1. ПРИРОДА ЛІСУ

### ПЛАН

1. Ліс як природна система.
2. Ліс – історія і географія.
3. Ліси України.
4. Ліс – компонент біосфери.

Значення лісу різнобічне. Різнобічність його значення викликає і різноманітність розумінь про ліс. Ліс можна розглядати як природне явище в історичному, екологічному, географічному, економічному, аграрному, технічному, юридичному аспектах тощо.

Розуміння лісу нерідко обмежують розумінням його як сировинного ресурсу, природної сировини або навіть як матеріалу (лісоматеріал). В останньому випадку ототожнюються поняття «ліс» і «деревина» (прийнято говорити «заготівля лісу», «лісозаготівлі», хоча фактично йдеться про заготівлю деревини).

При науковому підході ці поняття не можна змішувати. Наприклад, економісти підходять до лісу як засобу, предмету і продукту праці. Широкі верстви населення, розглядають ліс як місце відпочинку і, оцінюючи його з цих позицій, іноді називають лісом вженевелику ділянку з поодинокими деревами.

Таким чином, визначення лісу завдання не просте. Однак перш за все ліс – продукт природи і її складова частина. Тому з яких позицій не підходити до лісу, вихідне, ключове визначення його повинно бути перш за все пов'язано з природою. **Ліс** – складний витвір природи, явище біологічне і фізико-географічне, складова частина географічного ландшафту і біосфери нашої планети.

#### 1. Ліс як природна система

**Суть біогеоценозу.** Біогеоценоз – це єдність та взаємодія рослинних, тваринних угруповувань, мікроорганізмів і умов навколишнього середовища (атмосфери, гірської породи, ґрунту та гідрологічних умов). Така єдність має свою особливу специфіку у впливі один на одного і на навколишнє середовище, що

проявляє на нього перетворюючу дію, знаходиться у постійному русі та розвитку.

**Екосистема.** Близьким до біогеоценозу є поняття екосистема. Це поняття уперше ввів англійський учений Генслі для визначення динамічної відкритої системи, де організми, ґрунт і клімат є складовими частинами. Поняття екосистеми застосовується одночасно як у дуже широкому, так і у вузькому розумінні. Таку гігантську екосистему представляє собою біосфера чи екосфера Земної кулі. Екосистемою може бути крапля води, пеньок, дерево, ділянка лісу чи озеро з усіма організмами, що їх населяють.

**Суть біоценозу.** У природі поєднуються і співіснують не тільки рослини, але й інші організми (тварини, бактерії, гриби, водорості, лишайники, віруси тощо). Усі вони в процесі життєдіяльності створюють складні багатоступінчасті системи взаємовідносин. Таку єдність взаємопов'язаних і взаємодіючих один на одного живих організмів, що населяють певну територію з більш-менш однаковими атмосферними та ґрунтовими умовами існування, називають біоценозом.

**Фітоценоз.** Геоботаніки вкладали різний зміст у поняття фітоценоз. Оперуючи різними поняттями та визначеннями, дійшли до спільної думки щодо його трактування.

Таким чином, фітоценоз – це закономірно повторювана сукупність рослинних організмів, які ростуть на певній ділянці території і тісно взаємодіють як між собою, так і з умовами навколишнього середовища, який організований у певну достатньо стійку історично вироблену форму, здатну до саморегуляції та відновлення, у результаті чого виникають нові кількісні та якісні відношення між компонентами фітоценозу, які визначають його флористичний склад, структуру, життєдіяльність, зміну, стійкість та продуктивність, а значить і певну господарську значущість та біологічну цінність .

**Ареал** – частина земної поверхні (території або акваторії), в межах якої розповсюджений і проходить повний цикл розвитку даний таксон (вид, рід, родина тощо) або угруповання. Ареал – це така ж невід'ємна характеристика будь-

якого виду, як і його морфологічні чи фізіологічні властивості. Саме через ареали визначаються екологічні особливості того чи іншого виду.

**Консорція** – це взаємопов’язаність чи цілковита залежність одних видів від інших. У лісових біоценозах це явище часто зустрічається на фоні трофічних зв’язків.

**Синузії** – окремі структурні частини фітоценозів, які складаються з видів рослин, які відносяться до однієї або до кількох близьких екологічних життєвих форм.

**Сукцесія** – це послідовна необоротна й закономірна зміна одного біоценозу, фітоценозу, мікробного угруповання, біогеоценозу іншим на певній ділянці середовища за певний час. Такі зміни можуть поновлювати стан порушених лісових біоценозів, наприклад, поновлювати ліс після пожежі або рубки.

## 2. Ліс – історія та географія

Розглядаючи ліс в природно-історичному сенсі, можна помітити, що і в цьому випадку поняття «ліс» не є однозначним, воно може мати кілька різних за обсягом значень.

Отже, ліс являє собою явище історичне, яке склалося на базі тисячолітнього природного відбору.

Ліс є самовідновлювальним ресурсом. Ліс складався і розвивався протягом десятків і навіть сотень тисяч років. Тільки після льодовикового періоду ліс розвивався більш 10 тис. років, а в багатьох місцях деревні види існують з третинного періоду, утворюючи тут ліси протягом 100–200 тис. років і більше.

Розвиток лісу йшов за своїми законами. Вони визначалися спадковістю і мінливістю організмів, їх боротьбою за існування, виживання, природним і штучним відбором.

Стихійні сили природи у минулому визначали повністю розвиток лісу, а в наші дні вони відбуваються під контролем і спрямуванням дій людини.

Таким чином, час і історія визначили сучасний стан лісів, і в цьому сенсі, як

вказувалося раніше, ліс є історичним явищем.

Ліси минулого і сьогодення різні, але становлять єдиний ланцюг історичного процесу розвитку.

Зміна лісу в часі і просторі здійснюється нероздільно, в єдності. Історичні причини стали підставою для сучасного розподілу лісів і деревних видів по поверхні землі. Але, зрозуміло, і різноманітність рельєфу, клімату, гірських порід і ґрунтів впливало на історичний процес формування лісів і лісового районування на мапі земної кулі.

*Історичні основи слугують фундаментом лісівництва.*

Ліси на земній кулі розміщені нерівномірно, що в значній мірі пояснюється особливостями клімату і спричинених ним змін лісорослинних умов.

Клімат – головний, провідний чинник формування і поширення насаджень певного складу. Не слід, однак, забувати, що поряд з кліматом змінюються гірські материнські породи, ґрунт, тваринний світ та інші екологічні фактори.

Таким чином, земна поверхня розподіляється на наземні природні чи фізико-географічні зони Земної кулі відповідно до їх класифікації за типами рослинності. Природна зона, фізико-географічна зона – частина географічного поясу з однорідними кліматичними умовами. На рівнинних територіях зони зберігають широтний або близький до нього напрямок, тобто змінюються від екватора до полюсів (широтна зональність), від океанів углиб континентів (довготна зональність) і з підніжжя гір до їх верхівки (висотна зональність).

Ліс – природне явище величезних географічних масштабів. Загальна площа лісових земель планети за наближеною оцінкою становить понад 4 млрд га, що складає біля 31 % поверхні суходолу. Вкрита лісовою рослинністю площа займає орієнтовно 3 млрд га, а промислові запаси деревини досягають 527 млрд м<sup>3</sup>. У помірному поясі північної півкулі (Євразія та Північна Америка) знаходиться більше половини лісів світу. Розподіл лісів на планеті досить нерівномірний і залежить від природних чи фізико-географічних зон (рис. 1.1).

У 1966 р. на VI світовому лісовому конгресі у Мадриді прийнято розподіл лісової рослинності на 6 типів: хвойні ліси холодної зони; мішані ліси помірною

поясу; вологі ліси теплого помірного клімату; екваторіальні дощові ліси; тропічні вологі листяні ліси; ліси сухихобластей.

**Хвойні ліси холодної зони (лісотундра, тайга)** – поширені у помірному і частково субарктичному поясі Північної півкулі.

Лісотундрова зона розташована вузькою смугою між тундрою і тайгою. Клімат суворий з тривалою холодною зимою, коротким прохолодним літом. Практично скрізь поширена вічна мерзлота. Основним деревними видами тут є карликова береза і чагарниковий вид – кедровий сланець (сосна сланка), а також у південній її частині деревні рослини з роду модрина та ялина.

На території Євразії деревостани тайги представлені ялиною європейською (західна частина континенту), ялиною сибірською (східна частина континенту), сосною звичайною, модриною сибірською та даурською, сосною кедровою сибірською, ялицею сибірською. Південна межа хвойних лісів більш розмита і, як правило, доходить до ізотерми липня  $+18^{\circ}\text{C}$ , а на деяких територіях з великою кількістю опадів (східний Сибір, північна Манчжурія) до ізотерми липня  $+20^{\circ}\text{C}$ . У цих умовах тайзі притаманне більше біорізноманіття, і в ній з'являються теплолюбніші види – сосна кедрова корейська, ялина аянська, аралія манчжурська, і поступово тайга в цих районах переходить у мішаний ліс помірного поясу.

До складу хвойних лісів Північної Америки входять ялина біла та чорна, ялиця бальзамічна, тсуга канадська, ялина сітхінська, сосна жовта та Веймута. Хвойні ліси екстразонально повторюються і в більш південних широтах у зв'язку з вертикальною висотною поясністю. На Кавказі пояс темнохвойних лісів розпочинається з висоти 1600 м, а в Карпатах – з 800 м над рівнем моря.

Дерева хвойних видів тайги формують високі, прямі і повнодеревні стовбури, а деревина відзначається високою якістю (однорідна за будовою та довговолокниста). Північні хвойні ліси та їх гірські аналоги у південніших широтах є постачальником найбільш цінної, високоякісної деревини.

**Мішані ліси помірного поясу** поширені на південь від тайги (переважно середні широти Північної півкулі). Вони охоплюють майже всю Європу, добре виражені у Китаї. Ліси такого типу ростуть і в Північній Америці. Кліматичні

умови у порівнянні із зоною тайги тут м'якші. Зимовий період триває не більше 4–6 місяців, літо тепле. Річна сума опадів коливається в межах 700–1500 мм. У більш північних широтах ці ліси представлені хвойними і дрібнолистяними породами (березою, осикою), а південніше формуються мішані хвойно-широколистяні ліси – перехідна смуга від тайги дошироколистяних лісів. Хвойно-широколистяні ліси поширені і в нижніх поясах гір в умовах помірного вологого клімату. Сформовані з деревних рослин роду ялина, сосна, дуб, бук, липа, клен, в'яз. На території Євразії найбільш різноманітний видовий склад притаманний лісам Далекого Сходу, де разом зростають ялина аянська, модрина даурська, ялиця білокора, ясен манчжурський, липа амурська, дуб монгольський.

У Північній Америці хвойно-широколистяні ліси, до складу яких входять ялиця бальзамічна, клен цукровий, бук крупнолистяний, поширені в районі Великих озер. Значну площу займають вони і на західному тихоокеанському узбережжі США і сформовані з дугласової ялиці, тсуґи канадської, туї та ін.

Широколистяні ліси з дуба, бука, граба, липи, кленів поширені у Європі, Азії (Далекий Схід, північний Китай), у східній частині Північної Америки. Вони утворюють власну підзону, яка розмежовує хвойні (бореальні) ліси на півночі і степи та субтропічні ліси на півдні. У Європі домінують дубові та букові ліси.

Букові ліси з бука лісового широко розповсюджені на більшій території Західної Європи. Їх північна межа проходить через південну частину Великобританії, Скандинавського півострову, Данію, на сході доходить до лінії Калінінград-Хмельницький-Кишинів. Південною межею ареалу є Балканський півострів, частина Румунії, Болгарії, Албанії, колишньої Югославії, а також Італії, південь Франції, північна частина Піренейського півострову.

На території України (Карпати 250–1300 м н.р.м. і Західний Лісостеп) бук лісовий формує як чисті, так і мішані деревостани з ялиною європейською, ялицею білою, кленом псевдоплатановим, кленом гостролистим, дубом звичайним, грабом звичайним та ін. Бук східний поширений на Кавказі, західному узбережжі Малої Азії, східних Балканах, Ірані, бук Енглера та довгочерешковий – в Китаї, бук Зібольда – в Японії, бук крупнолистий – у США.

Дубові ліси з дуба звичайного та дуба скельного поширені в умовах помірного клімату у Західній та Східній Європі, південній частині Скандинавського півострову, у передгір'ях Карпат(100–400 м н.р.м.), Кавказу.

так звані заплавні ліси. Південну межу поширення широколистяних лісів визначає дефіцит вологи та засолення ґрунту.

**Вологі ліси теплового помірного клімату** розташовані в обох півкулях і відзначаються багатим видовим складом. Насамперед, сюди відносяться ліси у районах Середземномор'я. Кліматичні умови характеризуються спекотним, сухим літом і м'якою вологою зимою. У всіх регіонах із середземноморським кліматом відносно невелика різниця між зимовим мінімумом і літнім максимумом, хоча добові перепади температур влітку можуть бути значні, якщо місцевість не розташована безпосередньо на узбережжі. Температура взимку рідко опускається нижче за нуль градусів, сніг випадає рідко і нестійкий.

У складі лісів переважають вічнозелені рослини – лавр, маслинове дерево, суничне дерево, кипариси, мирт, кедр, дубкорковий, ялівці.

Деякі деревні види листопадні – дуб пухнастий, маслинка, груша малиновидна. На чорноморському узбережжі Криму, Кавказу, західному узбережжі Каспійського моря ростуть дуб каштанolistий, залізне дерево, дзельква, гранатник, хурма та ін.

На південному сході США до складу цих лісів входять сосни довгохвойна, короткохвойна, Еліота, які мають велике промислове значення. На заболоченій місцевості поширені ліси кипариса болотного. У західній частині країни (Каліфорнія) ліси сформовані з суничного дерева, вічнозеленого дуба дрібнолистого, а в горах росте секвойя. На північноафриканському узбережжі ростуть різні види сосен: приморська, піцундська та ін.

В Австралії поширені вічнозелені евкалиптові ліси. З деяких видів евкалипта одержують дуже тверду деревину, з інших – цінні ефірні олії камеді. Окремі види евкалиптів мають незвичайну деревину, наприклад евкалипт різноколірний (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.).

**Ліси сухих областей** – це хвойні і листяні ліси та чагарники сухих

субтропиків, для яких характерні різко виражені посушливі сезони. У цих районах поширені зарослі ксерофітних чагарників, які називаються маквис у Середземномор'ї, чапараль у Каліфорнії, маторале в Чилі, фейнбос у Південній Африці, маллі і квонган в Австралії.

Ліси відзначаються низькою продуктивністю. Тривалий час вони зазнавали істотного антропічного впливу (рубки, випасання худоби та ін.), що особливо мало місце в середземноморських районах. У Середземномор'ї досить типовими для окремих районів є деякі види сосен, наприклад пінія (*Pinus pinea* L.), здатна рости за річної кількості опадів до 300 мм, сосна приморська (*Pinus pinaster* Ait.) та ін.

**Екваторіальні дощові ліси** ростуть в умовах досить вологого та жаркого тропічного клімату. Сезонність тут не виражена, а пори року розпізнаються за дощовим та відносно сухим періодом. Середньомісячна температура впродовж року утримується на рівні 24–26 °С, річна кількість опадів досягає 1800–2500 мм і більше, а відносна вологість повітря, як правило, перевищує 90 %.

Основні масиви цих лісів розташовані в басейні ріки Амазонки (Амазонський тропічний ліс), на більшій території Центральної Америки, в екваторіальній Африці (від Камеруна до Демократичної республіки Конго), у багатьох районах Південно-східної Азії (від М'янми до Індонезії і Папуа-Нової Гвінеї), на північному сході Австралії.

У складі лісів переважають широколистяні вічнозелені рослини. Однак, з великої кількості деревних видів експлуатаційне значення мають лише декілька. Поряд зустрічаються повільноростучі види з винятково важкою і твердою деревиною та швидкоростучі види з м'якою і легкою деревиною. З деревних видів, які мають промислове значення, у Латинській Америці ростуть деякі види махагоні, кедри, ірекс, представники родини лаврових, у т. ч. такий цінний вид, як зелене серце (*Ocotea rodioi* (Schomb) Mez). В екваторіальних лісах Африки користуються попитом махагоні, сіпо, лімба, обехе та ін. Деревя тропічних лісів використовуються для отримання каучука, ефірних масел, їстівних плодів, лікарської сировини.

**Тропічні вологі листопадні ліси** зустрічаються у тропічних регіонах із вираженими сухими періодами, які обумовлені мусонами. Мусони – стійкі вітри нижнього шару тропосфери, що протилежно змінюють свій напрямок два рази на рік. Зимовий мусон має напрямок із суходолу на море, літній – з моря на суходіл. У посушливий період деревні види скидають листя, а коли мусонні вітри приносять вологу, знову поновлюють його. Мусонні тропічні ліси зустрічаються у Південній і Південно-Східній Азії та Південній Америці. У складі лісів поширені тикове дерево, сандалове дерево, птерокарпус великоплідний, червоне і чорне дерево та ін.

### 3. Ліси України

Територія України повністю підпадає під зону мішаних лісів помірного поясу. Вона займає південно-західну частину Руської рівнини, Кримські гори і Українські Карпати. Загальна її площа становить 603,7 тис. га, або 0,12 % поверхні Земної кулі. Велика протяжність території і розмаїття природних фізико-географічних чинників зумовили чітке виділення в Україні таких природних зон (лісогосподарських областей): Українське Полісся, Лісостеп, Степ північний (Байрачний), Степ південний, Кримські гори та Українські Карпати .

**Полісся.** Охоплює Поліську низовину й північну частину Придніпровської низовини в межах Волинської, Рівненської, Житомирської, Київської, Чернігівської і Сумської областей. Межа між Поліссям і Лісостеповою областю досить чітко проявляється в рельєфі, характері ґрунтів і рослинності. Вона проходить поблизу таких населених пунктів: Володимир-Волинський – Луцьк – Рівне – Корець – Берездів – Шепетівка – Полонне – Чуднів – Троянів – Лужки. Загальна площа Полісся становить 113,5 тис. км<sup>2</sup>, або 19 % території України. Тут переважають поліські ландшафти, в яких розміщується 36,6 % лісового фонду України.

**Лісостеп.** Простягається суцільною смугою від Прикарпаття до західних відгалуджень Середньоруської височини. Південна границя проходить від

Молдови через Фрунзівку, Долинське, Ананьїв, північніше Любашівки, Кривого Озера, Кропивницького до гирла р. Ворскла на Красноград, Зміїв і по долині Сіверського Дінця – до Ізюма, від р. Оскол – до границі з Російською Федерацією. Розташована в межах Тернопільської, Вінницької, Черкаської, Полтавської, частково Харківської, південної частини Рівненської, Волинської, Житомирської, Київської, Чернігівської, Сумської та північної частини Одеської і Кіровоградської, частково Львівської, Чернівецької та Івано-Франківської областей. Загальна площа Лісостепу становить 202 тис. км<sup>2</sup>, або 34 % території України чи 28,7 % площі лісового фонду. Природа області дуже розмаїта, що пояснюється значною диференціацією її ґрунтово-кліматичних умов. Неоднорідність природних чинників зумовила різноманітний природний склад лісів, їх продуктивність та типи. Характерна особливість Лісостепу – перемежовування степових та лісових ділянок, розчленований ерозійний рельєф, інтенсивна господарська діяльність людини (розораність – 56–81 %). У ґрунтовому покриві переважають типові та опідзолені чорноземи, світло-сірі ґрунти різного ступеня вилуженості й засоленості, трапляються комплекси алювіальних ґрунтів. Кількість опадів коливається від 550 до 700 мм в західних районах, зменшуючись у Центральному Лісостепу до 500–550, а на південному сході – до 450 мм. Ступінь континентальності клімату збільшується з заходу на схід. Ліси у Лісостепу не мають суцільного поширення. Невеликі лісові масиви межують з більшими за площею степовими ділянками. Лісистість лісогосподарської області в середньому становить 11,4 %. Лівобережно-Дніпровський лісостеповий округ має мало лісів (з більшою питомою вагою полезахисного лісорозведення). Тут гостро відчувається дефіцит деревини. Характерною особливістю Лісостепу є переважання дібровних типів лісу. Це дубово-широколистяні, складні за формою лісостани I і I<sup>a</sup> бонітетів. Поряд з дубом звичайним у дібровах ростуть ясен звичайний, липа серцелиста, клени гостролистий і польовий, граб звичайний, в'яз шорсткий та в'яз гладкий, вишня пташина (черешня), тополя тремтяча (осика), береза повисла, яблуня лісова, груша дика та ін. Основні масиви дубових лісів ростуть у південно-західній частині

Лісостепу, на території Вінницької, Тернопільської, Хмельницької, Черкаської та Кіровоградської областей. Похідні грабняки, що ростуть у дібровах, займають значні площі на Поділлі. У Львівській області на буроземних ґрунтах ростуть бучини. В лісах Лісостепової області поширені твердолистяні деревні види (63,6 % від загальної площі ділянок вкритих лісовою рослинністю). З них 43 % – дубові насадження. Площа насаджень із переважанням хвойних деревних видів досягає 24,6 %, в т. ч. понад 23 % – під сосновими лісами. М'яколистяні деревні види займають 11,8 %. Панівним типом лісорослинних умов є діброви (понад 50 % площі). Загальна площа лісового фонду Лісостепу складає 2980 тис. га, з них вкрито лісовою рослинністю 2651 тис. га, де зосереджено понад 309 млн м<sup>3</sup> деревини – 31,1 % загального запасу лісів України. У Лісостепу своєчасно проводяться всі лісогосподарські заходи, спрямовані на підвищення продуктивності й якості лісів, посилення їх захисної та санітарно-гігієнічної ролі. Природних лісів у даній лісогосподарській області майже не збереглося, оскільки ця зона з найдавніших часів була центром землеробства.

**Північний (Байрачний) Степ.** Простягається від південної межі Лісостепу до Південного (Безлісного) Степу і займає площу 140 тис. км<sup>2</sup>. Характерними рисами природних умов цієї лісогосподарської області є засушливий клімат і недостатнє зволоження. Середньорічна кількість опадів становить 430–500 мм. Переважають звичайні середньо- та малогумусні чорноземи, а також південні малогумусні чорноземи.

Природні ліси зростають переважно в північній частині області (байрачні ліси), в заплавах рік (заплавні ліси), на піщаних терасах рік (аренні ліси). Загальна площа лісових насаджень області становить 663 тис. га, в тому числі вкриті лісовою рослинністю – 486 тис. га. Насадження по ярах, берегах рік і водойм займають 172 тис. га, ґрунтозахисні ліси – 144 тис. га, зелені зони – 341 тис. га, полезахисні смуги – 194 тис. га. В складі лісів переважають твердолистяні деревні види (74 %), соснові ліси займають 17,6 % загальної площі, а лісім'яколистяних деревних видів, зарості шелюги, верби і кущі – 7,8 %. Байрачні ліси представлені дубом звичайним з домішкою кленів гостролистого і польового, ясена звичайного,

в'яза шорсткого та в'яза гладкого тощо. На правобережжі в складі байрачних лісів зустрічається граб звичайний.

**Південний (безлісний) Степ.** Знаходиться на крайньому півдні України, нижче Байрачного степу. Займає відносно широку смугу вздовж Чорного і Азовського морів, а також центральну і північну частини Кримського півострова. У Південному Степу природних лісів майже немає, є лише полезахисні лісові смуги і штучно створені невеликі лісові масиви. Для цього регіону характерні часті засухи, суховії, пилові бурі та засолені ґрунти, тому область має чітко виражений агролісомеліоративний характер. В північній частині області переважають солонцеві чорноземи, південніше – темно-каштанові ґрунти, а в Присивашші – невеликі площі каштанових солонцюватих ґрунтів. Кліматичні умови характеризуються теплим тривалим літом, короткою зимою, недостатнім зволоженням.

Ведення лісового господарства в Південному Степу повинно бути спрямоване на збереження і підвищення ґрунто-полезахисної, гідрокліматичної та берегозахисної ролі лісів. Основними заходами в боротьбі з негативними явищами природи є підвищення ефективності полезахисного лісорозведення, збільшення (у 1,5–2 рази) агрономічної лісистості, розширення меліорації засолених ґрунтів і попередження вторинного засолення в умовах зрошення.

**Гірський Крим.** Займає південну частину Кримського півострова площею близько 750 тис. га. Тут знаходиться майже весь лісовий фонд Криму. Характерною особливістю рельєфу є наявність трьох гірських гряд: Передгірна, Внутрішня і найвища Головна гряда. Між гірськими грядами сформувались широкі поздовжні долини.

Схили гір порізані балками і глибокими ярами. Особливістю клімату області є зміна з висотою його метеорологічних елементів. В умовах Гірського Криму чітко виражена вертикальна зональність. Найбільш поширеними в передгір'ях є чорноземні і дерново-карбонатні ґрунти, а в південно-західній частині – коричневі. У ґрунтовому покриві Головної гряди переважають малопотужні бурі гірсько-лісові ґрунти, які сформувались на глинистих сланцях під буковими і

мішаними лісами.

Зміна ґрунтово-кліматичних умов з висотою над рівнем моря зумовлює зональні відмінності й у рослинному покриві.

Гірський Крим характеризується відносно високою лісистістю(36,1 %), дуже багатим флористичним складом та різноманітністю рослинності. Тут нараховується 150 видів деревних і чагарникових видів. Головними рослинними угрупованнями є дубово-ялівцеві, соснові, букові і дубові ліси, чагарникові зарості і степові трав'яні угруповання. Загальна площа лісів становить 309 тис. га, запас деревини 25,6 млн м<sup>3</sup>, або 2,1 % запасів всіх лісів України. В лісовому фонді переважають насадження твердолистяних деревних видів. Вони займають 89,2 % від загальної площі ділянок вкритих лісовою рослинністю. Питома вага шпилькових становить 7,2 %, м'яколистяних і чагарників – 3,6 % площі всіх лісів. Із твердолистяних видів найбільшу питому вагу за площею займають дуб пухнастий і дубскельний (64 %), бук кримський займає 14,7 %, а граб звичайний – тільки 6,3 %. З хвойних деревних видів найбільшу площу займає сосна кримська, друге місце належить сосні Коха. Поряд з тим найбільш поширеними є грабинник, ясен звичайний, в'яз корковий, клени польовий і Стевена, тополя тремтяча, вільха чорна та інші. На південному узбережжі є рідколісся ялівцю високого, фісташки туполистої та вічнозеленого сунічника дрібноплідного. Ліси області характеризуються відносно невисокою повнотою і низькою продуктивністю. Сучасний стан лісів Гірського Криму є незадовільний. Більше 30 % від загальної площі ділянок, вкритих лісовою рослинністю, зайнято малопродуктивними низькоповнотними насадженнями, які необхідно реконструювати спеціальною системою лісогосподарських заходів.

Основним напрямом ведення лісового господарства області є заліснення сильноеродованих схилів, які не використовуються в сільському господарстві; проведення системи реконструктивних і лісовідновних заходів в малоцінних насадженнях для посилення водоохоронно-ґрунтозахисних функцій лісів і підвищення їхньої продуктивності; своєчасне і якісне проведення рубок догляду і санітарних рубок; посилення протипожежної охорони лісів.

**Українські Карпати.** Ця лісогосподарська область є частиною гірської системи Карпат в Західній Україні. Площа Українських Карпат понад 24 тис. км<sup>2</sup>. Займає територію Закарпатської, частково Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей. Це унікальний природний комплекс із великим розмаїттям ландшафту, багатим на рослинний і тваринний світ. Тут ростуть 70 видів деревних видів і 110 чагарникових. Найбільшу площу займають насадження з переважанням ялини європейської (смереки) (41 %), бука лісового (35 %), дуба звичайного (9 %), ялиці білої (4 %). Інші листяні і шпилькові види (сосна звичайна, береза повисла, вільха чорна, ясен звичайний, клен гостролистий) становлять 6 % площі всіх лісів. Українські Карпати характеризуються яскраво вираженою висотною зональністю ґрунтів і клімату, з якими пов'язані видовий склад і продуктивність лісів. Тут можна виділити три основних пояси лісової рослинності: передгірський з перевагою дуба; нижньогірський – переважно букові ліси; високогірний – темнохвойні ліси. Вище розташовується субальпійська та альпійська рослинність.

Ліси Українських Карпат мають надзвичайно важливе водоохоронне, гідрокліматичне, протиерозійне та санітарно-гігієнічне значення. Вони регулюють поверхневий стік і помітно впливають на гідрологічний режим Дністра, Пруту, Тиси та їхніх приток. Лісові багатства Українських Карпат відіграють важливу роль у розвитку народного господарства. Тут зосереджено понад 20 % лісового фонду України, 53 % стиглих та перестійних насаджень.

#### **4. Ліс як компонент біосфери**

Необхідність планетарного підходу до лісу у теперішній час викликається явищами забруднення біосфери у глобальних викликах. Згідно з ученням акад. В. І. Вернадського (1926) під біосферою розуміється сумарна жива маса Землі: рослини, тварини, люди, мікроорганізми. Вона розташована на поверхні Землі, у нижньому шарі атмосфери та у верхньому шарі літосфери. Межами біосфери він вважав 5 км вгору від земної поверхні і 500 м у глибину Землі. Настільки широкий діапазон був прийнятий ним з урахуванням трапляння мікроорганізмів і спор як високо в атмосфері так і глибоко у землі.

На земній кулі всі рослини щороку продукують близько 100 млрд т

фітомаси в абсолютно сухому стані, в тому числі:

- рослини суші 64 млрд т, або 64 % (суша займає 29 % загальної площі земної кулі);
- рослини океанів і морів (фітопланктон, водорості) 36 млрд т, або 36 % (на океани і моря припадає 71 % площі земної кулі).

Із 64 млрд т фітомаси на різні угіддя суші доводиться:

- ліси світу 38 млрд т, або 60 %;
- луки і степи 14 млрд т, або 22 %;
- орні землі 12 млрд т, або 18 %.

Трав'яниста рослинність, а тим більше фітопланктон і бактерії, ненадовго фіксують в своїх тілах хімічні елементи у вигляді органічної речовини. За один вегетаційний період вони з'являються, зростають, відмирають і потім розкладаються, тому зазначені рослини мають невеликі ресурси накопиченої органічної маси. Інша справа з лісами. Являючи собою сукупності з багатьох деревних рослин з тривалістю життя 80–300 років, ліси на значний термін консервують органічну речовину в стовбурах, гілках, корінні, тому із загального запасу органічної речовини земної кулі його маса на 90 % сконцентрована в лісах.

Зелені рослини, в тому числі ліси, виконують на Землі важливу роль, яка виражається двома функціями:

- тільки вони здатні створювати первинну органічну речовину з неорганічної природи – вуглекислого газу, водні солей з ґрунту;
- в процесі своєї життєдіяльності вони виділяють в атмосферу вільний кисень, чим регулюють склад атмосферного повітря.

У створенні органічної речовини деяке значення мають і хемосинтезуючі бактерії, але їх роль незначна в порівнянні з роллю зелених рослин.

Первинна органічна речовина (глюкоза і дисахариди), яка утворюється в гранулах хлорофілу під дією енергії сонячних променів, в подальшому самими рослинами перетворюється в тисячі інших: клітковину, лігнін, смоли, жири, білки, ефірні масла та ін.

Готові органічні речовини слугують їжею для комах, грибів, тварин,

людини, які не здатні створювати органічні речовини з неорганічних сполук у природі, хоча хімічні елементи одні й ті ж. Весь тваринний світ зобов'язаний своїм існуванням зеленим рослинам.

Відходами виробництва «зеленої» фабрики природи є водяна пара, що виділяється листям при транспірації, і вільний кисень, що утворюється в процесі фотосинтезу і надходить в атмосферу. За сотні мільйонів років рослинність довела вміст кисню в атмосфері до 21 % за масою, починаючи з 1–1,5 %. Людина, що з'явилася тільки 2 млн років тому, застала атмосферу з сучасним вмістом газів, і вся її еволюція відбувається в цих умовах, тому люди і тварини добре себе почувають при даній забезпеченості киснем.

Ліси земної кулі є великими постачальниками кисню, на їх частку припадає 54 млрд т, або 39 % всього кисню, що постачається щорічно всіма зеленими рослинами.

Один гектар лісу щоденно поглинає 220–280 кг CO<sub>2</sub>, а виділяє 150–220 кг кисню. Ліси світу щорічно продукують 38 млрд тон органічної маси, використовуючи для цього більше 50 млрд тон вуглекислого газу.

Ліс сприяє збільшенню запасів підземних вод, зберігаючи вологу атмосферних опадів. Завдяки лісові, поверхневі води отримують рівномірне живлення підземними водами. Зменшуючи поверхневий стік, ліси уповільнюють водну і вітрову ерозію ґрунтів особливо у яружно-балкових системах. Крім того, в лісових районах практично не відбувається замулювання річок, ставків, водосховищ.

Намет лісу захищає ґрунт від надмірного нагрівання сонцем, створюючи свій мікроклімат.

Необхідно відмітити цілющі властивості лісового мікроклімату. Ліс, особливо хвойний, виділяє фітонциди, які згубно діють на хвороботвірні мікроорганізми, оздоровлюючи повітря.

Листя крон очищує повітря від шкідливих домішок техногенного походження, зокрема, радіоактивного забруднення, акумулюючи велику кількість радіонуклідів і тим самим перешкоджаючи їх розповсюдженню на населені

пункти, значно знижує шум, усуває високочастотні звуки, володіє пилезахисними властивостями.

Ліси надійно захищають прилеглі поля від шкідливої дії суховіїв, засух та пилових бурь, поліпшують розподіл снігового покриву, зменшують промерзання ґрунту, підвищують урожайність сільськогосподарських культур.

Основною продукцією лісу є також деревина. На рубежі 2 і 3 тисячоліть нашої ери людство щорічно споживає до 5 млрд м<sup>3</sup> деревини. Доведено, що людина за своє життя споживає 100 м<sup>3</sup> деревини. Деревина, як унікальний матеріал, використовується в багатьох галузях народного господарства, із неї виготовляють понад 20 тис. найменувань виробів та сполук, отже вона ніколи не втратить своєї цінності.

Ліс відіграє важливу роль у житті лісової фауни, які впливають одне на одного. Більшість видів лісової фауни сприяють його зростанню та розвитку, відновленню та формуванню деревостанів. Лісові птахи (кедровка, сойка, дрозди, дятли та ін.) і ссавці (дрібні гризуни, бурундук, білка та ін.), харчуючись насінням та плодами дерев і чагарників, сприяють їх поширенню і відновленню. Комахи виконують роль запилювачів лісових рослин. Хижі і паразитичні безхребетні, а також комахоїдні птахи та деякі ссавці поїдають комах-фітофагів, обмежуючи їх чисельність. Велику роль виконують безхребетні і окремі ссавці-землерийки в процесах лісового ґрунтоутворення. Багато птахів та звірів є об'єктами полювання (качки, куріпки, рябчики, глушці, зайці, лосі, кабани, олені тощо).

Разом з тим, деякі представники лісової фауни можуть заподіювати потужну шкоду лісовому господарству: непарний шовкопряд і сибірський коконопряд, деякі види п'ядунів, хрущів, гризунів та ін., що знищують листя, хвою, стовбур, насіння, плоди, посіви і посадки деревних видів у розсадниках та у насадженнях. Ряд лісових тварин (кліщі, блохи, окремі види хребетних) є переносниками збудників різних небезпечних для людини інфекцій та хвороб (наприклад енцефаліту, туляремії, лептоспірозів тощо).

Поряд із тим, ліси є джерелом цінної недеревної продукції – ягід, плодів, грибів, лікарських рослин тощо.

## Запитання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте співвідношення понять біоценоз, біогеоценоз, фітоценоз.
2. Охарактеризуйте співвідношення понять ареал, сукцесії, синузії, консорції.
3. Поясніть суть горизонтальної та вертикальної зональності.
4. Назвіть позитивний вплив лісів на біосферу.
5. У чому полягає суть лісу як явища історичного ?

## Тема 2. ЕКОЛОГІЯ ЛІСУ

### ПЛАН

1. Класифікація екологічних факторів
2. Сонячна радіація, тепло, волога, світло і ліс
3. Атмосферне повітря, вітер - ліс

### 1. Класифікація екологічних факторів

**Екологія** – це наука, яка вивчає відносини організмів (особин, популяцій, біоценозів і т. п.) між собою та з навколишньою неорганічною природою, загальні закони функціонування екосистем різного ієрархічного рівня, середовище мешкання живих істот (включаючи людину).

Екологія лісу вивчає взаємини лісового фітоценозу (насадження) і середовища лісу та навколишнього середовища в більш широкому розумінні.

Екологію лісу можна розглядати двояко:

1. Вплив екологічних факторів на життя лісу.
2. Екологічне значення і вплив самого лісу на навколишнє середовище, а також утворення особливого, властивого йому лісового середовища.

У другому випадку йдеться про вплив лісу за межами зайнятого ним простору та про вплив його на власне середовище в межах зайнятого ним простору.

Таким чином, екологія лісу розглядає роль середовища в житті лісу як природної єдності, складовою частиною якого це середовище і є. З іншого

боку, вона вивчає зміни середовища, що відбуваються під впливом природної єдності, якою є ліс.

Висоцький Г. М. (1960) поділяв лісове середовище на дві великі категорії:

1. Внутрішнє середовище, в межах стромосфери і ризосфери, тобто між вершинами дерев і кореневими системами у коренедоступній товщі ґрунту.
2. Зовнішнє середовище, за межами лісового масиву, що оточує його з усіх боків.

Якщо межі внутрішнього середовища можна провести точно, то кордони зовнішнього середовища невизначені. Цікавість до останнього виникає при дослідженні впливу лісу на клімат і ґрунтово-гідрологічний режим простору навколо лісу.

У процесі господарської діяльності лісівник прагне не допустити руйнування цієї складної відкритої системи живої і неживої природи, яка сама поновлюється, не порушити її нормального функціонування. Його завдання – завжди підтримувати біогеоценози, лісові екосистеми на рівні, який забезпечує їх середовищеві, екологічні, захисні, водоохоронні рекреаційні, соціальні і економічні функції. Тому лісова екологія, яка вивчає взаємозв'язки в лісових біогеоценозах і дає можливість завбачати наслідки їх порушення, все більше стає науковою основою раціонального лісівництва і охорони природи. Лісівництво функціонує на науково-екологічній основі з урахуванням умов існування лісів та їх зміни під впливом екологічних факторів, ступеня стійкості лісів і методів її підвищення, необхідності усунення негативних наслідків і процесів.

Життя лісу – складна сукупність взаємопов'язаних процесів, серед яких найбільш суттєвим є обмін речовин між індивідами, ценопопуляціями лісостану та оточуючим середовищем. Ліс і середовище тісно взаємодіють і безперервно змінюють один одного. Усі компоненти лісостану взаємодіють не тільки між собою, а й з атмосферою, ґрунтом, тваринним світом і мікроорганізмами. На ріст і розвиток деревних видів та іншої рослинності, на їх насінноношення, плодоношення, поновлення, технічні властивості деревини тощо постійно впливають хімічний склад і фізико-механічна структура ґрунту, його вологість,

аерація, газовий склад, а також усі чинники атмосфери, включаючи її емісії. Рослинність через кількість і якість продукованої нею органічної речовини, її щорічного опаду, в свою чергу, змінює ґрунт, його фізичні та хімічні властивості. В екологічній системі «лісостан середовище» відбувається постійний кругообіг речовини і енергії.

У природі існує комплексний вплив екологічних факторів, що проявляється в різних поєднаннях. Зміна одного фактору тягне за собою зміну іншого. Наприклад, зміна висоти над рівнем моря, експозиції, стрімкості схилу викликає зміни клімату, ґрунту і деяких інших чинників. Зміна умов освітлення в лісі супроводжується зміною і теплового режиму. Однакова кількість опадів випадає в північних тайгових районах і в деяких південних степових районах. Однак, у першому випадку вони випадають в умовах переважання низьких температур, підвищеної вологості повітря і ґрунту, при зниженому випаровуванні вологи, у другому – при зворотному поєднанні. Звідси і різні умови та можливості існування лісу при одній і тій же кількості опадів. В одному випадку лісівникам доводиться боротися з надлишком вологи, з загрозою заболочування, в іншому – знаходити заходи для підвищення вологи, боротьбою з засоленістю ґрунтів і т. п. Таким чином лісівникам потрібно знати класифікацію та безпосередній чи опосередкований вплив цих факторів на лісове середовище і, відповідно, вплив лісу на зміну екологічних факторів безпосередньо у лісовому середовищі та навколишньому середовищі, що його оточує.

Найбільш вдало поділив екологічні фактори акад. П. С. Погребняк (1968) . Він об'єднав їх у три великі групи: *абіотичні, біотичні та антропогенні (антропогенні)*.

**Абіотичні фактори** або фактори неорганічної (неживої) природи у свою чергу поділяються на три категорії: кліматичні, едафічні та геологічні.

**Кліматичні фактори** або фактори надземного (атмосферного) середовища, включають в себе тепло, атмосферні опади, сонячну радіацію, світло, вологість повітря, випаровування вологи, вітер та склад атмосферного повітря у лісовому середовищі, атмосферне електричне поле тощо.

**Едафічні фактори** або фактори підземного середовища (грунтової родючості) включають в себе вологу в ґрунті з розчиненими в ній поживними речовинами, концентрацію ґрунтового розчину та його кислотність і ступінь окислення, наявність шкідливих для рослин сполук. Фізичні властивості ґрунту (механічний склад, шпаруватість, об'ємну масу, питому масу, твердість, аерацію, теплові властивості ґрунту, його глибину та доступність для корневих систем, лісову підстилку тощо). Фізико-хімічні властивості ґрунту (вміст гумусу, кислотність, сума ввібраних основ). Агрохімічні властивості ґрунту (вміст елементів живлення).

**Геологічні фактори** – це гірські породи, що входять у склад ризосфери і сформували ґрунт, поверхневий стік, наявність ерозійних процесів ґрунту на схилах, повені, алювіальні процеси в заплавах річок, вплив землетрусів та вулканічної діяльності, морські припливи відливи.

Екологічним фактором вважається і **рельєф**, який відносять до **орографічного фактору**, що відображає собою категорію простору. Він перерозподіляє у просторі світло, тепло, вологу та поживні речовини в ґрунті.

Щоб переконатися у дії рельєфу як екологічного фактору, варто згадати світловий і тепловий режими південних і північних схилів, гідрологічний режим верхніх і нижніх частин схилів, розвиток ерозії на схилах, що має особливо велике значення для поселення рослинності та її подальшого зростання.

Рельєф урізноманітнює ті умови, які визначають життя на даній поверхні: напрямок і силу вітру, повітряний і водний дренаж, перерозподіляє сонячну енергію, впливає на опади, випаровування, стік, на розподіл і танення снігу, змив і ерозійні процеси, потужність ґрунтів і т. п.

Коли досліджують вплив рельєфу на ріст лісу в конкретних випадках, рельєф розглядають конкретно як змістовну форму: гори, рівнини, річкові долини, схили і т. п., тобто як просторово різноманітні комплекси ґрунтів, гірських порід, кліматичних факторів, зволоження тощо.

**Біотичні фактори** – фактори живої природи. До них відносяться рослини, тварини, мікроорганізми. Мається на увазі не лише вплив трав'яної, мохової,

лишайникової рослинності на ліс, а й вплив деревної рослинності, тварин не тільки на ліс, а й один на одного.

**Антропічні (антропогенні) фактори** – фактори людської культури та їх господарської діяльності: рубки лісу, лісові пали, корчування лісу, забруднення навколишнього середовища, сінокосіння, випас худоби у лісі, сільськогосподарське використання лісових земель тощо. Вони вносять у корінну (первісну) природу лісу суттєві зміни. Тому і виникають похідні насадження, що змінені людиною на відміну від корінних, що відповідають первісній природі (праліси).

Отже, ліс знаходиться під складним, багатостороннім, взаємовпливом різних екологічних факторів. Формуючись під впливом геологічних, кліматичних, ґрунтових, біотичних факторів, ліс в свою чергу сам впливає на ці фактори, створює властиве лише йому особливе середовище, впливаючи на нього, змінюючи його та сам зазнає впливу зміненого ним середовища. Це середовище набуває все більшого значення і для людини, причому не тільки в локальному, а й у глобальному розрізі, якщо згадати про ліс як найважливішу складову частини біосфери.

## 2. Сонячна радіація і ліс

Основним кліматоутворюючим фактором, що обумовлює характер клімату та його елементів, в першу чергу **світла і тепла**, є енергія Сонця, сонячна радіація.

Розрізняють такі види сонячної радіації:

**Пряма радіація** – сонячна радіація, що доходить до земної поверхні у вигляді пучка паралельних променів, які виходять безпосередньо від Сонця.

**Розсіяна радіація** – сонячна радіація, що зазнала розсіювання в атмосфері, надходить на земну поверхню з усього небосхилу. У похмурі дні вона є єдиним джерелом енергії в приземних шарах атмосфери.

**Сумарна сонячна радіація** – сукупність прямої і розсіяної сонячної радіації, що надходить у природних умовах на земну поверхню. Вона залежить від

географічної широти, висоти над рівнем моря, прозорості атмосфери і хмарності.

Прийнято називати сонячною константою енергію, що надходить до верхньої межі атмосфери за одиницю часу на одиницю площі, що є перпендикулярною до напрямку сонячних променів.

Сонячна радіація вимірюється у системі СІ і визначається у (ват/м<sup>2</sup> або Дж/м<sup>2</sup>·хв). В цілому, Земля отримує від Сонця менше  $0,5 \cdot 10^9$  (однієї двохмільярдної) від енергії його випромінювання. Сонячна стала дорівнює 1,367 кВт/м<sup>2</sup> або 82 КДж/м<sup>2</sup>·хв.

Через товщу атмосфери до поверхні Землі проникає, хоча і зменшений, але потужний потік сонячної енергії у вигляді розсіяної і прямої радіації. При зіткненні його з земною поверхнею виникають нові взаємодії: значна частина радіації **поглинається поверхнею землі**, особливо її рослинним покривом, частина **відбивається**.

Відношення показника відбитої радіації до загального потоку радіації на дану поверхню називається **альбедо** поверхні.

При проходженні через атмосферу короткохвильові промені розсіюються сильніше довгохвильових, тому останні у більшій кількості досягають поверхні Землі.

Частка відбитої і поглинутої сонячної радіації залежить від характеру поверхні, куди вона потрапляє та її властивостей

#### Розподіл сумарної сонячної радіації(за С. В. Беловим, 1983)

Об'єкт місцевості	Відбивання, %	Поглинання, %
Свіжий сніг	90	10
Сніг, що тоне	70	30
Морська вода	2	98
Пісок світлий сухий	37	63
Луки вкриті травою	35	65
Березовий зімкнутий ліс	30	70
Ялиновий зімкнутий ліс	18	82

Сонячна радіація має повсякденний великий вплив на життєві процеси лісу,

обумовлюючи нагрівання верхніх шарів ґрунту і води, фотосинтез, транспірацію, фотоморфогенез, тепло- і вологообмін, рух повітря та ін.

Сонячна енергія передається через світовий простір у формі променистої енергії, а промениста енергія, яку поглинає Земля, перетворюється у теплову. Кількість тепла, яке надходить на земну поверхню, залежить від таких чинників:

- від відстані між Землею та Сонцем;
- від інтенсивності перетворення променистої енергії в теплову в атмосфері і на поверхні Землі;
- від кута падіння сонячних променів (на земну поверхню), який залежить від географічної широти, висоти сонця над горизонтом, що змінюється протягом доби і протягом року, а також від експозиції схилів;
- від тривалості освітлення земної поверхні сонячними променями.

Джерелами тепла можуть бути і надра Землі, наприклад, при вулканічній діяльності, але такі явища мають локальний характер.

Тепло як екологічний фактор відіграє велику роль у житті лісу. Ріст і розвиток деревних рослин, асиміляція вуглецю, довжина вегетаційного періоду, географічний розподіл лісів по земній поверхні і їх характер обумовлені перш за все географічним розподілом тепла поєднуючись з вологою.

Теплові умови конкретної лісової ділянки визначаються географічними координатами, віддаленістю від океану, стрімкістю і експозицією схилу, висотою над рівнем моря, сезоном року і годиною дня. Важливим елементом характеристики тепла території є ступінь контрастності річної і добової температури. Величезне значення для теплового режиму земної поверхні, особливо вночі, має атмосфера. Вона, поглинаючи інфрачервону радіацію, яку випромінює Земля, нагрівається і посиляє зустрічне випромінювання до поверхні Землі, зменшуючи тим самим втрату нею тепла.

Взаємозв'язок тепла з іншими екологічними факторами життя рослин полягає в тому, що дерева для свого росту вимагають одночасної наявності світла, тепла а також вологи і поживних речовин. Вдале співвідношення тепла і вологи – головна сприятлива умова для росту лісу. Кліматичні умови України не всюди

сприятливі для успішного вирощування лісів.

Важливим показником, що формує уявлення про тепловий режим тієї чи іншої лісорослинної зони є її теплозабезпеченість.

Теплозабезпеченість території визначають за температурою повітря, чим вона вища, тим більша теплозабезпеченість.

Наступним показником, що характеризує розподіл кількості тепла на земній поверхні є **температурний градієнт**. Існує закономірність, яка пов'язана з географічною широтою (горизонтальна зональність) та висотою над рівнем моря (вертикальна зональність). При переміщенні в широтному напрямі з півдня на північ середня температура повітря зменшується з кожним градусом широти (111 км) на 0,50–0,60 °С (у січні на 0,70 і в липні – на 0,30). Таким же чином змінюється температура повітря із підняттям у гори, але більш помітно. З підняттям над рівнем моря на кожні 100 м температура повітря знижується на 0,54 °С, а на кожні 186 м – на 1 °С.

Окрім того, схили різної експозиції отримують неоднакову кількість тепла, що впливає на рослинність. Пологі схили однієї і тієї ж експозиції отримують більше тепла, ніж стрімкі. Південні схили отримують тепла більше, ніж північні. Тому один і той же деревний вид на південних схилах піднімається до більшої висоти, ніж на північних.

Життєві процеси, які відбуваються в деревних рослинах, мають широку температурну амплітуду. Тканини життєдіяльні в межах від 0 ° до 50 °С. При підвищенні температури від 0 ° всі життєві процеси в рослинах активізуються до певного температурного рівня.

Потім активність знижується, і при критичних величинах рослини гинуть.

Найсильніше температура середовища впливає на наступні процеси: 1) діяльність ферментів, які каталізують біохімічні реакції, особливо фотосинтез і дихання; 2) розчинність вуглекислоти і кисню у клітинах рослин; 3) транспірація; 4) здатність коріння поглинати воду і мінеральні речовини з ґрунту; 5) проникність мембран. Всі ці процеси забезпечують ріст рослин як у висоту так і у товщину і відбуваються при певних температурах.

Об'єктивним показником ступеня теплолюбності, холодо-, морозо- та зимостійкості того чи іншого виду деревних рослин є природний ареал його розповсюдження.

Деревні види для свого росту та розвитку вимагають різного температурного режиму зовнішнього середовища.

При оцінці відношення деревних видів до тепла потрібно розрізняти поняття *теплолюбності*, що означає вимогливість до тепла в літній період та *холодостійкості*, що означає здатність теплолюбних деревних рослин переносити низькі додатні температури (+1 ° – +6 °С) протягом тривалого часу. *Зимостійкість* – здатність деревних рослин переносити низькі температури протягом зими і *морозостійкість* – це здатність дерев переносити вплив вкрай низьких температур (-25 – -50 °С).

Найбільш вдалим шкалами щодо відношення деревних видів до тепла вважаються пропозиції П. С. Погребняка [19]. Наведений характерний фенологічний ряд є одночасно і рядом зменшення теплолюбності та наростання відношення деревних видів до морозу:

– вкрай теплолюбні: евкаліпти, криптомерія японська, сосна приморська, дуб корковий, кипариси, кедр гімалайський та ліванський, секвоя вічнозелена, саксаул чорний та білий;

– теплолюбні: каштан їстівний, айлант найвищий, платан східний, дуб пухнастий, горіх пекан, горіх волоський, робінія псевдоакація, гледичія триколючкова, в'яз малий, тополя біла;

– середньовимогливі до тепла: дуб звичайний (пізня форма), граб звичайний, клен гостролистий, в'яз гладкий та шорсткий, ясен звичайний, дуб скельний, бук лісовий, клен псевдоплатановий, бархат амурський, липа серцелиста, дуб звичайний (рання форма) вільха чорна;

– маловимогливі до тепла: тополя тремтяча, тополя бальзамічна, вільха сіра, горобина звичайна, береза повисла, ялиця біла, ялина європейська, ялиця сибірська, сосна звичайна, сосна кедрова сибірська, кедровий сланець (сосна сланка), вільха зелена.

Також П. С. Погребняк (1968) запропонував поділ деревних видів за їх відношенням до зміни континентальності клімату:

– деревні види м'якого клімату (амплітуда середніх температур ареалу їх поширення не виходить за межі  $-20 - +25$  °C): ялиця кавказька, каштан їстівний, бук лісовий, дугласія зелена, дуб скельний, платан західний, граб звичайний;

– деревні види континентального клімату з жарким літом і не дуже холодною зимою (деревні види, які пристосовані до тривалих жарких періодів): саксаул чорний та білий, сосна італійська або пінія, сосна алепська, сосна єрусалимська, сосна приморська, дуб пухнастий та корковий, айлант найвищий, робінія псевдоакація, гледичія триколючкова, дуб звичайний, ясен звичайний, в'яз гладкий, шорсткий, малий, тополя біла, горіх волоський;

– деревні види континентального клімату з теплим літом та холодною зимою: клен гостролистий, липа серцелиста, вільха сіра, береза повисла, ялина європейська, ялиця сибірська, соснакедрова, сосна звичайна, модрина сибірська.

**Вплив температурних відхилень на лісову рослинність.** Рослини здатні регулювати власну температуру шляхом розсіювання частини енергії, яку поглинули, тим самим запобігають перегріву. Додаткову кількість тепла вони витрачають на **транспірацію**, яка охолоджує листя при конвенційних процесах у повітрі, яке оточує рослину тощо. В результаті таких процесів рослини зберігають тепловий баланс з навколишнім середовищем. Тканини рослин тільки до певної межі можуть переносити наростання високих або низьких температур. Якщо температура стає вище допустимого рівня або відбувається різка, раптова її зміна, виникають різного роду явища, що погіршують стан дерев або сприяють їх загибелі.

Вплив таких температур найчастіше спостерігається на відкритих місцевостях, де деревним видам і чагарникам доводиться поселятися спочатку окремими екземплярами і відчувати велику амплітуду температур протягом доби від холоду до спеки. Це відноситься і до дерев, що зростають у лісі, та які раптово опинилися на відкритому просторі.

**Вплив високих температур.** *Опал кореневої шийки* характеризується

відмиранням камбію в місці зіткнення шийки кореня з перегрітим ґрунтом (рис. 3). У денні літні години температура поверхні ґрунту може досягати великих величин (+55 – +60 °С), така температура виходить за межі, при яких можлива діяльність камбію (+54 °С).

При круговому опалі кореневої шийки рослина гине. Опалу часто піддаються сходи в розсадниках і однорічні сіянці, особливо хвойних деревних видів, особливо на піщаних ґрунтах і чорноземах.

**Опік кори стовбура** виникає безпосередньо від сонячного нагрівання стовбурів дерев (раптове освітлення стіни лісу, що утворилася після рубки) особливо з південного боку. У результаті дії таких високих температур відбувається відмирання камбію та лущення кірки, що оголює незахищену деревину. Опік найчастіше спостерігається у деревних видів з тонкою, гладенькою, темного забарвлення корою (ялиця, бук, граб, ясен, явір).

Опік кори стовбура не є небезпечним для життя дерева, але в уражених місцях можуть поселятися збудники хвороб та ентомошкідники, що призведе до відмирання і загнивання деревини.

**Опік листя** у спекотні літні дні в середніх і південних широтах тримають клени, гіркокаштан звичайний, хвоя ялини, ялиці та інших. У сонячні літні дні підстилка на зрубках може прогріватися до 60 °С, а від неї нагрівається і повітря. На зрубках завжди є мікрорельєф, у пониженнях якого утворюються «кишені» зі слабким рухом повітря. У цих поглибленнях температура органічної речовини і повітря може досягати 55 °С. У таких «кишенях» культури, сходи та самосів деревних рослин можуть ніби «зварюватися» в гарячому середовищі і гинути.

**Вплив низьких температур.** Деревні рослини по різному переносять зимові морози, весняні та осінні заморозки. Взимку дерева здатні переносити досить низькі температури. Вони можуть витримувати до -50 – -60 °С, тоді як восени і навесні можуть загинути при заморозках в -1 – -2 °С. Загибель клітин при низькій температурі, як показали дані Н. А. Максимова та І. І. Туманова та інших, викликається їх зневоднюванням і утворенням за рахунок цієї водильоду в протопластах, або між протопластами і клітинними оболонками, рідше за межами

клітин. Перший випадок особливо небезпечний, він спостерігається при швидкому охолодженні. Другий випадок менш небезпечний, але частіше за все також призводить до загибелі. Він спостерігається при менш швидкому охолодженні. Третій випадок, більш за все, буває безпечним, він відбувається при поступовому зниженні температур.

Морозостійкість рослин при поступовому зниженні температур може відбуватися в результаті утворення різних захисних речовин, головним чином цукру, а також ще маловивченою підготовкою самих білків. Колоїди білків при цьому стають здатними у більшій мірі утримувати воду, яка не замерзає, і менше виділяти вільної води, яка замерзає при охолодженні. Білки при підготовці до холодів частково переходять в більш стійку форму.

При повільному зниженні температури деревні рослини проходять один з видів морозного загартування, під час якого вода встигає вийти з клітин і лід утворюється лише в міжклітинниках. Плазма клітин при цьому зберігається і здатна при повільному відтаюванні проявляти життєдіяльність.

Загартування холодом відбувається пізно восени при низьких позитивних температурах, близьких до 0 °С, які тривають 1,5–2 тижні поспіль. У цей час крохмаль у гілках і бруньках гідролізується і переходить в цукор, який підвищує межу замерзання клітинного соку, і тим самим оберігає протоплазму від швидкого виморожування. Якщо вегетація восени закінчується своєчасно, то пагони нормально дерев'яніють, зневоднюються, що також запобігає їх вимерзанню.

У деяких деревних рослин, внаслідок перетворення запасних речовин, до осені збільшується кількість жирів, які також відіграють роль речовин, що захищають від вимерзання. Після періоду накопичення цукрів і жирів в тканинах зростає кількість гідрофільних колоїдів, збільшується вміст зв'язаної ними води, зменшується кількість вільної води, що підвищує зимостійкість клітин і тканин.

Зимовий спокій, властивий всім органам деревних рослин наших широт, є пристосуванням не тільки до низьких зимових температур, але і взагалі до всіх несприятливих умов зимового періоду. У південних районах помірної зони у деревних видів (дуба звичайного, кленів гостролистого та псевдоплатанового,

родини в'язових та ін.) спостерігається більш тривалий період спокою, що дозволяє їм переносити нестійкість південних зим, які перериваються частими відлигами. В умовах стійких зим північних областей деревні види (роду модрина, тополя, береза, слива та ін.) не мають настільки тривалого періоду спокою. У залежності від форм, також існує залежність. Наприклад, пізня форма дуба, починаючи ріст в кінці травня на початку червня, має більш південний ареал, ніж рання його форма, яка частіше потерпає від ранніх весняних заморозків на півдні, але рідко – на півночі.

Слід відрізнити тривалість зимового спокою від його глибини. Перша визначає зимостійкість рослин, друга – морозостійкість. Південні листопадні деревні види не менш зимостійкі, ніж північні. Наприклад, дуб звичайний, ясен звичайний, клен гостролистий, липа серцелиста більш зимостійкі, ніж сосна звичайна, ялина європейська, ялиця біла і модрина сибірська, зате останні більш морозостійкі.

Зазвичай, пряма дія високих і, в меншій мірі низьких температур, пом'якшується впливом лісового клімату, що нівелює температурні відхилення. Вплив температурних відхилень найчастіше спостерігається на відкритій місцевості, де деревним видам і чагарникам доводиться поселятися спочатку окремими екземплярами і відчувати велику амплітуду зміни температур, часом від низьких температур і до спеки протягом доби. Дорослі дерева, що виростили в лісі, відчують те ж саме, якщо раптово опиняються на відкритому просторі.

Однак, існують також і температурні відхилення більш загального порядку, що не відносяться до впливу лісового намету і відкритого простору, але властиві природі в значних географічних масштабах. Це так звані морозні катастрофи, що приносять чималі спустошення лісам помірної зони між 40 та 50 ° північної широти.

**Вплив заморозків на деревні рослини.** У місцевості з континентальним кліматом спостерігаються заморозки. Під цим явищем розуміють зниження температури повітря і поверхні ґрунту нижче 0 °С уночі при позитивній середньодобовій температурі.

Розрізняють заморозки за природою утворення, терміном появи, інтенсивністю та тривалістю.

*За природою утворення* заморозки бувають трьох видів:

– **адвективні заморозки.** Утворюються внаслідок горизонтального переміщення холодних мас повітря, найчастіше арктичного. Вони обумовлюються природним процесом метеоумов.

– **радіаційні заморозки.** Вони миттєві та тимчасові й спостерігаються при нічному охолодженні ґрунту при випромінюванні ним інфрачервоної радіації у безхмарну ніч. Утворюються найчастіше на ґрунті, рідше у повітрі та приурочені до понижених ділянок рельєфу. Для утворення радіаційних заморозків необхідно, щоб встановилася ясна, безхмарна погода, слабкий вітер або його відсутність, коли спостерігається велике ефективне випромінювання (витрати тепла) з поверхні ґрунту а турбулентність низька, і повітря у надземному шарі, що охолоджується від ґрунту, не переноситься до вищих шарів атмосфери а піддається довготривалому охолодженню. Потужність такого шару з мінусовими температурами може коливатися при таких заморозках від декількох сантиметрів на рівнині та до 5–8 метрів у так званих «озерах холоду», що виникають у замкнутих пониженнях рельєфу, куди уночі спускається охолоджене повітря з розміщених вище схилів.

Хмарність зменшує ефективне випромінювання і тим самим зменшує імовірність заморозку. Вітер також перешкоджає виникненню заморозку, так як він посилює турбулентне перемішування, і в результаті збільшується надходження тепла відповітря до ґрунту.

Це пояснюється тим, що біля стіни лісу повітря тепліше і його температура зменшується до центру зрубу чи поляни. Таке явище різкіше виражається у безвітряну погоду. Вплив такого холодного повітря можна спостерігати по незначній приживлюваності культур в середній частині зрубу, і по кращій приживлюваності та збереженості біля стіни лісу. Якщо ввечері і вночі посилюватиметься вітер, то утворення таких «ям холодного повітря» сильно послаблюється або взагалі вони не утворюються.

**За інтенсивністю** заморозки бувають слабкі, коли температура знижується не нижче  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; середні – температура знижується до  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  і сильні – температура знижується до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нижче.

**За тривалістю** заморозки можуть бути тривалі – більше 12 год., середньої тривалості – 5 – 12 год. і короткочасні – не більше 5 год.

Деревні види за чутливістю до заморозків поділяються на три групи:

1. **Дуже чутливі:** ясен звичайний, дуб звичайний, ялина європейська, ялиця біла, бук лісовий, каштан їстівний, робінія псевдоакація, горіх волоський.
2. **Середньочутливі:** сосна звичайна, модрина сибірська, тополя тремтяча.
3. **Стійкі:** береза повисла, вільха чорна, горобина звичайна, клен гостролистий, гіркокаштан звичайний.

**Заходи боротьби із заморозками.** Встановлено, що найбільш небезпечними є заморозки, які бувають після настання середньої добової температури повітря вище  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , або після її стійкого переходу через  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Найбільш ефективним заходом боротьби із заморозками є вплив на тепловий режим приземного шару повітря шляхом зменшення ефективного випромінювання поверхнею тепла, підвищення теплопровідності ґрунту, перемішування повітря і т. ін.

Існує декілька заходів боротьби із заморозками: відкритий обігрів, створення димових завіс, укриття рослин, зрошення.

Найбільш поширеним заходом боротьби із заморозками є підвищення температури повітря за рахунок **створення димових завіс** при застосуванні димових шашок та димових куч. Підвищення температури приземного шару повітря відбувається під дією комплексу факторів: обігріву повітря під час горіння речовин, які утворюють дим, конденсації водяної пари у повітрі з виділенням тепла, зменшення ефективного випромінювання.

Димова завіса дає можливість підвищити температуру на  $+1\text{--}2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . У виробничих умовах створення димових завіс за допомогою димових куч використовуються для захисту сіянців та саджанців у розсадниках лісових культур, садів, виноградників, овочевих культур тощо. Ефективність димових

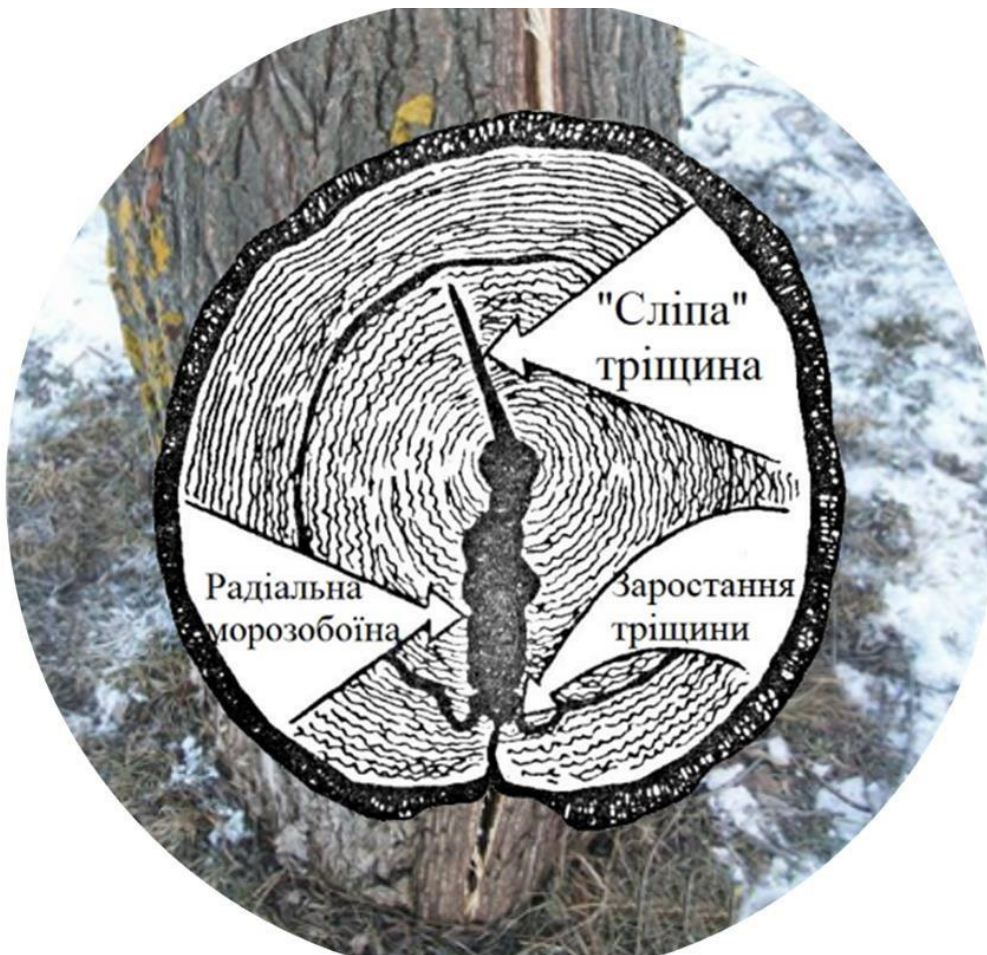
завіс більше проявляється на рівному відкритому місці при відсутності вітру або його швидкості не більше  $1-2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . Утворення димових завіс потрібно продовжувати протягом 1–1,5 години після сходу Сонця.

**Відкритий обігрів** застосовується на невеликих ділянках зособливо цінними видами чи сортами рослин. Для обігріву використовуються горілки любого типу з будь-якою горючою речовиною. За відкритого обігріву температура у приземному шарі підвищується від  $+1$  до  $+4$  °С. Відкритий обігрів дуже фінансово затратний захід і використовується рідко.

**Укриття рослин** застосовується по різному. Якщо вкриваються окремі дерева, то для цього використовують чохла з світлопроникних плівок, марлі, скла, піни. Для укриття великих площ використовуються різні матеріали: тирса, солома, стружка, костриця, рідка піна, торф, земля, темний папір тощо.

**Вижимання молодих рослин з ґрунту.** Черговість зміни порівняно тривалих заморозків (2–5 днів) з потеплінням, що, зазвичай, буває ранньою весною і пізньою осінню, виражається у вижиманні сходів та самосіву чи сіянців у лісових культурах. Таке явище спостерігається здебільшого на вологих глинистих ґрунтах. Лід, що утворюється при замерзанні вологи у ґрунті, збільшуючись в об'ємі розширюється та припіднімається разом з розташованими у ньому коренями молодих рослин. При потеплінні ґрунт відтає і осідає, а коренева система сходів чи сіянців залишається оголеною на поверхні ґрунту. Таким чином коріння може обмерзати, обезводнюватися чи взагалі підсихати під сонячними променями, особливо ранньою весною. Таким чином рослина послаблюється і згодом гине. Вижиманню більш схильні сходи і сіянці ялини через утворення ними поверхневої кореневої системи. Вижимання сильніше виражається на оголених ґрунтах, ніж на ґрунтах, що вкриті живим надґрунтовым покривом. У рослин, які утворюють глибоку кореневу систему, при вижиманні спостерігаються ще й розриви коріння.

**Морозобійні тріщини.** Сильні зимові морози від  $-25$  до  $-50$  °С (вкрай низькі температури), викликають утворення тріщин на стовбурах дерев.



*Рис. Морозобійна тріщина на стовбурі дерева*

Таке явище відбувається тому, що зовнішні шари деревини, під дією вкрай низьких температур, стискаються сильніше, а внутрішні шари, маючи більш вищу температуру, завдяки низькій теплопровідності деревини, зберігають свій колишній об'єм або стискаються слабше. У результаті такого нерівномірного тиску, межа міцності по радіальному напрямку виявляється перевищеною, і стовбури розриваються з тріском.

Морозобійні тріщини утворюються переважно на стовбурах листяних деревних видів: дуба звичайного, ясеня звичайного, берези повислої, осики, липи серцелистої, в'язів гладенького та шорсткого. Як правило, тріщини глибокі і практично невиліковні. Деревина прагнуть їх заростити, і іноді їм це вдається, але в наступну морозну зиму вони знову можуть розриватися.

Морозобій погіршує якість деревини. Морозобійні тріщини слугують осередком заселення збудників хвороб, які послаблюють деревну рослину і

сприяють заселенню ентомошкідників. Такі дерева потрібно вирубувати при проведенні рубок догляду за лісом, вони є безперспективними для вирощування цінних сортиментів.

**Заходи з підвищення морозо- та зимостійкості деревних рослин.** Процес пристосування організму до змін у навколишньому середовищі називається *акліматизацією*, тобто пристосування до місцевого клімату. Акліматизація проходить швидше, якщо новий вид з інших кліматичних районів у даний переносять насінням, особливо гібридних, здатних змінювати свою спадковість під впливом нових умов. Послідовна, ступінчаста акліматизація, тобто наближення інтродукованих видів до нових умов місцезростання через ряд проміжних географічних пунктів, де вони проходить часткову акліматизацію, буде більш успішніша.

Значну роль в процесах акліматизації південних рослин в північніших районах відіграє природний відбір за ознакою морозостійкості, що проходить серед інтродукованих рослин в суворі морозні зими. Успіхи в інтродукції південних рослин, зокрема горіха волоського і їстівного каштана, нині вирощуваних значно північніше своїх природних ареалів, зобов'язані саме такому відбору і не в меншій мірі, ніж селекції.

**Фотоперіодична інтродукція.** Відомо, що північні рослини пристосовані до довгого світлового дня, південні – до короткого. З довжиною дня пов'язана довжина вегетаційного періоду. Північні рослини, пристосовані до довгого дня, мають короткий вегетаційний період і, при перенесенні їх на південь, певний час зберігають цю властивість, скидаючи листя значно раніше закінчення вегетації у аборигенних видів. Південні ж рослини, що пристосовані до короткого дня і довгого вегетаційного періоду, при перенесенні на північ незакінчують вегетацію своєчасно, тому страждають від осінніх заморозків і зимових морозів.

Дослідження ботаніків-фізіологів показали, що при штучному укорочуванні світлового дня протягом нетривалого часу (2–3 тижні) південні деревні види можна пристосувати до північних умов, і вони стають морозостійкими внаслідок своєчасного закінчення вегетації і входження в період спокою. Аналогічно

застосовується фотоперіодична інтродукція і для північних видів, що переносяться на південь. При цьому їм подовжують світловий день штучним доосвітленням, завдяки чому збільшується період вегетації і створюється можливість краще використовувати місцеві умови для підвищення продуктивності таких рослин.

**Заходи з профілактики та боротьби зі впливом температурних відхилень на лісові насадження.** Щоб захистити рослини від заморозків, морозів і спеки, лісівники застосовують ряд профілактичних заходів, найбільш ефективними серед яких є:

1. Пришвидшувати створення лісового середовища шляхом попереднього і супутнього відновлення.

2. Змішування сіянців, чутливих до температурних відхилень, з вівсом та іншими сільськогосподарськими культурами, що створюють локальний мікроклімат.

3. Вибір напрямку і ширини лісосік, при яких стіна лісу захищає лісові культури або сходи деревних видів.

4. Зрідження щільних закритих галявин для покращення циркуляції повітря.

5. Підбір деревних видів за відношенням їх до тепла при створенні культур на схилах різної експозиції.

6. Використання районованого насіння чи плодів.

7. Проведення освітлень у молодняках тільки після закінчення весняних заморозків.

8. Засипання насіння в розсадниках перегноем, покривання висіяних рядів снігом, солом'яними щитами для затримки появи сходів в районах, де спостерігаються весняні заморозки.

9. Створення димової завіси (задимлення) перед радіаційними заморозками.

10. Скорочення фотоперіоду у особливо цінних видів і екзотів шляхом

прикривання рядів фанерними щитами тощо .

**Вплив лісу на температурний режим під його наметом. Лісовий фітоклімат.** Намет лісу затримує значну частину радіаційного тепла, що пов'язано з його складом, зімкнутістю, густотою, віком, ярусністю, та типом лісу. Саме цим в першу чергу пояснюється утворення особливого лісового фітоклімату (лісового середовища), що різко відрізняється від клімату відкритої місцевості.

Намет є буфером між повітряним простором лісового середовища та атмосфери і тим ускладнює вертикальний (турбулентний) обмін повітря і тепла між ними. Таким чином намет впливає на температурний режим повітря на різних рівнях: над кронами, у кронах, під наметом і у ґрунтовому середовищі (рис.6).

Над поверхнею крон у полуденний період спостерігається найвища і найбільш нестійка температура, внаслідок інтенсивного процесу теплообміну (транспірації). На висоті 1,0 м над поверхнею ґрунту та у кронах в цей час спостерігається зниження температури, за рахунок зменшення турбулентних потоків та поглинання тепла поверхнею листя. На висоті 1,0 м над поверхнею крон також спостерігається незначне пониження температур внаслідок руху атмосферного повітря.

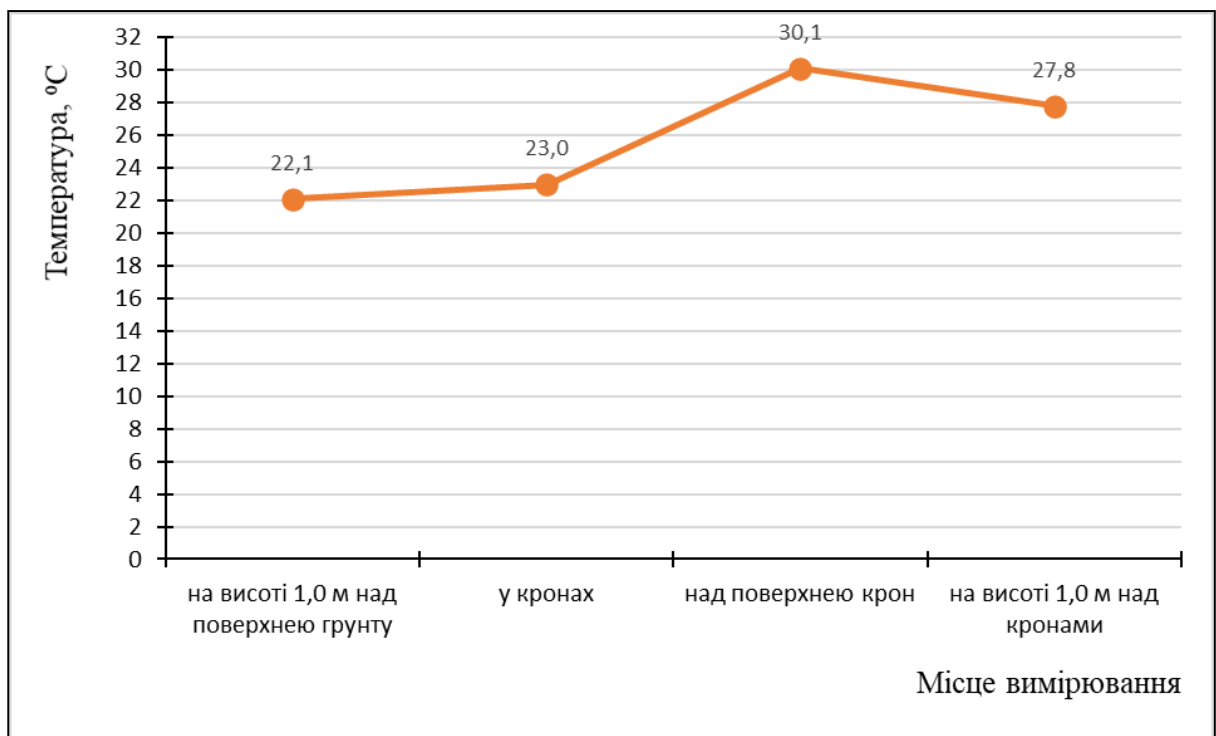


Рис. Температура повітря у дубовому деревостані у різних місцях вимірювання

Закономірність цього впливу вказує на зниження амплітуди температурних коливань протягом доби і року. Найбільша буферна роль лісу виражена в пом'якшенні добових амплітуд температур повітря і поверхні ґрунту в літній період. Р. Гейгер (1960) [47] простежив добовий хід змін температур у різних прошарках лісового середовища у часі – від сходу сонця до заходу і наступного його сходу. В передранкові години в зоні крон дуба (на висоті 23 м) відзначалася найнижча температура, найвища – на поверхні лісової підстилки. Після сходу сонця починається прогрів повітря спочатку над кронами, і тільки через 2 год. починає прогріватися простір крон. На вирівнювання температур і підвищення їх в зоні крон потрібно не менше 1 години. Одночасно холодне повітря опускається вниз, куди ж за ним проникає і денне тепло. У другу половину дня хід температури має зворотню послідовність. Тобто, до сходу сонця повітря над поверхнею ґрунту буде теплішим, ніж у кронах та над ними. Таким чином у лісі під його наметом удень буде прохолодніше, а уночі – тепліш.

Ліс і волога. Вода є складовою частиною рослин і одним із головних факторів їх живлення. Вона приймає участь у всіх фізіологічних процесах рослинних організмів. Рослини містять у собі 60–80 % води і без неї не можуть існувати. Загалом води на Земній кулі достатньо по масі і за площею, але 98 % її запасів складають солоні води, що непридатні для наземних рослин та тварин. Запаси прісної води складають лише 0,066 % і, на жаль, така її кількість не завжди задовільняє потреби живих організмів.

Основна частина вологи поглинається рослинами з ґрунту. Разом з водою рослини отримують мінеральні поживні речовини, необхідні для їх життєдіяльності. Віддаючи зайву вологу через листову поверхню, дерева регулюють свій температурний режим.

**Джерела вологи у лісі.** Джерелами вологи для деревних рослин є:

1. Атмосферні опади.
2. Ґрунтова волога.
3. Підґрунтові води.

#### 4. Річки, озера та інші водойми.

**Атмосферні опади.** Атмосферні опади є першоджерелами постачання вологи у лісі – це вода в рідкому або твердому стані, яка випадає з хмар або утворюється на поверхні ґрунту чи інших предметів у результаті конденсації водяної пари, що знаходиться в атмосфері. Якщо конденсація водяної пари проходить у хмарах, то такі опади називають **вертикальними**. Вони бувають у **рідкому стані** (дощ) та **твердому** (сніг, град).

Якщо конденсація водяної пари проходить на поверхні ґрунту чи інших предметів, то такі опади називають **конденсаційними** або **горизонтальними**, які теж бувають у **рідкому стані** (туман, роса) та **твердому** (іній, ожеледь).

Найбільш важливими для лісу в рівнинних умовах є опади увигляді дощу та снігу.

Середньорічний показник опадів навіть дещо важливіший за показник середньорічної температури, так як зимові опади слугують резервом для вегетаційного періоду, що особливо важливо в районах нестійкого і недостатнього зволоження. Але цього недостатньо, потрібно враховувати також розподіл опадів за сезонами їх інтенсивність, тривалість, температуру і вологість повітря, властивість ґрунтів і рельєфу.

Утворення дощових опадів в рівнинних районах пов'язано з впливом двох основних чинників, що обумовлюють охолодження мас вологого повітря з подальшою конденсацією водяної пари: конвекційним, що визначається різницею нагрітої земної поверхні, внаслідок якої теплі маси повітря піднімаються вгору і там охолоджуються та фронтальним, що утворюються в результаті злиття теплих та холодних повітряних потоків. У гірських і передгірних районах додається ще й орографічний фактор, що обумовлює висхідний потік повітря.

У визначенні кількості вологи, спожитої лісами щорічно, існують різні і суперечливі притримки. При цьому стверджувальний різними вченими річний мінімум опадів, необхідний для існування лісу, коливається від 150 до 700 мм. Необхідно також враховувати загальнокліматичні особливості, що пов'язані з географічними умовами, а також погодні особливості. У помірному кліматі

зростання лісу можливо при опадах мінімум 400 мм на рік. У регіонах, де холодніший клімат більш триваліший, і при цьому річне випаровування незначне, хвойні ліси існують і при меншій кількості опадів. Наприклад при 300 мм опадів, що отримує ліс в Скандинавії, з просуванням на схід цей показник знижується: у деяких північнотайгових районах Східного Сибіру ліси зростають при річній кількості опадів близько 200 мм. Якщо тут буде спостерігатися більша кількість опадів, то вони будуть малоефективними, бо ґрунт буде неспроможний увібрати їх, тому волога буде накопичуватися на поверхні ґрунту.

Час випадання опадів пов'язаний з можливістю використання їх рослинами. Так, при річній сумі опадів 600 мм улітку, в одному регіоні їх може випадати 500, а в іншому – 100 мм. В першому випадку рослини можуть страждати від надлишку вологи, а у другому – від її недостатці.

Найбільш ефективними вважаються тривалі опади невеликої інтенсивності, які забезпечують підвищення вологості повітря і накопичення вологи у ґрунті. І навпаки, якщо у Степу та Лісостепу дощі влітку випадають короточасні та інтенсивні, то при високій температурі і низькій відносній вологості повітря, вони майже повністю випаровуються по мірі їх випадання і не використовуються рослинами.

Закінчення танення снігу рано навесні є моментом найбільш глибокого промочування ґрунту, найбільшого запасу ґрунтової вологи, який тільки можливий протягом усього року. У дібровах Лісостепу нерідко бувають роки, коли після сніжної зими настає посушлива весна, а за нею і літо з невеликою кількістю опадів. Проте, приріст деревини у такому випадку не поступається приросту в роки з інтенсивними літніми опадами. Полезахисні лісові смуги у сухих Степах також можуть задовільно зростати і не страждати від посухи, якщо вони накопичують протягом зимового часу відповідну кількість снігу, що задовільняє, принаймні, мінімальні потреби дерев у волозі.

Поряд з вертикальними опадами ліс отримує додаткову кількість вологи від горизонтальних (конденсаційних) опадів – туман, роса, іній, незначна ожеледь. У рівнинній місцевості їх кількість невелика, близько 10 мм, в гірських умовах вона

становить 40–50 мм, доходючи навіть до 100 мм на рік. Туман, проходячи крізь деревний намет, осідає на хвої, листках і гілках у вигляді крапельок води, які потім падають на поверхню ґрунту. При невеликих негативних температурах гілок – -2– -5 °С, краплі води намерзають на них, утворюючи суцільну кірку прозорого льоду, яку називають ожеледдю. При відлигах лід тоне і утворені краплі води теж падають на поверхню ґрунту. При негативних температурах і високої вологості повітря у кронах, на стовбурах, гілках та листі чи хвої утворюється іній. Удень, при сонячній погоді, значна частина інію тоне і випаровується в атмосферу, але якщо він був струшений вітром до цього, то волога, яка утворилася при його таненні, хоч і не в значних кількостях, буде накопичуватися у ґрунті.

**Гравітаційна волога** заповнює великі пори, легко випаровується і проникає на значну глибину. Це тала снігова і дощова вода, яка є найдоступнішим, але дуже короткочасним джерелом зволоження, бо не може утримуватися ґрунтом під впливом сили тяжіння і з більшою або меншою швидкістю просочується у нижні шари ґрунту, поповнюючи підґрунтові води.

Також корисною і доступною для рослин є **капілярна волога**. Перебуваючи в капілярних проміжках у ґрунті, вона вільно і легко пересувається по них і використовується коріннями рослин у процесах живлення.

Більш зв'язана і дуже малорухлива **колоїдна волога**, яка просочує органічні і неорганічні колоїди (перегній) ґрунту.

**Плівкова волога**, яка утворює тонку плівку на поверхні ґрунтових часточок, здатна довго зберігатися і не випаровується навіть при повному висушуванні ґрунту на повітрі. Ця волога є недоступною для рослин. Чим менші ґрунтові часточки, тим більше плівкової вологи вони містять.

Ще сильніше зв'язана **гігроскопічна волога**, що знаходиться на поверхні часточок будь-якої речовини. Ця волога є також недоступною для рослин.

**Вода у вигляді пари** знаходиться у повітряних прошарках ґрунту, переміщується у ґрунті під дією пружності пари із верхніх шарів ґрунту в атмосферу. І, внаслідок перепаду температур протягом дня і ночі, водяна пара може конденсуватися і перетворюватися у доступну для рослин вологу. Особливо

це важливо для місць з різко континентальним кліматом.

**Підґрунтові води.** Підґрунтовими водами називають вологу, що утворюється внаслідок просочування у ґрунт атмосферних опадів, що знаходяться на першому від земної поверхні водонепроникному шарі. У лісівництві до 30-х років укорінилось визначення, що ліс висушує ґрунт в зоні проникнення коренів і знижує рівень підґрунтових вод. Спеціальні дослідження з вивчення підґрунтових вод були проведені П. В. Отоцьким (1905) в експедиції В. В. Докучаєва. Він встановив, що рівень їх у лісі завжди нижче, ніж за його межами. На основі цих та особистих досліджень Г. М. Висоцький зробив висновок, що посилена десукція (споживання) ґрунтової вологи лісом у рівнинних умовах, значно знижує під ним рівень підґрунтових вод. Для гірських умов він вказав на зволожуючу роль лісу. В результаті Г. М. Висоцьким (1932) було сформульовано тезу: «Ліс висушує рівнини і зволожує гори» [45], що стала широко відомою у лісівництві, гідрології, ґрунтознавстві та інших суміжних областях.

Вплив лісу на підґрунтові води залежить і від глибини їх залягання. Якщо підґрунтові води залягають у коренедоступній товщі лісового ґрунту, то у такому випадку, як зазвичай, відзначається їх пониження унаслідок десукції. При глибокому заляганні підґрунтових вод, найімовірніше буде спостерігатися їх підвищення, у результаті добрих фільтраційних властивостей ґрунтів [40].

Прогресуюче заболочування рубок спостерігається рідко. Таким чином з'являється все більша кількість фактів, які свідчать про те, що тезу Г. М. Висоцького «ліс сушить рівнини» не можна вважати універсальною.

Рівень підґрунтових вод є похідним від багатьох факторів, у тому числі метеорологічних умов, рельєфу, ґрунту, пір року. При їх різних поєднаннях вплив лісу на рівень підґрунтових вод проявляється неоднаково. У цьому і полягає складність питання, яке поступово вивчається у розрізі різних типів взаємодії лісу і підґрунтових вод у певних умовах простору і часу.

**Відношення деревних рослин до вологи.** Останнім часом було отримано багато нових даних, що характеризують потребу та вибагливість деревних видів

до вологи. Крім того, лісівники ще раніше, виходячи зі спостережень за географічним поширенням деревних видів на рівнинах і в горах, відношенням їх до різних елементів рельєфу, рівню підґрунтових вод, поведінкою їх при посухах і перезволоженнях ґрунту, склали шкали вибагливості деревних видів до вологи. Ці шкали не є суб'єктивними, але вони мають суттєву перевагу насамперед в тому, що складені не за однією ознакою, а на основі цілого комплексу взаємодоповнюючих ознак.

**Потреба у волозі** – це та кількість вологи, яка потрібна рослині для забезпечення підтримки тургору тканин, нормального ходу фотосинтезу, дихання, транспірації, обміну речовин між різними органами рослин тощо.

**Вибагливість до вологи** – це відношення деревних рослин до умов зволоження місцеселень та їх здатність отримати необхідну кількість вологи з ґрунту у тих чи інших умовах.

Потреба у волозі є одним із обов'язкових елементів, що доповнює вибагливість.

Так, вільха чорна завжди зростає на вологих ґрунтах і не може зростати на сухих, вона буде вибаглива до вологи. А тополя тремтяча не потребує надмірного зволоження і може зростати на ґрунтах, які недостатньо забезпечені вологою. Потреба вільхи чорної і тополі тремтячої у волозі однакова, а вибагливість різна. Потреба сосни звичайної, ялини європейської та ялиці білої невелика і приблизно однакова, але вибагливість їх до вологи різко відрізняється. Сосна зростає і в сухих місцях за зволоженням ґрунту, а ялині європейській та ялиці білій для нормального росту необхідна вища ступінь зволоження ґрунту. Оптимальною кількістю вологи для деревних видів є така, яка покриває повністю їх потребу і разом з тим не створює в ґрунті нестачі кисню, необхідного для дихання коріння.

Існують різні класифікації вибагливості деревних видів до вологи. В основу їх покладено аналіз географічного поширення деревних видів на рівнині і в горах, відношення рослин до різних елементів рельєфу, поведінки їх в період посухи або перезволоження ґрунту, рівня підґрунтових вод.

За формою ці шкали дещо штучно віддалені одна від одної, що вносить

деяку складність при їх зіставленні і користуванні ними: обидві шкали мають 6 груп, але нумерацію їх один укладач веде від 0, інший від 1. Не полегшують сприйняття і деякі нюанси в найменуваннях груп при збігах і відмінностях в переліку деревних видів, що до них входять. Обидві шкали заслуговують на увагу, бо дають уявлення про порівняльні характеристики у відношенні деревних і деяких чагарникових видів до вологи.

Шкала А. Л. Бельгарда включає можливий степовий і лісостеповий асортимент деревних видів і може бути використана у рівнинній частині України.

Відношення деяких видів ще потребують уточнення. Так, наприклад, віднесення осики до мезогігрофітів поширюється не для всіх регіонів. Шкала П. С. Погребняка містить значно більшу кількість видів, в тому числі деревні види з різних кліматичних районів, і тому є більш загально прийнятою. Але тут також виявляється відсутність деяких деревних і чагарникових видів (наприклад ялини європейської, горобини звичайної, бруслини європейської та бородавчастої). Не можна також погодитися з включенням всіх ялівців у групу ультраксерофітів. В умовах нашої країни вільха чорна є дійсно крайнімгігрофітом і у цьому відношенні її місце у шкалі П. С. Погребняка, порівняно зі шкалою А. Л. Бельгарда, більш точно відображає дійсність, але у порівнянні з болотним кипарисом вільха чорна не є більшим гігрофітом.

Окрім того, рослини проявляють широту екологічної амплітуди, тобто можуть зростати і за межами оптимальних для них умов зволоження.

Так, іноді ксерофітні рослини, наприклад сосна звичайна, здатна зростати не тільки у посушливих (сухих) умовах зволоження, а й у вологих, сирих і перезволожених умовах. При цьому сосна на недостатньо зволожених ґрунтах зростає краще, ніж на надмірно зволожених. Ксерофіти з широкою амплітудою щодо вибагливості до вологи відносяться до *еуріксерофітів* («еурі» – від грецької «широкий»). Дуб звичайний, який належить до ксеромезофітів, має також досить широку екологічну амплітуду щодо відношення до вологи. Він не зростає лише на болотах.

Погребняк П. С. (1968) наводить перелік рослин, які мають і вузьку

екологічну амплітуду:

- ксерофіти з вузькою екологічною амплітудою – саксаул чорний та білий, айлант найвищий, маслинка вузьколиста та срібляста, дуб пухнастий і корковий;
- гігрофіти з вузькою екологічною амплітудою – вільха чорна і болотні верби;
- мезофіти з вузькою екологічною амплітудою – бук лісовий, клен псевдоплатановий, в'яз шорсткий, ліщина звичайна.

Вужчою є екологічна амплітуда типового мезофіта – ялини європейської. До мезофітів також потрібно віднести і супутника ялинових лісів – горобину звичайну, що також має вузьку екологічну амплітуду, особливо до дефіциту вологи.

**Вплив вологи на ліс.** Регулювання вологи, спожитої лісом, може сприяти швидкому росту і розвитку дерев. У південних умовах у ґрунті менше вологи, але більша кількість поживних речовин, та без вологи споживання цих речовин буде ускладнюватися. Зволоження такого ґрунту штучним шляхом сприятиме засвоєнню мінеральних речовин рослинами, що поліпшить їх ріст.

Взаємовплив лісу і вологи проявляється по різному в залежності від його складу, форми, віку і повноти, а також від географічних і ґрунтово-геологічних умов. Сумарна витрата вологи в одних і тих же географічних умовах у ялинових лісах вище, ніж у соснових. У високоповнотних деревостанах вище, ніж у зріждених. У середньовікових насадженнях вище, ніж у стиглих чи перестійних. У вологих північних та тайгових районах, де спостерігається надлишок вологи, підвищена витрата вологи лісом корисна, так як це попереджає заболочування ґрунтів і сприяє переносу вологи вітром в південно-східні континентальні регіони. У південних і посушливих Лісостепових і Степових районах надмірне випаровування вологи лісом буде шкідливим, так як воно призводить до висушування ґрунту, хоча ліс, у свою чергу, має вплив на збільшення кількості опадів над ним.

**Позитивний вплив вологи на ліс.** Вода надходить у надземну частину

рослин з ґрунту за рахунок кореневого живлення. Невелику частку вологи листя і молоді пагони здатні засвоювати з крапель дощу чи роси, що осідають на них, особливо в тому випадку, коли волога потрапляє на листя, що підв'янули у результаті посухи, але зберегли життєздатність. Разом з розчиненими речовинами волога проходить в тканини і судини листя [28].

Вода використовується рослинами в якості будівельного матеріалу для клітин і тканин. Вона необхідна для життєдіяльності плазми, підтримки клітинного тургору, пересування поглинених корінням з ґрунту поживних речовин в стовбур і крону, переміщення пластичних речовин з листя в інші органи рослин, а також для транспірації.

Рослини споживають зольні елементи і азот у вигляді *водного розчину* з ґрунту. Тільки при наявності води можуть відбуватися біохімічні процеси асиміляції і дисиміляції, газообмін, обмін речовин і енергії та інші життєво важливі процеси. Безпосередньо при наявності води проходять процеси росту і розвитку рослин, квітнення, плодоношення чи насінноношення, нарощується органічна маса, послаблюється конкурентна боротьба між компонентами насадження, видами та індивідами рослин, забезпечується схожість насіння, процес відновлення. Нестача води – один з факторів, що затримує ріст і розвиток деревних рослин і знижує продуктивність лісів.

**Позитивний вплив снігу.** Позитивний вплив снігу проявляється у захисті ґрунту від промерзання; захисту рослин (сходів і самосіву деревних видів, багаторічних трав'янистих рослин із надґрунтового покриву) від вимерзання. Захищає їх від отруєнь шкідливими атмосферними домішками як природного так і антропогенного походження, запобігає пошкодженню молодого покоління лісу при валці дерев під час лісозаготівель, збільшує дальність розповсюдження насіння по сніговому покриві.

Усередині снігового покриву створюється особливий мікроклімат. Коливання зовнішніх температур при глибокому пухкому снігу майже не проявляються на ґрунті, він не промерзає, а якщо і промерзає, то на невелику глибину. Вплив глибини снігу на внутрішні температури і промерзання ґрунту в

абсолютних показниках, зрозуміло, залежить від макро- і мікроклімату місцевості, погодних умов. Іншими словами, від величини мінімальних температур, їх тривалості, від потужності і щільності самого снігового покриву, характерного для даних умов (кліматичний регіон, відкрите місце або ліс, ліс хвойний або листяний і т. п.).

Загальний характер змін температури з глибиною снігового покриву близький і в абсолютних цифрах. При товщині снігового покриву 15–50 см різниця температур на поверхні снігового покриву і під снігом досягає 15–20 °С. Тобто при такій товщині снігового покриву температура на поверхні ґрунту близька до нуля, або взагалі дорівнює 0 °С.

Фізіологічне значення снігу полягає також і в природній стратифікації насіння деревних видів, захисту пагонів від висушуючої дії суховіїв узимку, сприяє перезимівлі мезофауни.

Навесні сніговий покрив тане повільніше, ніж на відкритих ділянках, чим захищає сходи та самосів від пізніх заморозків. Випадання снігу восени, особливо на талу землю, усуває або послаблює небезпеку вижимання сходів та самосіву морозом.

**Негативний вплив вологи на ліс.** Із рідких вертикальних атмосферних опадів негативний вплив можуть мати тривалі дощі, що погіршують запилення деревних видів у період квітнення. Зливи (сильний інтенсивний дощ) може спричиняти обривання листя та цвіту у деревних рослин, а також спричиняти ерозійні процеси у ґрунті у вигляді водної ерозії, повеней, зсувів ґрунту і т. п. Такі явища можуть призвести до вимивання сходів та сіянців з лісокультурних площ, а також знесення дорослих деревних рослин під час зсувів, особливо на схилах та у гірській місцевості.

Фізичний вплив твердих опадів на ліс проявляється у пошкодженнях спричинених *снігом, ожеледецю, градом*.

Вище наведені негативні явища залежать не тільки від самих деревних видів. Один і той же деревний вид проявляє себе по різному в різних кліматичних і ґрунтових умовах, у деревостанах різного віку, різної будови, з різною

зімкнутістю. Сніговали і сніголами бувають найбільш різко виражені на етапах зімкнутого молодняка і жердняка. У більш зрілому віці сніголаму і сніговалу в першу чергу піддаються високі більш тонші дерева. Одновікові деревостани більше пошкоджуються сніголами і сніговалами, ніж різновікові. Горизонтальна зімкненість намету підвищує небезпеку. При ступінчастому наметі небезпека сніголамів і сніговалів значно знижується.

Лісівничими заходами, що попереджають масові пошкодження снігом є:

1. Вирощування мішаних насаджень – в хвойних молодняках 10–40 років і середньовікових деревостанах необхідно мати домішку листяних видів у 3–2 одиниці складу.

2. Своєчасне проведення рубок догляду за насадженнями, щоб уникнути зайвої густоти і зімкненості намету.

**Пошкодження ожеледдю.** Ожеледь – намерзання щільного шару льоду на поверхні ґрунту, гілках, стовбурах дерев унаслідок намерзання на них переохолоджених крапель дощу або мряки при температурах повітря від 0 до 3 °С. Товщина льоду може становити 3–5 см і досягати значної ваги, що призводить до обламування гілок і навіть стовбурів у молодих дерев.

Сильно потерпають від ожеледі в'яз шорсткий, ясен звичайний, робінія псевдоакація, деревні види із роду тополя, береза повисла.

Особливо потерпають від утворення ожеледі густі дубові жердняки, крони і стовбури яких в таких випадках прогинаються та обламуються від надмірного навантаження.

Також значна небезпека в подібних умовах створюється для хвойних видів з довгою хвоєю, що утворює густу крону.

Найбільше від навали снігу і намерзання льоду потерпають лісові узлісся, тому їх потрібно формувати із деревних видів, які менш потерпають від таких пошкоджень.

**Пошкодження градом.** Град – небезпечний для лісу вид твердих опадів. Діаметр градини найчастіше досягає 4–5 мм, але може бути 10 см і більше. Падаючи зі швидкістю 20–30 м·с<sup>-1</sup>, такі градини сильно пошкоджують лісові

насадження. Величезну шкоду завдає град розсадникам і молодим культурам. Градобой наприкінці весни і влітку згубно впливають на цвітіння, плодоношення, загальний стан молодих деревних рослин [120].

**Вплив вологості повітря.** Вологість повітря поряд з опадами обумовлює формування кліматичних умов (сухі чи вологі). Вона впливає на фізіологічні функції деревних рослин, наприклад, на транспірацію і характеризується показником відносної вологості повітря.

Серед деревних рослин є види, які не можуть існувати в сухому повітрі і потребують його насичення водяною паром, тобто є вибагливими до вологості повітря (бук лісовий, граб звичайний, ялиця біла, ялина європейська тощо) [13]. Інші деревні види без шкоди для себе заселяють найбільш посушливі регіони.

Висока вологість повітря може впливати на ліс і негативно, бо сприяє розповсюдженню і розвитку різних захворювань.

Влітку відносна вологість дещо вища в лісі, ніж у полі (у дібровах лісостепу на 10–14 %). У деревостанах зміна вологості повітря з висотою характеризується загальною закономірністю: найбільша відносна вологість повітря спостерігається біля поверхні ґрунту, найменша – на краю верхівок крони.

**Вплив посухи.** Посухою називається агрометеорологічне явище, яке характеризується тривалою і значною нестачею опадів, як правило при підвищених температурах повітря та низькій вологості повітря (відносна вологість нижче 30 %). Посуха викликає різку невідповідність між потребою рослин у воді та її надходженням із ґрунту внаслідок малої кількості опадів і підвищеної випаровуваності, а це в свою чергу викликає порушення водопостачання рослин.

Розрізняють три типи посух: *атмосферну*, *ґрунтову* і *загальну*.

**Атмосферна посуха** спостерігається перед ґрунтовою і головною її ознакою є результат високої температури повітря місцевого радіаційного походження, стійка антициклональна погода (притік сухих нагрітих повітряних мас із інших регіонів) з відсутністю опадів, високою температурою і низькою відносною вологістю повітря (15–25 %). Тривале перебування рослинності в умовах, коли відносна вологість дорівнює менше 25 %, викликає передчасне

усихання листя, зниження приросту деревних рослин, відмирання окремих дерев. При відновленні опадів атмосферна посуха зникає.

При тривалих бездошових періодах виникає *грунтова посуха* як наслідок атмосферної, коли через значне випаровування різко зменшуються запаси продуктивної вологи через її витрати ґрунтом і рослинами.

Гострота ґрунтової посухи залежить від вологостійкості ґрунту. У вологостійких ґрунтах (суглинки, глини, торф) волога тримається тривалий період. Рослини на них не відчувають посухи навіть після тривалого бездошового періоду і спеки. Навпаки, невологостійкі ґрунти (піски, галькові, щебенисті субстрати) не забезпечують рослин вологою, ґрунтова посуха на них настає багаторазово після кожного, навіть недовгого, бездошового періоду.

Підсилює ґрунтову посуху і процес *транспірації* – витрата рослинами вологи з ґрунту для охолодження.

Стійкість створених лісових культур до посухи підвищується в міру приживлюваності сіянців. При чому стійкішими до посухи будуть сіянці, що виростили з висіяного насіння безпосередньо на лісокультурній площі, ніж сіянці, які були пересажені з лісорозсадників. Процес приживлювання складається головним чином в розростанні коренів у глибину та ширину, що забезпечує культурам краще водопостачання у посуху. На маловологостійких ґрунтах – пісках і кам'янистих субстратах для кращої приживлюваності корисно вносити вологостійкий матеріал, зокрема торф. Тут же необхідно постійно утримувати ґрунт в рихлому стані, проводити боротьбу з бур'янами і личинками коренегризучих комах, головним чином хрущів. Прикладом такої дії є Олешківські піски у Херсонській області, які тривалий час вважали лісонепридатними.

Посухостійкість у деревних видів у степових і пустельних умовах підвищується при більш ранньому початку вегетації, так як навесні для рослин ґрунтової вологи достатньо. Наприклад, в степових умовах мішані насадження з дуба звичайного ранньої та пізньої форм невдовзі перетворюються в чисті насадження з дуба звичайного ранньої форми бо, до моменту розпускання листя у дуба звичайного пізньої форми, його рання форма встигає використати більшу

частину весняних запасів вологи в ґрунті.

У деревних видів є пристосування, що дозволяють «обходити посуху». Такого роду пристосування іноді називають *псевдоксерофітизмом*. Наприклад, скидання листя на зиму, як спосіб «обійти» зимову посуху, а також літнє скидання листя деревними видами у лісах саван. У лісостепових і степових умовах деякі листяні види під час літньої посухи теж передчасно скидають листя. До них відносяться тополя срібляста, здатна скидати до 3/4 частини своєї листя в липневу посуху, в'яз дрібнолистий, робінія псевдоакація і акація жовта (може скинути листя повністю навіть у кінці червня), липа серцелиста, гледичія триколючкова, береза повисла, ліщина звичайна, клен ясенелистий, платан західний тощо. Пристосуваннями до перенесення посухи у тополь та верб слугують також великі запаси вологи в стовбурі. У деревних видів цих родів навіть центральна частина стовбура бере участь у постачанні вологою асиміляційних і вегетативних частин дерева.

Щоб забезпечити високу приживлюваність, ріст і розвиток деревних видів на маловологоємних ґрунтах чи у південних регіонах, потрібно створювати насадження зі стійкими до посухи деревними видами (ксерофітами) і висаджувати сіянці ранньою весною, щоб вони встигли використати весняні запаси вологи [19].

**Надлишок вологи у ґрунті та затоплення.** Надмірне зволоження – негативний фактор для більшості деревних видів і чагарників.

Особливістю справжніх *гігрофітів* є те, що вони одночасно *іризоанаероби*, тобто витримують недолік або, навіть, повну відсутність вільного кисню у воді. На відміну від коріння більшості деревних видів, яке при недостатчі кисню і тривалому затопленні водою піддається загниванню, що призводить до загибелі усієї рослини.

Стійкість деревних видів до затоплення проточними чи застійними водами різна. Вільха клейка (чорна) заселяє корінням не тільки весь капілярний горизонт, але і верхню частину горизонту підґрунтових вод. Її коріння залишається життєздатним при цілорічному затопленні, тобто при постійній

повній вологоємності ґрунту. Однак, це можливо лише в тому випадку, коли надземна частина вільхи чорної – стовбур і гілки не піддаються довготривалому затопленню.

Деревні види легше витримують затоплення холодною водою. Тепла вода підсилює життєдіяльність тканин і дихання коренів, тому у такій воді знижується тривалість їх перебування у затопленні [16].

**Вплив лісу на баланс вологи.** Баланс вологи складається з надходжень у вигляді опадів (вертикальних та горизонтальних) і витрат вологи на випаровування, акумуляцію вологи лісовим фітоценозом (затримка їх у кронах деревостану та інших ярусах, включаючи живий надґрунтовий покрив), поверхневий стік (частково затримуються лісовою підстилкою, стікаючи по поверхні ґрунту), інфільтрацію в глибинні ґрунтового горизонту (проникаючи у ґрунт опади поповнюють підґрунтові води, переміщаючись внутрішньоґрунтовим стоком, волога поглинається коренями рослин і витрачається на транспірацію) та споживання вологи ґрунтовими мікроорганізмами. Така проста формула водного балансу була запропонована Г. М. Висоцьким (1960) [44].

**Вплив лісу на розподіл опадів та випаровування вологи.** У цьому відношенні роль лісу значна. При цьому мається на увазі вплив його на всі види опадів, включаючи вертикальні.

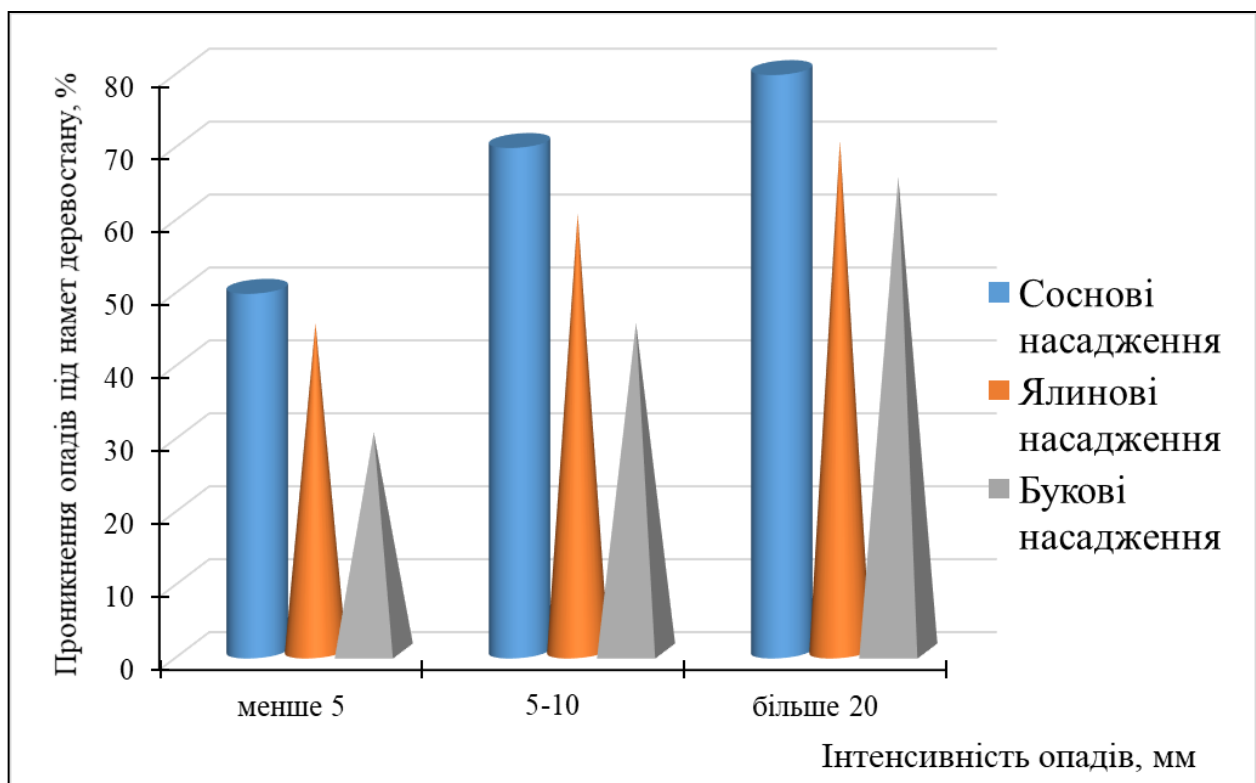
Кількість вологи, яка досягла ґрунту, називається нетто-опадами на відміну від валових опадів, тобто загальної кількості опадів, що випали. Різниця між ними вказує втрати на затримання. Максимальна кількість вологи (в мм), яка може бути утримана наметом, отримала назву ємності вологозатримання даного намету [11]. Кількість опадів, що проникають під намет, залежить від їх *інтенсивності, виду і тривалості, від складу деревостану, його зімкненості і повноти, віку, структури, сезонних особливостей* тощо.

Зімкненість намету і його щільність пов'язані і з віком – найбільша кількість опадів затримується деревним наметом в жердняковому віці. У цей період крони найбільше змикаються, причому не тільки в горизонтальному, але і у

вертикальному напрямку.

Опади затримуються, також і нижніми ярусами лісового фітоценозу, включаючи підлісок і живий надґрунтовий покрив.

При визначенні затримуючої здатності лісового намету і нижніх ярусів окрім характеру опадів (вертикальні чи горизонтальні), їх виду (літні, зимові), інтенсивності та тривалості, також потрібно враховувати і їх повторюваність, інтервали між опадами. Затримання опадів, насамперед, залежить від кількості їх при кожному окремому дощі. Слабкий дощ при високій зімкненості деревостану майже повністю затримується у кронах. Для зволоження лісового ґрунту більш інтенсивний дощ краще декількох слабких. Однак при частій повторюваності слабких дощів підвищується вологість повітря, послаблюється затримка опадів кронами.



*Рис. Залежність кількості опадів, які проникли під наметдеревостану, від їх інтенсивності та складу насаджень*

Зимові опади у хвойних насадженнях, особливо в ялинових, затримуються

кронами до 50–60 %, в листяних (а також в модринових) через відсутність листя переважна частина їх проникає крізь намет. Так, за даними М. С. Нестерова (1960) [151], 70–75-річні березняки взимку затримують у кронах всього лише 4–5 % опадів. Пізніші багаторічні дані підтверджують, що листяні види затримують тверді опади не більше 3–6 % [30, 40].

Частина опадів, що затрималася у наметі на гілках та стовбурах, може стікати на поверхню ґрунту по стовбурах. Стік опадів по стовбурах у деревних видів з шорсткою корою значно менший, ніж у видів з гладенькою корою. Також на стік опадів по стовбурах впливає і його сучкуватість. Стік опадів по стовбурах дерев може досягати: у ялинових насадженнях – 1–2 %, у соснових – 4 %, у дубових – до 11 %, у букових – до 20 %.

**Випаровування.** Випаровування – найважливіша частина водного балансу лісу. Воно складається з трьох видів: фізичного випаровування вологи, затриманої при випаданні опадів кронами дерев, рослинністю нижніх ярусів тощо, фізичного випаровування з поверхні ґрунту та транспірації.

Волога, затримана наметом, швидко випаровується. Вона може випаровуватися швидше, ніж з відкритої водної поверхні і значно швидше (в 4–5 разів) у порівнянні з інтенсивністю транспірації в одних і тих же кліматичних умовах [11]. Цьому сприяє підвищена турбулентність повітря та продування лісового намету.

Отже, ліс затримує частину атмосферних опадів, більша частина з яких надалі випаровується назад в атмосферу.

Так, листяні деревні види затримують і випаровують в основному літні опади, а хвойні в зимовий час затримують у кронах і випаровують не меншу кількість опадів, ніж улітку. Таким чином, протягом року хвойні затримують у своїх кронах і випаровують на 30–40 % вологи більше, ніж листяні.

Змінюючи склад лісу, його форму, повноту, вікову структуру, ми можемо змінювати відсоток опадів, що затримуються у кронах та відсоток опадів, що проникають всередину лісу, під його намет. Такими діями можна збільшувати або зменшувати випаровування вологи в атмосферу і збільшувати або зменшувати

потрапляння вологив ґрунт.

І те й інше у господарстві дуже важливе, бо дозволяє поліпшувативологообіг в атмосфері та ґрунті і забезпечувати поліпшення водного режиму [15].

**Випаровування опадів з поверхні ґрунту.** Частина атмосферних опадів проходить крізь рослинний покрив, досягає ґрунту і випаровується з її поверхні назад в атмосферу. Разом з тим із поверхні ґрунту випаровується багато вологи, що піднімається по ґрунтових капілярах.

У таблиці наведені дані щодо випаровування вологи з поверхні ґрунту в лісі, на галявині й у полі.

Таблиця

**Випаровування вологи з поверхні ґрунту в лісі, на галявині й у полі**

Вид ділянки	Кількість випарованої вологи з поверхні ґрунту, мм за вегетаційний період
Ялиновий деревостан	55,4
Поляна	134,0
Поле	208,5

З даних таблиці видно, що випаровування з поверхні ґрунту в ялиновому лісі приблизно в чотири рази менше, ніж випаровування з поверхні ґрунту в полі.

Це пояснюється наступними обставинами:

1. У лісі, в жарку пору року, коли йде процес випаровування вологи, повітря прохолодніше, ніж на відкритому місці, іноді на 8–10 °С, а поверхневі шари ґрунту прохолодніші на 1–5 °С, що значно зменшує випаровування.

2. Вологість повітря в лісі значно вища (часто на 10–20 %), ніж у полі, що також зменшує в лісі випаровування вологи.

3. Майже при будь якій швидкості вітру, що дме у полі, у лісі буває штиль. Це також знижує випаровування.

4. Лісова підстилка, швидко вбираючи атмосферну вологу, зменшує її випаровування з поверхні ґрунту та з ґрунтових капілярів.

5. У лісі поверхня ґрунту менш щільна, аерована мезофауною, що дозволяє добре вбирати атмосферну вологу, знижуючи її випаровування.

Все це має велике значення для життя лісу, його відновлення, росту та розвитку сходів і підросту, дорослих деревних рослин, плодоношення (насінненошення), старіння, деградації і відмирання.

**Витрата вологи на транспірацію.** Значна кількість вологи витрачається лісом на транспірацію. На її величину впливають відмінності в характері самого лісу.

Наявні в літературі дані, наприклад для деревостанів різного складу, суперечливі. Деякі фізіологи схильні навіть вважати, що витрата вологи зімкнутими насадженнями дуже мало залежить від їх видового складу [169].

Більш конкретно виявлений зв'язок величини максимальної транспіраційної витрати з величиною випаровування доступної вологи в ґрунті для даної місцевості. Відповідно до цього, як показали дані Ю. Л. Цельнікер (1957), витрата вологи на транспірацію у лісах помірного клімату менша, ніж її випаровуваність і становить від однієї третьої до половини річної кількості опадів.

Фізіологія транспірації відрізняється від фізичного закону випаровування тим, що рослини мають здатність регулювати витрати води в залежності від свого стану і від умов поглинання та віддачі вологи. Так рослини, що достатньо насичені вологою з розчиненими у ній мінеральними речовинами, поглинають і віддають воду, зазвичай, нормально. Рослини, які недостатньо насичені вологою і мінеральними речовинами, посилено поглинають воду і слабо її віддають. Рослини, пересичені вологою і запасами мінеральних речовин, поглинають воду слабо, а транспірують її в атмосферу посилено.

При значному зволоженні ґрунту рослини, природно, поглинають значну кількість води. Та навпаки, при сухості ґрунту, вони поглинають менше води.

При значній вологості повітря рослини транспірують слабо, при високих температурах та великій сухості повітря вони посилено віддають вологу [15].

Річна величина витрати вологи на транспірацію в умовах сухих дібров (D1) знаходиться в межах 150–300 мм, в свіжих дібровах (D2) – в межах 300–390 мм, у вологих дібровах (D3) вона досягає 600 мм.

У вологих раменях (ялинниках), величина транспірації дорівнювала всього

190 мм. На Олешківських пісках було встановлено, що 20-річний сосняк в умовах глибоководного піску (тип лісорослинних умов А1) витрачає на транспірацію близько 200 мм вологи [19].

**Вплив лісу на ґрунтовий стік води.** Розрізняють *поверхневий* та *внутрішній* (внутрішньогрунтовий) стоки. Поверхневий стік може викликати ерозію ґрунту, повені, паводки, розливи та інші несприятливі наслідки. Внутрішньогрунтовий стік більш стабільніший і живить вологою водойми та підґрунтові води у бездощові періоди. Незаперечна роль лісу проявляється у зменшенні величини поверхневого стоку та переведенні його частини у внутрішньогрунтовий. Цю незаперечність підтвердили численні дослідження, які дозволили висвітлити багато особливостей впливу лісу на стік води в різних кліматичних і ґрунтових умовах.

**Ліс знижує поверхневий стік води.** Це зменшення виражається в різних величинах: в одних умовах – у 2–3 рази, в інших навіть у 30–40 разів у порівнянні зі зменшенням стоку на полі чи лузі.

Поверхневий стік води в лісі зменшується унаслідок:

- нерівномірності поверхні ґрунту;
- вираженості мікрорельєфу (наявність купин, пнів, стовбурного відпаду, невеликих западин на поверхні ґрунту, макропустот у товщі ґрунту тощо);
- слабого промерзання ґрунту через розкладання підстилки, завдяки цьому снігова волога добре проникає в ґрунт і поверхневий стік зменшується. В полі ґрунт частіше буває мерзлим, і весняна вода, не маючи можливості проникнути в ґрунт, стікає по поверхні ґрунту, створюючи ерозійні процеси;
- впливу підстилки, що відіграє роль фільтру при проходженні вологи зверху вниз і перешкоджає її пересуванню у горизонтальному напрямку.
- повільнішого сніготанення, унаслідок чого значна частина вологи встигає просочитися в ґрунт;
- послаблення стоку у лісі пристовбурними підвищеннями.

Перехід поверхневого стоку у внутрішньогрунтовий покращує водний режим

в річках, озерах та інших водних об'єктах.

Зменшення поверхневого стоку води означає і зменшення вимивання ґрунту з лісу. В цьому проявляється ґрунтозахисна роль лісу. Особливо значна захисна роль лісу в гірських місцевостях при зливах, прискореному таненні снігу, снігових лавинах тощо.

Отже, враховуючи наведені усі прямі та побічні чинники впливу лісу на розподіл вологи, можна виокремити наступне:

1. Ліс, як перешкода для повітряного потоку викликає його підйом і турбулентність, у результаті чого створюється додаткова конденсація парів у повітрі.

2. Ліс зв'язує більше атмосферних опадів, що випали, та не дає їм стікати по поверхні ґрунту, перетворюючи поверхневий стік у внутрішньогрунтовий.

3. Ліс випаровує опади в атмосферу в більшій кількості, ніж відкриті місця. Ці пари підвищують вологість повітря над лісом і сприяють конденсації нових атмосферних опадів. Особливо позитивно на збільшення опадів впливають високопродуктивні ліси, які випаровують більше вологи.

4. Завдяки охолоджувальній дії намету у процесі посиленої транспірації, ліс накопичує в собі та над собою холодні маси повітря, що сприяють додатковій конденсації водяної пари і випадання її у вигляді опадів.

5. Атмосферний тиск над кронами підвищений, а вище крон понижений. Тому, в жарку погоду, над лісом інтенсивніше формуються нові атмосферні опади.

Ось головні причини того, що ліс більше сприяє кращому утворенню і випаданню опадів, ніж відкриті місцевості.

Окрім того, при русі туману з дрібними краплями вологи, над полем, ці краплі вологи не зустрічають жодних перешкод і проходять далі. При зустрічі з лісом вони затримуються, конденсуються і спадають униз до землі, а при низькій температурі залишаються на листках і хвої у вигляді інію. Особливо багато вологи затримують хвойні ліси зі своїм численним шпилькоподібним листям.

При випромінюванні, особливо нічному, коли величезна поверхня лісу

віддає в атмосферу більше тепла, ніж менша поверхня поля, на більш переохолодженій поверхні листя та гілках у лісі, роси утворюється більше, ніж на менш охолоджених поверхнях листя і стебел рослин у полі. З цієї ж причини при сильному переохолодженні лісі утворюється більше паморозі та інію, ніж у полі.

Ліс і світло. У понятті світло керуються неоднаковим змістом. У більш широкому розумінні його прирівнюють до сонячної радіації. У вузькому розумінні – до освітленості.

Як у широкому, так і вузькому розумінні світло як екологічний фактор відіграє значну роль в житті лісу, в формуванні багатьох його компонентів. Фізіологічна роль світла в широкому розумінні більш значна. Необхідно тільки враховувати, що в цьому випадку має місце комплексний вплив, включаючи і вплив тепла. Від умов світлового режиму залежать процеси росту і розвитку. Розбіжності у відношенні до світла різних видів рослин відображаються на міжвидових відносинах у лісі, на видовому складі рослин в різних ярусах лісу, їх біологічній продуктивності, на зміні одних рослинних видів іншими.

Прямо чи опосередковано світло впливає не тільки на кількісний приріст деревини, листя і хвої, а й на якісну сторону, впливаючи на будову річних шарів, хімічний склад хвої і листя тощо. Світло впливає на відновлення лісу. Значення світла в житті лісу пов'язано перш за все з його винятковою роллю в життєдіяльності зелених рослин, що проявляється у вигляді фотосинтезу.

Для того щоб рослини могли створювати нову органічну речовину, необхідні три головні умови:

1. Наявність будівельного матеріалу у вигляді вуглекислоти, води і поживних речовин у ґрунті.

2. Забезпеченість енергією – без енергії ніяка система діяти не може. Рослини живуть і створюють нові органічні речовини за рахунок енергії Сонця.

3. Наявність апарату (інструменту), здатного одні хімічні речовини перетворювати в інші за допомогою сонячної енергії. Таким апаратом зелених рослин є хлорофіл і ферменти.

Сонячне світло – практично єдине джерело енергії, що забезпечує зростання

та існування лісів і іншої зеленої рослинності земної кулі. Причому кількість енергії, що отримується Землею від Сонця, перевищує всі інші джерела енергії.

**Вплив світла на ліс.** Освітленість місцевості визначається у люксах (лк). Із загальної кількості світлової енергії до земної поверхні надходить близько 43 %, інша частина відбивається і поглинається атмосферою. Намет лісу, приймаючи 35–75 % світлової енергії, що надходить до земної поверхні, на асиміляцію вуглецю, дихання та утворення органічної речовини витрачає тільки 1–2 %, а інша частина світлової енергії забезпечує необхідні умови для транспірації, турбулентного теплообміну в атмосфері та теплообміну в ґрунті [150, 189].

Розрізняють *пряме сонячне освітлення*, що виходить безпосередньо від Сонця, і *розсіяне (дифузне)*, яке надходить на земну поверхню від небосхилу відбиваючись і розсіюючись у хмарах та часточках пилу, що знаходяться у повітрі. Поєднання прямого та розсіяного освітлення утворює сумарну освітленість. Рослинний світ добре пристосований до розсіяного освітлення. Що ж стосується прямого освітлення, то по відношенню до нього рослини виробили різні захисні пристосування, що стримують його вплив: зміна нахилу площини листя по відношенню до прямих сонячних променів, волосяний покрив, взаємне затінення листя на прямому світлі, посилення транспірації для зниження температури листя тощо.

При невеликій хмарності влітку в полуденний час в середніх широтах на відкритих місцевостях освітленість становить 100–150 тис. люксів. Однак максимальна продуктивність фотосинтезу у аборигенних деревних видів у цих умовах буде проходити при 40–50 тис. люксів оптимальна у межах 20–35 тис. люксів. Під густим наметом дібров освітленість опівдні знижується до 1000–2000 люксів, а на рівні живого надґрунтового покриву під густим підліском – ще нижче. При зріджуванні лісового намету освітленість зростає: у вікнах намету до 1500–3000 люксів, на галявинах до тих же величин, що і на відкритому просторі.

Розсіяне освітлення в ясні дні становить від 1/3 до 1/8 сумарної освітленості. У дні суцільної хмарності воно дорівнює сумарній освітленості (у такі дні найінтенсивніше проходить процес фотосинтезу).

**Вплив інтенсивності освітлення на деревні рослини.** Інтенсивність освітлення (сила світла) безпосередньо має вплив на перебіг фотосинтезу, розкриття продихів, утворення хлорофілу, ріст і розвиток листків, хвої, пагонів і стовбурів. Інтенсивність освітлення залежить від висоти стояння Сонця над горизонтом. Це залежить від географічної широти, періоду року, години доби, прозорості атмосферного повітря, висоти ділянки над рівнем моря, сторін світу.

Інтенсивність освітлення на висоті 2300 м над рівнем моря при висоті сонця  $16^\circ$  була такою ж, як і на висоті 200 м при висоті сонця над горизонтом  $57^\circ$ . На рівнині при висоті сонця  $18^\circ$  інтенсивність впливу прямого освітлення дорівнює нулю.

У ясні дні найбільша кількість розсіяних променів надходить при стоянні Сонця у зеніті. Надходження розсіяного світла зі сходу складатиме 37 %, з півдня – 40 %, із заходу – 36 %, з півночі – 15 %. У похмурі дні з усіх сторін горизонту в середньому приходиться близько 38 % розсіяної радіації при стоянні Сонця у зеніті.

Значні відмінності в освітленості властиві широтним зонам. Оскільки при збільшенні географічної широти місцевості висота сонця над горизонтом знижується, то одночасно знижується кількість прямого освітлення і проходить наростання розсіяного. Збільшення довжини дня на північ певною мірою компенсує недолік в освітленні, що виникає від низького стояння Сонця. Тому не можна вважати північні широти бідними сумарним освітленням. Дослідження процесів фотосинтезу показали, що аж до  $80^\circ$  північної широти освітлення достатньо для накопичення приблизно такої ж кількості органічних речовин, як і в середніх широтах. Після  $80^\circ$  північної широти продуктивність рослин незначна із-за недостатчі тепла [19].

**Вплив сонячного спектру на процеси фотосинтезу.** Сонячне світло являє собою суміш різних кольорів, що визначаються довжиною хвилі у мікрометрах (мкм) чи нанометрах (нм), або частотою електромагнітних коливань – у Герцах (Гц). У сонячному спектрі виділяють три частини променів, що проявляють різний вплив на рослини. До них належать ультрафіолетові промені, видима частина сонячного світла та інфрачервоні (теплові) промені. Ультрафіолетові та

інфрачервоні промені складають *невидимучастину* сонячного спектру.

*Ультрафіолетові промені* з довжиною хвилі 0,4–0,01 мкм або 400–10 нм майже повністю поглинаються атмосферою і на земну поверхню їх потрапляє 4–5 %.

*Видимі промені* охоплюють сім кольорів веселки з довжинами хвиль у межах 0,38–0,74 мкм або 380–740 нм.

*Інфрачервоні (теплові) промені* з довжиною хвилі 0,78–1000 мкм або 780–1000000 нм.

Видиму частину сонячного спектру прийнято називати фотосинтетично активною радіацією (ФАР), за рахунок якої проходять процеси фотосинтезу у зелених рослинах.

Тімірязєв К. А. [20] у свій час встановив, що інтенсивніше у процесі фотосинтезу задіяні теплові промені – **червоні, жовтогарячі (помаранчеві, оранжеві), жовті**. Зелені промені у процесі фотосинтезу майже не задіяні, бо значна їх частина відбивається від поверхні листків та стебел. **Фіолетові, сині та блакитні** промені більше впливають на процеси росту бруньок, тканин, листків, квіток, плодів, стовбурів. **Ультрафіолетові** промені, навпаки, гальмують ростові процеси, а **інфрачервона** радіація переважно створює тепловий ефект (перегрів у рослин) через поглинання її водою, що є у клітинах.

### Частини променів сонячного спектру

Промені	Діапазон довжини хвиль, мкм (нм)	Діапазон частот електромагнітних коливань, ТГц
<b>Ультрафіолетова частина сонячного спектру</b>		
Ультрафіолетові	0,4–0,01 (400–10)	750–30000
<b>Видима частина сонячного спектру</b>		
Фіолетові	0,38–0,44 (380–440)	790–680
Сині	0,44–0,485 (440–485)	680–620
Блакитні	0,485–0,5 (485–500)	620–600
Зелені	0,5–0,565 (500–565)	600–530
Жовті	0,565–0,59 (565–590)	530–510
Жовтогарячі (помаранчеві, оранжеві)	0,59–0,625 (590–625)	510–480
Червоні	0,625–0,74 (625–740)	480–400

Інфрачервона частина сонячного спектру		
Інфрачервоні	0,78–1000 (780–1000000)	400–300

**Вплив рельєфу на освітленість.** Освітленість зазнає значних змін від типу рельєфу. Взагалі, експозиція схилу впливає на сумарну його освітленість протягом дня і сезонів року. У помірних широтах на схили північної експозиції протягом всього року освітленості припадає менше, ніж на горизонтальну поверхню, а на південні – більше, причому, взимку різниця між ними більше, ніж улітку. Справа в тому, що взимку, коли сонце знаходиться низько над горизонтом, на стрімкі південні схили світла припадає в кілька разів більше, ніж на пологі, а на стрімких північних пряме освітлення майже відсутнє. Улітку, навпаки, величина освітленості на стрімких південних схилах зменшується, так як в полуденні години сонячні промені падають на їх поверхню під гострим кутом. На широті 50 ° на південні схили стрімкістю 45 ° потрапляння прямого сонячного освітлення улітку буде вдвічі менше, ніж на горизонтальну поверхню.

Улітку північні схили освітлюються триваліше. До стрімкості 40 ° вони освітлені так само довго, як і горизонтальна поверхня. Крім того, і північно-східні схили до крутизни 20° улітку освітлені сонцем довше, ніж південні схили [169].

**Класифікація видів освітлення.** Австрійський ботанік-фізіолог Ю. Візнер (1907) створив класифікацію видів освітлення в умовах лісового біоценозу, у якій виділив такі види освітлення:

**1. Верхнє** – найінтенсивніша частина сумарного освітлення, що падає зверху на крони і листя рослин безпосередньо від Сонця.

**2. Бокове** – освітлення, що падає косо або горизонтально на вертикальну поверхню, наприклад, на крони і стовбури дерев, що знаходяться на узліссі. Джерелом бокового освітлення можуть бути Сонце, небосхил або світло, відбите від сусідніх дерев, скель тощо. Унаслідок одностороннього (бокового) освітлення дерева на узліссях і на стрімких гірських схилах утворюють однібокні крони.

**3. Наскрізне** – світло, що проникає під намет лісу крізь крони, листя та просвіти між ними (верхнє наскрізне). А також збоку галявин, полян чи узлісь

(бокове наскрізне). Наскрізне освітлення є відфільтрованим через проміжки між листям, гілками і стовбурами деревостану, зазвичай його буває достатньо для проходження процесів фотосинтезу у підліскових видів, підросту тіневитривалих видів і живого надґрунтового покриву.

**4. Нижнє** – відбите від поверхні ґрунту або води. Це та частина освітлення, яка не поглинулася земною поверхнею і може бути використана у процесах фотосинтезу живим надґрунтовым покривом та підростом тіневитривалих видів.

Верхнє, а також і бокове освітлення, найбільше залежить від висоти стояння сонця над горизонтом. Для бічного освітлення має значення також сторона горизонту, причому інтенсивність його наосонні в 5–8 разів вища, ніж у затіненій. Однак у похмурі дні різниця стає незначною.

Співвідношення між боковим і верхнім освітленням змінюється в залежності від географічної широти: на півночі воно становить 1:2, у середніх широтах – 1:4. Найкраще бічне освітлення – східне і південне, найменш інтенсивне бічне освітлення – північне.

Дослідженнями встановлено, що дерева, які зростають на відкритому просторі отримують всі види освітлення. Середнє по освітленню місце займають дерева, які зростають у зімкненому деревостані серед щільного оточення сусідніх дерев. Вони використовують верхнє та наскрізне освітлення, частково нижнє і майже не використовують бокове. Дереву під наметом лісу позбавлені верхнього освітлення, що сильно знижує їх енергію росту.

Розглянуті види освітлення практично важливі для лісівника в процесі здійснення заходів із сприяння природному поновленню. Так, більшість тіневитривалих видів (ялина європейська, бук лісовий, ялиця біла та ін.) чудово відновлюються при наявності бокового або наскрізного освітлення. Для більшості ж світлолюбних видів необхідне верхнє освітлення або поєднання його з боковим і наскрізним. Верхнє освітлення сприяє утворенню густого листя і гілок, спрямованих вертикально або косовертикально. У верхній частині крони, де переважає цей вид освітлення, формується найбільш продуктивне світлове листя, більше збагачене хлорофілом і здатне використовувати пряме верхнє освітлення та

витримувати значний перегрів.

Дерева, що виростили у тіні, при різкому раптовому освітленні, отримують стрес, ослаблюються і навіть всихають. Особливо болісно реагують на раптову зміну освітленості хвойні деревні рослини з багаторічною хвоєю. Наприклад, підріст ялини європейської із семирічною хвоєю після вирубки материнського деревостану, дуже часто всихає, бо не здатний в перший же рік замінити тіньову хвоєю на світлову, яка утворюється з бруньок, що сформувалися уже при їх освітленні. Ялиновий підріст, що утворився під наметом березового або соснового материнського деревостану, під який проникає значна частина світла, буде більш стійкий і краще виживає і оговтується після зрубання материнського деревостану.

Вплив світла застосовують для формування дерев у деревостані. Значна густина стояння та наявність підгону затіняють нижню комлеву частину стовбура головних деревних видів, перешкоджаючи розвитку у них сплячих і придаткових бруньок і викликають всихання та очищення стовбура від нижніх гілок і сучків. Унаслідок цього краще розвиваються верхівковий пагін і добре освітлені верхні бокові пагони.

Тіньове листя на гілках дерев у лісі слабо асимілює, витрачаючи на своє дихання пластичних речовин більше, ніж створює. У формуванні приросту дерев такі гілки мають негативне значення і вони повинні відпадати, у результаті цього збільшується вихід ділової деревини і поліпшується її якість.

Відношення площі поверхні листків (хвої) до площі, яку займає деревостан, називають *величиною індексу листкової (шпилькової) поверхні*. Для більшості аборигенних деревних видів листковий індекс перевищує значення – 4.

Світло впливає на плодоношення (насіненношення) деревних видів. Чим краще освітлена крона, тим, за інших рівних умов, вищий урожай. Якість насіння також змінюється в залежності від освітленості. Так, південна частина крони дає вдвічі більше високоякісного насіння чи плодів, ніж північна, вони відрізняються великою вагою, високою схожістю та в 1,4 рази меншим періодом спокою. У дерев на узліссях плодоношення (насіненношення) настає раніше, ніж в

зімкненому насадженні, тому в лісонасінневих господарствах деревостани необхідно систематично рівномірно зріджувати, щоб забезпечити повний доступ світла до дерев і посилити їх плодоношення (насінношення).

**Відношення деревних видів до світла.** Погребняк П. С. (1968) [19], порівнюючи ставлення до світлового режиму з боку різних деревних видів, прийшов до висновку про наявність у них різних ступенів тіневитривалості.

Під *світлолюбністю* (світловибагливістю) у лісівництві розуміють не настільки деревний вид потребує певної кількості світла, а настільки він має негативну реакцію на затінення.

Під *тіневитривалістю* – здатність зберігати відносно високу активність фотосинтезу при затіненні та знаходитись тривалий час у затіненні.

**Методи визначення світлолюбності та тіневитривалості деревних видів.** У лісівників підставою для складання шкал тіньовитривалості слугував комплекс певних *візуальних ознак* :

1. *Характер крони та її густота.* Густа і низькоопущена крона вказує на більшу тіневитривалість деревного виду, бо листя (хвоя) здатне переносити взаємне притінення тільки у густокронних тіневитривалих видів. Ажурні та припідняті крони характерні для світлолюбних деревних видів.

2. *Характер лісового намету* (ступінь освітлення поверхні ґрунту під наметом деревостану). Щільний тінистий намет притаманний тіневитривалим деревним видам. Незімкнутий намет, що пропускає багато світла, навіть при гранично високій для даного виду зімкненості, характерний для світлолюбних деревних видів. Ступінь освітлення поверхні ґрунту більша у світлолюбних та менша у тіневитривалих деревних видів. Різниця в освітленості може досягати 80–90 % при однаковій кількості дерев на одиницю площі в одному віці. Від освітленості залежить склад і розвиток надґрунтового покриву.

3. *Очищення стовбурів від нижніх гілок та сучків* розпочинається раніше і проходить більш інтенсивно у світлолюбних деревних видів. Нижні гілки крони затінюються верхніми і поступово відмирають. У тіневитривалих видів нижні гілки здатні витримувати тривалу нестачу світла, тому їх відмирання і очищення

стовбурів від сучків відбувається менш інтенсивно.

4. *Збереженість підросту та його стан під наметом деревостану.* Підріст світлолюбних видів під наметом материнського деревостану здатний витримати затінення лише кілька років, потім він відмирає. Підріст тіневитривалих видів витримує затінення протягом багатьох років, хоча і знаходиться в пригніченому стані. За сприятливих умов освітлення він буде нормально рости і розвиватися.

5. *Енергія росту.* Молодняки світлолюбних деревних видів мають інтенсивнішу енергію росту, ніж тіневитривалі.

6. *Інтенсивність природного зрідження деревостану.* При однакових лісорослинних умовах і віку, інтенсивність природного зрідження буде більшою у світлолюбних деревних видів, що відображається на кількості дерев та їх світловій площі живлення. Відповідно тіневитривалі види задовільняються меншою світловою площею живлення і їх кількість може бути більшою на одній і тій же площі.

7. *Товщина кори та її тріщинуватість.* Світлолюбним деревним видам в умовах лісового насадження у зрілому віці притаманна більш товста і тріщинувата кора. Тіневитривалі види мають гладеньку чи слаботріщинувату і, як правило, тонку кору.

У деяких країнах, у лісах з багатовидовим складом, використовують навіть чотири градації: дуже тіневитривалі, тіневитривалі, помірнотіневитривалі та малотіневитривалі.

Нестеров М. С. (1960) [15] на основі довготривалих спостережень вибудував наступну шкалу відношення деревних видів до світла у порядку зростання тіневитривалості.

#### **Шкала відношення деревних видів до світла(за М. С. Нестеровим, 1960)**

Робінія псевдоакація	0.	В'яз гладкий та шорсткий
Модрина європейська	1.	Тис ягідний
Ясен звичайний	2.	Ялиця біла
Береза повисла		Бук лісовий

		3.	
	Тополя біла, чорна, сибірська, тремтяча	4.	Гірकोкаштан звичайний
	Сосна звичайна	5.	Граб звичайний
	Клен псевдоплатановий	6.	Клен гостролистий
	Дуб звичайний	7.	Липа серцелиста
	Туя західна	8.	Ялина європейська

Акад. П. С. Погребняк (1968) [169] розробив більш сучасну детальну шкалу-класифікацію деревних видів і чагарників за ступенями їх тіневитривалості. Вона складена в результаті уточнення та удосконалення старих лісівничих шкал на основі порівнювальноекологічної методики.

Всі деревні види поділяються на сім груп за наростанням їх тіневитривалості. У межах кожної з груп дотримуються такої ж послідовності розташування – від світлолюбних до тіневитривалих, але з меншим ступенем точності .

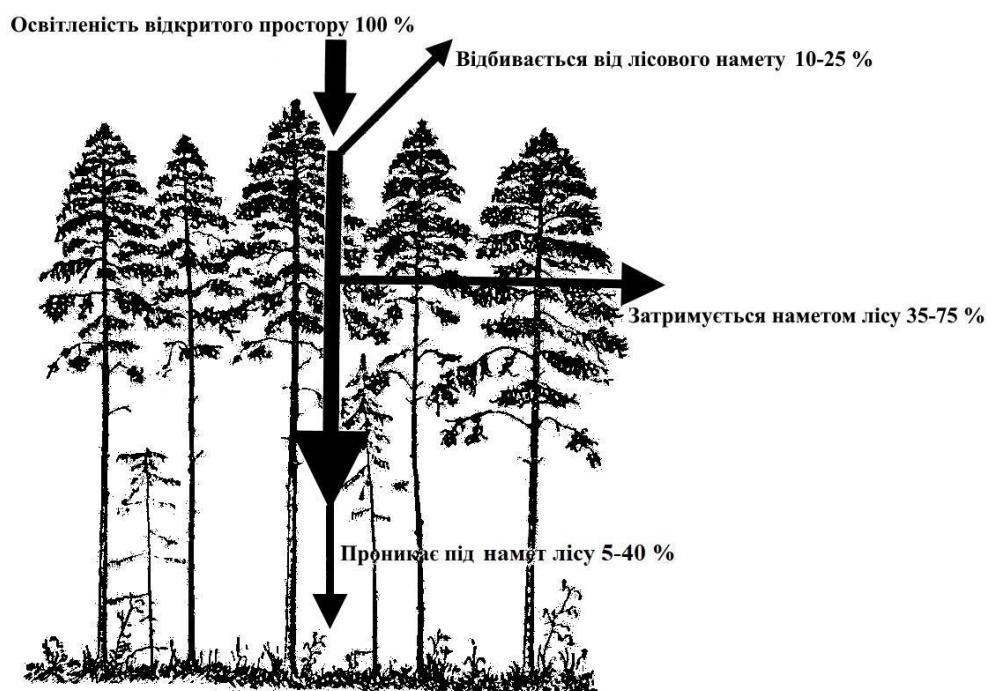
**Вплив лісу на розподіл світла під його наметом.** Світловий режим у лісі визначається переважно деревостаном, його складом, віком, висотою, повнотою, зімкнутістю, густотою, ярусністю, розміщенням дерев (рівномірне, нерівномірне), ґрунтово- кліматичними умовами тощо. Особливо велике значення має характер крон – їх глибина, ширина, ажурність, щільність. Кількість світла під наметом обумовлена також порою року, особливо в листяному лісі в періоди, коли дерева скинули листя.

*Шкала тіневитривалості деревних видів і чагарників(За П. С. Погребняком, 1968)*

пп	Група	Види деревних рослин
а	Саксаул	Саксаул (чорний та білий), акація срібляста, тамарикс (дрібноквітковий, гіллястий, галузистий, чотирихтичківий), евкаліпти, верба (біла та ламка), тополя (срібляста та чорна), дуб (корковий і пухнастий)
и	Модрин	Модрина європейська, робінія псевдоакація, береза повисла, айлант найвищий, сосна звичайна, тополя (сіра і тремтяча)

Волоськ огогоріха	Горіх волоський, бархат амурський, ясен звичайний, дубзвичайний (рання форма), вільха чорна
Сосни чорної	Сосна чорна, дуб звичайний (пізня форма), верба козяча, каштан їстівний, береза пухнаста, дуб скельний. Узлісні чагарникові види: терен колючий, шипшина собача, маслинка (вузьколиста та срібляста), обліпиха звичайна, повій звичайний (дереза звичайна)
Кленів	Клен (гостролистий, польовий, татарський, псевдоплатановий), дуб червоний, в'яз гладкий, платан східний, катальпа біггонісподібна, вишня пташина, горобина звичайна, груша дика, яблуня лісова, берека лікарська
Липи	В'яз шорсткий, псевдотсуга Мензіса (дугласія), дзельква граболиста, секвоя вічнозелена, сосна (кедрова та веймутова), липа серцелиста, вільха сіра, гіркокаштан звичайний. Підліскові чагарникові види: ліщина звичайна, свидина (біла та кровавочервона), бруслина (європейська та бородавчаста), жимолость татарська, жасмин садовий, калина цілолиста (гордовина), бузина (чорна та червона), глід одноматочковий
Граба	Ліани: ломиніс (виткий та альпійський), смілак високий, плющ звичайний. Граб звичайний, ялина європейська, ялиця біла, тис ягідний, самшит вічнозелений

Дерева в лісі відбивають 10–25 %, а поглинають 35–75 % падаючого на них світла. Тому світлова обстановка під наметом лісу зовсім інша, ніж на відкритому просторі. Освітлення під наметом становить 5–40 % від денного світла на відкритому просторі (рис.10), склад світла тут також інший. Своєрідність світлового режиму посилюється по мірі руху від поверхні намету, всередину та під нього.



*Рис. 10. Розподіл освітленості у лісі*

Під наметом лісу світло складається з проникаючого в проміжки між листям світла і того світла, яке пройшло крізь листя. Вивчати природну обстановку під наметом лісу необхідно тому, що крони дерев всіх ярусів, і навіть самого верхнього, розвиваються в цій обстановці.

У чистих дубових насадженнях освітленість під його наметом змінюється в залежності від повноти.

Таблиця.

*Освітленість під наметом чистих дубових насаджень залежно від повноти*

Повнота	Відсоток проникнення світла (залежно від інтенсивності світла на відкритому місці), %
0,9	5–7
0,7	12–13
0,3	50

У зімкнених ялинових деревостанах до поверхні ґрунту світла потрапляє всього лише до 5–10 % від повного освітлення. Зімкнений буковий деревостан може затримувати своїми кронами до 97–99 % світла, пропускаючи до поверхні ґрунту всього лише 1–3 %. Незначну кількість світла пропускають зімкнені деревостани і з інших тіневитривалих деревних видів. Світлолюбні деревні види пропускають більшу кількість світла. До таких видів можна віднести модрина європейську, де освітленість під її наметом склала від 7–18 % (при зімкненості крон 0,9–1,0) до 29–41 % (при зімкненості 0,9–0,6) у порівнянні з відкритим простором.

У цілому можна вважати, що стиглі зімкнені одноярусні деревостани навіть з світлолюбних деревних видів в період вегетації пропускають крізь намет не більше 40–50 % світлових променів. Кількість світла, що досягає поверхні ґрунту, різко знижується при наявності 2-го ярусу, а також разом з іншими нижчими

ярусами лісового фітоценозу.

Для зімкнених і складних листяно-ялинових насаджень верхній ярус в період найбільш інтенсивного росту поглинає 86–96 % від загальної кількості світла, 2-й ялиновий ярус отримує від 4 до 14 % (використовуючи лише 2–8 %), на частку підросту припадає лише 0,5–3 %. Загалом, у таких насадженнях поверхні ґрунту досягає 6 % світла в ясну, і до 2 % у похмуру погоду.

Таким чином, при визначенні умов освітленості в лісі, поряд з повнотою слід враховувати і склад деревостану, його ярусність, а також і погодні умови.

Світло, проникаючи під намет лісу, змінюється якісно. Роль якісних змін світла в лісі менш значна, порівняно з вище наведеними кількісними. Однак це не означає, що якісна оцінка взагалі не заслуговує на увагу при аналізі середовища під наметом лісу і біологічних процесів, що відбуваються в цьому середовищі. Склад світла, що проникає під намет лісу, збіднений фотосинтетично активною радіацією в порівнянні з їх складом на відкритому просторі, де на їх частку припадає близько 50 %, під наметом соснових деревостанів – близько 30 %, а в дубовому деревостані – близько 10 % [5].

**Світловий приріст.** Світло – фактор, що найбільш піддається регулюванню з боку лісівника. Можна зріджувати перегущені деревостани для збільшення приросту в товщину окремих дерев або для появи підросту під наметом материнського деревостану.

Для отримання показника приросту необхідно від вище наведених факторів відняти витрати речовини на дихання і на відмирання окремих частин рослин (листя, гілочок, кори, дрібногкоріння тощо).

При значній густоті деревостану розміри крон зменшуються, переважають дерева у тій чи іншій мірі пригніченості, що призводить до зменшення його загальної продуктивності. Тому корисно рубками підтримувати повноту насаджень на оптимальному рівні, що відповідає найвищій інтенсивності фотосинтезу. Такому оптимальному рівні відповідає повнота 0,6–0,7 при ступінчастій будові намету деревостану.

При таких інтенсивностях зріджування деревостану, спостерігається ефект

збільшення світлового приросту: річні кільця деревини збільшують свій розмір у середньому в 5 разів.

Також, при рівномірному зріджуванні намету кожне дерево розширює свою площу живлення не тільки в надземному середовищі, але й у ґрунті, отже отримує більше не тільки світла, а й вологи, тепла та мінеральних поживних речовин.

**Фотоперіодизм.** Вплив світла на ліс у різних географічних широтах проявляється неоднаково внаслідок різної тривалості періодівденного освітлення.

Реакцію рослинного організму на відносну тривалість дня і ночі та на зміни їх співвідношення протягом року (вегетаційного періоду) називають **фотоперіодизмом**.

Розрізняють рослини **короткоденні**, які вимагають тривалості темної частини доби не менше 12 годин. Сюди відносяться рослини, що сформувалися в умовах довгого вегетаційного періоду, але більш короткого світлового дня.

**Рослини довгого дня**, які вимагають більше 12 годин світлового часу. На півночі влітку дні довші, ніж на півдні. Завдяки такому освітленню північні рослини, в тому числі лісові, встигають завершити вегетаційний період за коротке літо.

**Нейтральні рослини** – їх ріст та розвиток за певних фізіологічних та біологічних причин, не пов'язаний із довжиною дня чи ночі.

У процесі філогенезу рослини пристосувалися до різної тривалості світлового дня, до почерговості світлого і темного періоду доби у різних географічних широтах. Ця властивість закріплена спадковістю. Тому, південні деревні види, перенесені на північ, а північні на південь, на певний час зберігають тривалість вегетаційного періоду. Реакцію рослин на тривалість денного освітлення протягом доби необхідно враховувати при акліматизації.

Вивчення фотоперіодизму і, на його основі застосування фотоперіодичної індукції, дозволяють прискорити або сповільнити ріст і розвиток рослин. Основний біологічний сенс при цьому полягає в необхідності певного світлового режиму для проходження світлової стадії. Діючи на рослину періодичною зміною затінення і освітлення, тобто регулюючи довжину «дня» і «ночі», застосовуючи

природне і штучне освітлення, регулюючи його тривалість, можна змінити їх приріст.

### 3. Атмосферне повітря та ліс

Лісове рослинне співтовариство знаходиться в безперервній взаємодії з навколишнім середовищем. У результаті такої взаємодії лісові насадження змінюють оточуюче їх навколишнє середовище, яке у свою чергу, впливає на ліс. Під впливом лісового насадження всі істотні елементи і показники атмосфери (склад повітря, атмосферне електричне поле, вітер, температура, світло, атмосферні опади) помітно змінюються, що змінює їх вплив на насадження. Щоб усвідомити таку природу лісу і зрегулювати її вплив, необхідно знати закономірність цих, взаємодій.

Повітря як екологічний фактор впливає на ліс двояко:

1. Обумовлює фізіологічні та біохімічні процеси;
2. Діє як фізичний фактор.

Перша складова впливу, зазвичай, пов'язана з впливом складу повітря, друга – з його рухом. Однак, ці дві складові тісно взаємопов'язані: рух повітря, фізично впливаючи на дерева, може одночасно вплинути і на їх біологічні та фізіологічні процеси.

**Склад атмосферного повітря та його значення у житті лісу.** Як відомо, атмосферне повітря складається з *азоту* (78 %), *кисню* (21 %), *інших газів* (аргон, неон та інші близько 1 %), *вуглекислого газу* (0,03 %) та *водню (гідрогену)* (0,01 %).

Також у повітрі містяться незначні домішки *водяної пари* (у середньому 1,2 %) та *мінеральних солей і летких органічних речовин* (у межах 0,01 %).

**Азот** – інертний газ, займає особливе місце в біологічному кругообігу. Він входить до складу білків і є матеріальним субстратом життя, слугує в якості першоджерела зв'язаного азоту, найважливішого елемента ґрунтового живлення, що доступний для рослин. Виявляються невеликі дози аміаку і оксидів азоту, що потрапляють з атмосфери в ґрунт разом з опадами, завдяки електричним розрядам

в атмосфері. У середньому в ґрунт надходить таких утворень 3–6 кг у рік на 1 га. Це становить близько 5 % річної потреби в азоті продуктивного лісу.

**Кисень** використовується лісом для дихання. Його цілком достатньо в лісі. Ліс суттєво не змінює відсоток його вмісту в повітрі та сама зміна концентрації кисню не відображається на його життєвих процесах. А вміст кисню у воді та ґрунті має велике значення для рослин і лісу в цілому, бо впливає на його продуктивність.

**Вуглекислий газ.** Велике значення для лісу має відсоток вуглекислого газу. З невеликого запасу вуглекислоти у повітрі лісові насадження задовольняють свою значну потребу у вуглекислоті при асиміляції. Близько 50 % сухої речовини рослин складається з вуглецю, що отримується з вуглекислого газу при фотосинтезі.

Ліси щорічно поглинають більше 25 млрд т вуглекислоти. Рослинність земної кулі поглинає 180 млрд т у рік. Відповідно, на ділянки вкриті лісовою рослинністю, у світі припадає 14 % асиміляції вуглекислого газу.

У звичайний літній день 1 га лісу продукує 120–150 кг нової сухої фітомаси, поглинаючи 220–275 кг CO<sub>2</sub> і виділяє 180–215 кг кисню. Це забезпечує киснем 430–500 чоловік, які одночасно перебувають у лісі протягом 10 год. Чотири дерева, що досягли віку стиглості, забезпечують добову потребу в кисні однієї людини [13].

Вуглекислота, наявна в повітрі, використовується лісом при фотосинтезі, як ферментативний інгібітор дихання і інгібітор розкриття продохів, при нефотосинтетичному зв'язуванні CO<sub>2</sub> (наприклад, нічне поглинання). Переважна частина CO<sub>2</sub> поглинається в результаті фотосинтетичної діяльності лісу. Незначна зміна вуглекислого газу в складі повітря вже позначається на фотосинтезі.

Вуглекислота виділяється при диханні рослин і тварин, при промисловій діяльності. Найбільша кількість вуглекислого газу надходить у повітря з ґрунту, тут він утворюється у результаті життєдіяльності бактерій, грибів, актиноміцетів, ґрунтових тварин, які беруть участь в розкладанні лісового опаду, підстилки та гумусу. За деякими даними, дихання коріння дерев у лісовому ґрунті може бути

настільки інтенсивним, що кількість вуглекислого газу, яка виділяється при цьому, перевищує виділення вуглекислотигрунтовими мікроорганізмами [19].

Зміни вмісту CO<sub>2</sub> у повітрі на відкритих ділянках невеликі, від 0,028 до 0,033 %. Уночі кількість вуглекислоти в повітрі більша, ніж удень, улітку менша, ніж восени. Ці зміни регулюються споживанням вуглекислого газу рослинами і надходженням його з ґрунту.

«Дихання» ґрунту (виділення ним вуглекислого газу) може майже припинятися в періоди посухи і різко зростати від початку першого ж дощу в теплу погоду. У цьому випадку головним постачальником вуглекислого газу є мікроорганізми лісової підстилки та гумусового горизонту ґрунту, які припиняють життєдіяльність в посуху і енергійно відновлюють її після дощу.

Виділення вуглекислого газу ґрунтом залежить і від його родючості. Так з 1 га родючого ґрунту виділяється на годину до 10–25 кг, а на бідних ґрунтах – до 2–5 кг вуглекислоти [15].

Далі вгору від приземного шару вміст вуглекислого газу поступово зменшується. У кронах дерев його вміст досягає 0,022 %. Мінімум концентрації вуглекислого газу спостерігається над поверхнею крон (поверхні листя) – до 0,017 %, що є результатом інтенсивного його споживання листям у процесі фотосинтезу. Така велика амплітуда вмісту вуглекислого газу – від 0,070 %, у приземному шарі, до 0,022 % у кроні, свідчить про повільність його дифузії у напрямку знизу-вгору. Це свідчить про важкість вуглекислого газу щодо повітря. Тому потрібно враховувати повітрозмішувальні потоки, що здатні швидко вирівнювати кількість вуглекислоти по вертикальному профілю.

Регулювання кількості вуглекислого газу для підвищення продуктивності деревостану цілком можливо у лісовому господарстві. Найоптимальніший спосіб підвищення кількості CO<sub>2</sub> – забезпечення швидкого розкладання органічного опаду шляхом поліпшення його складу і створення сприятливих умов для життєдіяльності мікрофлори. На підставі викладеного вище матеріалу можна зробити висновок про те, що найкращими умовами для нормального процесу фотосинтезу для нижніх ярусів є штиль, а для верхнього ярусу – вітер з достатньою

швидкістю для забезпечення турбулентного руху CO<sub>2</sub>. Тому кращими для постачання вуглекислого газу до різних ярусів і йогопродуктивного використання є мішані, складні та різновікові деревостани із ступінчастою будовою намету.

**Наслідки збільшення викидів CO<sub>2</sub>.** *Парниковий ефект* – явище в атмосфері Землі та інших планет, при якому енергія сонячних променів, відбиваючись від поверхні, не може повернутися в космос, оскільки затримується молекулами різних газів (в тому числі і CO<sub>2</sub>), що призводить до підвищення температури поверхні Землі чи інших планет.

Саме явище парникового ефекту є природним тому, що дозволяє підтримувати середню комфортну температуру на Землі у межах +15 °С. Без парникового ефекту температура поверхні Землі була б приблизно на 33 °С нижчою, ніж є насправді, і становила б -18 °С, що призвело б до обледеніння значної частини Земної кулі.

*Негативним є посилення явища парникового ефекту* в першу чергу із зростанням вмісту в атмосфері техногенного діоксиду – вуглецю за рахунок спалювання органічного палива підприємствами енергетики, металургійними заводами, автомобільними двигунами тощо. Це, на думку багатьох вчених, може підвищити рівень світового океану за рахунок танення льодовиків. Інша частина вчених пророкують навпаки стрімке зниження температури, що може призвести до наступного льодовикового періоду [50].

**Ліс і фітонциди.** Лісова атмосфера насичена достатньою кількістю речовин, що знищують чи пригнічують найпростіші мікроорганізми, бактерії і гриби. Такі речовини називаються фітонцидами (від грецького *phytón* – рослина та від латинського *caedo* – вбивати, отрута).

Фітонциди – один з чинників природного імунітету рослин (рослини стерилізуються своїми продуктами життєдіяльності).

Утворення фітонцидів рослинами було відкрито російським ученим Б. П. Токіном в 30-х роках ХХ століття [13, 16].

До складу фітонцидів, що виділяються як хвойними, так і листяними видами деревних рослин, входять речовини різної хімічної природи: ізопрен, терпеноїди,

ефірні олії, спирти, органічні кислоти, альдегіди, складні ефіри, а також ненасичені вуглеводні. У фітонцидах хвойних також присутні монотерпенові та сесквітерпенові вуглеводні. За орієнтовними оцінками 1 га листяних лісів виділяє за літо 3 кг фітонцидів, хвойні ліси 5–10 кг, а 1 га ялівцю казахського – до 30 кг. Фітонциди ефективні навіть в дуже малих концентраціях. Фахівці вважають, що 2 кг фітонцидів досить для знезараження повітря у місті середніх розмірів. Дія їх буде тривати до тих пір, поки повітряні потоки не винесуть фітонциди за його межі [13].

Встановлено, що білий і золотистий стафілококи, збудники гнійних захворювань, гинуть при попаданні на соснову, ялинову і ялицеву хвою, на листя дуба. За дослідженнями ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України», значну антимікробну активність має робінія псевдоакація, береза повисла і барбарис [19].

*Ліс сприяє утворенню озону.* Особливо багато озону в сосновому лісі, тому у таких лісах розміщуються лікувальні об'єкти для хворих на туберкульоз.

*Іонізуюча функція.* Зелені насадження покращують електрогігієнічні властивості атмосфери. Вони приблизно у три рази збільшують кількість легких іонів з від'ємним зарядом. Ліси є важливим фактором іонізації повітря. В 1 см<sup>3</sup> лісового повітря міститься 2000–2500 легких іонів, у чистій же атмосфері вонодорівнює 1000, а в закритих приміщеннях – 25–100.

**Ліс і забруднюючі атмосферні домішки.** Джерела викидів у атмосферу поділяються на природні і антропогенні. До природних належать: вулканічні і геотермальні, лісові пожежі, гази, що виділяються рослинністю і ґрунтами, морська сіль, мікроскопічні кристали якої переносяться вітром, та інші. До антропогенних – промислові об'єкти, двигуни внутрішнього згорання. У великих промислових центрах повітря містить газові і дрібнодисперсні, які довго не осідають, пилові викиди промислових підприємств – оксиди сірки і азоту, сірчистий газ, чадний газ, нафтові гази, з'єднання фтору, смолисті речовини, сажу, вугільний та цементний пил і т. п.

Випадаючи разом з опадами і діючи вже у вигляді кислот, вони сприяють

збідненню ґрунту, вступаючи в реакції з основами, розчиняють поживні речовини і тим самим сприяють їх вимиванню. Крім того, кислоти погіршують умови існування мікроорганізмів, внаслідок чого гальмуються процеси розкладання органічних речовин. Все це сприяє поступовому зниженню фізичних і хімічних властивостей ґрунту.

Промислові викиди мають шкідливий вплив на рослини, особливо на вічнозелені деревні види, зокрема на хвойні. *Вугільний пил* засмічує продихи, позбавляє їх еластичності. *Цементний пил* підлужує реакцію клітинного соку у листі, гідролізує (роз'їдає) їх покривні тканини.

Масове всихання хвойних видів у лісах поблизу промислових підприємств – поширене явище. Лісівникам доводиться ставити питання про захист, профілактику та лікування лісів, пошкоджених газами та шкідливими домішками.

Багаторічна хвоя більшості вічнозелених хвойних видів отруєється систематично і відмирає, зазвичай, вже на другому році.

Листопадні ж деревні види, у тому числі і представники роду модрина, у результаті щорічного нормального скидання листя та хвої звільнюються від більшої частини поглинених шкідливих атмосферних домішок, саме тому такі види здатні витримувати більш значну забрудненість повітря.

Отруєння рослин поглиненими шкідливими атмосферними домішками починається з пожовтіння кінчиків листя, появи червонуватих плям, а закінчується переходом забарвлення всього листя або хвої в рудувато-червоний колір, що свідчить про повне їх відмирання.

Забруднюючі речовини закривають продихи, що призводить до зниження транспірації, або проникають через них в рослини внаслідок чого відбувається деформація пагонів, бруньок, листя та хвої. Деревні рослини, які зростають у зоні постійного впливу промислових викидів, починають суховершинити з повним наступним відмиранням крони. Поточний приріст їх різко знижується, ослаблені таким впливом насадження уражуються ентомошкідниками та збудниками хвороб.

Увічнозелених хвойних при невеликому, але постійному отруєнні, хвоя

поточного року виглядає нормально, хвоя попереднього року – хворобливо, а старша взагалі опадає. Найбільшої шкоди приносять шкідливі атмосферні домішки вічнозеленим хвойним деревам улітку, в період енергійного розвитку хвої і процесів фотосинтезу. У пошкоджених дерев відбувається часткове опадання хвої поточного року уздовж периферії крони, тому крона стає рідкою. Одними з найбільш чутливих індикаторів щодо забрудненості повітря виступають *мохи та лишайники*, які починають зникати уже при невеликих кількостях шкідливих атмосферних домішок у повітрі [57, 19].

Ліс – поглинач шкідливих атмосферних домішок. Атмосфера самоочищується від домішок в процесі випадання опадів або внаслідок гравітаційного їх осідання. Лісові екосистеми – це локальний, регіональний і глобальний поглиначі атмосферних домішок широкого діапазону. Основні поглиначі – поверхня рослин і ґрунту.

Поверхня рослин – головний фільтр, який забезпечує взаємодію з атмосферою і відіграє важливу роль в транспортуванні шкідливих атмосферних домішок з атмосфери в біосферу. Велика шершавість поверхні листя збільшує уловлювання часточок розміром менше 5 мкм у діаметрі. Дрібнолистяні та хвойні – більш ефективні поглиначі.

Шкідливі атмосферні домішки поглинаються як у сухому вигляді, так і з метеорологічними опадами, а також опосередковано – з опадом. Випадання, наприклад свинцю, в кількості 200–400 т·га<sup>-1</sup> за рік, повністю поглинаються лісовою підстилкою. Глинисті й органічні колоїди ґрунтів є сорбентами важких металів (свинцю, цинку, міді, кадмію тощо). Лісові ґрунти можуть зменшувати газозабруднюючі шкідливі домішки з атмосфери у результаті мікробіологічних, хімічних і фізичних процесів.

Таким чином, лісостани виконують роль фільтра, що очищує атмосферу від забруднювачів. За даними Г. М. Ількана 1 га лісу здатний поглинути до 400 кг сірчаного газу, 100 кг хлоридів і затримати до 60 т пилу.

**Відношення деревних видів до шкідливих атмосферних домішок у повітрі.** Стійкість деревних видів до шкідливих атмосферних домішок у повітрі

ще недостатньо вивчена.

Здатність рослин протистояти дії шкідливих атмосферних домішок і при цьому зберігати нормальний ріст, розвиток та декоративність називають **газостійкістю**.

Слід зазначити, що чутливість одного і того ж деревного виду до шкідливих домішок неоднакова і залежить від виду цих домішок, їх концентрації (найбільше потерпають від забруднення атмосфери насаджень, які знаходяться найближче до джерела забруднення), родючості ґрунту, інтенсивності фотосинтезу і дихання, загального вмісту води у листі, віку та стану рослини, сезону року. Так, пошкодженість шкідливими атмосферними домішками, нижче в оптимальних умовах місцеоселення і у мішаних, різновікових, складних за формою насаджень. Навесні, в період формування захисних покривних тканин, пошкодженість вища, ніж в іншу пору року. З віком деревні рослини набувають імунітету, але до 40–50 років здатність протистояти дії шкідливим атмосферним домішкам у них значно знижується.

Газостійкість різних видів рослин пов'язана з їх біологічними, морфологічними, анатомічними, фізіологічними особливостями та тривалістю життя листя чи хвої.

Красінський М. П. виділяє три види газостійкості [13]:

- біологічну – здатність рослини швидко відновлювати пошкоджені газами органи;
- морфолого-анатомічну – здатність рослини обмежувати газообмін, що зменшує надходження газів у тканини листя чи хвої;
- фізіологічну – здатність рослин протистояти шкідливій дії газів внаслідок особливостей фізіологічних процесів.

Для визначення ступеню стійкості деревних видів та чагарників до накопичуваних шкідливих атмосферних домішок у повітрі діють спеціальні шкали.

Газостійкість деревних рослин потрібно обов'язково враховувати при створенні вуличних посадок у містах та вздовж автомобільних шляхів.

**Атмосферне електричне поле та ліс.** Постійне електричне поле існує між Землею і атмосферою. На земній поверхні і рослинності, що на ній зростає, накопичуються негативні електричні заряди, а в прилеглих шарах атмосфери – позитивні. Різниця між різнойменними потенціалами може становити до 10 млн вольт.

При проходженні через стовбур дерева струму великої сили відбувається миттєвий нагрів і випаровування води. А водяна пара займає об'єм в 1700 разів більший, ніж рідка вода, при нормальному тиску. Так як пар всередині стовбура спочатку може зайняти той об'єм, що дорівнює об'єму води і надалі вільно розширитися не може, то в такому замкненому просторі її тиск збільшується до 1000 атм. Такого тиску деревина не витримує і розщеплюється на довгі вузькі тріски або стовбур дерева розколюється навпіл і зламуються чи проходить відшаровування периферійної частини кори та лубу [3, 10].



*Рис. Розщеплення дерева на довгі вузькі тріски при громоболі*

Найчастіше сирий стовбур при цьому не загоряється. Але якщо грозовий розряд припав на сухостійне дерево, то воно, крім розщеплення, часто починає тліти, призводячи до лісової пожежі.

Спалах блискавки ми бачимо практично миттєво, унаслідок великої

швидкості поширення світла. Що ж стосується звуку, то він поширюється значно повільніше. Тому ми чуємо грім уже після того, як блиснула блискавка. Чим далі від нас блискавка, тим довше пауза між спалахом світла та громом і слабкіша його гучність.

Пошкодження дерев грозовими розрядами (блискавкою) в лісівничій літературі отримало назву *громобій* (грозобій).

Величина електричного потенціалу дерев і висока насиченість їх вологою та вмістом водних розчинів мінеральних солей підвищують електропровідність стовбурів і можливість ураження їх блискавкою. Більш частішому ураженню блискавок піддаються високі дерева у насадженнях і поодинокі ростучі та ті, що ростуть на вершинах гір і пагорбів.



*Рис. Розколювання та зламів стовбура дерева при громобіі*

Крім того, частіше пошкоджуються блискавкою дерева, що мають глибокі стрижневі корені, які проникають у більш вологіші шари ґрунту.

Розрізняють три групи деревних видів за їх пошкоджуваністю блискавкою

[1]:

- пошкоджуються сильно: тополі чорна, біла, пірамідальна, дуб звичайний, в'яз шорсткий та гладкий, ясен звичайний, робінія псевдоакація та хвойні види;
- пошкоджуються середньо: липа серцелиста, горіх волоський, каштан їстівний;
- пошкоджуються мало: вільха чорна та сіра, клен гостролистий і псевдоплатановий, гірकोкаштан звичайний, бук лісовий, граб звичайний, вишня пташина (черешня), береза повисла.



*Рис. Відшаровування периферійної частини кори та лубу при громобой*

Ліс і вітер. Оточуюче повітря знаходиться в безперервному русі. Рух повітря виникає внаслідок неоднакового розподілу тиску, що зумовлюється нерівністю температур в атмосфері.

Під **вітром**, власне, і розуміють рух повітря в атмосфері. Такий рух відбувається майже паралельно земній поверхні. Але є окремі випадки

вертикального переміщення повітряних мас, наприклад, у хмарах та у горах.

Вітер можна розглядати як результат перетворення теплової енергії Сонця в енергію руху повітря.

**Позитивний вплив вітру на ліс.** Вітер підсилює транспірацію рослин і прискорює висхідний рух вологи від коренів до листя. Для нормального ходу транспірації необхідний рух повітря, щоб насичене водяними парами повітря над поверхнею листя постійно змінювалося більш сухішим із оточуючої атмосфери. Вважається, що оптимальною для транспірації швидкістю вітру є  $2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Вітер зі швидкістю  $2\text{--}3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  сприяє посиленню продуктивності фотосинтезу, викликаючи підйом вуглекислого газу з приземних шарів повітря до поверхні крон та листя, унаслідок його турбулентних потоків, де і використовується для процесів фотосинтезу.

Ущільненість листових черешків у тополь надає листкам віялову функцію – при найменшому русі повітря вони починають коливатися. Віялова функція – корисне пристосування для підвищення продуктивності фотосинтезу, що забезпечує їм газообмін.

Позитивна роль вітру полягає і в тому, що він поширює насіння, пилок, спори. За допомогою вітру відбувається запилення у більшості деревних видів роду сосна, ялина, ялиця, модрина, тополя, вільха, береза, дуб, бук, граб, ясен, в'яз, ліщина.

Вітер – один з найважливіших факторів поширення насіння деревних видів роду тополя, осика, береза, вільха, ялина, сосна, модрина, ялиця, в'яз, ясен, клен. Деревні види, насіння яких розповсюджується вітром називають *анемофорами* [57, 16, 20].

**Негативний вплив вітру на ліс.** У лісівництві прийнята наступна класифікація руху повітря по його швидкості та спричиненим порушенням.

Сильний вітер, починаючи з  $5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  і вище, приносить шкоду продуктивності лісу. Швидко переміщаючи зволожені маси повітря, він підсилює транспірацію, викликає дефіцит вологозабезпеченості листя і пагонів, їх підв'ялення, усихання вершин дерев. Сильний вітер видуває корисний надлишок вуглекислого газу із

збагаченої ним зони над поверхнею ґрунту. Крім того, він завдає прямої фізичної шкоди лісу.

Сильний вітер і буря здатні викликати корозію покривних тканин листя, черешків, молодих нездерев'янілих пагонів. Сліди вітрової корозії проявляються у вигляді малопомітних коричневих і бурих цяток відмерлих тканин на поверхні листя. Нерідко вони утворюються в результаті тріпотіння листової пластинки від вітру та взаємного тертя листя між собою.

Класичним обхльостувачем в наших лісах є береза повисла. Її рухлива крона і плакучі гілки при розгойдуванні вітром закидаються далеко на крони сусідніх дерев, оббивають їм бруньки, листя, гілки. Особливо страждають від обхльостування ялина європейська та сосна звичайна.

Взаємне обхльостування відбувається і в чистих насадженнях при неузгодженому (зустрічному) хитанні крон одна на одну. Таке явище спостерігається тільки в горизонтальній і вертикальній глибині лісу, де панує безвітря. Тут є можливим вростання крони в крону, наприклад, молоді сосни в крону старовікового дуба. Анастомоз крон, як звичайне явище, характерне також для густих зімкнутих молодняків. Вростання в крону дуба інших видів не випадкове, бо його міцні гілки відрізняються великою стійкістю проти розгойдування і не обхльостують крони врослих та сусідніх дерев.

Вітер впливає на ґрунт, збільшуючи фізичне випаровування з поверхні ґрунту і десукцію (висушування) ґрунту корінням. Окрім того, підвищуючи транспірацію, вітер тим самим підвищує посилення всмоктування вологи коренями, що у бездощові періоди може спричинити ґрунтову посуху.

В умовах відкритих галявин, полезахисних лісових смуг, на підвітряних місцях серед лісового масиву (верхні частини підвітряних схилів, гірські хребти і вершини) вітер може розвівати лісовупідстилку, виносячи її за межі насадження і цим сприяти задернінню ґрунту та значно погіршувати ґрунтові умови під наметом таких насаджень.

Розгойдування дерев під дією вітру призводить до обривання дрібних коренів, ослабленню дерев, що опинилися на просторі після вирубки сусідніх, і

заселенню на них ентомошкідників та збудників хвороб.

Вітер впливає на висоту дерев: чим сильніше він в даній місцевості, тим низькоросліші дерева, тим нижча продуктивність лісу. Вітер може виступати як фактор, що обмежує поширення лісу на даному просторі. У цих випадках можна говорити про лісову *анемохору* – межу лісу, яка визначається вітровими умовами.

Вітер впливає на діаметр стовбура, викликаючи утворення ексцентриситету – овальної форми його поперечного перерізу, витягнута вісь якого паралельна напрямку переважаючих вітрів.

*Ексцентриситет* – результат впливу сили розтягування на одній і стиснення на іншій стороні стовбура, оскільки при розгойдуванні він зазнає вигину в напрямку вітру. Деревина, що піддається під постійний сильний вплив вітру одного і того ж напрямку, отримують найбільший ексцентриситет біля основи стовбура.

Найвідчутнішу шкоду лісу завдають явища *бурелому* та *вітровалу*.

**Бурелом** – це обламування під дією вітру гілок, крон та стовбурів дерев на будь-якій висоті від поверхні ґрунту.

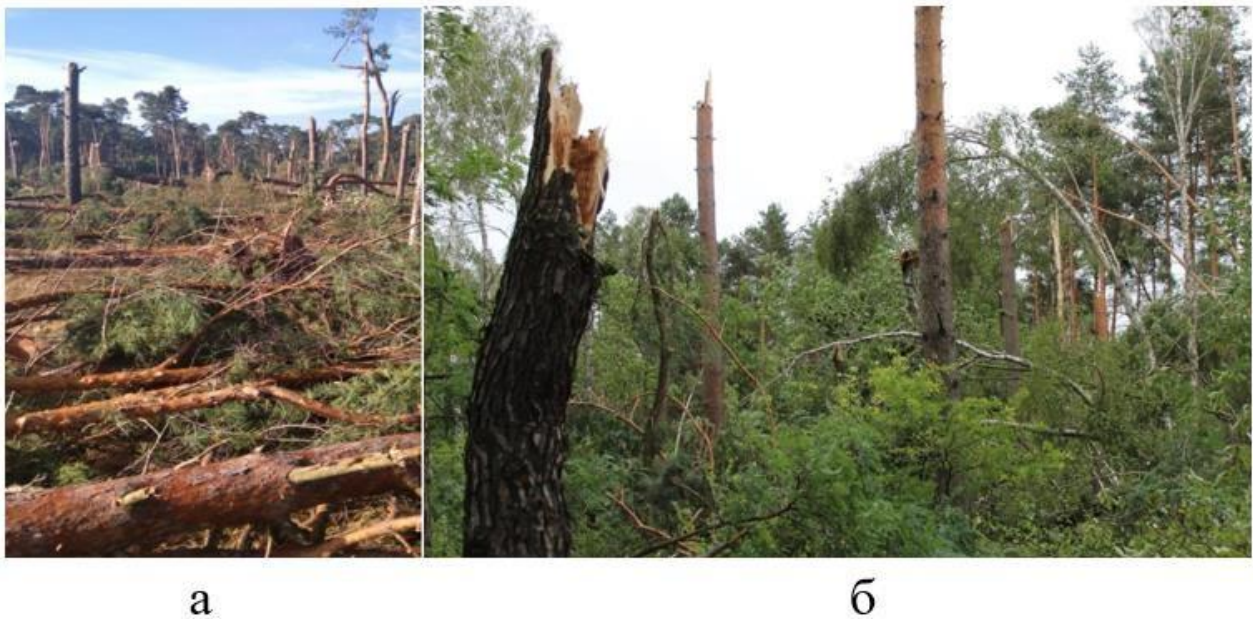


Рис. Наслідки бурелому у Великоолександрівському лісництві ДП «Великоолександрівське лісомисливське господарство» (а) та Іржавському

**Вітровал** – вивалювання дерев під дією вітру разом з кореневою системою. Ступінь пошкодження лісу вітром залежить також від характеру руху повітря, яке буває рівномірним або нерівномірним. Найбільш небезпечні поривчасті, вихреподібні рухи вітру.

Для оцінки впливу вітру на деревостани потрібно враховувати нижче наведені фактори.

*Пора року.* З нею пов'язаний панівний напрям і сила вітру, стан ґрунту. На сухому і промерзлому ґрунті небезпека вітровалу менша, ніж на вологому і не промерзлому. Хоч небезпека вітровалу і, тим більше, бурелому не виключається і в першому випадку. Особливо характерні осінні вітровали і буреломи.

*Деревний вид.* Кожному деревному виду властиві особливості будови підземної та надземної частин (кореневої системи, характеру крони, форми стовбура), які по різному проявляються і на небезпеці пошкодження вітром. Деревні види, які мають глибоку кореневу систему будуть стійкими проти вітровалу. Деревні види з поверхневою кореневою системою, зазвичай, вітровальні. Вітровальності сприяє також густа і щільна крона, яка має більшу протидію натиску вітру. До бурелому найбільш схильні деревні види з м'якою деревиною (наприклад ялиця біла, тополя тремтяча і липа серцелиста) і види з відносно глибокою кореневою системою.



*Рис. Вітровал у вільховому деревостані*

*Умови оточення дерев і зміни їх у часі.* У дерев, які зростають на відкритому просторі, утворюються збіжисті стовбури, більш пристосовані до натиску вітру. У густому зімкненому деревостані дерева зростають при ослабленій дії вітру і тому мають малозбіжисті стовбури, що впливає на їх стійкість при зміні даних умов. При цьому спостерігається і певна диференціація: до більшого впливу вітру схильні дерева, крони яких входять в 1-й ярус або, тим більше, знаходяться над ним. Необхідність витримувати більшу опірність таких дерев до вітру, призводить до деякого підвищення збіжності їх стовбурів.

Дерева з густого зімкненого деревостану, при різкій зміні середовища, наприклад, різкому зрідженні, будуть не пристосованими до впливу вітру і схильними до небезпеки пошкодження вітровалом і буреломом. У дерев, що витримують таку небезпеку, поступово збільшиться збіжність стовбура і вони набудуть деякої вітростійкості, але на це потрібні роки.

Дерева у давно сформованому узліссі мають більшу вітростійкість, ніж

дерева, що утворили стіну лісу після недавньої вирубки або згарища. Тут дерева не пристосовані до нового для них вітрового режиму, тому створюється підвищена небезпека пошкодження їх вітровалом і буреломом. З метою зменшення небезпеки пошкоджень лісу від вітру при деяких видах рубок проводиться загартування дерев до дії вітру, особливо вітровальних видів, шляхом поступового розріджування деревостану.

*Вік дерев.* Старовікові дерева більш схильні до вітровалу та бурелому, ніж молодняки. Це пов'язано з їх більшою висотою і ураженістю гнилями.

*Стан дерев.* Небезпека пошкоджень вітром збільшується у дерев, які уражені кореневими або стовбуровими гнилями. Перші, особливо коренева губка, сприяють пошкодженню вітровалом, інші, переважно, стовбурові серцевинні гнилі – буреломом. Небезпека від вітру сильно зростає після пожежі внаслідок підгоряння коренів і зрідження деревостану після пожежі.

*Ґрунт* – дуже важливий, визначальний фактор. На вітростійкість дерев ґрунт впливає через кореневу систему, формування якої особливо тісно пов'язане з механічним складом і глибиною ґрунту, материнською породою, рівнем підґрунтових вод. Крім того, вплив ґрунту позначається через його фізичний стан (вологий, сухий, промерзлий тощо).

*Склад деревостану.* Стійкість проти дії вітру різна в чистих і мішаних деревостанах. Мішані деревостани більш вітростійкі в порівнянні з чистими, особливо якщо останні представлені вітровальними деревними видами.

*Рівень ведення лісового господарства.* Небезпека пошкодження лісу вітром і наслідки від цього багато в чому визначаються способами рубок і методами їх проведення, призначенням необхідних організаційно-технічних показників, санітарними заходами, станом охорони лісів від пожеж тощо. Важливе значення мають як профілактичні заходи, так і своєчасність заходів щодо ліквідації наслідків руйнівної дії вітру. Необхідно виявляти і вивчати небезпечні напрями вітрів в даній місцевості і, з урахуванням цього, призначати лісогосподарські, лісівничі та лісоексплуатаційні заходи.

**Вплив лісу на вітер.** Ліс має великий вплив на силу вітру. Коли приземний

горизонтальний потік повітря зустрічає на своєму шляху перешкоду у вигляді лісового масиву, він змушений підніматися над ним, обтікати його з боків, щоб на завітряній стороні знизитися і потім продовжити свій шлях з тією швидкістю, яка йому була притаманна напідвітряній стороні. Одночасно перед лісом утворюється область підвищеного тиску, за лісом – пониженого тиску, де посилюється турбулентність потоку. Зменшення швидкості вітру перед лісом, в лісі і за лісом залежить від проникності насаджень, яка визначається видовим складом, густотою і формою.

*Зниження швидкості вітру перед і за лісом.* Місцевий вплив лісу на вітер вивчався експериментально М. С. Нестеровим (1960). Він визначив зміну швидкості вітру перед лісом, у лісі і за лісом. Встановив утворення повітряного прибою перед лісом, при русі вітру з відкритого місця до лісу, і вітропаду за лісом. Дані М. С. Нестерова показали, що якщо швидкість вітру відкритого місця прийняти за 100 %, то швидкість його при наближенні до лісу змінюється наступним чином: на відстані 100–50 м перед узліссям підвищується на 20–60 %, потім поступово знижується.

Частина повітряних мас піднімається вгору, частина входить в ліс. На протилежній, завітряній стороні, з віддаленням від лісу швидкість вітру поступово збільшується і, за даними М. С. Нестерова, на відстані 50-кратній висоті деревостану вітер набуває такої ж сили, яку він мав перед лісом.

Аналогічні дослідження, *але із застосуванням більш досконалих приладів*, були проведені Е. М. Валендиком [13]. В якості вимірювальних приладів використовували анеморумбографи, які автоматично вимірювали швидкість вітру як середню величину за кожні 10 хв. Зниження швидкості вітру перед лісом розпочинається уже на відстані 10 середніх висот деревостану. За лісом знижена швидкість вітру ще зберігається до 20–25 висот [20].

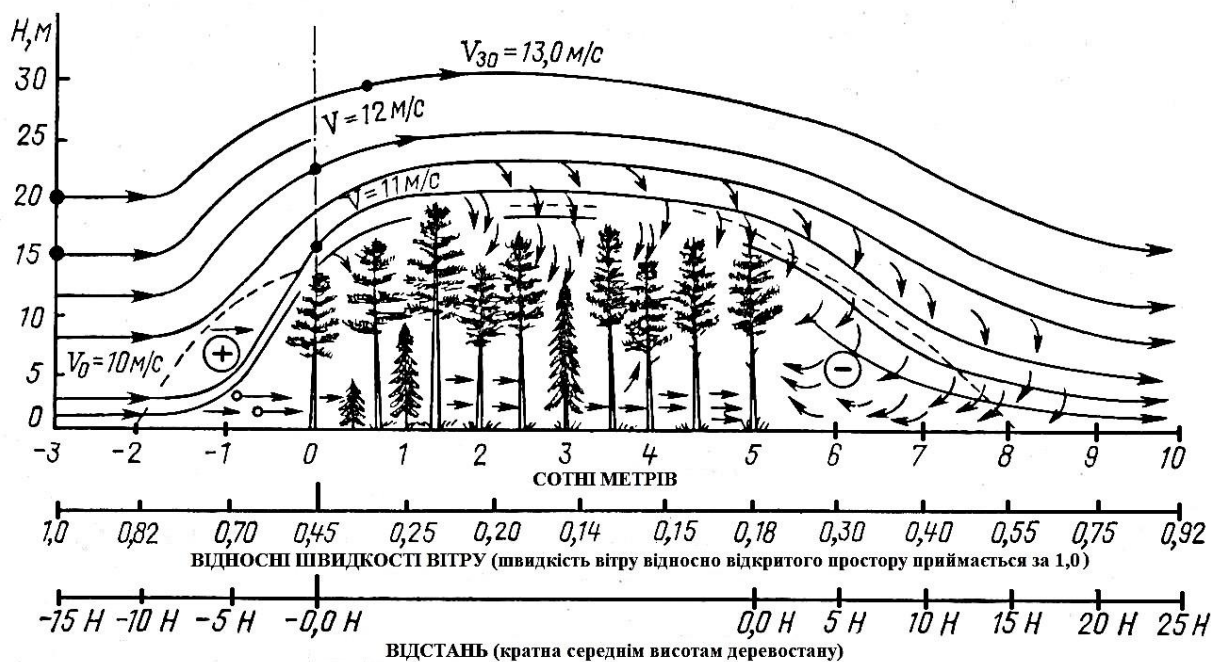


Рис. Розподіл швидкості вітру у насадженні

Ці дані слугують обґрунтуванням відстаней між поперечними лісовими смугами.

Знання розподілу швидкостей вітру в лісі по горизонталі і вертикалі потрібно для з'ясування законів поширення лісових пожеж і боротьби з ними, а також для правильного проектування системи поперечних смуг і вітрозахисних узлісь.

У поперечному лісорозведенні найбільш ефективними, при підвищених швидкостях вітру, є смуги з продувною і ажурною структурою, що забезпечують найбільшу вітрозахисну дію. Щільна структура смуг ефективна при захисті доріг від сніжних і піщаних заметів.

Зменшуючи силу і швидкість вітру, затримуючи сніг на захищених ними відкритими просторами, знижуючи транспірацію сільськогосподарських рослин, захисні лісові смуги сприяють збільшенню рослинної продукції на одиницю площі і підвищують врожай сільськогосподарських культур.

Дерева на узліссі загартовані протидії вітру з молодого віку створюють вітростійку зону, яка оберігає лісовий масив.

Все в узліссі – дерева, їхні стовбури, сучки, гілки і коріння пристосоване для

перенесення бурь: крони густі, сучки товсті, стовбури збіжисті, низькі, кореневі системи глибокі та широкорозгалуджені.

Лісівники високо цінують старовікові узлісся, всіляко оберігають їх навіть тоді, коли в рубку йде вся прилегла до них зона захищених ними стиглих насаджень. У цьому випадку на такі узлісся покладається захисна функція по відношенню до молодого покоління лісу, що з'являється на вирубках.

*Зниження швидкості вітру всередині лісу.* Поведінка вітру в лісі залежить від видового складу і зімкненості деревостану, його висоти із форми. Всередині лісу деревостани з тіневитривалих видів з їх довгими і широкими кронами, значніше знижують швидкість вітру, ніж деревостани з світлолюбних деревних видів з їх вузькими і високопіднятими кронами, при відсутності у них нижнього ярусу. Дані М. С. Нестерова (1960) свідчать, що в складному сосновому насажденні з густим дубовим підростом і підліском з ліщини на відстані 50–55 м від узлісся вітер втрачає половину своєї швидкості (у порівнянні з відкритим простором). У густому 35–38-річному ялиннику втрата швидкості становить близько 90 % вже на перших 30–40 м від узлісся, а у зрідженому одноярусному сосновому деревостані у глибину лісу, навіть на відстань 75 м від узлісся, швидкість вітру в приземному шарі повітря знижується всього лише на 5–6 %.

У лісі сила і швидкість вітру різні на різних рівнях над поверхнею ґрунту. Характер руху повітря в лісі інший, ніж на відкритій рівній поверхні. У лісі більше виражена сила тертя: верхня частина намету є дуже нерівною поверхнею внаслідок неоднакової висоти дерев, різної ширини і густоти крон. Трохи нижче крони щільно змикаються, ще нижче утворюється простір, зайнятий стовбурами дерев і вільними проміжками. Над поверхнею ґрунту розташовані яруси з підросту, підліску та надґрунтового покриву. Все це окремо і в сукупності ускладнює і видозмінює рух повітря у лісі. Найбільш різко швидкість вітру знижується в зоні нижніх ярусів лісу, біля поверхні ґрунту, де вона може знизитися до 1 % швидкості вітру на відкритому просторі.

Верхня частина лісового намету послаблює силу і швидкість вітру в меншій мірі. Його нерівна поверхня сприяє утворенню турбулентних рухів повітря. Так

як ліси за своїм характером дужерізні, то показники швидкості і сили вітру в лісі на різних рівнях суттєво відрізняються в залежності від конкретних умов.

Вітер найсильніше гальмується у межах крон, нижче спостерігається однорідний рух повітря, на поверхні ґрунту швидкість вітру падає до мінімуму. Зміна вітру з висотою залежить і від початкової швидкості вітру. При слабкому вітрі його вплив проявляється тільки в просторі крон. При сильніших вітрах посилення помітне і під кронами. Швидкість вітру залежить також від фенологічного стану дерев, перш за все від їх облиснення: швидкість вітру всередині лісу помітно знижується при повному облисненні.

Таким чином, лісовий намет найсильніше впливає на вітер та повітряний режим у лісі разом із впливом нижніх його ярусів.

Специфічні форми руху вітру характерні для лісових полян, галявин і суцільних вирубок. У літні сонячні дні поверхня ґрунту на галявині і дерева з більш освітленого боку сильніше прогріваються, над галявиною утворюються вихреподібні висхідні потоки повітря, що призводить до радіаційного охолодження ґрунту у безхмарні літні ночі. На галявинах і вирубках при цьому накопичується холодне повітря. Навесні і восени, при невисоких температурах повітря, нічне охолодження на таких відкритих ділянках серед лісу призводить до пізніх весняних і ранніх осінніх заморозків.

Обмеженість глибини проникнення вітру в ліс добре помітна взимку під час паморозі, що покриває лише верхівки дерев густого лісу повністю лісові галявини.

*Лісогосподарське регулювання вітру.* Головну увагу лісівник звертає на захист найбільш вразливих місць лісового масиву, які відкриті до дії вітрів, особливо з боку пануючих вітрів, на стіни лісу, що різко виставлені на простір після рубки, на вітроударні частини рельєфу, відкриті верхні частини схилів і гірські хребти.

### **Запитання для самоперевірки**

1. *Охарактеризуйте абіотичні, біотичні та антропогенні екологічні чинники.*
2. *Дайте визначення омброевапараметричного корелятиву (ОК) або показника Г. М. Висоцького.*
3. *Наведіть вплив сонячної радіації на ліс.*

4. Що Вам відомо про пряму та розсіяну сонячну радіацію ?
5. Проінформуйте про спеціальні захисні пристосування, які виробили в процесі еволюційного розвитку більшість видів деревних рослин ?
6. Як впливає відношення деревних видів-піонерів до світла на їхню здатність заселяти нелісові території ?
7. Від яких чинників залежить вплив світла на ліс ?
8. У якій кількості доходять до земної поверхні ультрафіолетові промені ?
9. На які процеси у лісі впливають ультрафіолетові промені ?
10. У якій кількості доходить до земної поверхні видиме світло ?

## **ТЕМА 3 ЕДАФІЧНІ ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ. ЛІСОВА ТИПОЛОГІЯ**

### **ПЛАН**

1. Ліс ґрунт.
2. Відношення видів деревних рослин до засолення
3. Лісова Типологія

#### ***1. Ліс і ґрунт***

Ґрунт поряд з кліматом – найважливіший едафічний екологічний фактор, який визначає існування лісу. Усередині кліматичного регіону роль ґрунту як фактору підземного середовища є вирішальною. У той же час він становить невід’ємну частину лісу як біогеоценозу або екосистеми. Взаємодіючи з іншими компонентами лісу – деревостаном, його нижніми ярусами, впливаючи на них, ґрунт знаходиться під їх постійним впливом. Ліс, таким чином, можна розглядати і як один із факторів ґрунтоутворення.

У лісівництві доводиться враховувати геологічні умови, зважати на материнську гірську породу, рельєф, його походження, клімато- і ґрунтоутворюючу роль. Через деревостани ліс безпосередньо пов’язаний не тільки з ґрунтовими горизонтами, а й з материнською породою: коріння окремих деревних видів проникають глибоко в ґрунт, виходячи за межі власне ґрунту в класичному його розумінні. Нерідко межею, що визначає глибину поширення деревних коренів в глибину ґрунту, є рівень підґрунтових вод. У природі можна спостерігати приклади поселення і тривалого існування сосни на місці виходів кристалічних порід, де коріння її поширюються по поверхні скель, проникаючи в їх розколини і ростуть при слабкій виразності процесів ґрунтоутворення. Добре

приспосовуються до такої обстановки інші рослинні компоненти – лишайники, мохи, деякі чагарники, що сприяють поступовому утворенню ґрунту і подальшому зміцненню позицій лісу.

Підстилаюча материнська порода може комплексно впливати на склад деревостану і його продуктивність через процеси формування ґрунту з різним рівнем родючості.

Поняття ґрунту в лісовому середовищі набуває більш широкого змісту. Лісовим ґрунтом є товщина ґрунту на всю глибину проникнення коренів дерев – **ризосфера**.

З глибиною, після певної межі, біологічна активність ґрунту та його екологічна роль знижуються. У залежності від кліматичних умов, особливостей материнської породи і рельєфу, складу деревних видів, інших рослинних і тваринних організмів, ці межі активності та роль ґрунту можуть значно змінюватися. Для лісів помірного поясу, особливо у тайговій зоні, вони більш виражені в товщі ґрунту до глибини 1–2,5 м, на темно-сірих лісових суглинистих ґрунтах України – до 5–6 м і більше.

Одна з найбільш характерних особливостей лісового ґрунту – накопичення ним органічної речовини за рахунок лісового опаду та відпаду у вигляді листя, хвої, деревної маси, відмирання інших рослинних і тваринних організмів, що призводить до глибоких змін в ґрунтовому середовищі. Складаючи підземну частину лісу, в якій розміщені коріння рослин та яка є місцем проживання різних організмів, що створюють особливе біогенне середовище, яке характеризується певним водним, сольовим, тепловим і повітряним режимами і забезпечує деревні рослини у лісі водою та елементами живлення, впливаючи на ріст і розвиток деревостану та інших компонентів. Велике значення має глибина ґрунту, потужність кореневого шару, від яких залежить не тільки ґрунтово-гідрологічний режим, а й характер кореневої системи. З ґрунтом пов'язана стійкість дерев, вона дає їм фізичну опору. Ступінь цієї стійкості неоднакова на різних ґрунтах.

Ґрунт впливає на склад насаджень усіх ярусів лісового середовища – від надґрунтового покриву до деревостану. Від нього залежить і розповсюдження

деревних видів у межах їх природного ареалу. При підборі деревних видів з метою лісовирощування часто визначальне значення має їх відношення до родючості ґрунту.

Впливаючи на ріст і розвиток лісу, на його склад і будову, ґрунту значній мірі визначає продуктивність лісу та якість деревини.

Ґрунт також використовується в якості одного з діагностичних і класифікаційних ознак лісової типології [28].

**Вплив рельєфу на ґрунт.** Рельєф впливає на водний і тепловий режими ґрунту. З ним пов'язані перерозподіл атмосферних опадів, які накопичуються у ґрунті, підґрунтових вод, переміщення ґрунтових часток, зміни в потужності і складі ґрунту, теплової енергії тощо. Всі ці зміни впливають на компоненти та показники самого лісу.

Світловий, тепловий і водний режими схилів пов'язані з їх експозицією, що відображається на складі деревостану і його продуктивності.

Локальні зміни в рельєфі відображаються на снігонакопиченні та насиченості вологою ґрунту під час випадання рідких опадів а, отже, і на вмісті вологи в ґрунті. Умови північних і північно-західних схилів більш сприятливі для вирощування лісу, ніж південні або південно-східні, на яких успішно можуть зростати обмежена кількість видів (сосна звичайна і кримська, дуб звичайний тощо).

Крім макро- і мезорельєфу велику роль у житті лісу відіграє і мікрорельєф. Небезпека вижимання морозом молодих деревних рослин найбільш сильно виражена на вологих, важких за механічним складом ґрунтах, приурочених до понижених умов. Але ця небезпека послаблюється або навіть повністю усувається на мікропідвищеннях .

**Властивості ґрунту.** Ґрунт, як природне тіло, складається з трьохосновних складових (елементів): *твердої частини ґрунту* (мінеральні та органічні речовини), *ґрунтового розчину* та *повітря*, яке заповнює пори та пустоти у ґрунті.

Згідно з ученням В. В. Докучаєва [13] ґрунт формується під впливом п'яти

лімітуючих чинників: клімату, материнської гірської породи, рельєфу, рослин і тварин, часу ґрунтоутворення (віку місцевості).

У ґрунтоутворювальному процесі важливі всі фактори, перераховані В. В. Докучаєвим. Крім того, має значення режим зволоження конкретних ділянок, який визначається атмосферними опадами, підґрунтовими водами та паводками. Залежно від поєднань усіх цих факторів утворилася вся різноманітність типів ґрунтів і їх відмінностей, які існують у природі.

Ґрунт, як природне тіло, характеризується наступними показниками:

1. Фізичними властивостями (механічний склад, шпаруватість, об'ємна маса, питома маса, твердість, вологість і ґрунтовий стік, кліматичні та погодні умови).
2. Фізико-хімічними властивостями (вміст гумусу, кислотність, сума ввібраних основ або лужність, засоленість).
3. Агрохімічними властивостями (вміст елементів живлення).
4. Глибиною та доступністю для кореневих систем.

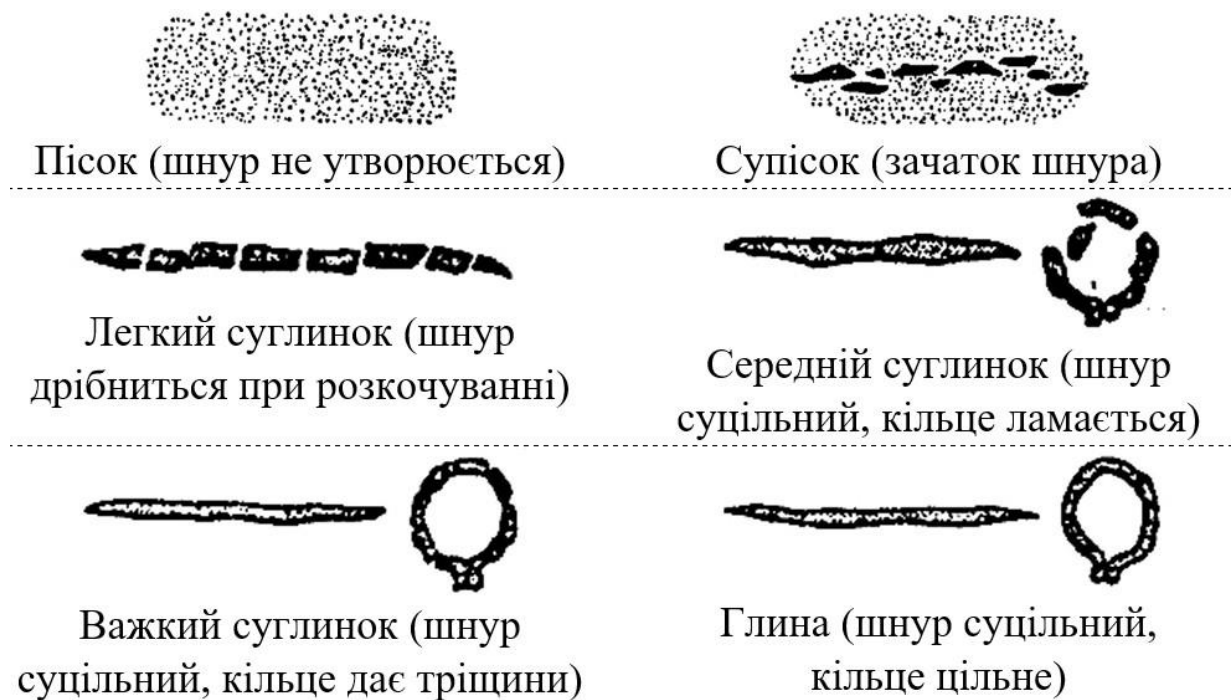
**«Сухий метод»:** суху грудку ґрунту випробовують на дотик, тобто кладуть на долоню і ретельно розтирають пальцями. Чим значніша його частина втирається у шкіру, тим він буде важчим за гранулометричним складом. Також у сухому стані ґрунти з різним гранулометричним складом мають різну міцність грудки на розрив чи роздавлювання. Легкі ґрунти слабозв'язані і роздавлюються невеликим зусиллям пальців, а суглинкові – добре зв'язані, і грудка роздавлюється із значним зусиллям. А у глинистих ґрунтів, особливо у сухому стані, грудку практично неможливо роздавити.

**«Мокрий метод»:** зразок ґрунту (5–6 г) розмочують до тістоподібного стану, при якому він матиме найбільшу пластичність. Добре розім'ятий і перемішаний у руках ґрунт розкачують на долоні в шнур товщиною близько 5 мм, з якого потім роблять кільце навколо пальця діаметром до 5 см. Залежно від гранулометричного складу ґрунту шнур при розкачуванні набуде різного вигляду (рис.1) [1]. Мокрий польовий метод, за його ретельного застосування, дає результати, близькі до лабораторного аналізу.

*Роль кисню у ґрунті.* Коріння дерев, розвиваючись у ґрунті, мають потребу в кисні для свого дихання. Кисень потрапляє в ґрунт трьома шляхами: в результаті дифузії газів він проникає з повітрям в пори ґрунту та воду; заноситься стоками підґрунтових вод, а також в розчиненому вигляді проникає з дощовою водою.

Споживачами кисню в ґрунті є не тільки коріння рослин, а й нижчі тварини та всі аеробні бактерії.

Найкращі умови аерації створюються на піщаних і супіщаних ґрунтах з рівнем підґрунтових вод нижче 0,6–1 м, гірші – на глинистих ґрунтах через їх меншу шпаруватість. У ґрунтах з близьким заляганням підґрунтових вод (10–20 см) кисню міститься значно менше, тому у дерев розвиваються поверхневі кореневі системи, малостійкі проти дії вітру, такі насадження характеризуються невисокою продуктивністю – III–V класу бонітету.



*Рис. Визначення гранулометричного складу ґрунту «мокрим» методом*

Цікавим є вміст кисню у воді проточних заболочених ділянок і боліт, де зростають чорновільхові деревостани I–II класів бонітету, де прослідковується наявність кисню на глибині 0,3–0,4 м, що пояснюється виносом відходів життєдіяльності коренів рослин (у першу чергу накопичення вуглекислоти)

проточною водою.

**Фізико-хімічні властивості ґрунту** (вміст гумусу, кислотність, сума ввібраних основ або лужність, засоленість). Опале протягом року листя, хвоя, гілки, сучки, плоди та інші залишки лісової рослинності складають лісовий опад. Це найбільш багаті зольними речовинами і азотом частини рослин. Опад – основний матеріал для утворення лісової підстилки, яка трансформується в гумус. Від його кількості, складу, часу і умов навколишнього середовища залежать ґрунтоутворювальні процеси та формування лісового ґрунту.

Баланс лісової підстилки визначається співвідношенням надходжень у вигляді опаду і витрат у результаті її розкладання та виражається різними величинами залежно від географічних умов і характеру лісу.

У складі опаду мають значення його морфологічні і хімічні (що визначають кислотність ґрунту) особливості та властивості. Хвоя ялини, внаслідок її одиночного розташування, при опаданні щільно прилягає одна до одної і утворює щільний шар з утрудненою аерацією. Хвоя сосни, морфологічно представлена пучками, простилається більш пухким шаром, в якому є вільні проміжки для доступу повітря. Березове листя при опаданні скручується і утворює пухкий шар, де створюються аеробні умови, що сприяють покращенню розкладання опаду і лісової підстилки. Розкладання хвойної підстилки (за винятком модрини) ускладнюється смолистістю хвої, наявністю воскового нальоту на ній. У мішаних хвойно-листяних деревостанах процес розкладання опаду і підстилки проходить швидше, ніж в чистих ялинових або соснових деревостанах.

Із зовнішніх умов найбільше значення мають повітряний режим підстилки, волога, температура і спільна діяльність мікроорганізмів. Анаеробні процеси розкладання опаду і підстилки призводять до руйнування целюлози і нагромадження лігніну. Волога і температура при їх різних співвідношеннях можуть то прискорювати то уповільнювати процеси розкладання і мінералізації.

При низьких температурах і високому зволоженні підстилки, обмеженому доступі кисню послаблюється життєдіяльність тварин і мікроорганізмів, внаслідок цього сповільнюється процес розкладання підстилки, відбувається її накопичення

і оторфовування. У протилежних умовах відбувається швидка мінералізація опаду. В обох цих випадках створюється несприятлива обстановка для лісу, особливо для відновлення і росту головного компонента – деревостану. Оптимальні умови утворення підстилки з її сприятливими для лісу властивостями створюються між цими крайніми умовами [13, 15].

У результаті всіх цих факторів, а також впливу материнської гірської породи і ґрунту в різних лісах утворюються різні типи підстилок і гумусу, що утворюється цими типами лісових підстилок.

Розрізняють три типи лісового гумусу за Р. Мюллером [169, 270]:

**1. Муль** – м'який гумус, що утворюється при швидкому розкладанні опаду широколистяних деревних видів і чагарників роду в'яз, ясен, граб, липа, бузина, ліщина тощо, особливо в мішаних деревостанах в оптимальних гідротермічних умовах. Опад в цих умовах не створює типової лісової підстилки, так як до моменту листопаду в поточному році на ґрунті залишається лише невелика частина опаду попередньої осені, головним чином, листкові черешки і жилки, рештки плодів. У розкладанні приймають участь численні представники ґрунтової мезофауни, особливо дощові черв'яки, що перемішують опад з мінеральними шарами ґрунту і численна мікрофлора. У складі останньої переважають бактерії, базидіальні гриби та актиноміцети.

**Модер** – перехідний тип гумусу, поширений в більш континентальному кліматі під наметом деревостанів із листяних видів, особливо в насадженнях з дуба звичайного і бука лісового, або в мішаних хвойно-листяних деревостанах. Тут уже формується стійка лісова підстилка, що свідчить про триваліший процес розкладання опаду. Потужність підстилки 3–7 см відповідає коефіцієнту розкладення підстилки рівному 2–5. Модер ділиться на наступні три шари:

У процесах розкладання опаду у цьому типі беруть участь численні представники ґрунтової мезофауни, але з меншою часткою участі дощових черв'яків, ніж у попередньому типі. Інший характер має також і склад мікрофлори, в якому гриби переважають над бактеріями. Реакція ґрунту слабокисла (рН 5,0–6,5). Обмін речовин між деревостаном і ґрунтом

уповільнений.

Накопичується грубий гумус внаслідок переважання в ньому грубого опаду, багатого смолами і дубильними речовинами (хвоя, листя дуба, бука та інших видів), що розкладається повільно, так як грубі рослинні тканини багаті антибіотиками та гальмують діяльність мікрофлори. Мезофауна малочисельна, представлена головним чином комахами. Бактеріальна флора бідна. З грибів переважають пеніцилові, мукорні і непродуктивні гуміфікатори, які більшу частину засвоєваних рослинних речовин витрачають на побудову власних органів.

Одна з причин повільного розкладання грубого гумусу – бідність опаду хвойних видів зольними речовинами і азотом. Кисла реакція грубого гумусу (рН 3,0–5,0) сприяє розростанню суцільного ярусу блискучих мохів (*Pleurozium*, *Hypnum*, *Dicranum*, *Hylocomium* тощо) і зозулиного льону (*Polytrichum commune*, *P. formosum*), що є торфоутворювачем. Безпосередньо під грубим гумусом формується білястий підзолистий горизонт, а нижче нього – бурий. У лісах з цим типом гумусу відсутній типовий дерновий (перегнійно- акумулятивний) горизонт і під підстилкою відразу ж формується підзолистий горизонт. Обмін речовин між деревостаном і ґрунтом повільний, що негативно впливає на продуктивність лісу.

**Хімічний склад гумусу.** Муль характеризується переважанням гумінових кислот, насичених кальцієм і відносно невеликою кількістю фульвокислот. При переході від модеру до грубого гумусу кількість гумінових кислот зменшується, а фульвокислот збільшується. Відповідно до цього змінюється хімічний і кількісний склад гумусу, тобто спостерігається зменшення азоту та збільшення вмісту вуглецю при переході від м'якого гумусу до грубого. Це має важливе значення для мінералізації азотовмісних органічних речовин, амоніфікації і особливо нітрифікації. У гумусі типу «муль» ці процеси активніші, в результаті чого нагромаджується багато амонійних солей, нітритів і нітратів.

Органічні речовини в різних кількостях і з різною швидкістю надходять у ґрунт у вигляді розчинів, що включають гумусові та інші речовини. Зонном С. В. (1954) наведений поділ лісових підстилок на основі співвідношення гумінових

кислот до фульвокислот.

*Фульватне* розкладання підстилок характерне для лісотундрових і північнотайгових лісів, *гуматно-фульватне* – для південнотайгових, *фульватно-гуматне* – для хвойно-широколистяних і *гуматне* – для лісостепових і степових лісів.

## 2. Відношення деревних рослин до засолення та солонцюватості ґрунту.

Рослини, що зростають на *засолених* ґрунтах називаються *галофітами*. Більшість деревних і чагарникових видів до засолення ґрунту, особливо хлоридами і сульфатами, відносяться негативно. Солевитривалість деревних видів наводить у своїй шкалі П. С. Погребняк (1968) у порядку зменшення їх солевитривалості.

Таблиця

Відношення видів деревних рослин до засолення

Групи деревних видів	Види деревних рослин
Солевитривалі	Саксаул чорний, тамарикс (дрібноквітковий, гіллястий, галузистий, чотирьохтичинковий), маслинка вузьколиста та срібнолиста, обліпіха звичайна, гледичія триколючкова, береза киргизька, деякі види роду тополя (особливо з секції туранги: тополя євфратська, тополя подуболиста, тополя сиза), верба біла, в'яз дрібнолистий, клени татарський, польовий і ясенелистий, айлант найвищий, ялівець козацький, сосни ельдарська та чорна, приморські сосни, софора японська, робінія псевдоакація, в'яз шорсткий, груша дика, дуб звичайний (рання форма), шовковиця, ясен зелений, деякі форми сосни звичайної

*Солонцюватість ґрунту* пов'язана з наявністю обмінного натрію і характеризується *лужною реакцією*. При цьому може утворюватися сода, що токсична для коренів. Від ступеня солонцюватості залежить життєдіяльність деревних видів, їх виживання та ріст. На слабосолонцюватих ґрунтах дуб зростає за III класом бонітету, на солодо-солонцюватих – за IV класом бонітету, на

солодових солонцях

Підбір асортименту солестійких видів має велике значення при створенні полезахисних та інших насаджень в аридних областях з засоленими ґрунтами, в районах зрошуваного землеробства. Проблема ускладнюється ще й явищами вторинного засолення ґрунтів, яка нерідко спостерігається на зрошуваних ділянках (при підйомі ґрунтових вод тощо).

До агротехнічних заходів боротьби відносяться:

1. Внесення органічних добрив.
2. Гіпсування солонцюватих ґрунтів.
3. Посадка деревних насаджень уздовж постійних водоканалів, коріння яких поглинають частину фільтрованої води, дотримання оптимальної густоти стояння рослин.

**Кислотність та лужність ґрунту.** У більшості випадків при поступовому розкладанні свіжого опаду його реакція наближається до нейтральної (рН 7,0) [1].

Таблиця

#### Характеристика кислотно-лужної реакції ґрунту

Реакція ґрунту	рН
Сильнокисла	< 4,0
Кисла	4,1–5,0
Слабокисла	5,1–6,0
Нейтральна	6,1–7,0
Лужна	> 7,0

Тому, наприклад, свіжий осінній опад граба, маючи кислу реакцію (рН 4,9), набуває до осені наступного року нейтральної реакції (рН 6,9), сосна відповідно 5,9 і 6,8. Найбільша кількість кислотних одиниць виділяється свіжим опадом листяних видів, який у наступні роки мінералізації змінює реакцію ґрунту до нейтральної.

Найбільшими підкислювачами (ацидифікаторами) є клени, граб звичайний,

скупція шкіряста; найбільшими нейтралізаторами кислотності ґрунту – чагарникові види, бархат амурський, в'язові.

Якщо під наметом листяних видів кислотність ґрунту нейтралізується внаслідок перегнивання двох- трирічної підстилки, то під наметом хвойних видів, де утворюється грубий підкислений гумус, що повільно розкладається, поселяються найбільш інтенсивні окислювачі ґрунту – пеніцилові і мукові гриби, які забезпечують кислу реакцію ґрунту. Тому, домішка листяних видів разом із модриною, у залежності від сезону року, можуть виступати і як окислювачі, так і як нейтралізатори кислої реакції ґрунту.

Фактором, що сприяє наростанню кислотності ґрунтів також є поглинання деревами з ґрунту лужних катіонів, особливо кальцію, принаймні для бідних субстратів (типу піщаних ґрунтів) цей фактор має істотне значення.

Ацидифільність деревних видів наводить у своїй шкалі П. С. Погребняк (1968) (табл.) у порядку зменшення їх стійкості .

Таблиця

**Відношення видів деревних рослин до кислої реакції ґрунту**

Групи деревних видів	Види деревних рослин
Ацидифіли (стійкі до кислої реакції ґрунту)	Ялина європейська, сосна звичайна, сосна кедрова сибірська, ялиця біла, модрина європейська та сибірська, береза повисла, тополя тремтяча, горобина звичайна, каштан їстівний, граб звичайний, азалія, рододендрони
Алкалифіли (відносно стійкі до лужної реакції ґрунту солонцюватості)	Тамарикс (дрібноквітковий, гіллястий, галузистий, чотирьохтичковий), робінія псевдоакація, груша дика. в'яз ташорсткий, дуб звичайний (рання форма)

У районах зі значними забрудненнями атмосфери шкідливими домішками промислового виробництва, які надходять разом з опадами у ґрунт і містять сірку, хлор, оксиди азоту, утворюють вільні сильно дисоціюючі кислоти – сірчисту,

сірчану, соляну, азотну тощо. У цих випадках реакція ґрунтового розчину досягає рН 2,5, що призводить до відмирання деревних рослин.

**Агрохімічні властивості ґрунту** (вміст елементів живлення). Для забезпечення фізіологічних процесів рослинам необхідні ряд хімічних елементів і речовин. Частина з них потрібна у значних кількостях, тому їх називають макроелементами. Це – *азот, фосфор, калій, кальцій, магній та сірка*. Ті елементи, які потрібні рослинам у менших кількостях, називають мікроелементами. До них відносять: *залізо, марганець, цинк, мідь, бор, молібден* та ін. Усі з названих елементів є життєво необхідними для рослин.

**Азот** засвоюється рослинами у вигляді амонійного та нітратного іонів. Поглинутий рослинами амонійний азот перетворюється в азотовмісні органічні речовини, а нітратний, навпаки, відновлюється до аміаку. Азот обумовлює ріст рослин, забезпечує протікання усіх важливих фізіологічних процесів у рослинних організмах. Нестача азоту негативно впливає на фотосинтез, послаблюється перехід сонячної енергії до енергії хімічних зв'язків тощо. Взагалі вміст хлорофілу у листі залежить від вмісту в них азоту. Азот у рослинах досить рухомий і переміщується до місць його споживання.

**Фосфор** входить до найважливіших речовин із яких складаються мембрани клітин, до нуклеїнових кислот, які передають спадкову інформацію. Без фосфору не утворюються сполуки, які мають запас енергії. Нестача фосфору сповільнює асиміляцію вуглекислого газу. Недостатнє фосфорне живлення призводить до гальмування синтезу амінокислот і протеїнів.

**Калій** у рослинах перебуває в іонній формі. Він впливає на інтенсивність асиміляції вуглекислого газу, дозволяє рослинам зберігати воду, регулюючи роботу продохів. Забезпеченість рослин калієм підвищує їх морозостійкість. Він сприяє кращому використанню заліза при синтезі хлорофілу.

**Магній** надходить до клітинного соку в іонній формі. Як складова частина хлорофілу впливає на фотосинтез. При його нестачі знижується асиміляція вуглекислого газу, менше утворюється вуглеводів. Велике значення має магній для роботи ферментів у клітинах.

**Сірка** має велике значення для фотосинтезу, її нестача призводить до зменшення кількості хлорофілу у листі, до призупинення синтезу білків, що викликає накопичення розчинних азотних сполук і вуглеводів. Сірка впливає на процес дихання через ферменти, до складу яких вона входить.

**Залізо** досить сильно впливає на синтез хлорофілу, але механізм цього впливу ще недостатньо вивчений. Через ферменти, до складу яких входить залізо, відбуваються окисно-відновні реакції.

**Марганець** підвищує активність ферментних систем, він активний антоціану, перетвореннях вуглеводів каталізатор, його відсутність знижує фотосинтез у 3–4 рази. **Мідь** надає стабільності хлорофілу, захищаючи хлоропласти від передчасного руйнування, виступає як каталізатор у біологічних окислювальних процесах. Мідь підсилює дихання, приймає участь у синтезі і білків.

**Цинк.** При його нестачі у рослинах спостерігається помітне зниження інтенсивності фотосинтезу. Сильна нестача призводить до деформування листя, гальмування їх росту. Цинк підвищує стійкість рослин до спеки, посухи, холоду, морозів, а також до ураження грибними і бактеріальними хворобами.

**Молібден** приймає участь в азотному живленні, відновлюючи нітрати, він захищає рослини від токсичної дії рухомого алюмінію на кислих ґрунтах.

**Бор** позитивно впливає на процеси дихання і фотосинтезу, сприяє переміщенню та накопиченню вуглеводів. Нестача бору викликає відмирання точок росту, порушення тканин стебел, коренів, погіршення утворення плодів.

**Кобальт** підвищує активність ферментів. **Фтор** поліпшує живлення рослин. **Ванадій** впливає на дихання рослин.

**Літій** позитивно впливає на роботу хлоропластів, підвищує стійкість рослин до хвороб.

**Йод** приймає участь в окислювально-відновлювальних реакціях. Внесення йодистих добрив активізує обмін речовин та посилює ріст рослин.

**Рутеній** позитивно впливає на процеси фіксації атмосферного азоту за допомогою азотфіксуючих бактерій.

Вмістом елементів живлення у ґрунті та відношення деревних видів до наявності сполук окремих елементів живлення тісно займався П. С. Погребняк (1968). Результати своєї праці він наводить у шкалі (табл.) [16].

Лісовим насадженням необхідна менша кількість поживних мінеральних речовин у ґрунті для нормального їх росту та розвитку, порівняно з сільськогосподарськими культурами, оскільки зі щорічним опадом у ґрунт повертається значна частина спожитих елементів живлення.

Таблиця

**Відношення видів деревних рослин до наявності у ґрунті сполук окремих елементів живлення**

Групи деревних видів	Види деревних рослин
Кальцієфіли	В'яз шорсткий, робінія псевдоакація, сосна кримська, бирючина звичайна, айлант найвищий, скумпія шкіряста
Нітрофіли	В'яз шорсткий, різні види тополь, деревовидні верби, черемха звичайна, бузина чорна та червона, бруслина європейська
Нітрофосфорофіли	Ясен звичайний, в'яз гладкий, різні види тополь, липа серцелиста, дуб звичайний
Калієфосфорофіли	Каштан їстівний, клен татарський, граб звичайний, бук лісовий, вишня пташина (черешня), береза повисла, модрина європейська, ялиця біла, ялина звичайна
Азотозбирачі	Робінія псевдоакація, карагана деревовидна, вільха чорна та сіра, софора японська, акація піщана, маслинка вузьколиста, обліпіха звичайна, аморфа кущова, чагарники з родини бобових

**Кореневі системи. Глибина ґрунту та його доступність для корневих систем.** Подібно до того, як в надземному середовищі (стромосфері) дерева

створюють значну поверхню асиміляційних органів, розвивають крону з пагонами і листям, які поглинають вуглекислоту і сонячну енергію, в ґрунті (ризосфері) вони утворюють розгалужену систему підземних органів – кореневі системи. Найважливіші функції корневих систем полягають у наступному:

1. За допомогою коренів рослини, особливо деревні, закріплюються у ґрунті, отримують дуже важливу для них механічну стійкість, без якої вони були б повалені першим поривом вітру. Міцному закріпленню дерев у ґрунті, їх якіюванню, допомагають як горизонтальні, так і вертикальні корені.

2. Вступаючи в тісний зв'язок з ґрунтом, дерева розвивають у ньому велике і дрібне коріння. Дрібні корені, головним чином, їх усмоктуючі і ростові закінчення, поглинають вологу з ґрунту з розчиненими в ній поживними речовинами: сполуками азоту, сірки, фосфору, калію, кальцію, магнію, заліза, хлору та інших елементів, у тому числі і мікроелементів – марганцю, бору, міді, цинку, кобальту тощо.

3. У коренях відбувається ряд важливих процесів хемосинтезу, в них відкладаються запасні поживні речовини. Вони – джерело кореневого тиску, що сприяє подачі води в стовбур і крону.

4. За допомогою екзосмосу коріння виділяє в ґрунт значну кількість вуглеводів, органічних кислот, азотовмісних органічних речовин, що відіграють роль поживного та енергетичного середовища для ґрунтових мікроорганізмів. У зоні життєдіяльності корневих систем створюється «мікробна ризосфера», де зосереджуються до 90– 95 % ґрунтових мікроорганізмів. Елементи життєдіяльності корневих систем і мертві рештки трав'янистих рослин і мікробів, у тому числі і дрібного коріння деревних рослин, утворюють одне з важливих джерел мінерального живлення – ґрунтовий гумус.

5. Коріння бере найактивнішу участь у збагаченні ґрунту елементами живлення, забираючи їх з глибоких його горизонтів і материнської породи. Ці елементи надходять з коренів у листя яке, опадаючи на ґрунт, збагачує його азотом, зольними елементами і органічною речовиною.

За морфологічними ознаками корені лісових деревних рослин поділяють на

горизонтальні, вертикальні, косовертикальні, стрижневі, якірні, провідні та усмоктуючі, а серед останніх виділяють *ростові та поглинаючі*.

Деревні види за типами кореневих систем класифікують на глибококореневі, перехідного та поверхневого укорінення. При цьому найбільш загальна характерна риса – наявність або відсутність стрижневого кореня не має істотного значення ні для фізіологічної характеристики деревного виду, ні для його механічної стійкості. Справа в тому, що стрижневий корінь притаманний майже всім деревним видам і, навіть, чагарникам у перші роки життя.

Особливо глибоко на першому році життя розвивають стрижневий корінь деревні види, у яких насіння має великий ендосперм – рослини роду дуб, горіх, ліщина, каштан. У стиглому та перестійному віці стрижневий корінь зберігають тільки деревні види роду дуб, сосна, модрина, липа і то на потужних і рихлих ґрунтах, при глибокому заляганні рівня підґрунтових вод.

Роль стрижневого кореня з віком зменшується, стає незначною у порівнянні зі значенням численних бічних вертикальних і косовертикальних та якірних коренів. Останні можуть заглиблюватися часто глибше стрижневого кореня і, що особливо важливо для механічної стійкості дерев, розташовуються від основи стовбура по горизонталі далі, ніж стрижневий корінь. Отже, з усіх поглиблюючих коренів, якірні представлені в найбільшій кількості.

Якірні корені виконують найважливішу функцію постачання дерев вологою і поживними речовинами з ґрунту, особливо в жарку і посушливу пору літа, коли доступна волога у верхніх горизонтах ґрунту вичерпується.

1. **Глибококореневі** – дуб звичайний, модрина європейська, липа серцелиста, тополі (чорна, біла, пірамідальна) айлант найвищий, робінія псевдоакація, горіх волоський, гіркокаштан звичайний.

2. **Перехідного укорінення** – бук лісовий, береза повисла, тополя тремтяча, деревовидні верби, гледичія триколючкова, деревні види з роду в'яз, клен псевдоплатановий, клен гостролистий, вільха чорна та сіра, сосна звичайна, ялиця біла, псевдотсуга Мензіса (дугласія), яблуня лісова, груша дика, черешня.

3. **Поверхневого укорінення** – ясен звичайний, ялина європейська, клен

польовий, горобина звичайна, черемха звичайна, чагарники.

У деревних видів першої групи вертикальні корені при сприятливих умовах проникають на значну глибину: у дуба звичайного до 10 м, тополі чорної до 6 м і це, можливо, не є межею. Значна глибина проникнення коренів цих видів обумовлена властивою їм силою росту і здатністю долати опір щільних горизонтів ґрунту і підґрунтя. Однак, навіть ці види розміщують у верхньому ґрунтовому горизонті, під підстилкою, не менше 35–40 % своїх всмоктуючих коренів і близько 50 %, у більшості випадків, тополя біла та пірамідальна, горіх волоський, гіркокаштан звичайний. Ще більшою мірою ця особливість властива другій, перехідній, групі. У поверхневому (0–20 см) горизонті ґрунту у них розташовано від 50 до 75 % дрібних всмоктуючих коренів.

Що ж стосується групи деревних видів поверхневого укорінення, то їх корінням недоступні глибини більше 2–2,5 м. Більшість цих видів, навіть у найсприятливіших умовах чорноземів і лісостепових ґрунтів, що утворилися на рихлому лесі, не поширюють своє коріння глибше 1 м. У верхньому горизонті, під підстилкою, у них знаходиться понад 75 % всмоктуючих коренів, а у ялини європейської, ясена звичайного і чагарників – до 90–95 %.

Слід окремо розглянути здатність коренів розростатися у горизонтальному напрямі. Таку здатність мають, головним чином, дерева другої, особливо третьої групи. Наприклад, у багатьох чагарників коріння простягається на відстань, рівну 5–10 радіусів проєкцій крон, у ясена звичайного в молодому віці – на 4–5 радіусів, у стиглому віці – на 2–3 радіусів, у ялини європейської – на 2–3 радіусів, у сосни в молодому віці – на 4–5 радіусів, у стиглому віці – на 1,5–2 радіуса проєкції крони. Подібними ж властивостями володіють коренепаросткові види: тополя срібляста та тремтяча, ясен звичайний, робінія псевдоакація, вільха сіра тощо. У останніх дальність розростання коренів в горизонтальному напрямку посилюється внаслідок переходу периферичних коренів на самостійне вуглецеве харчування за допомогою кореневих паростків – надземних пагонів, що виникають на горизонтальних поверхневих коренях.

Зі сказаного випливає, що у всіх лісових деревних видів найбільша кількість

усмоктуючих коренів знаходиться у верхньому шарі ґрунту. Якщо це цілком зрозуміло для видів третьої групи і більш-менш – для видів другої групи, то як же тоді можна уявити собі густі, заповнені дрібними усмоктуючими коріннями верхні горизонти ґрунту під дубом звичайним? У звичайних умовах дуб не утворює горизонтальних коренів, а лише якірні, що розходяться розеткою навколо стрижневого кореня і заглиблюються у ґрунт під кутом 17–22 ° до горизонту. Але численні розкопки показали, що заглиблюючись у ґрунт під косим кутом коріння дуба звичайного і бука лісового дають відгалуження, що ростуть вгору і закінчують свій ріст у поверхневому ґрунтовому шарі у вигляді «бороди» мичкуватих коренів [19].

Така різка схильність зосереджувати всмоктуючі корені у верхньому ґрунтовому горизонті виникає у лісі внаслідок того, що лісова підстилка, покриваючи ґрунт, захищає його від температурних відхилень і швидкого висихання. У той же час вона є джерелом поживних речовин, що утворюються в процесі її мінералізації. Велику роль відіграє суттєва обставина, що верхній шар лісового ґрунту має найкращі фізичні властивості, в тому числі найкращу аерацію і, нарешті, він розташований на межі, через яку в ґрунт надходять атмосферна волога, повітря і легкодоступні поживні речовини.

Верхній горизонт ґрунту в лісі, що носить у ґрунтознавців назву перегнійно-аккумулятивного (A1), зосереджує в собі максимальну кількість азоту, рухомих сполук кальцію, магнію, калію, фосфору, сірки, кремнію і мікроелементів, максимальну кількість мікрофлори і ґрунтової фауни, має найвищу шпаруватість і водопроникність. У багатьох піщаних лісових ґрунтах в цьому горизонті зосереджено майже весь запас рухомих поживних елементів.

**Потужність ґрунту.** Великий вплив на глибину поширення корневих систем має потужність ґрунту. Від цього значною мірою залежить родючість лісових ґрунтів. Рослини, особливо деревні, потребують того, щоб ґрунтовий субстрат давав можливість глибоко вкорінюватися рослинам і забезпечував би вологою і поживними речовинами. Потужність ґрунту відображається на складі лісу, його продуктивності, біологічній стійкості та інших властивостях.

З лісівничої точки зору уявлення про потужність ґрунту є тотожним з поняттям «коренедоступна товща ґрунту» або «ризосфера».

Обмежувачами потужності ґрунту (його коренедоступній товщі –ризосфері) найчастіше виступають:

1. Тверді, скельні гірські породи, щільні суглинки і глини, що є механічною перешкодою для росту коренів у глибину.

2. Водоносні горизонти, в яких встановлюється анаеробний режим.

Є деревні види, ростове коріння яких не має значної механічної сили, щоб долати щільні ґрунтові горизонти. До них відносяться більшість хвойних видів, клени звичайний та псевдоплатановий і ясен звичайний. Для них в якості обмежувачів ризосфери виступають щільні суглинки і глини, злежалі нижні горизонти пісків, що знаходяться під тиском верхніх шарів ґрунту. Непрохідні для коренів і гірські породи без вертикальних тріщин, через які корені могли б рости вниз без якого небудь значного механічного опору.

Щілини та тріщини в щільних ґрунтах є вільними шляхами для росту коренів. При постійному існуванні лісу у вигляді ряду поколінь, що розширюють первинні вертикальні тріщини глинистих порід, перетворюючи їх у кореневі ходи, спостерігається використання їх наступним поколінням лісу.

Початкова система тріщин у ґрунті і породі називається *ґрунтовою архітектонікою*, а система корневих ходів – *ризотектонікою*. Остання має велике значення для глибинного розростання коренів деревних видів. Ризотектоніка зберігається у всіх випадках, коли коріння молодого покоління лісу заселяють порожнечі, що звільняються від коренів після відмирання (або рубки) попереднього покоління лісу. Дуже часто в мішаних насадженнях коріння сусідніх дерев різних видів проходять одними і тими ж корневими ходами, тісно переплітаючись між собою. Це свідчить про те, що кореневі ходи – єдині шляхи для росту коренів у глибину.

Загальне правило таке: чим глибше залягає більш глиниста порода, тим менше її значення в постачанні лісу поживних речовин. Наприклад, діброви зазвичай займають суглинкові ґрунти, але іноді вони зустрічаються на пісках,

якщо суглинок залягає не глибше 50–60 см.

Механічний склад має не менш важливе значення також і для режиму вологості ґрунтів. Наприклад нанос піску на глину, якщо материнська порода залягає глибше 75 см, збільшує рівень вологості ґрунту; у протилежному випадку (глина на піску) – створюються сухі умови місцеоселення. Прошарок глини в піску нижче 75 см має зволожуючий ефект, вище 75 см – йде зменшення кількості вологи .

**Потреба деревних видів у поживних речовинах. Відношення деревних видів до родючості ґрунту.** Ґрунт є джерелом азоту і зольних елементів для рослин. Про потребу окремих видів рослин в поживних елементах судять на основі хімічного аналізу рослин.

Найбільш збагачені азотом і зольними елементами листя і тонкі гілки дерев. Потім йдуть великі гілки, кора стовбурів і найменшу кількість зольних елементів містить деревина стовбурів. Кількість зольних елементів у сосновій хвої в 1,5–2 рази більша, ніж в її річному деревному прирості. У 30-річного ясена звичайного золи в листі в 52 рази більше, ніж в річному прирості деревини. Це і зрозуміло, так як листя є найважливішим органом рослини, де відбувається фото- і хемосинтез речовин за участю азоту і зольних елементів, що надходять в листя з ґрунту.

Морозов Г. Ф. (1924) підкреслював, що робінія псевдоакація, займаючи перше місце в шкалі, не є мегатрофом, усупереч її високої зольності, так як задовільно зростає на бідних субстратах – пісках, глинистих сланцях тощо. А сосна Веймута, що займає останнє місце в шкалі та є дуже бідною на зольні елементи, не є оліготрофом і не може зростати на таких бідних пісках, де зростає, наприклад, сосна звичайна, бо відноситься до мезотрофів.

**Потреба** – це та кількість азоту і зольних елементів, яку отримує деревний вид із ґрунту в конкретному віці у певних типах лісорослинних умов. При неможливості отримати ту норму, що відповідає потребам даного деревного виду, знижується продуктивність деревостанів.

**Вибагливість** – це спроможність деревного виду отримати необхідні

речовини з ґрунту. Дуже вибагливі види здатні рости тільки на родючих ґрунтах.

Як видно на прикладі робінії псевдоакації та сосни Веймута, деревні види не мають однакової здатності отримувати з ґрунту необхідні їм елементи. Причини цього явища різні. Одні деревні види можуть використовувати тільки легкодоступні (легкорозчинні) поживні речовини. Такі види, як ялина європейська та ясен звичайний, мають хоч і розвинену, але занадто поверхневу кореневу систему, що знижує використання ними поживних речовин нижніх горизонтів ґрунту. Інші деревні види мають слаборозвинену, екстенсивну кореневу систему і не можуть використовувати ризосферу в такій мірі, як це властиво деревним видам з широко розгалуженою кореневою системою.

### **Симбіотичне живлення деревних рослин. Роль азотозбирачів у лісі.**

**Симбіоз** – взаємодія й співіснування різних біологічних видів в екосистемі.

У лісовому ґрунтовому середовищі міцелій грибів утворює на коренях деревних рослин так звану мікоризу або грибокорінь – це симбіотичне співжиття шапинкових грибів з корінням вищих рослин.

Розрізняють ендотрофну, ектотрофну та ектоендотрофну мікоризу.

**Ендотрофна** (внутрішня) мікориза характерна тим, що міцелій гриба розростається у міжклітинних просторах та клітинах тканин кореня.

**Ектотрофна** (зовнішня) мікориза утворюється навколо всмоктуючих коренів унаслідок щільного переплетення їх гіфами гриба. Цей тип мікоризи є найхарактернішим для більшості деревних видів, особливо, коли насадження зростають на добре гумусованих ґрунтах, а мікоризу утворюють, в основному, шапкові гриби – білий, підберезовик, підосичник, маслюк, ріжок, хрящ-молочник, мухомор, сиріжка тощо.

Вищим рослинам, у тому числі і деревним та кущовим, властива **мікотрофність** – це їх спроможність здійснювати живлення за участю грибів мікоризоутворювачів.

За мікотрофністю деревні рослини поділяють на наступні групи:

1. **Облігатні мікотрофи** – успішно зростають і розвиваються тільки за наявності мікоризи (сосна звичайна, модрина європейська, ялина звичайна, ялиця

біла, дуб звичайний, бук лісовий).

2. **Факультативні мікотрофи** – успішно зростають і розвиваються як за участі мікориза, так і без неї (береза повисла, тополя тремтяча, глід одноматочковий, бузина чорна та червона), але в умовах лісового насадження вони, як правило, постійно утворюють мікоризу.

3. **Автотрофи** – успішно зростають і розвиваються без участі мікоризи (ясен звичайний, в'яз шорсткий та гладкий, деякі чагарники). **Симбіотичне зв'язування атмосферного азоту.** Більшість видів деревних рослин не здатні використовувати газоподібний азот для свого живлення.

Винятково велике значення мають бобові рослини та інші азотозбирачі в кругообігу азоту в лісових насадженнях. У лісових ґрунтах мало поширений найбільш продуктивний з усіх вільноживучих у ґрунті мікробів-азотофіксаторів – азотобактер. З цієї категорії мікробів в лісових ґрунтах поширені клостридій, бактерії маслянокислого бродіння, одноклітинні водорості, продуктивність яких у зв'язуванні азоту, порівняно з азотобактером, невелика. У сухих і свіжих борах і суборах природними азотонакопичувачами є дикі бобові – рокитник, дрік та конюшина альпійська. Завдяки їм підвищується азотний баланс у відповідних типах лісорослинних умов, що і забезпечує на пісках високу продуктивність сосняків (I клас бонітету).

У складі лісів багато деревних видів та чагарників, на коренях яких поширені **мікроби-азотофіксатори**. До цих видів належать: робінія псевдоакація, софора японська, вільха чорна, сіра та зелена, маслинка вузьколиста, карагана деревовидна, обліпіха звичайна, аморфа кущова; дрібні чагарники – рокитник, дрік та численні бобові з живого надґрунтового покриву.

Наприклад чотирирічні культури робінії псевдоакації (8000 рослин на 1 га) здатні асимілювати до 400 кг азоту з повітря, прирічній потребі насаджень в азоті 80–150 кг [16, 20].

**Вплив лісу на ґрунт.** Вплив лісу на ґрунт багатогранний. Різні деревні види та їх змішування, компоненти лісових насаджень мають неоднаковий вплив на різні ґрунти – в одних випадках впливають позитивно (в сенсі родючості), в інших

– негативно. Такий вплив по різному проявляється не тільки в просторі, але і в часі.

При біогеоцинотичному або екосистемному підході мова йде про вплив на ґрунт не тільки рослинних, а й тваринних компонентів і мікроорганізмів. Багатогранність впливу лісу на ґрунт проявляється через:

- вплив головного лісового намету і нижніх ярусів лісу на мікроклімат, кількість і якість вологи, що надходить у ґрунт;
- фізичний, хімічний та фізіологічний вплив коренів дерев та інших лісових рослин;
- опад листя, хвої, сучків, стебел, кори, а також відмирання підземних органів деревних та інших рослин. Ця лісова фітомаса дає основну частину органічного матеріалу, що відіграє величезну роль в ґрунотвірних процесах і біологічному колообігу речовин між лісом і ґрунтом;
- вплив тварин і численних мікроорганізмів, які приймають активну участь у ґрунотвірних процесах і біологічному кругообігу речовин між лісом і ґрунтом.

У результаті перерахованих впливів ґрунт у лісі набуває своїх особливостей, сильно відрізняючись від ґрунтів відкритих просторів. Вплив лісу на ґрунт проявляється як прямо так і опосередковано. На побічний прояв впливають кардинальні зміни мікроклімату, від яких багато в чому залежать фізичні властивості ґрунту, його вологість, температурний і повітряний режими, а через це і багато хімічних (особливо біохімічних) процесів і екологічні умови, що визначають життєдіяльність ґрунтових організмів.

**Безпосередній вплив на ґрунт дрібнолистяних (берези повислої та тополі тремтячої) деревних видів.** Одна з особливостей березняків, що формуються на суцільних зрубках після хвойних – більш інтенсивний біологічний кругообіг азоту і зольних елементів в порівнянні з хвойними видами. Тому ґрунт під березняками щорічно отримує з опадом більше азоту, кальцію, калію, сірки та фосфору, ніж ґрунти під ялинниками і сосняками. Листя берези швидше мінералізується, ніж хвоя сосни і ялини, що сприяє більш повному залученню

зольних елементів в новий річний цикл біологічного кругообігу.

Інша особливість березового лісу – порівняно невелика витрата азоту і зольних елементів на річний приріст деревини. Значна частина взятих з ґрунту елементів в той же рік повертається з листяним опадом і відносно невелика їх частка затримується в річному прирості деревини. В першу чергу це відноситься до азоту, калію, фосфору, сірки і в меншій мірі до кальцію. Саме ця особливість дозволяє березі повислій розвиватися на бідних борових ґрунтах.

Значний вміст основ в опаді берези сприяє нейтралізації ґрунтової кислотності та створює сприятливі умови для розвитку бактеріальної флори, а отже, для накопичення м'якого гумусу. Цьому ж сприяє і поселення під наметом світлолюбних березових лісів трав'янистої рослинності та порівняно великої заселеності ґрунтів у цих лісах тваринами, зокрема, дощовими черв'яками. Тому, при зміні хвойних лісів березняками розвивається дерновий ґрунтоутворюючий процес, що змінює профіль ґрунту. У мішаних деревостанах з хвойними береза послаблює підзолоутворюючий процес і підсилює дерновий. Приблизно таку характеристику можна дати і для осики, яка, подібно до берези, заселяє суцільні зруби після хвойних.

Виходячи зі сказаного, природний процес відновлення зрубів у хвойних лісах через проміжний розвиток березняків і осичників, слід використовувати як один із шляхів поліпшення лісорослинних властивостей ґрунтів. Нове покоління хвойного підросту під наметом березняків буде відновлюватися на ґрунтах з поліпшеними лісорослинними властивостями, що забезпечить підвищення продуктивності соснових насаджень після відпаду берези.

При лісокультурних роботах створення мішаних деревостанів хвойних видів за участю берези (при усуненні обхльостування) і осикитакож сприяє поліпшенню лісорослинних властивостей ґрунту. Листя обох деревних видів цих родів збагачує лісову підстилку елементами живлення, знижує її кислотність, поліпшує фізичні властивості ґрунтів.

**Безпосередній вплив на ґрунт широколистяних деревних видів, чагарників і живого надґрунтового покриву. У південній частині Полісся і в**

Лісостеповій зоні, де клімат сприятливий для зростання широколистяних видів, введення останніх до складу хвойних насаджень позитивно впливає на лісорослинні властивості ґрунту. Участь в складі хвойного лісу широколистяних видів з супутнім їм дібровним різнотрав'ям призводить до збагачення ґрунту м'яким гумусом, рухливими формами азоту, зольними елементами, до насичення гумусу і мінеральних колоїдів основами тощо. На бідних піщаних і супіщаних ґрунтах особливо сприятливу дію мають липа серцелиста та дуб звичайний [108].

Вище було зазначено, що введення під намет хвойних деревостанів чагарників підвищує родючість ґрунтів. Але роль чагарників на багатих ґрунтах дібров і в степовому лісорозведенні інша: вона тісно пов'язана із захистом ґрунту від задерніння злаками, створенням сприятливих умов для розмноження комахоїдних птахів.

Введення чагарників у лісові культури на ґрунтах з високою потенційною, але недостатньою ефективною родючістю може мати позитивний вплив, якщо вводяться чагарники здатні залучати в біологічний колообіг зольні елементи важкорозчинних сполук ґрунту. Наприклад, бузину чорну вважають корисною на чорноземах, де вона підвищує рухливість ряду елементів – азоту, кальцію, фосфору, калію. Корисний підлісок під сосняками і модринниками на ґрунтах, що схильні до утворення грубого гумусу, наприклад, підлісок з чагарників-азотозбирачів (карагана деревовидна, аморфа кушова тощо).

При реконструкції існуючих і створенні нових лісових насаджень велике значення має підбір деревних видів і типів культур. Позитивний вплив має змішування деревних видів, що дають опад, який вивільняє елементи живлення, містяться у ньому в різний час вегетаційного періоду. Це сприяє забезпеченню деревної рослинності поживними речовинами протягом усього теплого сезону.

Листя чагарників, ясена звичайного, липи серцелистої та в'яза шорсткого швидше вивільняють елементи живлення, що містяться в них ніж листя дуба звичайного, кленів та інших видів. На цій підставі в складі дібров корисна домішка ясена звичайного та липи серцелистої, а також ліщини звичайної як підліску.

Необхідно враховувати позитивний поліпшуючий вплив на ґрунт під наметом хвойно-широколистяних лісів живого надґрунтового покриву з дібровного різнотрав'я. Живий надґрунтовий покрив з весняних ефемероїдів оберігає від вимивання азот і зольні елементи в період весняного промивання ґрунту талими водами. Особливо великий вплив живий надґрунтовий покрив має на біологічний колообіг калію, перешкоджаючи його вимиванню [14].

### **3. Лісова типологія**

Лісова типологія – розділ лісівництва, який вивчає закономірності формування лісостанів в умовах певного ґрунтового- гідрологічного і кліматичного середовищ. Спираючись на фактори середовища і біоекологічні (лісівничі) властивості рослин, лісова типологія пояснює причини різноманітності природних насаджень і розробляє питання діагностування, виділення, класифікації типів лісорослинних умов і типів лісу та класифікує їх за суттєвими ознаками на широкій біоекологічній і географічній основі. В той же час типологічна класифікація лісових масивів повинна допомогти лісівникам об'єктивно оцінити стан лісів і забезпечити раціональне планування та ефективне ведення лісового господарства на природній основі.

Установлено, що ліс може бути розподілений на окремі ділянки, які можуть бути однорідними, так і відрізнятися одна від одної за різними ознаками: за складом, формою, походженням, віком, повнотою, бонітетом, товарністю. Але, навіть насадження, однакові за складом, походженням, віком, бонітетом та товарністю можуть різнитися між собою по всьому комплексу життєвих процесів – відновленням, розвитком та ростом, продуктивністю, якістю лісоматеріалів.

Однаковий склад деревостану, стан, вік, навіть продуктивність, що виражена бонітетом, ще не означають повної тотожності насаджень. Навіть, якщо взяти такий крайній випадок, коли ми маємо два соснових насадження, однакових за віком і повнотою, бонітетом та товарністю, то може виявитися, що ці насадження різко відрізняються за характером відновлення, особливостями росту, будовою

деревини та її властивостями. Особливо, якщо одне насадження зростає на сухих пісках, а інше – на заболочених ґрунтах. За таких умов, відновлення, ріст, будова деревини та її якість, а отже, і значення в господарстві у цих двох насаджень будуть глибоко різними.

На піщаному ґрунті утворюється деревина зі значним відсотком ядра, на заболоченому – зі значним відсотком заболоні. У першому випадку перешкодою до природного поновлення насадження буде надмірна сухість ґрунту, в другому – надлишок вологи. У першому випадку для сприяння природному поновленню лісу потрібно підвищувати вологість ґрунту, в іншому – боротися з надлишком вологи і створювати для нового покоління лісу кращу аерацію. Знижена продуктивність лісу на піску є наслідком браку в ґрунті вологи і органічних речовин, на заболоченому ґрунті – наслідком надлишку вологи і накопиченням нерозкладених органічних решток.

Отже, крім перерахованих ознак, треба розрізняти типи лісонасаджень в межах кожного деревного виду, що є наслідком різних умов місцезростання.

Тому у практиці лісового господарства виникла необхідність класифікувати ліси за типами лісорослинних умов та типами лісу, в яких об'єднано лісові насадження, що зростають в однакових ґрунтових, гідрологічних і кліматичних умовах, мають однакові лісівничо-таксаційні характеристики, і тому потребують проведення однакових лісогосподарських заходів [12].

**1. Лісорослинні умови** – це комплекс кліматичних, гідрологічних і ґрунтових факторів, які визначають умови росту лісу.

*Лісорослинні умови* – внутрішнє середовище лісу. Сюди відносяться ґрунт і атмосфера в межах насадження, обмежені знизу коренедоступною товщею ґрунту, а зверху вершинами дерев. При цьому необхідно враховувати нечіткість цих кордонів і взаємний вплив (взаємопереходи) зовнішнього і внутрішнього середовища лісу.

**2. Тип лісорослинних умов (ТЛУ)** – це сукупність однорідних лісорослинних умов на вкритих і неvkритих лісом ділянках.

Тобто подібність кліматичних, гідрологічних і ґрунтових факторів, що

мають близький лісорослинний ефект.

Інакше кажучи, це сукупність ділянок, що належать до одного едатопу в межах однієї формації рослинності та однієї категорії лісорослинних умов, поширених у межах лісорослинного регіону (округу, лісокліматичного району та ін.).

3. **Тип лісу** – ділянка лісу або їх сукупність, яка характеризується загальним типом лісорослинних умов, однаковим складом деревних видів, кількістю ярусів, аналогічною фауною, які потребують одних і тих же лісогосподарських заходів при рівних економічних умовах.

Найважливішими ознаками виділення кожного типу лісу є однорідність типів лісорослинних умов і певний видовий склад, з якого складається корінний чи похідний деревостан.

**Встановлення одиниць лісової типології.** За сукупністю певних ознак встановлюється тип лісорослинних умов а, враховуючи видовий склад лісоутворюючих деревних видів, і тип лісу.

Виділення типів лісорослинних умов і типів лісу проводиться за сукупності керівних та допоміжних ознак.

**Керівні ознаки** – деревостан, наявність другого ярусу, підлісок (їх склад і продуктивність) та живий надґрунтовий покрив. Кожен рослинний вид має особливі, тільки йому притаманні екологічні властивості – вибагливість до родючості ґрунту, вологи і родючості клімату, має свій екологічний ареал, за межами якого він не зустрічається. Найважливішими показниками (індикаторами), що визначають родючість клімату, родючість і зволоженість ґрунтів, є деревні види та їх бонітети. У кожному кліматичному районі спостерігається специфічне співвідношення типів і бонітетів, тому для кожного лісорослинного району повинні бути складені притаманні їм графіки ізобонітетів і таблиць, якими можна користуватися при визначенні типу лісу відповідної лісової ділянки.

Трав'янисті рослини-індикатори живого надґрунтового покриву також є найважливішими ознаками при визначенні типів лісу. За своїм індикаторним значенням вони можуть бути постійними та характерними. *Постійні види* –

зустрічаються в більшості на визначених ділянках даних типів лісу. *Характерні види* – індикатори, властиві певним типам лісу, які в меншій кількості зустрічаються в інших типах лісу.

Встановивши екологічний ареал виду, можна використовувати даний вид в якості індикатора тих типів лісу, в яких він може зустрічатися найчастіше.

**Допоміжні ознаки** – тип ґрунту, його механічний і хімічний склад, потужність, глибина залягання підґрунтових вод, рельєф, висота над рівнем моря.

Ґрунт, його механічний склад – найважливіша ознака для визначення родючості ґрунту. У різних кліматичних умовах механічний склад і ступінь родючості ґрунту співвідносяться по різному. Тому дане співвідношення має бути визначене для кожного кліматичного району.

До допоміжних ознак належать також генетичні горизонти. Так, підзолистий горизонт різко виражений у вологих і сирих типах і слугує однією з ознак для їх визначення. Ілювіальний горизонт, чітко простежується у вологих і частково сирих типах. У свіжих і сухих типах підзолистий та ілювіальний горизонти виражені слабо або зовсім відсутні. Близьке залягання глеєвого горизонту характерно для сирих і мокрих типів. У свіжих едатопах слідів оглеєння до глибини 1,5 м не виявляється. Торф'яний горизонт – основна ознака для визначення сирих і мокрих типів. Закономірний зв'язок між рельєфом і типами лісу дозволяє використовувати рельєф як допоміжну ознаку для визначення гіротопу.

Іноді допоміжні ознаки є єдиними і набувають значення керівних. Так, при визначенні типу лісорослинних умов степової ділянки, керівними ознаками будуть: тип ґрунту, рівень скипання карбонатів, характер зволоження, рельєф і експозиція, видовий склад степового надґрунтового покриву.

**Тип лісової ділянки** (тип лісорослинних умов) він почерпнув із типології Алексєєва-Погребняка, давши їм назви: бори, субори, сугруди та груди з такими ж самими гіротопами.

**Практичне значення лісової типології для теорії та практики лісового господарства.** Сучасне лісівництво невід'ємно пов'язане з типологією лісу.

Лісова типологія стала основним джерелом лісової і загальної біогеоценології. Знання типів лісу необхідні при вивченні біології, екології та географії лісу. З типами лісу пов'язані його кількісна та якісна продуктивність. Різні типи лісу відрізняються за деревним запасом, загальною біологічною продуктивністю тощо.

Тип лісу впливає на величину відпаду. Основні лісівничі заходи, що застосовуються в практиці сучасного лісового господарства, більш ефективні при обліку типів лісу, типів лісорослинних умов типів зрубів і згарищ. Це заходи з лісовідновлення, охорони лісів від пожеж, догляду за лісом тощо. Один і той же спосіб рубки в різних типах лісу може призвести до абсолютно різних результатів. Так, поступові рубки однакової інтенсивності у вологому ялиннику-чорничнику часто призводять до вітровалу, а у свіжому ялиннику-чорничнику ця небезпека зменшується. Це ж можна сказати і про вибіркові рубки.

З типами лісу тісно пов'язане його відновлення. У тайгових лісах природне поновлення сосни найуспішніше проходить у чистих соснових борах–брусничниках, моховолишайникових, лишайникових і, особливо, у вересових, що пов'язано і з ґрунтовими умовами і впливом лісових пожеж. У соснових, сосново-ялинових і ялинових лісах, зеленомошниках на свіжих і вологих ґрунтах, а також у трав'яних типах зрубів відновлення хвойних після рубки проходить з великими труднощами, відбувається зміна листяними видами (осикою, березою повислою, вільхою сірою). У довгомошникових і сфагнових типах лісу наступне після рубки відновлення представлене головним чином березою пухнастою.

Успіх як штучного, так і природного відновлення в великій мірі залежить від типу лісу, типу лісорослинних умов. Тому типологічні відмінності лісів, зрубів, згарищ необхідно враховувати не тільки при проведенні заходів щодо сприяння природному поновленню, а й при створенні лісових культур. З типами лісу пов'язані і заходи щодо підвищення продуктивності лісів. З метою поліпшення охорони лісів від пожеж розроблені і в даний час використовуються в практиці класифікації природної пожежної небезпеки на основі типів лісу. Загалом жоден з найбільш істотних лісогосподарських заходів не повинен проводитися без урахування типів лісу та типів лісорослинних умов .

### **Запитання для самоперевірки**

1. Які відміни між лісовим та нелісовим ґрунтом ?
2. Які характеристики лісового ґрунту впливають на ріст і розвиток деревних рослин ?
3. Яким чином з ґрунтом пов'язана життєдіяльність кореневих систем деревних рослин ?
4. Охарактеризуйте роль мікоризи деревних рослин.
5. Дайте визначення поняттю «трофогенний ряд».
6. Охарактеризуйте роль органічного опаду в життєдіяльності лісових насаджень.
7. Як впливає механічний склад ґрунту на рівень його трофності ?
8. Роль лісової підстилки в частині формування лісових ґрунтів.
9. Дайте визначення поняттю «опадо-підстилковий коефіцієнт».

### **Тема 4 Узлісся**

#### **План**

1. Узлісся та їхні екологічні властивості
2. Класифікація узлісь
3. Догляд за узліссями.

#### **1. Узлісся та їхні екологічні властивості**

Узлісся – це частина лісу шириною до 100 м, яка межує з відкритими ландшафтами, тобто безлісною територією. Формується узлісся переважно природним шляхом, тому для посилення їхньої естетичної привабливості необхідно застосовувати прийоми рекреаційного лісівництва.

Під узліссям розуміють територію між двома природними комплексами, одне з яких – ліс. Узлісся поєднує компоненти та характеристики обох екосистем: трав'яну рослинність, тварини, мікроорганізми тощо. Узлісся включає більшу кількість видів, щільність та біомаса окремих видів вища, порівняно з сусідніми лісом та відкритим простором.



*Рис. Узлісся (ДП «Славське лісове господарство»)*

Узлісся, як природні біологічні та механічні бар'єри, створюють сприятливі мікрокліматичні умови, очищують повітря з відкритої частини території, захищають стовбури дерев від прямого сонячного світла, попереджають висихання та ерозію ґрунтів, перешкоджають проникненню в ліс бур'янів, рудеральних та лугових видів, ентомошкідників та збудників хвороб, домашньої худоби. Узлісся в гірських умовах стримують негативний вплив повеней, перехоплюють поверхневий стік з безлісних територій та акумулюють його у ґрунті. Край лісу ізолює ліс від шуму вдовж проїжджої частини. Властивість узлісь зменшувати швидкість вітру в лісі дозволяє попереджувати вітровали й буреломи.

Позитивний вплив узлісь спостерігається не лише на мікроклімат самого лісу, але і на простір, що межує з ними. Цей ефект використовують при створенні лісових смуг.

Для багатьох видів тварин, птахів і комах узлісся є основним місцеперебуванням, що забезпечує додаткові захисні ресурси для них. Деякі представники фауни (заєць, лісовий тхір, козуля, лисиця, борсук та тетерук) вважаються узлісними, оскільки розташовують свої помешкання (нори, дупла

тощо).

Узлісся багаті на лікарські, медоносні, ефіроолійні, кормові, декоративні види рослин.

Загалом, узлісся відіграє важливу роль у забезпеченні стійкого функціонування лісової екосистеми, протидії несприятливим абіотичним та антропогенним факторам навколишнього середовища.

## 2. Класифікація узлісь

В рекреаційно-оздоровчих лісах узлісся відіграють важливу естетичну роль, підвищують їх стійкість до антропогенного навантаження.

Згідно з класифікацією, яку запропонували В. Д. Бондаренко та О. І. Фурдичко [28], узлісся поділяють на:

- несправжнє;
- просте (елементарне);
- складне (багатокомпонентне).

*Несправжнє узлісся* є краєм лісу, який безпосередньо межує з безлісним простором. Дерева, які тут зростають, за висотою, діаметром, розмірами крон лише незначною мірою відрізняються від тих, які зростають в глибині лісу. Через низьку стійкість до негативного впливу зовнішніх факторів, несправжнє узлісся потребує лісівничих та лісокультурних заходів, спрямованих на формування складної структури деревостану, з використанням інших деревних видів, в тому числі і підліскових. Несправжнє узлісся має бути перетворене на елементарне або багатокомпонентне узлісся.



*Рис. Несправжнє узлісся (ДП «Золотоніське лісове господарство»)*

**Елементарне або просте узлісся** вирізняється тим, що його ширина (відстань в глиб лісу) є меншою за середню висоту зростаючих в його межах дерев (рис. 14.3.). Елементарне узлісся не відрізняється різноманітністю деревних та чагарникових видів, а також складу живого надґрунтового покриву. Інколи таке узлісся сформоване з деревостану та підросту одних й тих самих видів.

**Складне або багатоконпонентне узлісся** має ширину від 1,5 і більше висот деревостану. Отже, його ширина завжди перевищує висоту деревостану. Склад дерев та кущів, що його утворюють може становити понад 6–10 видів. Найпоширенішими підлісковими видами є ліщина, бузина чорна і червона, калина, шипшина, маслинка, глід, терен, крушина тощо. Для такого типу узлісь характерна присутність високостебельних трав.



*Рис. Елементарне (просте) узлісся (ДП «Славське лісове господарство»)*

У багатокомпонентному узліссі присутні такі ж яруси, як і в лісостані. У багатокомпонентному узліссі наявні такі біогоризонти:

- трав'яний (види живого надґрунтового покриву);
- низькочагарниковий (чагарнички та низький підріст);
- чагарниковий (типові підлісокові види та підріст висотою 2–3 м);
- деревний (дерева, що мають низькоопущену, асиметрично розвинуту в бік відкритого простору крону).

Складна ярусна структура багатокомпонентного узлісся дозволяє рослинам раціонально використовувати надземний і підземний простір, забезпечує плавний перехід від відкритого простору в глиб лісу.

Відповідно до класифікації, яку застосовують в ландшафтній архітектурі, узлісся поділяють на прямолінійні та криволінійні, відкриті й закриті.



Рис. Складне (багатокомпонентне) узлісся (ДП «Славськелісове господарство»)

*Прямолінійні узлісся*, довжиною понад 1 км і більше, які мають однакову пряму форму та не відзначаються високою естетичною цінністю.

*Криволінійні* або *звивисті узлісся* мають різноманітні за формою та структурою властивості, викликають у рекреантів емоційне піднесення та ліричний настрій.

*Відкриті узлісся з горизонтальною зімкнутістю крон* характерні тим, що не мають підросту, підліску та добре проглядаються у глибину.

*Закриті узлісся з вертикальною зімкнутістю крон* мають строкату структуру з наявним підростом чи підліском, не проглядається у глибину.

Будова деревостану, форма крайки узлісся мають значний вплив на екологічні фактори, захисні властивості та декоративність. Стійкість до несприятливих факторів найкраще проявляється у звивистих, закритих узліссях, гірше – у прямолінійних, відкритих.

### **3. Догляд за узліссями та підвищення їх естетичних властивостей**

Розміщені на межі лісу і відкритого простору узлісся мають декоративне значення. Часто узлісся є улюбленим місцем відпочинку міського населення. Для комфортного відпочинку населення узлісся рекреаційних об'єктів повинні мати високі естетичні властивості.

Покращення архітектурно-художнього вигляду й естетичної цінності узлісь можна досягти шляхом проведення відповідних лісівничих заходів, зокрема, ландшафтними рубками та добором відповідного асортименту видів деревних рослин. Для цього найкраще підходять види з контрастними кольорами стовбурів, крон, кори, квітів, листків і хвої, різні за формою та щільністю крони. Головною метою поліпшення естетичного вигляду узлісся має бути надання йому об'ємності та посилення контрастності між окремими ділянками.

Догляд за узліссями проводиться шляхом очищення від порослі, видалення дерев, що заважають росту кращих дерев. Вирубують також пошкодженні дерева і кущі. Інтенсивність рубки може коливатися від 20 до 60 %, залежно від загущення узлісся та мети. В усіх випадках слід прагнути зберегти багатство видового складу дерев та кущів, складну структуру. Реконструкцію узлісся проводять вибірково, на ділянках, які її потребують.

Для формування лісового узлісся використовують такі прийоми:

- порушення прямолінійності узлісь шляхом влаштування «бухт»;
- вирубування частини периферійних дерев і кущів;
- влаштовувати горизонтальне та вертикальне розчленування намету, посилення контрастності та мальовничості біогруп;
- відкривати перспективи на привабливі пейзажі та панорами далекого плану.

Оскільки узлісся виконують важливі екологічні функції та захищають екосистеми лісу, існує регулярна необхідність здійснення відповідних лісогосподарських заходів в них.

Бажаний тип узлісся для лісостанів, які використовуються з рекреаційною метою – багатокomпонентне з максимальною кількістю різноманітних деревних і чагарникових видів. При цьому доцільно використовувати не лише типові для

даної місцевості аборигенні деревні види, але й декоративні, інтродуковані види, які не часто висаджують в лісових масивах, такі як айва японська, магонія подуболиста, ялівець козацький.

Формування узлісся рекреаційно-оздоровчого лісу відбувається з урахуванням існуючого лісостану та навколишнього простору. Узлісся з високими естетичними властивостями забезпечується шляхом надання йому об'ємності, посилення контрастності між окремими ділянками, а також створенням умов для розвитку складних за видовим різноманіттям та структурою біоценозів.

Навколо великих полян, які мають площу 0,5 га і більше, рекомендується формувати узлісся закритого типу, а навколо менших розмірів – відкритого. Стовбури дерев, які не мають естетичної привабливості доцільно закрити висаджуванням красиво квітучих, плодових або декоративних кущів. Для того, щоб відкрити для огляду живописний пейзаж або краєвид далекого плану в узліссях вирубують «вікна», шириною не менше однієї висоти дерев в насадженні (чим далі знаходиться об'єкт, тим більшими мають бути розміри «вікон») [48].

Для поліпшення естетичного вигляду прямолінійних узлісь в соснових деревостанах II–VI класу віку влаштовують кожні 250–300 м «бухти» довільної природної форми протяжністю не менше потрійної висоти дерев та глибиною – не менше подвійної.

У пристигаючих соснових деревостанах можна підкреслити красу помаранчевих стовбурів і товстих гілок, а за наявності у складі берези – відкривати її стовбури, створюючи контраст із загальним забарвленням лісу.

Узлісся березових деревостанів молодого віку потрібно формувати закритого типу, з віком перетворюючи їх рубками у відкриті з більшою проглядуваністю.

В умовах Лісостепу України переважають ландшафти з листяних видів. Тут найчастіше формують відкриті узлісся. Якщо лісопарк розташований на вираженому рельєфі з віковими деревами, також формують узлісся відкритого типу, які дозволяють відвідувачам милуватись їх красою.

При проведенні ландшафтних рубок з формування узлісь, які прилягають до

дороги, просіки або відкритого простору, потрібно залишати на корені високодекоративні дерева з низькоопущеними кронами, кущі підліску.

Рекреаційні пункти на узліссях обабіч дороги розташовувати не варто, це може призвести до деградації і спрощення узлісся.

Найпоширенішими узлісними чагарниками є барбарис та бірючина звичайні, бузина червона та чорна, бруслина бородавчаста та європейська, верба козяча та тритичинкова, попеляста та пурпурна, а також гостролиста, вишня повстиста та степова, глід одноматочковий, дерен білий, дрік красильний, жимолость звичайна та татарська, жостір проносний, кизильник чорноплідний, клен татарський, калина гордовина та звичайна, крушина ламка, ліщина звичайна, ломиніс звичайний, маслинка вузьколиста, магонія падуболиста, мигдаль степовий, обліпіха звичайна, ожина сиза, свидина криваво-червона, скумпія шкіряста, смородина золотиста, чорна та червона, сосна гірська, таволга Вангута та верболиста, терен колючий, хміль звичайний, черемха звичайна, шелюга, шипшина собача [43].

Більшість узлісних видів є світлолюбними деревними видами, мають добре виражену здатність до інтенсивного вегетативного поновлення.

Трав'янистий ярус узлісся складається з рослин, які утворюють досить різноманітне співвідношення степових, лучних, рудеральних і, рідше, лісових видів.

Формування узлісь і догляд за ними потребують не лише лісівничих знань, але і творчого підходу.

### **Запитання для самоперевірки**

- 1. Що розуміють під поняттям «узлісся» ?*
- 2. Як класифікують узлісся ?*
- 3. Які характеристики має несправжнє узлісся ?*
- 4. Які характеристики має просте узлісся ?*
- 5. Які характеристики має складне узлісся ?*

6. Які горизонти багатокomпонентного узлісся Ви знаєте ?

7. Як поділяються узлісся у ландшафтній архітектурі ?

## **Тема 5 Шкідники лісових екосистем**

### **План**

1. Типи пошкоджень деревних рослин комахами *Insecta*
2. Комахи-фітофаги хвойних деревних рослин
3. Комахи-фітофаги листяних деревних рослин
4. Загальні методи лісопатологічних обстежень
5. Хвороби деревних рослин

#### ***1. Типи пошкоджень деревних рослин комахами *Insecta****

Комах-фітофагів деревних рослин залежно від характеру пошкоджень і шкодочинності поділяють на декілька груп, наприклад, фізіологічні та технічні шкідники. До фізіологічних шкідників належать комахи, які пошкоджують бруньки, листя, пагони, луб і камбій, коріння ростучих дерев, а до технічних – види, які пошкоджують деревину, знижуючи її технічні властивості та якість. Водночас такий поділ дуже умовний, адже багато видів комах-фітофагів завдають одночасно технічної і фізіологічної шкоди [7, 13, 18]. Деякі автори поділяють комах-фітофагів на три групи: первинні, вторинні та технічні. До першої належать хвое- та листогризучі комахи, які здатні пошкоджувати дерева не залежно від їхнього стану; до другої – переважно короїди, вусачі, златки, довгоносики та інші комахи, які заселяють ослаблені дерева і насадження; до третьої – комахи-ксилофаги, які пошкоджують деревину. Проте, ці групи шкідників також важко чітко розмежувати. За даними останніх досліджень, навіть хвое- та листогризні шкідники масово розмножуються в ослаблених насадженнях, а багато видів комах-ксилофагів пошкоджують одночасно луб і деревину. Залежно від пошкоджуваних комахами-фітофагами органів і частин рослини виділяють такі групи: хвое- та листогризучі, стовбурові шкідники, шкідники коріння, сіянців, молодняків, плодів та насіння, а також технічні шкідники деревини будівель і на

складах.

Комахи, які пошкоджують рослини, належать до групи **фітофагів** (попелиці, щитівки, листоїди, лускокрилі, вусачі, короїди, пластинчастовусі та ін.). За кормовою спеціалізацією вони можуть бути монофагами, олігофагами та поліфагами.

**Монофаги** живляться рослинами одного виду або кількох дуже близьких видів (ялинова шишкова листовійка *Laspeyresia strobilella* L., березовий заболонник *Scolytus ratzeburgi* Jans., заболонник Моравиця *Scolytus morawitzi* Sem. тощо).

До **олігофагів** належать комахи, які живляться рослинами однієї родини або кількох родів (вербова хвилівка *Leucoma salicis* L., білан жилкуватий *Aporia crataegi* L.).

**Поліфаги**, або багатоїдні комахи, можуть житися різними видами рослин (непарний шовкопряд *Lymantria dispar* L., золотогуз *Euproctis chrysorrhoea* L., совка-гамма *Autographa gamma* L., озима совка *Agrotis segetum* L. та ін.) [38, 14, 18].

Деякі з комах-олігофагів, живлячись переважно рослинною їжею, можуть поїдати також комах та інших безхребетних, тому їх можна вважати всеїдними. Проте, не лише в олігофагів, але й у поліфагів є рослини, до живлення якими вони найбільш пристосовані, а якщо вони живляться іншими рослинами, то у них уповільнюється розвиток і збільшується смертність. Жуки жолудевого довгоносика *Curculio glandium* Marsch. в першій половині літа живляться листям не тільки дуба, але й інших видів, проте у самок розвиваються яйця в ячניках лише після живлення листям дуба, вони відкладають яйце у зав'язь жолудя, і личинка росте разом із ростом жолудя. Гусениці зеленої дубової листовійки *Tortrix viridana* L. живляться листям дуба, а у разі живлення листям інших деревних видів (в'яза, клена та ін.) переважна більшість їх через деякий час гине. Деякі види комах в окремих кліматичних зонах мають різні улюблені кормові види. Так, короїд-стенограф *Ips sexdentatus* у рівнинній частині заселяє сосну, а в горах – ялину [48, 19].

*Зоофагів* за способом живлення поділяють на хижаків і паразитів. Переважна більшість комах-паразитів є ентомофагами, багато видів паразитують на різних тваринах, зокрема свійських ссавцях і птиці. Комахи-паразитоїди також спеціалізуються щодо вибору живителя, багато з них паразитують на одному або кількох видах, проте зустрічаються серед них і поліфаги. Паразитоїди – це організми, які значний період життєдіяльності (у личинковій стадії) перебувають на поверхні або всередині свого єдиного живителя, якого поступово вбивають у процесі свого розвитку. Імаго паразитоїдів живуть вільно, на відміну від них паразити не вбивають живителя.

Характер пошкодження рослин різноманітний і залежить як від будови ротових частин, стадії розвитку й способу життя комахи, так і від деревної рослини, яка пошкоджується, її стану й реакції на пошкодження. Типи пошкоджень рослин, які спричинені комахами, можна згрупувати на зовнішні та внутрішні. Зовнішнє пошкодження рослин часто добре помітно під час їхнього візуального огляду. Внутрішні пошкодження рослин комахами не настільки очевидні і на початковому етапі важко виявляються за симптомами. Комахи виїдають порожнини і канали всередині стебел трав'янистих і деревних рослин, нерідко на таких стеблах зовні буває видно вхідний або вихідний отвір, прогризений шкідником. З цих отворів можуть висипатися шматочки рослинних тканин і екскременти. Ходи личинки комах прогризають у плодах, шишках, бульбах, всередині коренів, під корою дерев, у лубі й деревині [32].

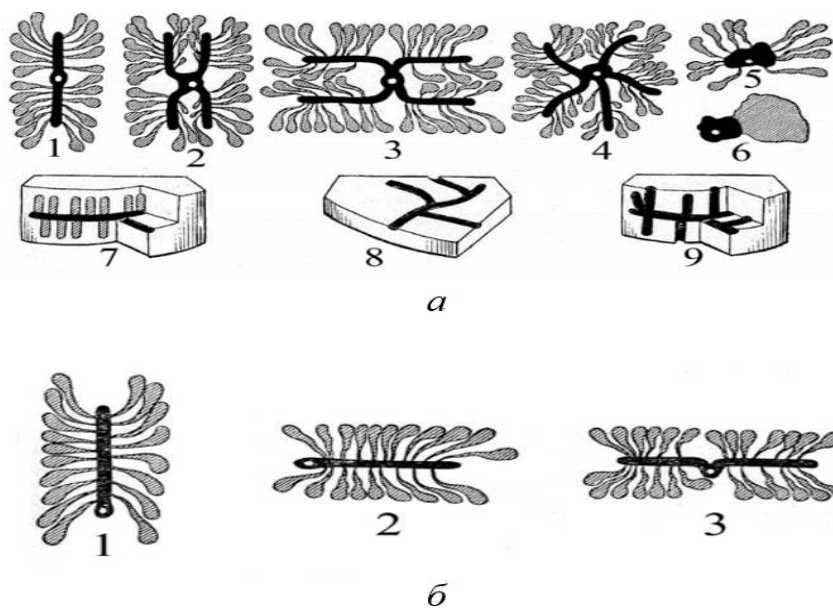


Рис. Типи ходів короїдів: а) полігамних короїдів:

1 – повздовжній, 2 – зірчастий з ухилом до подовжнього напрямку, 3 – зірчастий з ухилом до поперечного напрямку, 4 – променистий, 5 – хід короїда у вигляді майданчика з личинковими ходами, які розходяться, 6 – сімейний хід, 7, 8, 9 – драбинчасті ходи в деревині; б) моногамних короїдів: 1 – повздовжній, 2 – поперечний одноколінний, 3 – поперечний двоколінний. Світла пляма означає місце вхідного каналу

Комахи пошкоджують рослини в період основного чи додаткового живлення, а також під час відкладання яєць, коли роблять надрізи або проколи у тканинах. Такі пошкодження значною мірою характерні для кожного виду і дуже різноманітні. Зовнішні пошкодження рослин здійснюють деякі жуки-довгоносики, гусениці багатьох метеликів (листовійок, п'ядунів і ін.). У разі, якщо пошкоджені генеративні органи, то нерідко вони забруднені екскрементами і павутиною. Типи пошкоджень деревних рослин комахами об'єднують у групи.

**Об'їдання.** Об'їдання різних частин рослин спричиняють псевдогусениці пильщиків і пильщиків-ткачів, деякі види жуків і їхні личинки, комахи з родин коконопрядів, хвилівок, п'ядунів.

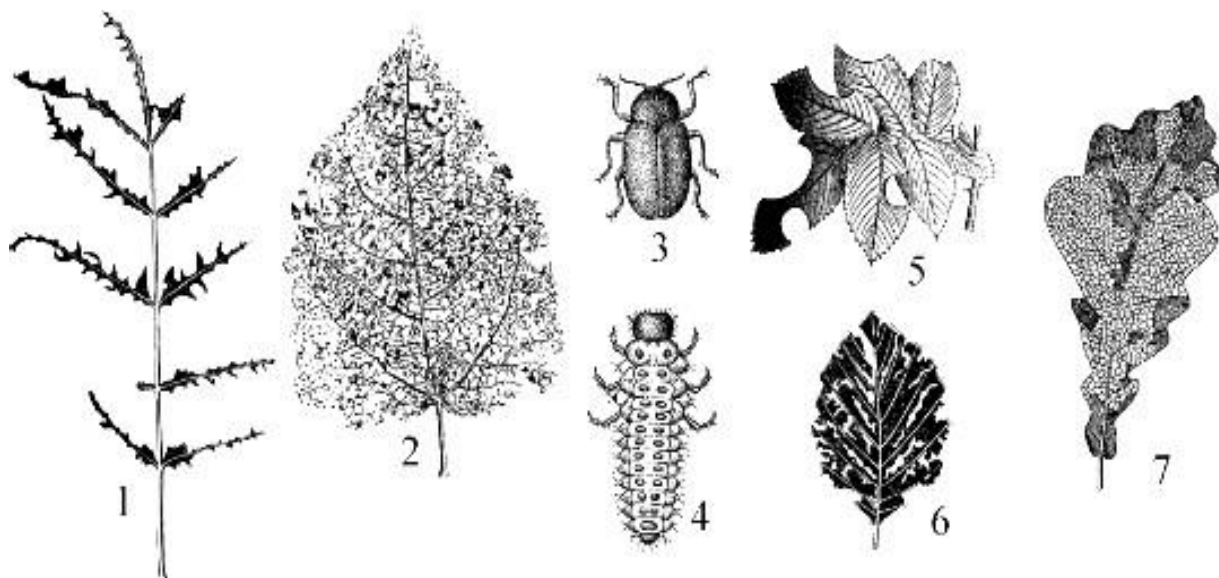


Рис. 15.2. Пошкодження листя: 1 – листя ясена, пошкоджене ясеневою шпанкою *Lytta vesicatoria*; 2 – листя осики, пошкоджене осиковим листоїдом *Chrysomela tremula*; 3 – імаго осикового листоїда; 4 – личинка осикового листоїда; 5 – листя шипшини, пошкоджене бджолами-листорізами *Megachilidae*; 6 – листя в'яза, пошкоджене в'язовим листоїдом *Luperus xanthopoda*; 7 – листя дуба, пошкоджене дубовим блошаком *Haltica saliceti*

Розрізняють часткове і повне об'їдання частин рослин. Найчастіше комахи-фітофаги пошкоджують листя. Під час часткового об'їдання листя (хвоя) з'їдається з боків або з середини, але форма листків зберігається і за листковою пластинкою можна визначити вид дерева. У випадку повного об'їдання листя і хвоя з'їдаються повністю, такі пошкодження спричиняють личинки пильщиків, гусениці метеликів, жуки-листоїди, шпанська мушка.

*Грубе об'їдання* – листя об'їдене шкідниками з гризучим ротовим апаратом, найчастіше з країв, незачепленими залишаються лише тонкі жилки й черешки. Таких пошкоджень завдають саранові й гусениці багатьох лускокрилих (самшитова вогнівка, білани, зимовий п'ядун) [16, 18].

*Дірчасте виїдання* – в тканині листка наскрізь виїдено великі або дрібні отвори. Іноді ці отвори мають зазубрені краї (великий осиковий вусач) або з боків листя формуються вузькі ходи (лишкові довгоносики). Такі пошкодження

характерні для жуків-листоїдів, гусениць совок, довгоносиків.

*Мінування* – тканина листка виїдена з середини у вигляді ходів (мін) або широких порожнин у паренхімі листка між незачепленими з обох боків шарами епідермісу. У листі, стеблі, плодах або коренях прокладені вузькі або широкі ходи, порожнини. У процесі мінування всередині листової пластинки або хвоїнки комахи виїдають внутрішні тканини листя, не зачіпаючи епідерміс, при цьому кожен вид комах- фітофага виїдає характерну для нього міну. Міни можуть бути найрізноманітнішої форми (широкі і вузькі, стрічкоподібні, округлітощо), можуть перебувати на верхньому або нижньому боках листка або бути мішкоподібними двосторонніми.

*Фігурне об'їдання* – листя об'їдене з країв правильними напівкруглими ділянками.

*Скелетування* характеризується тим, що тканина листка виїдена з одного боку, а з протилежного епідерміс зберігається у вигляді плівки, або тканина листка об'їдена з обох боків, залишаються незачепленими всі, навіть дуже дрібні жилки. Таких пошкоджень завдають пильщики, листоїди.

*Зміна забарвлення* – в місцях пошкодження сисними шкідниками утворюються плями бурого, жовтого, червоного чи сріблястого кольорів, або ділянки тканини знебарвлюються.

*Деформація листя* (гофрування, скручування) виникає під впливом слини комах-фітофагів, ці пошкодження спричиняють попелиці, клопи тощо. Іноді деформація супроводжується утворенням листкових гнізд і павутинистих гнізд зі скупченням гусениць (золотогуз, яблунева міль). За допомогою павутини личинки формують коконоподібні утворення, під захистом яких обгризають молоді листки і пагони. Такі пошкодження характерні для білана жилкуватого, пильщиків та інших комах. Згортання листя здійснюють або самі личинки за допомогою павутини (гусениці листовійок, молей та ін.), або жуки трубновертів за допомогою клейкої слини, поміщаючи всередину укриття свої яйця.

*Підгризання стебла та коренів* – стебла та корені пошкоджені зовні личинками хрущів і дротяників, гусеницями совок.

*Виідання ходів* – пошкоджені внутрішня частина стебла (у трав'янистих рослин) або деревина, луб, кора (у деревних рослин) гусеницями склівок, личинками вусачів, короїдів, златок.

*Гали листкові, стеблові, пагонові, брунькові* – здуття кулястої, овальної або іншої форми, які виникають унаслідок місцевого розростання тканин під впливом подразнення під час живлення грушево-в'язової, в'язової та інших видів попелиць (надродина *Aphidoidea*), личинок горіхотворок (родина *Cynipidae*), мух галиць (*Cecidomyiidae*), галових чотириногих кліщів (родина *Eriophyidae*, ряд акариформні кліщі *Acariformes*, клас павукоподібні *Arachnida*). Такі утворення на тканинах рослин у вигляді горішків, наростів, пухлин з'являються у результаті подразнення тканин, спричиненого укусом або уколом яйцеклада комахи під дією специфічних ферментів. Форма галів різноманітна, але постійна у кожного виду: одно- і багатокамерні, закриті та відкриті (з отвором), кулясті, повстисті, у формі бородавок, ріжків, спіралей тощо. Гали утворюються на листі, гілках, стовбурах і коренях. Несправжні смоляні гали на гілках утворює пагонов'юн-смолівщик *Petrova resinella* L. (родина листовійки *Tortricidae*, ряд лускокрилі *Lepidoptera*) – шкідник соснових молодняків, гусениця якого вгризається в пагони і спричиняє виділення живиці з утворенням несправжнього гала у вигляді смоляного напливу. Гусениця зимує двічі і заляльковується в напливах на третій рік навесні, метелик вилітає з несправжнього гала [7, 8].

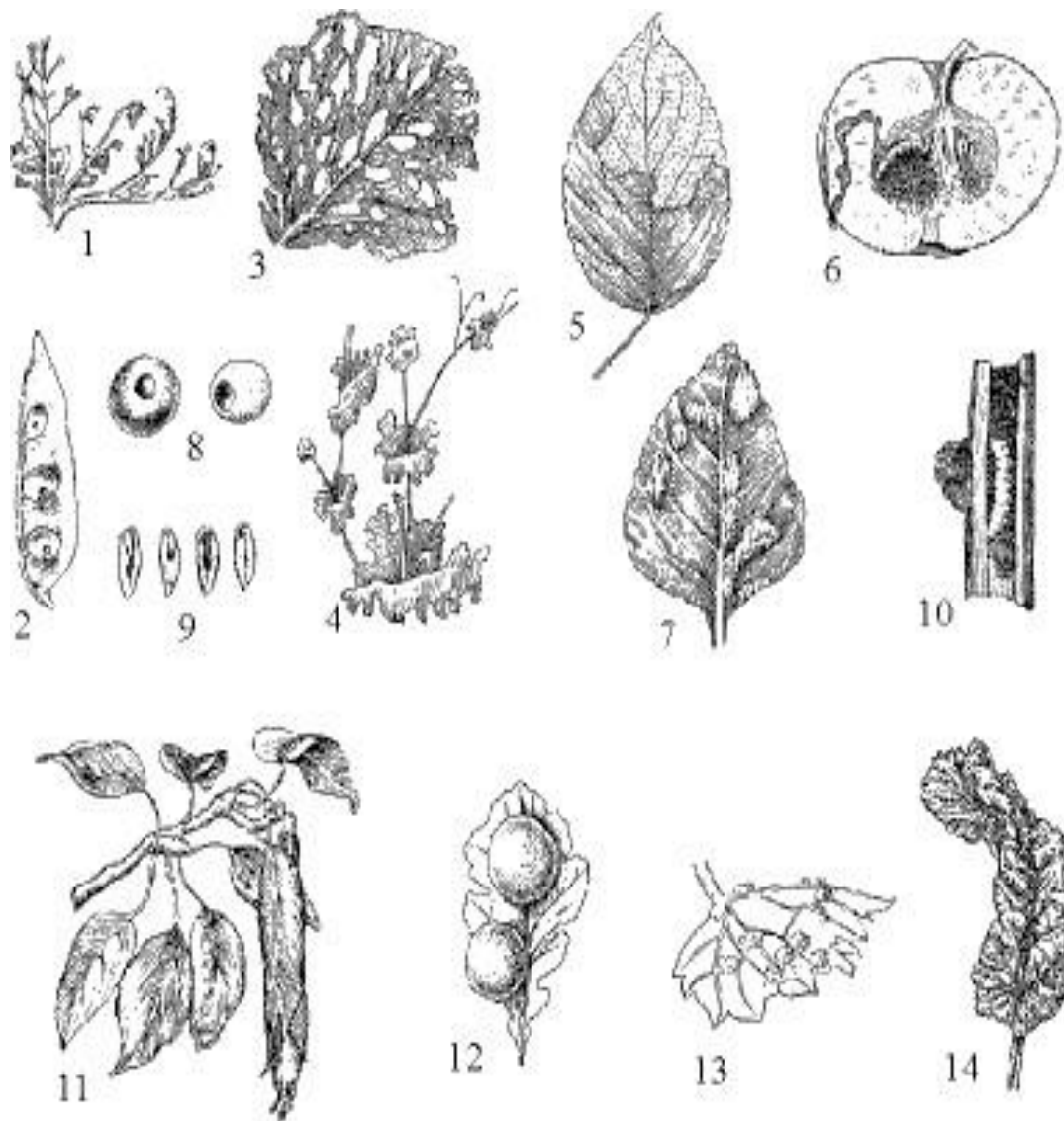


Рис. Деякі типи пошкоджень рослин: 1 – грубе об’їдання листя; 2 – грубе об’їдання зернівок; 3 – дірчасте виїдання листя; 4 – фігурне об’їдання; 5 – скелетування; 6 – мінування плодів; 7 – мінування листя; 8 – внутрішньонасіннєве пошкодження; 9 – зовнішнє об’їдання насіння; 10 – мінування стебел; 11 – утворення трубок і сигар; 12, 13 – утворення галів; 14 – деформація листя

Також часто формують новоутворення на органах рослин у вигляді галів **галові кліщики** – акариформні кліщі, які належать до надродини *Eriophyidea* ряду акариформних класу павукоподібних.

Кліщі і деякі комахи, особливо сисні, не тільки механічно пошкоджують

рослини, але й виділяють в їхні тканини в процесі живлення отруйну слину. Ці виділення можуть дифундувати в тканинах від місця уколу і викликати симптоми, які нагадують грибні, бактеріальні або вірусні хвороби. В слинних залозах і у виділеннях деяких комах знайдені різні біологічно активні речовини, серед них пектолітичні, целюлолітичні, протеолітичні та амілолітичні ферменти, а також ростові речовини.

Описано чотири категорії так званих фітотоксикозів, спричинених комахами, проте слід зазначити, що різкої межі між ними немає [41].

1. *Локальні пошкодження, які виникають під час живлення комах.* При цьому на листках з'являються різні плями:

а) темно-зелені, які містять більше хлорофілу, ніж оточуючі тканини, і нагадують «зелені островці», характерні для деяких грибних хвороб;

б) хлорозні (жовті) виникають у результаті недостатнього синтезу хлорофілу;

в) білуваті, у вигляді крапок або пунктирних смужок; поява цих плям, очевидно, пов'язана з тим, що пошкоджені клітини позбавляються свого вмісту і заповнюються повітрям;

г) некротичні виникають під впливом токсинів, виділених комахами або тканинами рослини у відповідь на діяльність комах; під час таких пошкоджень іноді утворюється корок або виділяється пігмент. Відомі різні поєднання цих симптомів.

2. *Локальні пошкодження, які супроводжуються появою вторинних симптомів* – розростання тканин, утворення корка, камедетеча, парша, передчасне опадання листя і плодів. Такі реакції рослин часто пов'язані з гіпертрофією тканин. Вірогідно, слина комах викликає зміни процесів регулювання росту рослин. Наприклад, передчасне опадання листя і плодів може бути пов'язане зі зниженням активності ауксину інгібіторами. На пошкоджених тканинах можуть вторинно поселятися гриби і бактерії [41, 57, 28].

3. *Гіпертрофія і різні потворності* – плоди неправильної форми, кучерявість листя, «відьмині мітли», гали, аномалії квіток, вкорочені міжвузля і

черешки, розетковість, карликовість та інші симптоми, які нагадують симптоми вірусних хвороб. Тільки деякі комахи можуть викликати небезпечні для рослини пошкодження такого типу. Проречовини, які, можливо, викликають ці симптоми, відомо мало, однак коло комах, здатних викликати такі пошкодження, доволі широке, зокрема це – попелиці, червчики, цикадки і мухи.

4. *Загальний фітотоксикоз.* У цих випадках симптоми проявляються на деякій відстані від місця живлення комахи, що, очевидно, пов'язано з рухливістю токсину. Його переміщення може бути порівняно обмеженим, тоді з'являються хлороз, смугастість листків, зміна кольору або слабке в'янення [41, 24].

5. У деяких випадках відбувається *загальне отруєння*, яке проявляється затримкою росту, пошкодженням коренів, в'яненням, хлорозом, аномаліями квіток, зменшенням квіткових бруньок, пухирчастістю листя і появою так званих потворностей і некрозів. Симптоми загального отруєння часто настільки подібні до симптомів вірусних хвороб, що іноді доволі важко визначити збудника [41].

Очевидно, що пошкодження рослин, спричинені комахами, симптоматично можуть бути подібні до хвороб, викликаних грибами, бактеріями і вірусами. Можна припустити, що їм властивий подібний механізм патогенності – утворення некрозів під впливом токсинів, які виділяються патогеном/шкідником або тканинами рослини у відповідь на напад, руйнування клітинних стінок і вмісту клітин під впливом ферментів і порушення регулювання росту рослин, які викликають гіпертрофію, карликовість, передчасний листопад та інші аномалії. За шкідливістю інтенсивне руйнування тканин рослин слабо спеціалізованими патогенами можна порівняти з масовими механічними пошкодженнями, спричиненими комахами, які пошкоджують тканини. Вважається, що стійкість рослин до деяких патогенів часто частково пов'язана з тим, що ці рослини не підходять як джерела живлення або токсичні для патогена. Можливо, це вірно і стосовно комах, кліщів і нематод. Деякі шкідники, наприклад, сарана, пожирають будь-яку рослинність, але більшість виявляють деяку вибірковість щодо видів рослин, на яких вони живляться [41].

Отже, на рослинах живляться багато комах, кліщів, нематод, на

пошкоджених тканинах поселяються гриби та бактерії, і якщо шкідники не залишають ніяких слідів (у вигляді екскрементів, яєць та інших продуктів життєдіяльності), то часто буває важко встановити первинну причину ураження/пошкодження. Комахи-фітофаги беруть участь також у розповсюдженні інфекції й зараженні рослин, а іноді є осередками резервації (перезимовування) фітопатогенів [12, 48]. Через пошкодження, заподіяні шкідниками, у рослину проникають ранові паразити. Відносини між комахами і патогенами (особливо облігатними паразитами) можуть бути симбіотичними, відтак у реакції рослини на збудників хвороб, механічні і хімічні пошкодження є багато спільного. Ця подібність дає змогу повніше зрозуміти коло проблем, цікавих для всіх спеціалістів із захисту рослин від хвороб і шкідників.

Найнебезпечніші шкідники деревних рослин належать до наступних рядів.

**Ряд клопи *Hemiptera*.** У сучасній класифікації ряд, крім власне клопів, також включає в себе комах, які входили раніше до ряду рівнокрилі *Homoptera* (цикади, попелиці, щитівки, тощо). Усі види клопів мають колюче-сисний ротовий апарат: проколюють тканини рослин або шкіру тварин і висмоктують сік або кров. Передні крила багатьох представників ущільнені та схожі на надкрила (цикадки, справжні клопи), в інших – прозорі, м'які (попелиці, цикади). Небезпечний шкідник родини соснових – сосновий підкоровий клоп *Aradus cinnamomeus*.

**Ряд прямокрилі *Orthoptera*.** В Україні поширено близько 150 видів. Ряд поділяється на підряди: коротковусі *Brachycera* і довговусі *Dolichocera*. Для представників *Orthoptera* характерна здатність видавати звуки. Перетворення неповне, личинки імагоподібні. Самиці відкладають яйця поодинокі або групами в ґрунт, стебла чи листки. Деякі види саранових виявляють особливі форми поліморфізму – стадну й поодинокі. Більшість прямокрилих рослиноїдні, деякі ведуть хижий спосіб життя. Найбільш шкідливими є представники родин капустянки *Gryllotalpidae*, цвіркуни *Gryllidae* та справжні саранові *Acrididae*. Серед них відомий шкідник коріння – капустянка звичайна *Gryllotalpa gryllotalpa* з характернимікопальними передніми ногами [12, 48].

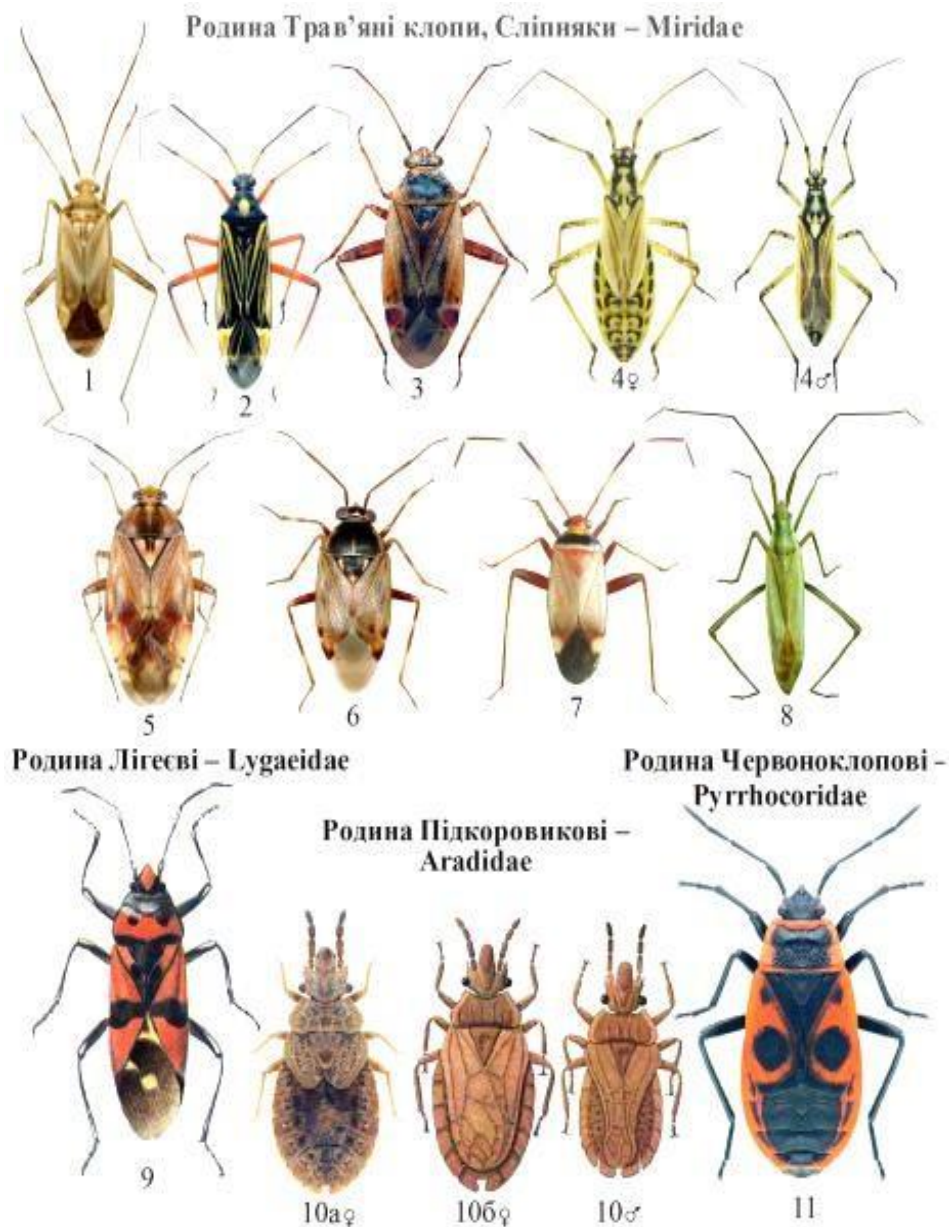


Рис. 15.4. Клопи. *Hemiptera*: 1 – люцерновий клоп *Adelphocoris lineolatus*; 2 – сліпняк смугастий *Miris striatus*; 3 – сліпняк буряковий *Polymerus cognatus*; 4 – лептоптерма ручна *Leptopterna dolabrata*; 5 – лігус польовий *Lygus pratensis*; 6 – дереокоріс крапчастий *Deraeocoris punctulatus*; 7 – адельфокоріус багатоїдний *Adelphocoris vandalicus*; 8 – стенодема гладка *Stenodema laevigatum*; 9 – лігей плямистий *Lygaeus equestris*; 10 – сосновий підкорювий клоп *Aradus cinnamomeus* (форма самиць: а – безкрила, б – крилата); 11 – клоп- солдатик *Pyrrhocoris apterus*

**Ряд двокрилі *Diptera*.** Комахи мають лише одну пару перетинчастих передніх крил. За способом життя та харчовою спеціалізацією дуже різноманітні.

Серед двокрилих є шкідники сільськогосподарських культур, паразити, хижаки, сапрофаги, некрофаги, запилювачі рослин, кровососи та переносники збудників хвороб людини й тварин. Ряд поділяється на три підряди: довговусі *Nematocera*, коротковусі прямошовні *Orthorrhapha* та коротковусі круглошовні *Cyclorrhapha*. Шкодочинними є представники родин галиці *Cecidomyiidae*, опомізиди *Opomyzidae*, злакові мухи *Chloropidae*, квіткарки *Anthomyidae*, мінуючі мухи *Agromyzidae*, довгоніжки *Tipulidae*. Двокрилі, зокрема комарі *Culicidae*, є переносниками збудників інфекційних захворювань. Серед коротковусих двокрилих відомі хатня муха та інші сірі, зелені та сині мухи, червоподібні личинки яких розвиваються у смітниках. До підряду коротковусих належать справжні мухи *Muscidae*, широко відомі ентомофаги – ктирі *Asilidae*, тахіни *Tachinidae*, дзюрчалки *Syrphidae*.

Найпоширенішими в Україні є представники таких родин: туруни *Carabidae*, сонечка *Coccinellidae*, пластинчастовусі *Scarabidae*, рогачі *Lucanidae*, ковалики *Elateridae*, чорниші *Tenebrionidae*, златки *Buprestidae*, вусачі *Cerambycidae*, листоїди *Chrysomelidae*, довгоносики *Curculionidae*, до якої за сучасною класифікацією належить підродина короїдів *Scolytinae* [12, 7].

За типами живлення імаго та личинок виділяють такі екологічні групи твердокрилих: *фітобійонтні хижаки* – види, які живляться тваринною їжею, полюючи на поверхні рослин; *педобійонтні хижаки* – види, які вживають тваринну їжу, полюючи на поверхні ґрунту; *гідробійонтні хижаки* – види, які живляться тваринною їжею, полюючи у водоймах; *детритофаги* – види, які живляться відмерлими рослинними рештками; *міцетофаги* – види, які живляться міцелієм грибів або плодовими тілами; *карпофаги* – види, які живляться рослинною їжею, пошкоджують насіння та плоди; *фітофаги (листоїдні та хвоєїдні)* – види, які живляться, об'їдаючи асиміляційний апарат; *ризофаги* – види, які підгризають коріння; *ксилофаги* – види, які пошкоджують луб чи деревину; *антофаги* – види, які пошкоджують генеративні органи рослин або їхні частини; *некрофаги* види, які живляться рештками мертвих тварин; *копрофаги* – види, які живляться фекаліями тварин; *паразитоїди* – види, личинки яких живляться частинами

личинок або лялечок інших комах протягом частини життєвого циклу на їхній поверхні або всередині та призводять до загибелі живителя; *паразити* – види, які під час живлення не вбивають свого живителя [12, 8].

За пристосуванням до біотопів відомі такі екологічні групи твердокрилих: *троглобійонти* поширені в печерах; *термітофіли* поширені в термітниках; *мірмекофіли* поширені в мурашниках; *педобійонти* живуть в ґрунті; *галобійонти* живуть у дуже засоленому ґрунті; *галофіли* віддають перевагу засоленим ґрунтам; *гідробійонти* поширені у водоймах; *фітобійонти* заселяють рослини; *ксилобійонти* живуть у деревині; *нідіколи* живуть у норах ссавців або гніздах птахів; *троглофіли* тимчасово заселяють печери та порожнини під великими каменями; *синантропи* живуть в оселях та будівлях.

**Ряд лускокрилі (метелики) *Lepidoptera*.** Ротовий апарат деяких видів *Lepidoptera* недорозвинений або відсутній. Метелики мають дві пари однорідних крил, які щільно вкриті лусочками. Будова й жилкування крил мають велике значення у систематиці лускокрилих. У польоті крила працюють спільно, іноді вони вкорочені або зовсім нерозвинені. Перетворення повне. Личинки лускокрилих називаються гусениці (гусінь), вони мають циліндричне тіло, три пари грудних і 2–5 пар черевних ніг. Лялечка покрита, може формувати шовковистий кокон. Серед лускокрилих є види, які мають одне або декілька поколінь на рік. Для видів, які розвиваються в деревині, характерна 2–3-річна генерація. Більшість гусениць лускокрилих є фітофагами, проте трапляються хижаки, ксилофаги (живлення деревиною – склівки, червиці), кератофаги (живлення волосяним покривом, характерне для молі), тощо. Деякі гусениці мають павутинисту залозу, тому, пересуваючись, вони лишають за собою павутинистий слід. Багато видів формують із павутини кокони, інші за її допомогою скріплюють листки кормової рослини, утворюючи таким чином камеру, в якій живуть.

Основні родини лускокрилих, гусениці яких завдають значної шкоди деревним рослинам: коконопряди *Lasiocampidae*, склівки *Sesiidae*, червиці *Cossidae*, листовійки *Tortricidae*, білани *Pieridae*, чубатки *Notodontidae*, совки

*Noctuidae*, хвилівки *Ordydae*, родина п'ядуни *Geometridae*, родина бражники *Sphingidae*.

До ряду **перетинчастокрилих** *Hymenoptera* (рис. 15.7) належать комахи різного розміру (0,2–60 мм). Ротові органи гризучі, іноді редуковані. Ноги зазвичай ходильні, проте трапляються бігальні, копальні, а у бджолиних – задня пара ніг збиральна. Крила однорідні, перетинчасті з невеликою кількістю замкнених комірок і жилок, задні крила дещо менші від передніх. Серед перетинчастокрилих є представники з укороченими крилами або безкрилі. Перетворення повне, проте деяким видам властиве ускладнене перетворення (гіперметаморфоз). Личинки червоподібні або несправжні гусениці. Лялечка вільна і міститься в шкірястому або павутинистому коконі.

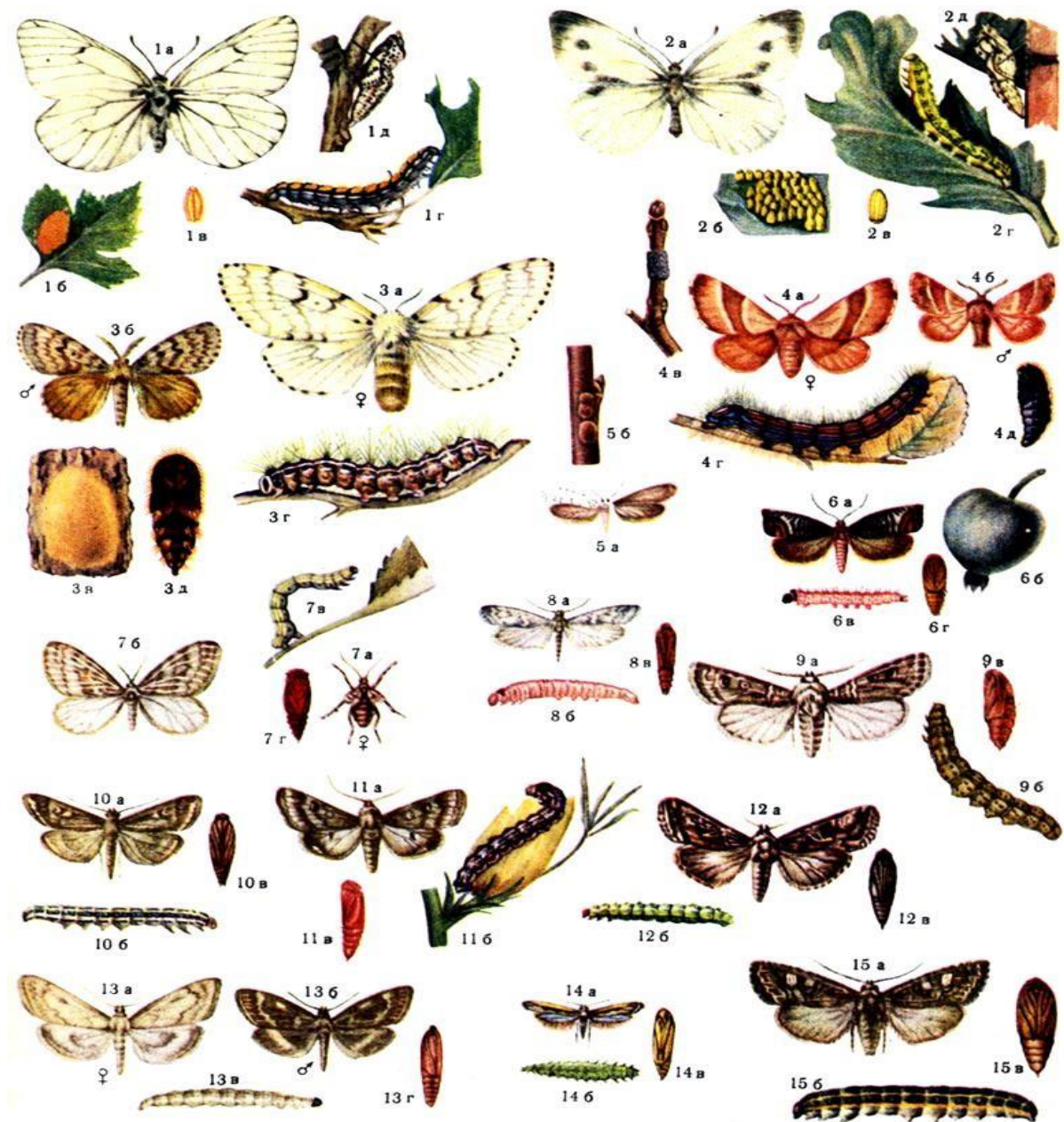
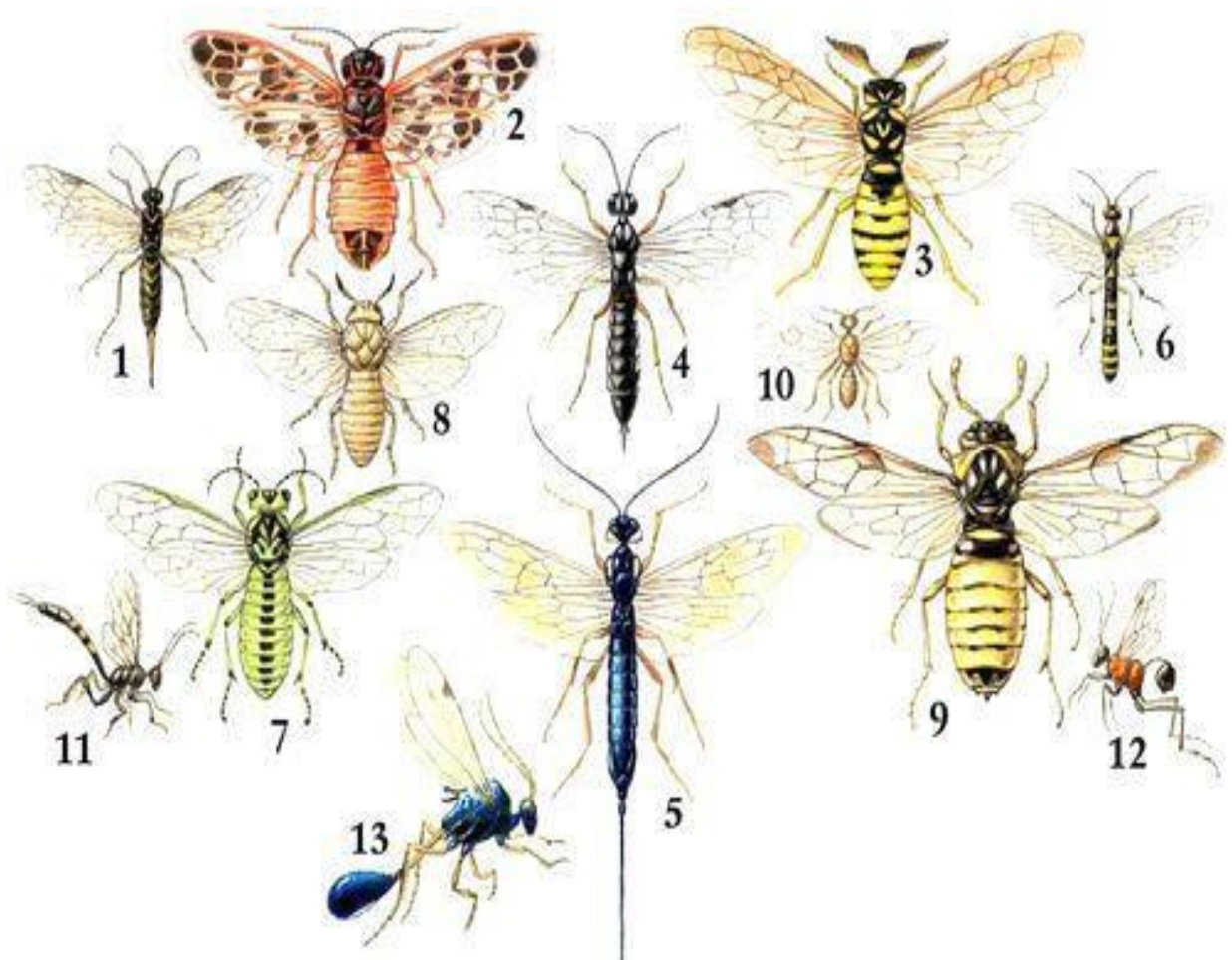


Рис. 15.6. Лускокрилі (метелики). *Lepidoptera*: 1 – білан жилкуватий *Aporia crataegi*: а – імаго, б – яйцекладка, в – яйце, г – гусінь, д – лялечка; 2 – білан капустяний *Pieris brassicae*: а – самиця, б – яйцекладка, в – яйце, г – гусінь, д – лялечка; 3 – шовкопряд непарний *Lymantria dispar*: а – самиця, б – самець, в – яйцекладка на стовбурі дерева, г – гусінь, д – лялечка; 4 – кільчастий шовкопряд *Malacosoma neustria*: а – самиця, б – самець, в – яйцекладка, г – гусениця, д – лялечка; 5 – міль яблунева *Hynonomeuta malinellus*: а – імаго, б – яйцекладка; 6 – плодожерка яблунева *Cydia pomonella*: а – імаго, б – яйце на яблуці, в – гусінь, г – лялечка; 7 – п'ядун зимовий *Operophtera brumata*: а –

самиця, б – самець, в – гусінь, г – лялечка; 8 – вогнівка млинарська *Ephestia kuehniella*: а – імаго, б – гусінь, в – лялечка; 9 – озима совка *Agrotis segetum*: а – імаго, б – гусінь, в – лялечка; 10 – лучний метелик *Loxostege sticticalis*: а – імаго, б – гусінь, в – лялечка; 11 – совка бавовникова *Helicoverpa armigera*: а – імаго, б – гусінь, в – лялечка; 12 – совка-гамма *Autographa gamma*: а – імаго, б – гусінь, в – лялечка; 13 - стебловий кукурудзяний метелик *Ostrinia nubilalis*: а – самиця, б – самець, в – гусінь, г – лялечка; 14 – міль капустяна *Plutella maculipennis*: а – імаго, б – гусінь, в – лялечка; 15 – совка капустяна *Mamestra brassicae*: а – імаго, б – гусінь, в – лялечка



За способом життя та кормовою спеціалізацією перетинчастокрилі дуже різноманітні. Серед *Hymenoptera* є фітофаги, рослиноїдні види (горіхотвірки, пильщики), збирачі нектару й пилюку (бджоли), хижаки (мурахи) та паразитоїди, які відкладають яйця в інших комах (їздці). Ряд поділяють на сидячечеревних *Symphyla* та стебельчастих *Aprostita*. Дуже шкідливими є представники родин

справжні пильщики *Tenthredinidae*, пильщики-ткачі *Pamphiliidae*, хвойні пильщики *Diprionidae* та рогахвости *Siricidae*.

У лісових біоценозах окремі види організмів (наприклад, комахи) представлені місцевими популяціями, частини біотопу, зайняті ними, називають стаціями. У різних кліматичних зонах види виявляють неоднакові вимоги щодо стацій.

Найчастіше комахи та інші шкідники пошкоджують рослини в процесі живлення, рідше – при відкладанні яєць. Залежно від будови ротових органів шкідник може спричиняти руйнування тканин чи органів рослин (листіків, коренів, плодів) або відмирання окремих ділянок тканин. Унаслідок цього в пошкоджених рослин порушуються процеси обміну речовин, послаблюються ріст, накопичення запасних поживних речовин тощо. Крім того, багато шкідників є прямими або непрямими переносниками збудників хвороб рослин. В одних випадках спори збудників хвороб проникають у тканину рослини через пошкодження, завдані шкідником, в інших – власне комахи є переносниками інфекції (попелиці, цикади).

Пошкодження шкідливими комахами зумовлюють значне ослаблення рослин, зниження їх декоративності, викривлення гілок та стовбурів, суховершинність, а іноді і всихання. При повному об'їданні хвої хвойні деревні рослини, як правило, всихають. Листяні деревні рослини в сприятливих умовах при одноразовому об'їданні листя поновлюють його в тому самому році, проте, коли шкідники об'їдають листя протягом кількох років підряд, дерева починають суховершинити та всихати. Найбільшої шкоди завдають комахи молодим насадженням та сіянцям в розсадниках. Комахи шкодять деревам та чагарникам здебільшого під час живлення та відкладання яєць. Особливу небезпеку становлять шкідники асиміляційного апарату рослин. Більшість шкідників цієї групи комах належать до ряду лускокрилих, о пильщиків, пильщиків-ткачів та листоїдів. Їх личинки частково чи повністю об'їдають асиміляційний апарат дерев. Даний процес носить призводить до дефоліації і супроводжується порушенням найважливіших фізіологічних функцій дерева (фотосинтез, дихання, транспірації).

## 2. Комахи-фітофаги хвойних деревних рослин

Пошкодження деревних рослин розрізняють залежно від типу ротового апарату комах, комахи з гризучими ротовими органами об'їдають хвою та бруньки, які почали розвиватися. Шкідники порушують фізіологічні процеси, пригнічують ріст і розвиток рослин, часто призводячи до її загибелі. Для уникнення таких явищ необхідно робити профілактику, проводити регулярне кореневе і позакореневе підживлення, а також дотримуватись правил агротехніки.



Рис. «Змочалювання» хвої личинками рудого соснового пильщика *Neodiprion sertifer*

До найпоширеніших **хвоєгризучих шкідників** деревних рослин належать: шовкопряд сосновий *Dendrolimus pini* L.; совка соснова *Panolis flammea* Schiff.; п'ядун сосновий *Vupalus piniarius* L.; шовкопряд-монашка *Oscneria monacha* L.; звичайний сосновий пильщик *Diprion pini* L.; рудий сосновий пильщик *Neodiprion sertifer* Goffr.; сосновий бражник *Sphinx pinastri* L.

**Пагонов'юни *Tortricidae*, рід *Rhyacionia* (лускокрилі).** Гусениці харчуються тканинами бруньок, пагонів або гілок переважно різних видів сосен, а також інших хвойних, що викликає в подальшому викривлення стовбурів, багатoverшинність, смоляні гали і інші форми потворностей – звідси і походить назва шкідників.



Рис.. Пагонов'юн-смолівщик *Evetria turionana*

**Стовбурові шкідники** хвойних представлені комахами з підродини короїдів *Scolytinae* родини довгоносиків *Curculionidae*, вусачів *Cerambycidae*, златок *Viprestidae* та рогохвостів *Siricidae*. У більшості видів ходи під корою і в деревині прокладають личинки. У короїдів і жуки ведуть скритий спосіб життя під корою і навіть в деревині, де, прокладаючи ходи, живляться і розмножуються. Прогризаючи ходи в лубі, заболоні стовбурові шкідники наносять деревам значної фізіологічної шкоди і можуть спричинити їх всихання.

Здорові хвойні дерева стійкі проти стовбурових шкідників – у них в місцях пошкодження лубу і деревини інтенсивно виділяється живиця, яка містить токсичні для комах речовини – терпени (ефірні олії). У ослаблених дерев живиця

виділяється повільно, до того ж вони містять мало терпенів і через це зменшується стійкість деревних рослин проти шкідників.

За строками розвитку виділяється весняна і літня фенологічні підгрупи стовбурових шкідників. Комахи, які входять у весняну підгрупу, заселяють дерева у квітні-травні. Вже в кінці червня-липні вилітає їх молоде покоління. Шкідники літньої підгрупи заселяють дерева в червні-серпні. їх потомство, як правило, залишається зимувати під корою або в деревині і закінчує розвиток на наступному році і навіть пізніше [8].



*а*

*б*

*Рис. Інтенсивне ураження сосни мікозом у місцях заселення стовбурових шкідників (а); вильотні отвори (б)*

Встановлено 3 типи заселення дерев: комлевий або кореневий, стовбуровий, вершинний. Факторами, що сприяють масовому розмноженню стовбурових шкідників являються: кліматичні – головним чином засуха або навпаки, надлишкове зволоження діють вони головним чином опосередковано – через ослаблення дерев; стихійні – пошкодження рослин снігом, ожеледицею,

пожежами, вітром тощо; біотичні – пошкодження шкідниками асиміляційного апарату та збудниками хвороб; антропічні – пов'язані з господарською діяльністю людини.

Найнебезпечніші серед стовбурових шкідників для лісових деревних рослин є довгоносики, і короїди зокрема. Короїди на хвойних породах: великий сосновий лубоїд *Tomicus piniperda* L.; малий сосновий лубоїд *Tomicus minor* Hartig, шести зубчастий короїд *Ips sexdentatus* Voerner; смугастий деревинник *Trypodendron lineatum* Ol.; вершинний короїд *Ips acuminatus* Qum.; короїд-типограф *Ips typographus* L.; короїд-двійник *Ips duplicatus* S.; короїд-гравер *Pityogenes chalcographus* L., великий ялиновий лубоїд *Dendroctonus micans* Kug. Родина вусачі *Cerambycidae*: чорний сосновий вусач *Monochamus galloprovincialis* Ol., сирій довговусий вусач *Acanthocinus aedilis* L., коротковусий (кореневий) вусач *Spondylis buprestoides* L., малий чорний ялиновий вусач *Monochamus sutor* L. Родина златок *Buprestidae*: синя златка *Phaenops cyanea* Fr., чорна чотирьохцяткова златка *Anthaxia quadripunctata* L.

### 3. Комахи-фітофаги листяних деревних рослин

**Листогризучі шкідники** пошкоджують асиміляційний апарат рослин, проте листяні мають здатність до його відновлення. Серед представників цієї групи комах об'їдають листя гусениці метеликів та личинки пильщиків (рис. 15.11).

**Листоїди** *Chrysomelidae* – четверта за чисельністю родина ряду твердокрилих, налічує понад 35 тис. видів (рис. 15.12). Личинки та імаго живляться на трав'янистих та деревних рослинах, деякі види є монофагами, тобто живляться на одному виді рослин або декількох видах рослин одного роду. Імаго і личинки листоїдів згризають поверхню листя або прогризають в ньому отвори. Численна популяція листоїдів може повністю покрити рослину, це можуть бути і чагарники і дерева, і за деякий час об'їсти листя до того, що залишаться лише скелетні жилки або ж позбавити рослину листя зовсім.

**Стовбурові шкідники** листяних відносяться до ряду жуків (короїди, вусачі,

златки, довгоносики), перетинчастокрилих

(рогохвости) та метеликів (склівки та ін.). Як правило, вони ведуть прихований спосіб життя, відкрито живуть лише дорослі комахи (у короїдів вони велику частину життя проводять усередині тканин камбію). Прогризаючи ходи в лубі, камбії і деревині, часто викликають усихання дерев; багато видів проточують у стовбурах глибокі ходи, знижуючи якість деревини (рис. 15.13). Масові розмноження залежать від життєздатності дерев, насаджень і їх санітарного стану. Стовбурові шкідники заселяють звичайно ослаблені рослини. У насадженнях з погіршеним санітарним станом або розташованих поряд з осередками масового розмноження вторинних шкідників нерідко навіть цілком здорові дерева заселяються ними.



Рис. Ходи та вильотні отвори стовбурових шкідників Короїди на листяних породах: дубовий заболонник *Scolytus*

*intricatus* Ratz.; короїд західний непарний *Xyleborus dispar* Fabr.; руйнівник або великий в'язовий заболонник *Scolytus scolytus* F.; березовий заболонник *Scolytus ratceburgi* Jans.; великий ясеневий лубоїд *Hylesinus crenatys* F.; малий, або рябий, ясеневий лубоїд *Hylesinus fraxini* Panz. Лускокрилі: червиця в'їдлива *Zeuzera pyrina* L.; червиця пахуча *Cossus cossus* L.

#### *4. Загальні методи лісопатологічних обстежень*

Шкодочинність комах і збудників хвороб полягає у порушенні структури крон, частковій або повній втраті листя (хвої) або йогонедорозвиненні, зменшенні приросту, зменшенні стійкості до дії вітру та інших чинників, погіршенні санітарного стану дерев (у гіршому випадку – їхньої загибелі), впливі на генеративну сферу дерев, а також на якість лісової продукції, зокрема деревини. Зазначені зміни оцінюють під час нагляду. Оскільки універсальна шкала категорій санітарного стану дерев, рекомендована чинними «Санітарними правилами в лісах України» [182], не враховує особливостей змін окремих деревних рослин за різних типів пошкоджень, тому під час діагностики причин і прогнозування наслідків пошкодження чи ураження дерев слід брати до уваги додатково інші показники, які відображають специфічні реакції окремих лісових порід на пошкодження чи ураження (зміну структури крони, рівень дефоліації, наявність симптомів і ознак ураження чи пошкодження шкідливими організмами, абіотичними або антропогенними чинниками, пошкодження стовбура).

**Симптоми** ураження або пошкодження – це зміни або порушення стану деревної рослини або її частин, які знижують здатність рослини (або її частини) забезпечувати життєві функції (фотосинтез, всмоктування вологи та поживних речовин, перенесення їх до крони) та призводять до ослаблення дерев, погіршення якості деревини, зменшення приросту, а іноді і до всихання. Прикладами симптомів пошкодження чи ураження рослин є наявність ран, некрозів і виразок на окремих частинах рослин, втрата чи зміна забарвлення хвої, деформація рослин та засихання. На відміну від симптомів, які виявляються у зміні стану деревної рослини або її окремих органів, **ознаки** ураження або пошкодження є безпосереднім проявом шкідливих організмів, які спричинили пошкодження чи ураження рослин. Прикладами ознак ураження або пошкодження є наявність міцелію та спор грибів, плодових тіл, личинок комах екскрементів, ходів тощо, а також специфічні пошкодження рослин (скручування, скелетування, мінування листя, проточування ходів у деревині, пагонах і корінні, під корою).

Об'єкти нагляду – комахи, кліщі, молюски, хребетні тварини та збудники хвороб, які живляться різними органами рослин або в них розмножуються, є об'єктами лісопатологічного нагляду у випадку, якщо вони поширилися або розмножилися до такого рівня, що є небезпечними для стану дерев або спричиняють зниження якості та зменшення приросту деревини до економічно значущого рівня. За таких умов призначають певні лісогосподарські або лісозахисні заходи.

**Комахи-фітофаги** завдають шкоди під час живлення та відкладання яєць. Залежно від пошкоджуваних органів рослин розрізняють підходи до нагляду та обліку шкідників листя, бруньок і пагонів у період розвитку, гілок і стовбурів, коріння, плодів і насіння. Комах, які живуть відкрито, мають гризучий ротовий апарат і живляться листям (хвоєю), розподіляють на дві групи.

**Комахи-хвоєлистогризи** з рядів лускокрилі *Lepidoptera* та перетинчастокрилі *Hymenoptera* стрімко багаторазово збільшують чисельність і формують осередки масового розмноження, причому спалахи масового розмноження повторюються через певні періоди часу залежно від регіону і виду комах. Хвою (листя) пошкоджують гусениці (личинки), а імаго шкоди не завдають, не живляться або живляться нектаром. Стосовно основних комах-хвоєлистогризів визначені основні ознаки нагляду, методи обліку та критерії прогнозування [14, 19].

**Твердокрилі, або жуки** *Coleoptera*, зокрема листоїди *Chrysomelidae*, довгоносики *Curculionidae*, наливники *Meloidae*, пластинчастовусі *Scarabaeidae*, пошкоджують листя під час розвитку личинки та/або під час додаткового живлення імаго. Деякі листоїди мають декілька генерацій на рік, що дає їм переваги перед іншими листогризами. Шкода від цих комах є особливо відчутною у розсадниках, на плантаціях швидкорослих порід, у полезахисних лісових смугах. Дані стосовно динаміки чисельності, ознаки нагляду, методи обліку та критерії прогнозування майже не вивчені.

**Комахи та кліщі** з прихованим способом життя – галоутворювачі та мінери часто утворюють декілька поколінь на рік та є менш чутливими до дії абіотичних

чинників, зокрема забруднювачів повітря, ніж види, які живуть відкрито, і тому останнім часом на тлі глобальної зміни клімату та антропогенного навантаження мають переваги перед «класичними» комахами-хвоєлистогризами. Дані стосовно динаміки чисельності та критерії прогнозування одержані лише для декількох видів.

**Комахи-мінери** з рядів лускокрилі *Lepidoptera*, перетинчастокрилі *Hymenoptera*, двокрилі *Diptera* та твердокрилі *Coleoptera*, які живляться всередині пагонів, листків, хвоїнок або плодів, прогризають у них характерні ходи або формують «міни». Щільність популяцій багатьох мінерів зазвичай стабільна за роками, але деякі види можуть помітно знизити декоративність і стійкість окремих дерев і насаджень.

**Кліщі-фітофаги** та комахи із сисним і колюче-сисним ротовим апаратом живляться соком рослин. Метелики *Lepidoptera* переважно живляться нектаром квітів і шкоди рослинам не заподіюють. У ряді напівтвердокрилих *Hera* сисними шкідниками є цикадові *Auchenorrhyncha*, листоблішки *Psyllidae*, білокрилки *Aleyrodidae*, попелиці *Aphidoidea*, кокциди, або червчики *Coccidia* та щитівки *Diaspididae*, а також клопи *Heteroptera*. Бахромчастокрилі, або трипси *Thripidae*, рівнокрилі *Homoptera*, перетинчастокрилі *Hymenoptera* та двокрилі *Diptera* фітофаги спричиняють утворення галів, інтенсивний ріст тканин у місцях висмоктування соку, знебарвлення та деформацію листя або інших органів. Деякі види забруднюють рослини липкими виділеннями, на яких розвиваються сажкові гриби, а деякі переносять збудників хвороб рослин, зокрема віруси та бактерії [13].

Шкідники коріння найменшою мірою пов'язані з кормовими деревними рослинами у порівнянні зі шкідниками наземних органів дерев [14].

Шкідники плодів, шишок і насіння мають значення переважно на селекційних об'єктах і насінневих плантаціях, які необхідно захищати інсектицидами регулярно у терміни, що передують можливому відкладанню яєць цими комахами у зав'язі, а за подовженого періоду льоту повторювати обробку 2–3 рази. Різні органи сіянців, саджанців і рослин незімкнених культур лісових порід

пошкоджують комахи різних систематичних і екологічних груп. Методи нагляду, обліку та оцінювання шкідливості цих комах у соснових культурах відображені в окремих рекомендаціях [12].

Лісопатологічні обстеження поділяють на поточні оперативні, інвентаризаційні, експедиційні й експертизи [53, 48].

*Поточні оперативні* обстеження виконують працівники лісогосподарських підприємств, інженер захисту лісу. Ці роботи включають обстеження на зараженість патогенами природних і штучних лісових насаджень, розсадників, площ, які підлягають рекультивації, а також перевірку на місцях листків сигналізації про появу збудників хвороб і комах-фітофагів. Поточні оперативні обстеження проводять щорічно, зазвичай, восени, і вони є підставою для складання плану лісозахисних заходів і санітарних рубок на наступний рік.

*Інвентаризаційні* лісопатологічні обстеження проводять одночасно з лісовпорядкуванням. При цьому лісовпорядники виявляють на території підприємства осередки шкідливих комах і збудників хвороб, місць стихійних явищ (бурелом, вітровал), ділянки, пошкоджені тваринами та механізмами під час проведення лісогосподарських робіт. Виявлення осередка є підставою для складання плану лісозахисних заходів на найближчий ревізійний період.

*Експедиційні* лісопатологічні обстеження проводять спеціальні лісопатологічні партії або експедиції. В такі партії, крім фахівців лісозахисту, залучають ґрунтознавців та фахівців залежно від обстежуваних об'єктів. У результаті обстеження встановлюють лісопатологічний стан насаджень підприємства, визначають площі осередків всихання, місця їхнього розташування, які наносять на план лісництва, з'ясовують інтенсивність розвитку осередків і причини їхнього виникнення, розробляють заходи оздоровлення лісостанів, а також перспективний проект ведення лісового господарства в різних типах лісорослинних умов для запобігання масовому розвитку збудників хвороб і комах-фітофагів [53].

*Лісопатологічні експертизи* призначають в особливо складних випадках і виконують висококваліфіковані фахівці. Завданням проведення експертиз є

виявлення причин усихання лісових насаджень і рекомендації заходів щодо їхнього оздоровлення. Кожен вид лісопатологічних обстежень складається з етапів: *підготовчі, польові і камеральні роботи.*

На *підготовчому етапі* слід ознайомитися з матеріалами лісовпорядкування, попереднього лісопатологічного обстеження, листками сигналізації та іншими документами, які характеризують санітарний стан лісів і ефективність застосовуваних заходів захисту лісу. Також ретельно вивчають природно-кліматичні умови господарства, типи лісу, особливості метеорологічних умов попередніх років (наявність надмірних опадів, посух, екстремальних температур, сильних вітрів тощо), зміни рівня ґрунтових вод, а також якість виконуваних лісогосподарських заходів.

*Польові роботи* здійснюють двома способами – *рекогносцирувальним і детальним* обстеженням. Під час *рекогносцирувальних* обстежень оглядають уражені (пошкоджені) лісостани за ходовими лініями. Для цього використовують дороги, просіки, візири. Під час проведення *рекогносцирувального* обстеження окомірно встановлюють частку пошкоджених (уражених) дерев.

Рекогносцирувальне обстеження насаджень здійснюють за ходовими лініями з використанням кварталних просік, протипожежних розривів, доріг, стежок, а в окремих випадках у спеціально прокладених візирах. Маршрутні ходи розташовують через 150–500 м (під час дослідження поширення кореневої губки через 50 м) з таким розрахунком, щоб охопити всі таксаційні виділи обстежуваних насаджень.

Порядок ведення детального нагляду наведено в «Методичних вказівках з нагляду, обліку та прогнозування поширення шкідників і хвороб лісу для рівнинної частини України» [13].

Під час проведення лісопатологічного моніторингу насаджень виникає необхідність оцінювання стану окремих дерев і насадження загалом. Для цього використовують такі показники, як категорія стану дерев і насаджень.

*Категорія стану дерев* – бальна оцінка стану дерев за комплексом візуальних ознак. Згідно з чинними «Санітарними правилами в лісах України»

[182] виділяють 6 категорій стану дерев: I – без ознак ослаблення, II – ослаблені, III – сильно ослаблені, IV – всихаючі, V – свіжий сухостій, VI – старий сухостій. Крім згаданих у санітарних правилах основних категорій стану дерев, виділяють додаткові категорії – дерева із всохлою вершиною під впливом збудників хвороб, шкідників, посухи, промислового забруднення або інших несприятливих факторів середовища. Залежно від протяжності всохлої вершинної частини дерев можуть належати до 1–4 категорій стану; вітровальні дерева, повалені під дією вітру на землю з частково або повністю вирваною з ґрунту кореневою системою, міцність якої втрачена внаслідок розвитку гнилі або через несприятливі ґрунтово-кліматичні умови; буреломнімні дерева, зламані під дією вітру або іншого дерева, яке впало; сніговал і сніголам – дерева молоді високі і тонкостовбурові, зігнуті або зламані під вагою ясного снігопаду.

Стан насаджень оцінюють також за класами біологічної стійкості за комплексом показників, якими є розмір поточного і загального відпаду (усихання), характер відпаду, пошкодженість деревостану комахами, ураженість хворобами й іншими чинниками несприятливої дії, стан лісового середовища тощо.

*Клас біологічної стійкості* (життєздатності) визначають для насаджень головних лісоутворювальних видів, починаючи з III класу віку і старших.

Кожне насадження належить до одного з трьох класів стійкості: I – стійкі (здорові); II – з порушеною стійкістю; III – такі, що втратили стійкість.

Розподіл на вказані класи дає змогу отримати найповнішу оцінку лісопатологічного стану насаджень, поглибити диференційований підхід до вивчення їхнього санітарного стану і найбільш раціонально планувати заходи [19].

До I класу (біологічно стійких) належать насадження, в яких поточний відпад не перевищує нормального для цих віку й лісорослинних і умов. Здорові насадження зазвичай мають також нормальний для цього класу бонітету приріст і рівномірну повноту. Пошкодженість дерев комахами і хворобами незначна або відсутня.

До II класу (з порушеною стійкістю) належать насадження, де розмір

усихання, зокрема поточний відпад, у декілька разів перевищує нормальний для даних віку і типу лісорослинних умов. При цьому середній діаметр сухостою близький або вищий від середнього діаметра насадження. Для таких деревостанів часто характерні групове або куртинне усихання, сповільнений приріст і зміна забарвлення хвої та листя частини дерев, нерівномірна повнота, утворення прогалін і вікон. Стійкість може порушуватися під впливом шкідників і хвороб, стихійних лих та інших несприятливих чинників.

До III класу (насадження, які втратили стійкість) належать насадження, у складі яких усохла або всихає значна частина дерев виду, що переважає, а після їхнього вибирання може утворитися рідина.

## ***5. Хвороби деревних рослин***

**Поняття про хворобу деревної рослини.** Проблему патології деревної рослини можна розглядати з різних позицій, а саме: біологічних, еколого-економічних та господарських.

Поняття про хворобу рослини необхідне для розуміння причин і умов виникнення, розвитку і прояву захворювання.

Кожна хвороба характеризується складним процесом виникнення і розвитку взаємовідносин між деревною рослиною, патогеном і факторами зовнішнього середовища. Тому останні визначення, які зробили професори А. В. Цилюрик і С. В. Шевченко найбільш повно враховують біолого-патологічні процеси, які протікають у хворій деревній рослині [48].

*Хвороба – складний динаміко-патологічний стан деревної рослини, викликаний паразитними мікроорганізмами або несприятливими факторами, що характеризується порушенням фізіологічних і біохімічних функцій, морфологічних і анатомічних ознак, які в залежності від особливостей рослини-живителя, патогену й умов навколишнього середовища можуть призвести до різкого зниження продуктивності або навіть загибелі деревної рослини.*

В усіх випадках зовнішні ознаки патологічного процесу супроводжуються

порушенням анатомічних і морфологічних ознак, фізіологічних і біологічних функцій і продуктивності рослин. Інтенсивність розвитку хвороби залежить від патогенності, агресивності і вірулентності її збудника, стійкості рослин і умов зовнішнього середовища.

Вона може призводити до відмирання окремих частин рослини або викликати повну загибель не тільки окремих індивідуумів, але і цілих лісових насаджень. Отже, хвороба рослини є діалектичним процесом, у якому деревна рослина, патоген, зовнішнє середовище взаємозалежні між собою й обумовлюють один одного.

Крім поняття *ураження деревної рослини* в лісовій фітопатології, яка вивчає багаторічні рослини, часто вживається термін *пошкодження рослини*. Воно характеризується такими ознаками, як зламані гілки, бурелом, вітровал, обдирання і ошмигування кори, зарубки, ушкодження поверхневих коренів витоптуванням, пожовтінням листків та ін., викликаних дією зовнішніх фізико-механічних, хімічних, кліматичних та інших факторів без впливу патогенних організмів. Пошкодження нерідко призводять до загибелі деревної рослини.

Вживають також термін *потворність*, чи *тератологічні явища*, під якими розуміють різні морфологічні відхилення від норми, наприклад фасціації, капи, сувельвали, іноді «відьміні мітли», хоча вони в більшості випадків не знижують життєдіяльності деревних рослин і не загрожують їх існуванню. Капи горіха грецького, берези повислої дуже підвищують цінність деревини. Такі явища часто спадкові, причини їхнього виникнення в багатьох випадках ще не встановлені.

Дії фітопатогенів (грибів, бактерій, актиноміцетів, риккетсій, мікоплазм, вірусів, віроїдів, нематод) та інших причин, які викликають комплекс відповідних змін в анатомічній і морфологічній будові деревної рослини чи її окремих органів дуже різні. Зовнішні ознаки цих змін називаються симптомами, специфічними для кожної хвороби.

Усе різноманіття типів хвороб, які зустрічаються в природних умовах, можна об'єднати за характером їхнього прояву в ряд груп:

**Відмирання деревної рослини чи окремих її органів на корені. В'янення**

характерне для листяних порід. При цьому зменшується тургор усієї рослини або її окремих органів. Уражені рослини мають зів'ялі, скручені листки і пониклі верхівки. Даний тип хвороби викликається грибами, бактеріями, риккетсіями і проявляється як на однорічних рослинах, так і на багаторічних деревних породах. В'янення сіянців, а в більш дорослих рослин — листків, квіток і зав'язі може проявитися при нестачі вологи в ґрунті, високих температурах і весняних заморозках. Грибні і бактеріальні в'янення супроводжуються ураженням тканин, які проводять воду з ґрунту до листків. При цьому біля підсім'ядольного коліна сіянців утворюється перетяжка, уражається коренева система, закупорюються судини бульб, стебел і стовбурів. На поперечному розрізі органів рослин, уражених грибами і бактеріями, у периферичній частині добре видно побурілі судини у вигляді кільця, завдяки чому можна легко відрізнити їх від рослин, які зів'янули від нестачі вологи у ґрунті. Цей тип хвороби призводить до поступового відмирання дерева тому, що після в'янення листків на гілках вони засихають, буріють і опадають.

**Випирання** сіянців у розсаднику обумовлене утворенням крижаної кірки. Примерзлий до кореневої шийки рослини лід поступово наростає і випирається вгору разом з рослиною. Після танення льоду сіянець залишається на поверхні ґрунту і гине. Випирання найчастіше спостерігається на болотних і глинистих ґрунтах в осінній чи весняний період.

**Всихання** характерне для хвойних порід. При цьому типі хвороби бруньки, молоді сходи, хвоя на гілках і верхівках дерев відмирають. Причиною засихання є ураження камбію грибами. Хвоя, що відмирає, на пагонах набуває бурого кольору, висить донизу, а при дотику легко осипається; кора розтріскується, відстає від деревини та відпадає.

**Випрівання** спостерігається у сіянців і самосіву, які знаходяться під снігом, і викликається збудником *Sclerotinia graminearum* Elenov. Воно призводить до побуріння хвої, її опадання, відмирання верхівок або всієї рослини.

**Удушення (задуха)** сіянців і самосіву сосни, які зростають на піщаних ґрунтах, відбувається після обволікання їх плодовими тілами *Thelephora terrestris*

Ehrenb., що перешкоджає нормальному плину фізіологічних процесів (диханню, транспірації, фотосинтезу).

**Опік** сіянців настає внаслідок перегріву ґрунту. В результаті високих температур (+50–75 °С) на темних ґрунтах спочатку утворюється перетяжка в районі кореневої шийки стебельця, потім засихає хвоя, сіянець гине. При вириванні сіянців їх корінці, як правило, залишаються у ґрунті. Опік деревних рослин можуть викликати також бактерії.

### **Повне чи часткове руйнування окремих органів деревних рослин.**

**Гниль** – один з найбільш розповсюджених типів хвороб, спричинених грибами або бактеріями. Характеризується руйнуваннями розм'якшенням окремих ділянок тканин різних органів однорічних і багаторічних рослин. До загнивання найчастіше схильні м'ясисті, соковиті, багаті водою і поживними речовинами плоди, насіння, бульби, коренеплоди. Гниль деревини викликають різні види афілофорових та агарикових грибів. Її розрізняють: за типом гниття (корозійна, деструктивна), за структурою (тріщинувата, призматична, ямчаста), за кольором (біла, бура, строката), за розміщенням на поперечному зрізі стовбура (ядрова, заболонна і ядрово-заболонна, а також за розташуванням на дереві (коренева, окоренкова, стовбурна, ранева і вершинна).

**Плямистість** характеризується тим, що на поверхні листків, плодів, насіння в місцях ураження утворюються білі, сірі, бурі чи чорнірізні за розміром і формою відмерлі ділянки тканин – плями. Їх поділяють на припухлі і некротичні. Вони викликаються грибами, бактеріями або причинами непаразитарного походження. Найбільш розповсюдженими формами інфекційних плямистостей є: округла, при якій тканина оточена темним чи світлим обідком; кутаста, коли на листках відмерла тканина розташована між жилками; дірчаста – при цій формі уражена тканина згодом випадає, утворюючи отвір.

Непаразитарна плямистість характеризується однотонністю кольору і відсутністю облямівки.

**Некроз** (грецьк. *necros* – мертвий) – локальне відмирання кори, флоєми і камбію на гілках та стовбурах, найчастіше продовгуватої форми та різного

розміру. В місцях ураження спостерігається відмирання кори уздовж і поперек стовбура, причому кора довго не обпадає. Викликають некроз гриби, бактерії, віруси.

**Виразки** характеризуються утворенням на стовбурах, гілкахдерев різних за розміром ран, заглиблених у деревину, часто оточених напливом. Великі виразки називають раком, а дрібні – антракнозом. Краї дрібних ран часто забарвлені в темно-червоний чи чорний колір. Причиною утворення виразок можуть бути гриби, бактерії, низькі температури і механічні пошкодження.

**Морозобійні тріщини** утворюються в результаті переохолодження зовнішніх річних шарів, які стискаються значно сильніше, ніж теплі шари центральної частини. Вони спостерігаються в нижній частині стовбурів дуба, бука, в'яза, ясена, горіха, тополі. Морозобійні тріщини йдуть у радіальному напрямку, по краях часто утворюються напливи (заростають каллусом). Подовжні стовбурні тріщини можуть бути утворені від удару блискавки.

**Відлупні тріщини** виникають у стовбурах хвойних і листяних порід при раптовому підвищенні температури після великих морозів. У цей період зовнішні річні кільця стовбура нагріваються і розширюються, а внутрішні залишаються холодними та стиснутими. Відлупні тріщини мають кільцеподібну форму, тому що утворюються по річних кільцях на границі зазначених зон.

**Обмерзання** різних органів спостерігається у теплолюбних деревних порід під впливом пізніх весняних і ранніх осінніх заморозків і сильних морозів узимку. Так, після ранніх морозів до випадання снігу спостерігається підмерзання коренів, а в таких порід як айлант високий, бархат амурський, горіх грецький та інших обмерзають окремі пагони або всі гілки в кроні.

**Сажка** – тип хвороби, яка викликається сажковими грибами. При цьому захворюванні руйнуються генеративні органи (колоски, качани), які перетворюються в чорну порошкоподібну масу, яка складається з теліоспор паразита. Прикладом може слугувати *Ustilago tritici* Jens. (летюча сажка пшениці), яка руйнує всі частини колоса, крім основного стрижня, та *Ustilago zae* (Beck.) Unger, (пухирчаста сажка кукурудзи), яка уражає стебла, листки, качани, волоть та

повітряні корені.

**Іржа** являє собою різної величини і форми іржавого кольору пустули (*pustula* – міхур, прищ), які утворюються під епідермісом на верхньому і нижньому боці листків, черешків, молодих пагонів. Пустули характерні для іржастих грибів.

#### **Скупчення міцелію і спороношень грибів на органах деревних рослин.**

**Нальоти** утворюються на листках, пагонах, плодах і являють собою скупчення міцелію і спороношень грибів різного розміру і забарвлення. Білі щільні нальоти утворюють борошнисторосяні гриби, а пухкий, ніжний білий наліт формують несправжньоросяні гриби. Чорні чи бурі, досить щільні нальоти на листках викликають деякі гриби з класу мітоспорових. На насінні деревних порід дуже часто зустрічаються пухнасті нальоти або дерновинки різного кольору, утворені міцелієм і спороношенням різних цвілевих грибів.

**Муміфікація** (араб. *титуа* захищеність від розкладання протигнилевими речовинами) – складний склероцій, який утворюється шляхом пронизування відповідних органів тканин гіфами зобов'язковим збереженням форми ураженого жолудя чи плоду. У такому стані гриб зберігається довго, тому що легко переносить низькі температури узимку. В наступному році на муміфікованих плодах чинасінні формуються плодові тіла – апотеції, а в них маса сумок і спор. **Парша** – утворення дрібних щілин і маленьких виразок, які потім зливаються і утворюють коросту. Викликають паршу гриби і актиноміцети.

**Зміна форми органів деревних рослин. Викривлення гілок** відбувається в 1–15-річних сосонок під впливом збудника соснового вертуна. В місцях ураження утворюються ранки і еції, грибниця руйнує луб і камбій, в результаті чого зменшується механічна стійкість, пагін згинається. При сильному розвитку хвороби однорічні сіянці гинуть, а в старших сосон можуть засихати верхівки, викривлятися стовбури чи формуватися кілька верхівок.

**Деформація плодів** (лат. *deformatio* – зміна форми) характерна для плодів черемхи, вільхи сірої, осики, тополі білої та тремтячої. Уражені плоди значно збільшуються в розмірі і набувають мішковидної форми. Викликають – гриби і

віруси.

**Кучерявість листків** являє собою зміну форми листової пластинки у персика, вільхи, тополі, клена внаслідок ненормального і посиленого ділення клітин під впливом голосумчастих грибів; листки потовщуються чи зморщуються і на них утворюються здуття. Уражені ділянки листків набувають блідо-зеленого чи жовтого забарвлення з червонувато-фіолетовим відтінком.

**Фасціація** (лат. *fascia* – смуга, пов'язка) — зміна пагонів або стебел до ремневидної, приплюсненої форми; спостерігається у сосни, ясена, ялини, берези, айланта, верби, скумпії й інших порід. Причини виникнення невідомі.

**Розетковість** – розташування листків, наприклад в яблуні, верби, у вигляді розетки сформованих під впливом вірусу на укорочених міжвузлях пагонів.

**Проліферація квіток** (лат. *proles* – пагін, нащадок, *facere* – робити) квіток полягає в тому, що замість маточки квітки виростає пагін, на якому може утворитися нова квітка. Часто таке явище спостерігається у квіток троянд.

**Карликовість** – слабкий ріст деревних порід, викликаний постійною нестачею у ґрунті основних макро- і мікроелементів, а також вологи. Крім цього, вона може бути викликана мікоплазмами, вірусами і віроїдами.

**Нитчастість** — перетворення під впливом вірусів та мікоплазм, нормальних листків шовковиці, жимолості, клена ясенелистого у нитчасту форму.

**Зміна забарвлення органів деревних рослин. Хлороз** (грец. *chloros* – зеленуватий, жовтий, блідий) – набування, частіше всього, жовтого забарвлення зеленими органами рослин під впливом вірусів, віроїдів, мікоплазм та бактерій, а також внаслідок дефіциту окремих макро- і мікроелементів у ґрунті. Прикладом може бути хлороз в'яза, жимолості, білої акації, клена сріблястого, яблуні.

**Мозаїка** (італ. *mosaico* – строката суміш різних забарвлень) – строкатолистість, яка характеризується нерівномірним забарвленням листків, на яких чергуються темно-зелені ділянки різної форми і розміру з жовтими чи світлими. В паренхімних ділянках листків ясена, в'яза, шовковиці під впливом вірусу частково руйнується хлорофіл, що призводить до мозаїки, а іноді і до деформації листової пластинки, кучерявості чи нитчастості. Викликається мозаїка

вірусами.

**Альбікація** (фр. *albinisme* – відсутність нормального забарвлення) характеризується повною чи частковою втратою листками чи молодими рослинами зеленого забарвлення – відсутність в клітинах хлорофілу. Уражені сянці дуба, клена чи їхні листки стають білими. Причиною даного захворювання є відсутність у ґрунті в доступній формі необхідної кількості заліза.

**Пожовтіння хвої і листків** спостерігається під дією вірусів, а також при нестачі світла й елементів мінерального живлення і характеризується тим, що замість нормального зеленого кольору хвоя і листки набувають жовто-зеленого забарвлення різної інтенсивності. Таке явище свідчить про недостатнє живлення. При ліквідації названих причин листки відновлюють зелений колір.

**Побуріння хвої і листків** характеризується повною заміною зеленого кольору на бурій чи червонувато-бурій, що є показником їхнього відмирання. Даний тип хвороби викликається причинами інфекційного (грибами, бактеріями) і неінфекційного характеру (низькими і високими температурами, високою концентрацією фунгіциду, отруйними забрудненнями повітря), які діють безпосередньо на хвою, листки, гілки і корені.

#### **Новоутворення на уражених органах у деревних рослин.**

**«Відьмині мітли»** — надмірна кущистість внаслідок утворення тонких укорочених пагонів з недорозвиненими листками на гілках чи стовбурах граба, (рис. 5.14) [248], берези, вишні, клена польового і сріблястого, абрикоса, сосни й інших порід. Вона викликана пробудженням сплячих і додаткових бруньок під впливом грибів, бактерій, вірусів, мікоплазм та комах, в окремих випадках – у результаті генної мутації, яка передається нащадкам



Рис. «Відьмина мітла» на стовбурі граба звичайного

**Нарости** – напівкулясті напливи на стовбурах і коренях деревних порід, викликані бактеріями, вірусами і комахами в результаті збільшення кількості клітин (гіперплазія) чи їхнього розміру (гіпертрофія). Типовим прикладом наростів можуть слугувати сувельвали що зображенні на рисунку [24], на стовбурах дуба, сосни, берези, граба, липи, а також капи на окоренковій частині горіха грецького. Деревина капів і сувельвалів має гарну текстуру, тому широко використовується в деревообробній промисловості.



Рис. Сувельвал на стовбурі берези повислої

**Пухлини** – здуття чи потовщення на гілках і стовбурах, викликані грибами, бактеріями, а також квітковими напівпаразитами в результаті гіпертрофії. Вони найчастіше перетворюються в ракові виразки.

**Галли** (лат. *galla* – чорнильний горішок) – кулясті або інші за формою утворення на листках, пагонах і коренях, які з’являються під дією бактерій, грибів, комах і нематод; галли можуть досягати декількох сантиметрів у діаметрі. На листках дуба галли часто утворюються дубовою горіхотвіркою.

**Виділення в місцях уражень і пошкоджень деревних рослин. Слизотеча** характерна для листяних порід і супроводжується витіканням рідини різного кольору в місцях пошкоджень гілок чи стовбурів. Цей тип хвороби викликається також бактеріями (наприклад: бактеріальна слизотеча дуба, берези, липи, граба, осики) і чинниками неінфекційного характеру (механічними пошкодженнями стовбура берези, клена, в’яза).

**«Водянка»** характерна для берези, ялини, ялиці, тополі, яка супроводжується накопиченням під корою, в місцях ураження, бурої рідини з неприємним запахом. Викликається бактеріями.

**Коммідіотеча (глеєтеча)** (грецьк. *kommidion* – густий сік) характерна для кісточкових порід (абрикоса, сливи, вишні, черешні й ін.) і супроводжується виділенням з уражених гілок, стовбурів клейкої рідини, яка поступово засихає, утворюючи коричневі чи жовті скупчення глею. Причиною коммідіотечі є гриби, бактерії та механічні пошкодження.

**Смолотеча** характерна для хвойних порід і супроводжується витіканням живиці в місцях ураження грибами чи бактеріями. Смолотеча викликається також і механічними пошкодженнями [28].

**Збудники паразитарних хвороб деревних рослин.** Паразитарні (інфекційні) хвороби, на відміну від неінфекційних, виникають в результаті дії патогенних організмів, які, розвиваючись на поверхні або всередині будь-якого органу деревної рослини, розкладають тканини, використовують поживні речовини. Виділяючи продукти обміну (метаболіти), вони викликають у деревних рослинах ряд патологічних змін.

Важливою особливістю інфекційних хвороб є здатність їхніх збудників переноситися з хворих рослин на здорові при безпосередньому контакті, за допомогою вітру, води, комах, тварин, птахів та людини. Вони уражають велику кількість екземплярів деревних рослин, а іноді викликають масові захворювання – епіфітотії. **Збудниками інфекційних хвороб** є гриби, бактерії, віруси, віроїди, актиноміцети, риккетсії, мікоплазми, вищі квіткові рослини-паразити, а також нематоди.

Хвороби деревних рослин, спричинені грибами, називаються *мікозами* (вони найбільш поширені в природі); хвороби, викликані бактеріями, – бактеріозами; вірусами – вірозами, риккетсіями – риккетсіозами; мікоплазмами – мікоплазмози, квітковими рослинами паразитами – сперматофітози. Переважна більшість інфекційних хвороб деревних рослин (більше 70 %) викликаються фітопатогенними грибами [28].

**Розвиток інфекційного процесу в деревній рослині.** Розвиток інфекційної хвороби – складний процес взаємодії рослини-живителя і збудника хвороби в умовах відповідного зовнішнього середовища. Патологічні явища можуть

виникати тільки при наявності трьох основних факторів: 1) патогенного організму – збудника хвороби; 2) рослини-живителя; 3) зовнішнього середовища, яке сприяє розвитку хвороби.

З цих трьох компонентів найбільше значення мають умови зовнішнього середовища. Вони можуть послабляти стійкість рослин проти тих чи інших збудників, а також впливати на результативність їх перезимівлі при цьому підсилювати або послабляти їх агресивність.

Розвиток інфекційної хвороби – порівняно тривалий патологічний процес, в якому виділяються такі етапи або фази:

1. Зараження (інокуляція) – початкова фаза, при якій збудник хвороби знаходиться в стійкому паразитичному контакті з рослиною- живителем.

2. Інкубація, або інкубаційний період охоплює ряд патогенних процесів, які проходять у період між зараженням і появою перших зовнішніх ознак хвороби.

3. Власне захворювання (хвороба), яка характеризується відповідною реакцією деревної рослини і проявом чітких симптомів на тому чи іншому органі деревної рослини до його загибелі або виводування.

**Зараження** відбувається різними шляхами в залежності від природних особливостей рослини-живителя і патогену.

Фітопатогенні гриби можуть проникати у рослину через неушкоджену захисну тканину, природні отвори (продихи, гідротоди, сочевички) і дуже часто – через різні рани й пошкодження в захисному покриві органів рослини-живителя.

Через неушкоджену рослинну покривну тканину проникає, наприклад, *Botrytis cinerea* Pers. – збудник сірої гнилі. Спори гриба, які проростають в краплі води, утворюють гіфи, які прикріплюються до поверхні кутикули і утворюють аппресорії. Потім кінчик гіфи пробиває шар кутикули, причому тиск на кінчику гіфи досягає 7 атмосфер (Е. Гойман, 1954). Прониканню гіф у клітини епідермісу сприяють ферменти, які виділяються гіфами. Аналогічний механічний прорив кутикули і перидерми можна спостерігати при зараженні коренів ризоморфами опенька. Дуже цікавим прикладом високого осмотичного тиску є вихід плодового тіла печериці із-під асфальту.

Прикладом організмів, які проникають через природні отвори в рослинній покривній тканині, може служити *Phytophthora cactorum* Schroet. – збудник гнилі сіянців бука, зооспори якого плавають у потоці дощової води або по її поверхні. Коли зооспора наближається до продиха, її рух припиняється, зооспора осідає на його краю і проростає. Утворені гіфи проникають всередину тканини рослини-живителя.

У грибів з нерухомими спорами, гіфи, які утворюються при проростанні спор, розвиваються доти, поки потраплять в зону продиха. Там під впливом продуктів газообміну на гіфи з'являється потовщення, яке перетворюється в апресорій, а від нього тонкий проросток проникає усередину тканини через замикаючі клітини. В камері під продихом він утворить нове потовщення, від якого відходять нові гіфи, які проникають у тканину рослини-живителя. Так потрапляє у хвою сосни звичайної – *Lophodermium pinastri* – збудник звичайного шютте сосни.

Фітопатогенні бактерії найчастіше проникають через природні отвори тканини рослини-живителя.

Деякі гриби і бактерії легко проникають через частини рослин, непокритих кутикулою або іншим захисним шаром. Так, через приймочку маточки квітки проникає бактерія *Erwinia amylovora* Winsl., яка викликає бактеріальний опік груші, а через кореневі волоски – гриби збудники дитячої хвороби шпилькових і листяних порід, зокрема гриби із роду *Fusarium* та *Alternaria*.

Велика група грибів, особливо дереворуйнівних грибів проникає через різні рани, сучки, морозобійні тріщини, градобійні ранки й інші механічні пошкодження кори.

В першу чергу – це *Fomes fomentarius* (L. ex Fr.) Gill.; *Phellinus igniarius* (L. ex Fr.) Quel., *Fomitopsis pinicola* (Sw. Ex Fr.) Karst., і ряд інших. Спори соснової губки (*Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil.), яка уражає ядерну частину стовбура, можуть проникати в рослини, тільки коли рана досягає ядерної частини стовбура.

Через ушкоджений заболонниками луб в'язових проникають конідії збудника голландської хвороби (*Graphium ulmi* Schwarz). При цьому в малих

ранках куди потрапляють занесені заболонниками спори, вологість досить висока, що сприяє їх проростанню. Різного роду ушкодження в захисних покривних тканинах рослин також сприяють проникненню в рослинний організм бактерій і вірусів.

Проростання спор і проникнення гіф в деревну рослину протікають під впливом факторів зовнішнього середовища, з яких найважливішими є вологість і температура а також інфекційне навантаження і ступінь стійкості клітин тканин рослини-живителя. Спори більшості грибів проростають при наявності води у вигляді роси, краплин дощу або маленьких крапель води, які осідають на листках при конденсації вологи внаслідок добових змін температури.

Менш вимогливі до вологості іржасті гриби і деякі види сумчастих грибів, спори яких можуть проростати і без крапель води, але при високій вологості повітря. Найменш вимогливі до вологості конідії борошнисторосяних грибів. Найкраще вони проростають при відносній вологості повітря 60–75 %, а деякі навіть нижче 20 %.

На розвиток грибів впливає також кислотність середовища. Більшість грибів росте в кислому середовищі, але зустрічаються види, що можуть жити в слаболужному середовищі.

Світло на проростання спор і на процес зараження впливає в незначній мірі. Вони можуть проростати як на світлі, так і в темряві.

Тільки деякі види борошнисторосяних грибів краще ростуть і розвиваються при повному освітленні. Пряме сонячне світло гальмує розвиток бактерій. Для проростання любих спор їм необхідно нормальне забезпечення киснем.

Однак, основні умови при зараженні – наявність чутливих рослин-живителів і спеціалізованих до них збудників хвороб, а також відповідна вологість і температура.

**Інкубаційний період.** Після зараження рослини-живителя патоген продовжує розвиватися в тканинах. Через деякийсь час проявляються перші ознаки хвороби, після чого починається спороношення гриба.

Час від моменту зараження (інокуляції) до появи перших ознак хвороби

називається *інкубаційним періодом*. У збудника шютте модрини він продовжується 15–20 днів, у збудника звичайного шютте сосни – 2–2,5 місяці, а в пухирчастої іржі сосни веймутової – 2–3 роки. На тривалість інкубаційного періоду впливають зовнішні умови, головним чином температурний режим. У цьому відношенні важливу роль грає і ступінь стійкості самої рослини-живителя проти збудника даної хвороби. Звичайно в імунних рослин або з підвищеною стійкістю інкубаційний період триваліший. Цей фактор і використовується для перевірки стійкості окремих гібридів чи клонів дерев при штучному зараженні.

Наприкінці інкубаційного періоду починається період спороношення, який триває протягом життя одного покоління патогену. Період спороношення важливий для епіфітотіології, тому що від його тривалості залежить швидкість поширення патогену.

Тривалість періоду спороношення сильно варіює в різних патогенів. Так, в одних патогенних грибів спороношення настає вже через кілька діб після зараження, в інших – через кілька тижнів, а в гіменоміцетів спори утворюються через кілька років, і спороношення може тривати десятки років, у залежності від тривалості життя та діяльності плодового тіла.

**Власне захворювання, або хвороба.** Патологічні зміни в тканинах уражених деревних рослин з'являються вже під час інкубаційного періоду. Згодом вони досягають максимального розвитку.

Збудник хвороби в процесі свого розвитку забирає у рослини поживні речовини і воду, виділяють токсини й інші речовини, які отруюють клітини рослини, руйнують оболонки клітин, викликають їхнє відмирання. Усе це пригнічує рослину-живителя, призводить до її передчасної загибелі або зниження продуктивності. Проникнувши в уражену рослину, збудник хвороби поступово заселяє деякі тканини або весь організм.

По характеру поширення збудника в рослині-живителі ураження може бути *місцевим* або *загальним*.

При *місцевому (локальному)* ураженні збудник хвороби концентрується тільки в місці зараження. Іноді він уражає сусідні тканини. Це дуже

розповсюджений тип захворювання. Найчастіше хворіють окремі органи чи їхні частини, наприклад: листя уражені різними плямистостями або іржею, пагони – борошнистою россою, а стовбури – гниллю.

При загальному (дифузному) захворюванні збудник хвороби проникає у тканини і може охоплювати весь організм. Прикладом служить вертицилійне зів'янення рослин, викликане *Verticillium alboatrum* Rks. et Berth., коли грибниця поширюється по судинах усєї рослини. Більшість вірусних хвороб також має характер дифузного ураження.

Крім місцевого і загального ураження рослин існує також ряд проміжних форм. З них найбільш розповсюдженими є осередкові ураження. Вони характерні тим, що інфекція проникає в одне будь-яке місце, звідки токсини поширюються по всьому організмі. До таких захворювань відносяться різного роду трахеомікози, зокрема голландська хвороба в'язових та трахеомікоз дуба, при яких в'яне листя і відмирають гілки. Найбільш типовим захворюванням є «молочний блиск» листя дерев і кущів, викликаний *Stereum purpureum* Pers.

**Розвиток хвороби в лісовому біогеоценозі.** Вище розглянули умови виникнення хвороб різних органів, їх частин та окремої рослини. Однак особливо небезпечні збудники хвороб, які можуть уражати велику кількість дерев у лісостані. Тому необхідно зупинитися більш детально на умовах, які сприяють такому ураженню.

Лісовий біогеоценоз складається, як відомо, з безлічі рослинних і тваринних організмів, які постійно перебувають в тісному взаємозв'язку.

Лісова фітопатологія розглядає, головним чином, негативні, шкідливі для лісового біогеоценозу явища, які викликають патогенний відпад деревини, перевищуючи межу господарської шкідливості, що викликає необхідність проведення захисних заходів.

Виникнення і розвиток хвороби в лісових насадженнях так само, як і у раніше розглянутому випадку захворювання однієї рослини, залежать від наявності сприятливого деревостану, агресивного патогену і відповідних умов зовнішнього середовища. В лісових умовах лісостан складається з багаторічних рослин, для

яких характерним є тривалий період зараження. Причому зараження можуть викликати різні патогени в той чи інший віковий період життя лісового ценозу. Майже завжди в лісостані є запас інфекції в достатній для інфікування рослин-живителів кількості. Тому найбільш важливу роль у патологічному процесі відіграють фактори зовнішнього середовища, які можуть сильно впливати на характер стійкості деревостану, підвищуючи або різко знижуючи її. Вони також можуть впливати і на підвищення агресивності збудника.

Із зовнішніх факторів найбільше значення мають кліматичні, екологічні умови місцезростання того чи іншого фітоценозу і господарська діяльність людини.

Вплив кліматичних факторів на стійкість насаджень можна простежити, аналізуючи інтенсивність розвитку хвороби в близьких за характером ґрунту і вологості ділянках (у близьких типах лісу), розташованих у різних місцях природного географічного ареалу деревної породи. Як правило, в центрі ареалу стійкість насадження вища, ніж на межі й особливо за його межами. Так, ялинові штучні насадження, які ростуть у поясі хвойних лісів Карпат, відрізняються більшою стійкістю до корневих гнилей, а лісостани, створені в Прикарпатті за межами природного суцільного ареалу ялини, у районі з м'яким кліматом, масово уражається опеньком. Ось чому важливо знайти конкретні екологічні умови місцезростання окремих лісостанів. Екологічні ареали деревної породи і паразитного гриба не завжди співпадають.

Ступінь агресивності патогена у різних місцях екологічного ареалу також різна. Так, агресивність кореневої губки найвища у свіжих суборах, трохи менша у свіжому сугруді. Максимальна агресивність соснового вертуна спостерігається у вологих типах лісу. У сухих і свіжих типах лісу насадження швидше уражаються кореневою губкою після посушливого року, що було виявлено нами в ялинових культурах Західного Поділля. У той же час в аналогічних кліматичних умовах у вологих типах лісу ялина зберігається значно краще.

У свіжих типах лісу Прикарпаття, особливо на південних експозиціях, після посухи інтенсивно розвивається опеньок, а в сирих типах лісу більш інтенсивне

відмирання дерев спостерігається після надмірно вологих років, що можна пояснити задухою корневих систем і ослабленням насаджень у зв'язку з відсутністю кисню.

Особливо небезпечно для лісів масове поширення грибів, яке може охоплювати великі території при високій інтенсивності ураження. Такі явища називаються грибними епіфітотіями.

Розрізняють такі види епіфітотій:

**Епіфітотія** – масове захворювання деревної рослини, обумовлене агресивністю та вірулентністю патогену, яке спричиняє великі збитки

**Енфітотія** – масове захворювання деревних рослин, яке виявляється на одній і тій же території протягом ряду років, але має незначні коливання.

**Панфітотія** – масове захворювання деревних рослин, яке охоплює кілька країн або континентів (ДСТ 21507-76). Передумовою для їхнього виникнення є скупчення на одній території великої кількості нестійких форм або видів дерев, наявність агресивного збудника хвороби й особливо сприятливих для розвитку хвороби умовнаколишнього середовища.

У виникненні таких умов, крім природних, важливу роль грає господарська діяльність лісівників. Більшість епіфітотій у лісових насадженнях виникає внаслідок порушення правил експлуатації та догляду за лісовими біоценозами і найчастіше – у зв'язку зі створенням невідповідних штучних насаджень, а також з невдалою технологією їх вирощування.

Енфітотії кореневої губки, як правило, спостерігаються в чистих соснових штучних насадженнях, створених на староорних землях, або на чорноземних ґрунтах після вирубки лісів у дібровах Поділля, на глибоких буроземах у поясі букових лісів Закарпаття.

Збудники шютте і соснового вертуна уражають молоді соснові насадження, створені головним чином на відносно багатих ґрунтах (судіброви).

Вирощування тополевих культур на бідних або сухих ґрунтах сприяє масовому розвитку цитоспорозу, тополевого мору та розмноженню вусачів.

Затримка рубок догляду викликає надмірне загущення і пригнічення росту

соснових і ялинових монокультур що, в свою чергу, обумовлює розвиток вогнищ кореневої губки та опенька осіннього. Надмірне осушення території без відповідного двостороннього регулювання рівня ґрунтових вод призводить до ослаблення хвойних деревостанів, що прискорює розвиток кореневої губки, опенька осіннього, стовбурних гнилей та шкідливих комах.

У деяких випадках розвиток епіфітотії може бути пов'язаний із появою збудників хвороб у генетично малостійких лісостанах. Так, широко відома епіфітотія пухирчастої іржі сосни веймутової у північно-східних штатах США, яка призвела до загибелі тисяч гектарів лісу, була викликана випадковим завозом з Європи збудника хвороби.

Подібне явище спостерігалось в Європі на початку ХХ сторіччя, коли з'явилася борошниста роса дуба, яка через 30 років охопила майже всі лісові ценози в ареалі дуба.

Голландська хвороба, вперше виявлена в Голландії в 1922 році, протягом 50–60 років поширилася на всю Європу, Азію і викликала масову загибель в'язових. На південному сході України в полезахисних смугах у свій час висаджували дуже багато в'язових, і ураження їх голландською хворобою завдало великої шкоди.

Наприкінці шістдесятих років у нашій країні поширилася небезпечна хвороба – коккомікоз черешні, яка уражала вишню, черешню, абрикос і деякі інші кісточкові, котра також принесла значну шкоду лісостанам і садкам півдня України.

Через деякий час після виникнення грибних епіфітотій спостерігається максимальний пік їхнього розвитку, а потім настає загасанням. Вона може викликатися з таких причин, як зріджування лісостанів внаслідок випадання нестійких екземплярів; природне підвищення стійкості лісових біогеоценозів; зниження агресивності і вірулентності збудника; зміна екологічних умов в сторону, несприятливу для розвитку збудника хвороби. Зокрема, в останні роки на заході України помітне загасання кокомікозу черешні, а також голландської хвороби на в'язових. Однак, треба пам'ятати, що цей процес звичайно тривалий, і

очікування природного загасання епіфітотій може призвести до великих збитків. Тому в Україні ведуться дослідження з виявлення причин, які б змінили інтенсивність розвитку і поширення хвороби по території, знання закономірностей розвитку масових захворювань деревних рослин можливо спрогнозувати їх спалахи і своєчасно організувати захист лісостанів, на тій чи іншій території. Закономірності розвитку епіфітотій вивчає епіфітотіологія – тобто наука, яка встановлює зв'язок між популяціями патогену та рослинами-живителями.

**Імунітет деревних рослин до інфекційних збудників.** Імунітет (лат. *immunitas* – звільнення, позбавлення) – несприятливість живого організму деревної рослини до збудників хвороб та продуктів їх життєдіяльності, навіть при наявності умов для їх зараження. Так, хвойні деревні рослини не уражує збудник борошнистої роси, а листяні збудники шютте. Це **абсолютний імунітет**, який обумовлюється біологічною невідповідністю цих деревних рослин властивостям і вимогливостям збудників даних хвороб. Крім цього є і **відносна стійкість**, яка залежить від індивідуальних властивостей рослини-живителя, його анатомо-морфологічних і фізіолого-біохімічних факторів, зменшуючи можливість зараження і поширення патогенна в деревній рослині.

Спостереження показують, що далеко не всі дерева хворіють, і інтенсивність захворювання також буває різна. Це відноситься не тільки до різних видів і різновидів, але і до екземплярів однієї популяції.

За ступенем стійкості до збудників хвороб деревні рослини розділяються в даний час на такі категорії:

**імунні** – деревні рослини, які не уражаються збудниками хвороб навіть при наявності сприятливих для їх розвитку умов середовища;

**стійкі** – відрізняються високою стійкістю протистояти збудникам хвороб, коли в аналогічних умовах нестійкі рослини уражаються в сильній мірі.

**чутливі** – не здатні протистояти зараженню і поширенню збудника в клітинах тканин рослини, тобто малостійкі, у сильній мірі уражаються збудниками, які призводять до їхнього пригнічення або загибелі [16].

**Методи захисту деревних рослин від збудників хвороб.** Численні

збудники хвороб лісів знижують приріст, продуктивність, якість одержуваної деревини, а також погіршують декоративність і захисні функції лісостанів, завдають величезної шкоди народному господарству. Тому величезного значення набуває розробка і планомірне застосування заходів захисту наших лісів і заготовленої деревини. З цією метою можуть бути використані профілактичні та винищувальні заходи боротьби із збудниками хвороб.

**Профілактичними** (запобіжними) називаються такі заходи, за допомогою яких створюються несприятливі або зовсім неможливі умови для розвитку збудників хвороб. До них відносяться лісогосподарські заходи, добір стійких форм, відповідна агротехніка вирощування штучно-природних лісостанів, застосування біологічних і хімічних речовин для протруювання насіння або обробки деревних рослин.

**Винищувальні** (безпосередні) заходи боротьби приведуть до знищення або ослаблення патогенного організму, обмеженню його розвитку, сприяють лікуванню хворої рослини або всього насадження. З цією метою можуть бути також використані лісогосподарські заходи або хімічна боротьба.

В даний час особливе значення в лісовій фітопатології набувають профілактичні заходи в зв'язку з їх ефективністю та економічною доцільністю. Адже попередити захворювання легше, ніж лікувати хвору деревну рослину. Тому в Україні і за кордоном застосовують різні методи боротьби із збудниками хвороб – як загальні для лісостанів, так і конкретні по знищенню якого-небудь збудника наокремі деревній рослині в певному регіоні.

Оскільки профілактичні і винищувальні заходи боротьби нерідко взаємно доповнюють один одного, за принципом дії і техніки застосування їх розділяють на такі основні методи 1) селекційно-насінневий, 2) лісогосподарський (агротехнічний), 3) фізико-механічний, 4) біологічний; 5) хімічний, 6) карантин рослин.

**Селекційно-насіннево-імунологічний метод** включає роботи по виведенню стійких видів, гібридів і відбору в природі стійких форм у вогнищах хвороб, створенню насінних плантацій з елітних дерев, контроль за якістю посівного і

посадкового матеріалу, дотримання правил районування під час перевезення насіння, правильне їхнє збереження. Створення нових видів і гібридів деревних рослин, стійких проти комплексу шкідливих організмів, є одним із актуальних завдань сучасності.

Імунітет – вища форма вияву стійкості, яка не визначається якою-небудь однією із його властивостей, а комплексом морфологічних, фізіологічних, біохімічних та генетичних особливостей.

Сучасні методи клітинної та генної інженерії, комп'ютерної техніки дають можливість суттєво прискорити і зробити плановою селекцію на стійкість.

**Лісогосподарський метод** включає комплекс заходів: підготовка ґрунту, добір деревних порід, які б найкраще росли і розвивалися у відповідних ґрунтово-кліматичних умовах, своєчасний догляд за культурами, сівозміни, рубки догляду і т.п.), за допомогою яких створюються сприятливі умови для лісових насаджень і утрудняється розвиток, нагромадження і поширення збудників хвороб.

**Фізико-механічний метод** застосовується при необхідності безпосереднього знищення збудників хвороби шляхом спалювання листя, плодових тіл трутовиків, термічна обробка ґрунту, промивання насіння водою, знищення проміжних господарів, застосування різних пасток, а також безпосереднього знищення шкідливих організмів шляхом їх збору. Враховуючи безпечність для довкілля, він набуває широкого застосування у приватному секторі, на присадибних ділянках.

**Біологічний метод** полягає у використанні деяких живих організмів або продуктів їхньої життєдіяльності для знищення збудників хвороб, з метою зменшення чисельності, шкодочинності шкідливих організмів і створення сприятливих умов для діяльності корисних мікроорганізмів та їх збагачення в лісових біогеоценозах. Здійснюють це методами внутрішньоареального переселення, інтродукції чи акліматизації ентомофагів та корисних мікроорганізмів, застосуванням промислових форм біопрепаратів.

**Хімічний метод** – це застосування пестицидів хімічного синтезу, які здатні викликати загибель різноманітних видів шкідливих організмів або порушувати їх

розвиток як на живих рослинах, так і на деревині, а також продуктах її переробки.

В залежності від об'єкту, з яким необхідно проводити боротьбу, пестициди поділяються на такі групи: *інсектициди* – проти шкідливих комах, *акарициди* – кліщів, *інсектоакарициди* – одночасно проти шкідливих комах і кліщів, *фунгіциди* – проти грибних збудників хвороб, *бактерициди* – проти бактеріальних збудників хвороб, *гербіциди* – бур'янів, *нематоциди* – шкідливих нематод, *родентициди* – шкідливих гризунів, *арборициди* – проти небажаної дерев'янистої і кущової рослинності.

Широке застосування одержав *інтегрований метод*, який полягає в сполученні прийомів лісогосподарської хімічної і біологічної боротьби зі шкідливими комахами, патогенами і бур'янами шляхом зміни відповідно особливостей розвитку шкідливими комахами і їхніх паразитів, та термінів проведення хімічної боротьби (А. І. Воронцов, 1967).

Інтегрований метод можна застосовувати у лісовій фітопатології, змінюючи терміни хімічної боротьби, концентрації хімікатів і т. п. з таким розрахунком, щоб при придушенні розвитку грибів-антагоністів одночасно сприяти посиленню та покращенню росту рослини-живителя.

Концептуальна модель інтегрованої системи заходів захисту деревних рослин полягає в:

- максимальному використанні стійких видів і гібридів проти окремих видів, груп чи комплексів шкідливих організмів;
- знаннях про домінуючі види шкідливих організмів і ступінь їх загрози для лісових біогеоценозів;
- попередньому плануванні заходів із захисту рослин і коригуванні протягом вегетаційного періоду;
- оцінці фактичного фітосанітарного стану деревної породи у різні фенологічні й календарні строки та прийнятті рішень щодо проведення хімічних заходів боротьби зі шкідливими комахами, збудниками хвороб і бур'янами;
- визначенні економічної ефективності проведених заходів із захисту деревних рослин.

**Карантин рослин** полягає в попередженні проникнення нових небезпечних збудників хвороб у нашу країну з-за кордону (зовнішній карантин) або з районів, де знаходяться діючі вогнища хвороб, в райони країни, де вони відсутні (внутрішній карантин).

**Селекційно-насіннєво-імунологічні заходи попередження розвитку збудників хвороб.** В підвищенні стійкості деревних порід до збудників хвороб велику роль повинна зіграти лісова селекція, генетика, правильно організована насіннєва справа й сучасна клітинна та генна інженерія. Давні традиції і великі досягнення селекція має в садівництві і сільському господарстві. Лісова селекція – молода галузь науки, але й у ній за останні 50 років селекціонери досягли відповідних успіхів.

Шляхи створення стійких форм або різновидів дерев різні. Найбільш розповсюджений і легкий — виявлення їх у природі. У лісах України за останні роки ведуться великі роботи з відбору елітних дерев, які відрізняються швидким ростом, високою якістю деревини і стійкістю до збудників хвороб. З таких дерев збирають насіння або використовують їх для вегетативного розмноження на насінних ділянках. При цих роботах слід більше уваги приділяти стійким деревам у вогнищах кореневої губки, опенька осіннього, рака ялиці, голландської хвороби, несправжнього осикового трутовика, відбираючи серед них елітні і «плюсові» екземпляри для подальшого розмноження. Доцільно ширше розгорнути роботи із відшукуванням газостійких дерев для озеленення промислових центрів і великих міст, вітростійких з вузькими кронами – для створення вітростійких узлісь у гірських лісостанах.

Особливо перспективні для відбору стійких форм є лісостани Карпат, які відрізняються великою різноманітністю деревних порід. Тут ростуть такі цінні форми, як дубокорий бук, темна береза, «кучерявий» явір, резонансова ялина, «очкастий» осокір, які, за попередніми даними, більш стійкіші до збудників хвороб, ніж типові форми.

Якість насіння, черенків і іншого садивного матеріалу, який використовується для створення лісових штучних насаджень, повинна бути

найвищою як у генетичному, так і в санітарному відношеннях. Зараженість насіння перевіряється на контрольно-насінневих станціях, а якість черенків, сіянців і саджанців – працівниками лісництв безпосередньо перед посадкою.

Необхідно також суворо дотримуватись правил районування перевезень насіння і садивного матеріалу як на рівнинах, так і в горах з обов'язковим дотриманням вертикальної зональності.

У найближчому майбутньому всі підприємства лісового господарства повинні перейти на вирощування штучно-природних лісостанів із садивного матеріалу насіння якого зібрано на насінневих плантаціях створених із потомства елітних дерев.

В існуючих інтегрованих системах захисту селекційно- насіннево-імунологічні заходи діють тривалий період і сприятливо впливають на загальний ентопатологічний стан лісового біоценозу. Запропоновані заходи є невід'ємною складовою частиною новітньої технології вирощування садивного матеріалу в розсадниках та створення штучно-природних лісостанів.

**Лісогосподарські заходи боротьби із збудниками хвороб в лісових біоценозах.** При вирощуванні лісових насаджень застосовують той чи інший комплекс лісогосподарських заходів боротьби із збудниками хвороб в залежності від біології розвитку патогенних організмів – збудників хвороб. Іноді доводиться переносити терміни проведення окремих робіт, змінювати інтенсивність рубок догляду, склад насаджень і т. п. з таким розрахунком, щоб поліпшити умови росту дерев в насадженні і підсилити їхню стійкість. Це найдешевший і найбільш ефективний спосіб попередження розвитку хвороб.

Велике значення має правильний відбір деревних порід в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Помилки, які іноді допускаються, призводять до зниження стійкості і сильного ураження патогенами. В Україні для всіх лісорослинних районів, типів лісу і категорій лісокультурних площ рекомендовані типи лісових штучних насаджень. Однак усе ще немає рекомендацій із застосування спеціалізованих типів штучних насаджень у вогнищах хвороб і в тих місцях, де існує реальна загроза розвитку епіфітотій (наприклад, в Прикарпатті, де

ялинові насадження масово уражаються опеньком осіннім, або на старопахотях і пустирях Полісся, які відрізняються інтенсивним розвитком кореневої губки).

Крім правильного підбору дерев, необхідно враховувати специфіку біологічних особливостей деревних порід і правильно застосовувати агротехніку підготовки ґрунту, густоту, час посадки і т. п. Недотримання цих умов часто призводить до зниження стійкості насаджень. Наприклад, у загущених штучних насадженнях тополі, особливо при низькій агротехніці, відзначається швидке поширення хвороб і масова загибель дерев.

Велике значення має також правильна підготовка ґрунту і високоякісна посадка рослин. Відомо, що деформація коренів сосни при посадці через три-чотири роки призводить до ураження соснових молодих насаджень опеньком осіннім або сосновим довгоносиком.

При догляді за штучними насадженнями, особливо в молодому віці, потрібно враховувати можливість розвитку хвороб. Так, затінення сосни травною або порослю листяних порід в молодих насадженнях сприяє ураженню їх *Lophodermium pinastri*, а модринових – *Meria laricis*. Якщо ж вирощувати сосну в надмірно рідких насадженнях, то це може призвести до заселення її підкорним клопом. Тому в будь-якому віці насаджень з урахуванням породного складу та екологічних умов потрібно підтримувати оптимальну густоту.

За допомогою рубок догляду можна формувати склад, зберігати домішки листяних порід у хвойних насадженнях і підліску, впливати на структуру насаджень, формувати захисні узлісся, видаляти уражені дерева і тим самим поліпшувати умови росту насадження і підвищувати його стійкість. При цьому не можна залишати пошкоджені дерева, проводити рубки у вогнищах хвороб або біля них під час інтенсивного вильоту спор, тому що це може значно погіршити санітарний стан лісу. Те ж саме можна сказати і відносно рубок головного користування, при проведенні яких на перший план висувається збереження підросту, охорона дерев, які залишаються на корені, від механічних пошкоджень. Необхідно також дотримуватись правил нарізки лісосік, інтенсивності вибірки дерев при поступових рубаннях. Від цього у великій мірі залежить майбутнє

насадження і якість одержуваної деревини.

Важливу роль у збереженні гарного санітарного стану лісів відіграють меліоративні роботи. При поступовому осушенні ґрунтів поліпшуються умови розвитку дерев, підвищується їхня стійкість; якщо ж заходи проводити з надмірною поспішністю, без регулювання рівня води, це може призвести до різкого зниження рівня ґрунтових вод і ослабленню лісових насаджень. Тоді середньовікові і більш старші насадження, яким важче пристосуватися до нових умов, послабляються й уражаються гнилями, а іноді і шкідливими комахами. Позитивну роль у поліпшенні росту деревних рослин і підвищенні їхньої стійкості грає своєчасне внесення відповідних добрив в ґрунт. Особливо сильно реагують рослини на бідних підзолистих піщаних ґрунтах при внесенні торфу або інших органічних добрив. В окремих випадках на більш багатих ґрунтах внесення азотних добрив може знижувати стійкість соснових культур до кореневої губки.

Калійні та фосфорні добрива підвищують стійкість рослин до іржастих грибів. Велике значення в боротьбі з хворобами мають мікроелементи, які сприяють фізіологічним процесам в рослинах, підвищуючи їхню стійкість до збудників хвороб.

На глибоких пісках і старопахотних виснажених ґрунтах, які втратили специфічну лісову ризосферу, дуже корисним виявилось глибоке безвідвальне розпушування. Соснові культури, створені при такій агротехніці, відрізняються кращим ростом і стійкістю до збудників хвороб і шкідливих комах (Нижні Дніпровські піски).

Застосування мінеральних добрив у розсадниках позитивно впливає на стан і фізіологічні особливості рослин і тим самим підвищує їхню стійкість до патогенів. Однак надмірна кількість азотних добрив (зокрема малорозкладених органічних добрив багатих азотом) збільшує ріст асиміляційних органів у рослини, зменшує товщину кутикули і тим самим знижує стійкість, головним чином до іржастих грибів. В таких випадках спостерігається також інтенсивне вилягання сіяncів ялини і сосни.

У розсадниках, особливо постійних, необхідно правильно організувати

сівозміну, оскільки вирощування однієї деревної породи протягом тривалого часу сприяє нагромадженню у ґрунті інфекції, причому інтенсивність ураження з кожним роком наростає. Наприклад, посів сосни на другий і особливо на третій рік на тій же площі призводить до сильного розвинення дитячої хвороби. При ураженні сіянців бука фітофторозом не слід висівати цю породу в найближчі роки на цьому місці без спеціальної дезінфекції ґрунту, тому що спори гриба не втрачають здатності до проростання протягом чотирьох років [12].

**Фізико-механічні заходи боротьби із збудниками хвороб у лісових біогеоценозах.** Фізико-механічні заходи боротьби із збудниками хвороб деревних рослин відносно дешеві і прості. Вони полягають у механічному знищенні хворих рослин або їхніх частин, проміжних господарів грибів, знищенні або знезараженні збудників хвороб термічним шляхом, а також безпосереднього знищення шкідливих об'єктів шляхом їх збору. В деяких випадках для підвищення ефективності його поєднують з хімічним й іншими методами.

Уражені й засохлі дерева є розсадниками інфекції, оскільки на них розвиваються спори грибів, бактерії та інші органи розмноження збудників хвороб. Інфекція може поширюватися і при контакті хворих рослин зі здоровими. Тому у боротьбі з інфекцією дуже важливо своєчасне видалення з насадження хворих рослин або їхні частини у початковій стадії розвитку хвороби.

При виявленні в розсаднику інфекційного полягання або фітофтороза виривають усі всохлі рослини та сіянці навколо вогнищ інфекції і спалюють їх. Повне знищення хворих рослин необхідно і при вірусних хворобах та вертицильозному в'янненні, коли уражається вся рослина; спалюють усі мертві рослини незалежно від причини їхньої загибелі. В школках при ураженні коренів плодовим бактеріальним раком обрізають під час пересадження уражені корені, а при сильному розвитку хвороби знищують всю рослину.

Під час проведення рубок догляду і санітарних рубань із лісових насаджень видаляють всі дерева, уражені стовбурними гнилями, раковими хворобами і суховершинні. При захворюванні насаджень кореневими гнилями крім вирубки уражених і приховано-заражених дерев доцільно викорчовувати уражені пеньки.

Окоровка і обпалювання пеньків – також дієвий захід. Він послабляє розвиток плодових тіл і спор опенька, кореневої губки та деяких шкідливих комах на деревах хвойних порід і сприяє появі грибів-антагоністів корневих гнилей. Окорока пеньків чорної вільхи, уражених центральною гнилизною, зменшує можливість розвитку пенькової порослі і тим самим затримує поширення хвороби. Переносників голландської хвороби, синяви і деяких шкідливих комах (заболонники, короїди) знищують при окорюванні і спалюванні кори, знятої з ловильних дерев або свіжозаселених екземплярів.

Інтенсивність розвитку хвороби зменшується в результаті знищення рослин – проміжних живителів збудників хвороб: осики – у соснових культурах і поблизу розсадників при ураженні її збудником соснового вертуна, смородини – біля насаджень сосни веймутової при розвитку пухирчастої іржі.

Для зменшення запасу інфекції у розсадниках і шкілках згрібають і спалюють листя і хвою, на яких розвивається спороношення патогенів. Найкраще це робити восени або рано весною, щоб не допустити розвитку зимуючих стадій збудників хвороб.

З хірургічних методів найчастіше застосовується видалення «відьминих мітел», кущів омели, плодових тіл трутовиків, пломбування дупел. Видалення тільки поверхневої частини кущів омели не завжди дає позитивні результати, оскільки вона знову швидко відростає. Збір і спалювання плодових тіл дає тільки тимчасовий ефект, тому що в трутовиків з багаторічною грибноцею плодове тіла через два-три роки відростають знову. Зафарбовування олійною фарбою місць, з яких були вилучені трутовики, тільки в незначній мірі затримує термін їхнього відростання. Пломбування дупел, ран на деревах після їхнього очищення і дезінфекції відповідними речовинами, цементом або асфальтом на багато років зберігає дерево. Усі ці хірургічні заходи застосовуються звичайно в лісопарках, парках, в лісі для збереження особливо цінних в історичному відношенні дерев.

Очищення насіння як загальний агротехнічний захід має значення також у боротьбі із збудниками хвороб. Це, зокрема, флотація жолудів – процес при

якому уражені шкідниками, деякими збудниками хвороб, неповноцінні жолуді спливають на поверхню води. Відбір насіння, уражених цвілевими й іншими грибами, підвищує ґрунтову схожість і стійкість молодих рослин до деяких збудників хвороб. Для очищення насіння від спор грибів, які викликають інфекційне полягання сіянців, можна застосовувати гідромеханічний спосіб, запропонований І. Й. Журавльовим (1953). Він полягає в промиванні насіння після півгодинного намочування в широкому ситі струменем води з обприскувача під тиском не менше 3 атмосфер. Цей спосіб дає позитивний результат для насіння сосни, ялини та інших, які мають гладку поверхню.

З фізичних методів іноді застосовують термічну обробку ґрунту парою або окропом, підтримуючи при цьому температуру ґрунту на рівні  $+75 - +80$  °С протягом години. Такий спосіб застосовують при дезінфекції ґрунту в парниках і теплицях. Для цього існує спеціальне обладнання.

Термічна обробка застосовується і при боротьбі з деякими вірусними хворобами невеликих рослин (у теплицях), бульб або черенків. Прогрівання бульб георгин при температурі  $+35$  °С на протязі 5 діб або у воді при температурі  $+50$  °С на протязі 30 хв. рятує їх від вірусів. В теплицях так лікують і хворі рослини.

Високу температуру застосовують також для дезінфекції деревини і знищення в ній грибниці. При цьому деревину пропарюють сухим паром в спеціальних автоклавах, щоб температура всередині сортименту піднялася до  $+70$  °С, або піддають петролатумній сушці у ваннах, де температура петролатума (похідні нафти) досягає при кипінні  $+130$  °С. За допомогою петролатумної обробки деревину сушать, дезінфікують і покривають тонкою гідрофобною плівкою, яка охороняє її від намокання.

До способів боротьби із збудниками хвороб фізичними методами можна віднести й окурювання розсадників (спалювання хмизу, вологої соломи і т. п.), щоб уберегти їх від пошкодження весняними заморозками, а також побілку стовбурів плодкових дерев для попередження сонячних опіків.

Інші нові способи впливу на деревні рослини та збудники хвороб із застосуванням ультразвуку, електроструму високої частоти, рентгенівських

променів, радіоактивного випромінювання у лісовому господарстві ще перебувають у стадії випробувань [2].

**Біологічні заходи боротьби із збудниками хвороб у лісових біогеоценозах.** Цей метод боротьби із збудниками хвороб полягає в застосуванні антагоністичних мікроорганізмів або продуктів їхньої життєдіяльності для знищення або пригнічення розвитку інфекційних патогенних організмів та створення сприятливих умов для діяльності корисних видів в лісових біоценозах.

Цьому методу в лісовій і особливо сільськогосподарській фітопатології приділяється все більше уваги, тому що широке застосування хімічних сполук стає шкідливим для здоров'я людей і порушує ряд важливих процесів у живій природі. Однак відомі зараз біологічні заходи, які на практиці застосовуються дуже обмежено.

В природних умовах виявлено ряд мікроорганізмів (бактерій, вірусів, грибів), здатних паразитувати на інших фітопатогенних організмах. Їх називають надпаразитами. Вивчення їхнього розмноження і розробка способів практичного застосування – основне питання біологічного методу. Наприклад, встановлено, що на *Cronartium ribicola*, який викликає пухирчасту іржу сосни веймутової, паразитує *Tuberculina maxima* Sacc з мітоспорових грибів, який сильно пригнічує його ріст. Однак практичне використання цього гриба ускладнилося тим, що в штучних умовах важко одержати в достатній кількості його спори, необхідні для зараження гриба, який викликає пухирчасту іржу

Для боротьби з кореневою губкою й опеньком використовують також гриби, які при заселенні швидко руйнують пеньки і тим самим зменшують можливість розвитку на них збудників корневих гнилей. Для зараження пеньків рекомендується використовувати спори або культуру пеніофори гігантської (*Peniophora gigantea* (Fr.) Mass.), трутовика облямованого (*Fomitopsis pinicola*), стовпового гриба (*Gloeophyllum sepiarium*), несправжнього сірчано-жовтого опенька (*Hypholoma fasciculare* (Fr. ex Huds.) Quel.) та інших. Їх вносять, поливаючи пеньки водяною суспензією грибів або посипаючи їх зараженою грибом тирсою. Крім того, гнилу деревину закладають у просвердлені отвори, а в

зарубки – шматочки свіжого плодового тіла. Останній спосіб рекомендується для зараження соснових пеньків грибом *Huipholoma fasciculare*, плодових тіл якого влітку і восени завжди багато.

Для боротьби з вищими квітковими паразитними рослинами, зокрема з повитицею, запропонована водяна суспензія спор гриба *Alternaria cuscutacidae* Nees., яка відрізняється високою активністю. При оприскуванні цією суспензією уражених повитицею ділянок був отриманий позитивний результат.

Антагоністами грибів можуть бути і деякі мікроорганізми. Найбільш відомі так звані міколітичні бактерії, яких дуже багато в гноївці. Окремі їхні штами можуть бути використані в розсадниках для боротьби з інфекційним поляганням. Рекомендується за 2–3 роки до посадки черенків висівати люпин, конюшину й інші бобові рослини, які сприяють розвитку в зоні поширення корневих систем ряду мікроорганізмів – антагоністів грибів з роду *Fusarium*. У результаті цього ґрунт очищається від грибів, рослини не захворіють фузаріозним поляганням.

Останнім часом виявлені віруси-бактеріофаги, які руйнують бактерії. Цей шлях використання вірусів становить інтерес при розробці заходів боротьби з бактеріозами.

Дуже перспективне використання антибіотиків, одержуваних з різних видів грибів і актиноміцетів, які антагоністично активні до патогенних видів, вони ефективні в дуже малій кількості, нешкідливі для рослин, тварин і людини. Антибіотики поглинаються коренями, листками або стеблами при заготівлі черенків, зберігаючи в рослині тривалий час (до 20–30 днів) і значно підвищуючи її стійкість до патогенів. У цьому і полягають їх переваги перед хімічними речовинами, які відрізняються високою токсичністю для рослин і тварин і до того ж зберігаються недовго. Антибіотики не тільки попереджають розвиток хвороби, але також лікують рослину.

Для боротьби з інфекційним виляганням сіянців використовують антибіотики, які утворюються в плодових тілах деяких дереворуйнівних грибів-трутовиків: облямованого і несправжнього трутовика, стовпового гриба і особливо стерильної форми гриба *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil., який називається чагою.

Водяні витяжки з плодівих тіл трутовиків, по даним Д. В. Соколова (1962), у 4–5 разів зменшують ураження хворобою.

До біологічних способів боротьби із патогенами відноситься також використання фітонцидів і інших виділень рослин. Фітонциди – це летючі і нелетючі речовини, які виділяються вищими рослинами, вони мають здатність убивати або гальмувати ріст багатьох мікроорганізмів. Особливо високою фітонцидністю відрізняються часник, хрін, цибуля, черемха, тополя, ялівець, багно, евкалипт і деякі інші рослини. Так, фітонциди ялиці, черемхи, цибулі за кілька хвилин вбивають грибницю фітофтори. Фітонциди часнику і цибулі гальмують ріст *Serpula lacrymans*, *Coniophora cerebella*, *Penicillium glaucum* S. Link., а в присутності фітонцидів хрону ріст грибниці цілком припиняється. Встановлено також, що фітонциди хрону й евкалипту вбивають бактерії, які викликають гоммоз бавовнику.

В останні роки виявлений взаємний вплив вищих рослин – так звана аллелопатія (А. М. Гродзинський, 1983). В окремих випадках спостерігається їх взаємний сприятливий вплив, але частіше негативний. Наприклад, горіх грецький створює погані умови для розвитку інших рослин. Це пояснюється тим, що він виділяє речовину *юглон*, шкідливу для інших видів рослин. Кожне ослаблення дерева підвищує його сприйнятливість до інфекційних хвороб. Вплив же різних виділень рослин на фітопатогенні організми ще досліджено недостатньо.

Спеціальні заходи для боротьби із патогенами деревних порід із застосуванням фітонцидів ще не розроблені, однак фітонцидність рослин і аллелопатичний вплив необхідно враховувати при створенні штучних лісових насаджень, особливо в лісопарках, декоративних і інших зелених насадженнях. Деревні і кущові породи варто підбирати так, щоб їхнє змішання сприяло кращому росту, підвищувало стійкість лісостанів до збудників хвороб, а виділення фітонцидів оздоровлювало місця відпочинку трудящих.

Незважаючи на позитивний досвід застосування надпаразитів, міколітичних бактерій, антибіотиків, фітонцидів, біологічні методи боротьби з патогенами, ще не знайшли належного розвитку і поширення і зараз знаходяться в стадії

експерименту. Необхідність розширення дослідницьких робіт у цьому напрямку очевидна і диктується в першу чергу тим, що вони нешкідливі для рослин, тварин і людини, а також не забруднюють зовнішнє середовище в такому ступені, як більшість хімічних препаратів.

При подальшій розробці біологічних заходів боротьби із збудниками хвороб деревних рослин необхідно вивчити весь комплекс грибів і мікрофлори здорових і хворих насаджень, виявити фактори, які порушують оптимальний стан лісостанів, навчитися впливати на зміни в їхньому складі і на активність в потрібному для оздоровлення насадження напрямку [29].

**Хімічні заходи боротьби із збудниками хвороб у лісових біогеоценозах.** Хімічний метод боротьби із збудниками хвороб лісостанів полягає у використанні спеціальних хімічних речовин для знищення або пригнічення розвитку збудників інфекційних захворювань, а також упередженні розвитку гнилей і ненормального забарвлення деревини.

Застосування хімічних речовин в боротьбі із збудниками хвороб має в основному профілактичне значення і спрямоване на те, щоб запобігти проникненню збудників хвороб у рослину. З цією метою хімічні речовини звичайно наносять на поверхню рослин. У ряді випадків хімічними засобами знищують патогенні організми. Для прямої боротьби (лікування) велике значення має метод внутрішньої терапії (хемотерапії), коли захисні речовини вводяться всередину рослини або насіння.

Хімічні речовини застосовують і для знищення рослин – проміжних господарів, а також для боротьби з комахами – переносниками збудників хвороб.

Особливо велику роль хімічний метод відіграє в захисті від дереворуйнівних грибів в різних спорудах і будівлях. Хімічні препарати тоді наносяться на поверхню або вводяться безпосередньо в деревину.

Хімічні заходи боротьби із збудниками хвороб деревних рослин ефективні, економічно вигідні, однак часто шкідливі для людини і корисних тварин. Доцільно використовувати їх тільки при масовому поширенні патогенів, коли інші заходи (лісогосподарські, фізико-механічні) не дають позитивних результатів, а також в

поєднанні з іншими методами. Необхідне створення нових, більш ефективних і менш небезпечних препаратів, головним чином для внутрішньої терапії.

Що ж стосується консервування деревини, збереження її від шкідливих грибів і комах, то в цьому відношенні хімічний метод найбільш надійний.

Основа хімічного методу – дія отруйних речовин, які вбивають збудників хвороб. Отруйна речовина повинна бути у вигляді водяного розчину або аерозолю, тому що тільки в такому стані вона може проникати в клітини патогенних організмів. Хімічні препарати діють на організм рослин різноманітними шляхами. Найбільш ефективний з них – адсорбція, тобто поглинання патогенним організмом токсичних (отруйних) речовин з навколишнього середовища. При цьому хімічні речовини не вступають в реакцію зі складовими частинами клітини, а лише затримують обмін речовин, що згубно впливає на життєдіяльність патогенних організмів. В інших випадках хімічні речовини вступають в реакцію з частками цитоплазми грибних клітин, що призводить до руйнування білка. Отруйні речовини руйнують вітаміни або ферментативний апарат, що також викликає пригнічення або загибель патогенних організмів. Іноді хімічні препарати впливають на обмін речовин рослини-живителя і змінюють його в несприятливому для фітопатогенних грибів напрямку.

Сила отрути залежить від концентрації препарату, тривалості його дії, температури середовища, а також від видового складу і стану патогенного організму. Спочиваючі стадії грибів (ооспори, хламідоспори, склероції), які мають товсті оболонки, найбільш стійкі; зростаючий міцелій і спори, що проростають, легко піддаються впливу. Стійкість різних видів грибів також дуже різна. Тому для боротьби з хворобами рослин застосовують різноманітні препарати з таким розрахунком, щоб ефективність їхнього застосування була найвищою.

В залежності від характеру дії і умов застосування хімічні речовини, які використовуються в лісовій фітопатології, розділяються на фунгіциди (від лат *fungus* – гриб і *caedo* – вбиваю), які вживають для боротьби з шкідливими грибами (вони мають також і бактерицидні властивості) на живих рослинах, і антисептики (від лат. *anti* – проти і *septis* – гниття), які застосовуються для захисту

деревини від руйнування гнилями або ненормального забарвлення. Іноді це ті самі речовини, які розрізняються тільки концентрацією робочих розчинів.

Фунгіциди наносять на поверхню листків, хвої, пагонів і гілок обприскуванням, обпилюванням або аерозольною обробкою. Для знищення спор і грибниці в ґрунті на насінні або в приміщенні (насіннесховищі, теплиці) проводиться дезінфекція. Можливе застосування фунгіцидів і в газоподібному стані – фумігація.

При дезінфекції пенеків або лікуванні ран їх обмазують фунгіцидами або антисептиками. Крім того, фунгіциди можна вводити в хворе дерево при внутрішній терапії.

**Обприскування** проводиться спеціальними обприскувачами, за допомогою яких на поверхню листків, хвої або інших частин рослини дрібними краплями наноситься розчин або суспензія фунгіциду. Препарат вбиває спори і затримує проростання тих збудників, які ще можуть потрапити на деревну рослину.

Фунгіцид особливо ефективний, якщо вдається створити рівномірну плівку по всій поверхні листків з верхнього і нижнього боку. В даний час розрізняють крупно-, середньо- і дрібнокрапельне обприскування. При крупнокрапельному обприскуванні діаметр крапель складає 200–300 мкм, а витрата рідини на 1 га досягає 800–1200 л. Більш перспективними є дрібнокрапельне обприскування з діаметром крапель 80–120 мкм, витратою робочої рідини від 10 до 50 л на 1 га й ультра-малооб'ємне обприскування нерозбавленими концентрованими емульсіями в тонкодисперсному стані при нормах витрати від 0,6 до 2,3 л на 1 га.

Для кращого прилипання у розчин часто додають цукор, мелясу або мило. Обприскувати найкраще в безвітряну погоду, ранком або підвечір, поки не випала роса; при наявності роси під час дощу фунгіцид буде скачуватися. Якщо після обприскування протягом шести годин випадає дощ, обробку необхідно повторити. Обприскування в теплу сонячну погоду й опівдні може викликати опік листків. У вітряну погоду фунгіцид розноситься, що збільшує витрату препарату і погіршує умови роботи з ним. Тільки в тиху похмуру погоду можна вести обприскування протягом усього дня. Після обприскування фунгіциди зберігають токсичність

порівняно недовго, і тому обробку рослин звичайно повторюють. Терміни обробки залежать від біологічних особливостей грибів і погодних умов року. В умовах вологого теплого літа, коли гриби швидко розвиваються, а фунгіциди зберігаються погано, обприскування проводять частіше.

Обприскувачі бувають ручні (ранцеві), кінні, кінно-моторні, тракторні (причіпні і начіпні), автомобільні, самохідні й авіаційні. У лісовому господарстві найчастіше застосовують ранцеві обприскувачі (ОРП) і тракторні марки ОСШ-10, ОВ-3 та інші. Для одноразового обприскування 1 га розсадника витрачається 400–600 л розчину, а для 1 га лісових штучних насаджень – 800–1500 л в залежності від віку і висоти дерев.

**Обпилювання** проводиться ядохімікатами, які готують у вигляді порошку, часто в суміші з нейтральними речовинами – наповнювачами. Обпилювання застосовується з тією ж метою, що й обприскування, тобто для покривання рослини тонким шаром фунгіциду, який вбиває або інактивізує збудників хвороб. Цей захід має також профілактичне значення.

Для обпилювання пропонуються порошки, готові до використання; для них не потрібна вода, якої при обприскуванні використовується дуже багато. Обпилювання вимагає менше робочої сили, продуктивність праці при цьому вище, ніж при обприскуванні, тому грошові витрати менші. Основний недолік цього способу полягає в тому, що фунгіцид у порошок має більш короткий період дії, гірше прилипає і менш токсичний, ніж в рідкому стані.

Для боротьби із збудниками хвороб деревних порід найчастіше застосовують молоту сірку (з розрахунку 25–30 кг на 1 га), щоб попередити розвиток борошноросляних грибів. Обпилювання проводиться спеціальними обпилювачами або розпилювачами. Вони бувають ручні, кінні, кінно-моторні, тракторні й авіаційні.

**Аерозоль** – це зависання у повітрі дуже дрібних крапель маслянистого розчину фунгіциду у вигляді туману або твердих часток у виді диму. Розмір часток коливається від 1 до 50 мкм, які утворюються за допомогою спеціальних машин (аерозольних генераторів). Аерозоліфунгіцидів застосовують для боротьби

із збудниками хвороб на рослинах, які вегетують, а також для дезінфекції приміщень і тари. При осіданні вони рівномірно покривають рослину тонкою плівкою.

**Протруєння насіння** застосовується для знищення спор на їхній поверхні.

При **напівсухому** протруєнні насіння зволожують 0,5 %-м розчином формаліну, накривають брезентом, поліетиленовою плівкою або мішками і витримують протягом 4 годин. Насіння насичується парами формаліну, після чого його провітрюють і просушують у затінку. Протруєне насіння можна зберігати до посіву не більше 5 днів. **Сухе протруєння** полягає в тому, що насіння покривають тонким шаром фунгіциду. Для цієї мети використовують БМК, фундазол, топсин-М, беноміл, вітавакс, ТМТД, гексатіурам, фентіурам, тігам з розрахунку 5–10 г·кг<sup>-1</sup> і гранозан – 0,5–2 г·кг<sup>-1</sup> насіння. При протруєнні варто добре перемішати насіння з препаратом.

Сухе протруєння можна робити за 4–5 місяців до посіву. Для кращого прилипання препарату насіння трохи зволожують молоком.

**Дезінфекція ґрунту** проводиться перед посівом насіння в розсадниках при небезпеці ураження сходів інфекційним поляганням. З цією метою найкраще застосовувати ТМТД із розрахунку 50–80 мл на 1 м<sup>2</sup>; карбатион з розрахунку 50–150 мл 40 %-го препарату на 1 м<sup>2</sup>; 40 %-й формалін в кількості 100–150 см<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> для осіннього і 50–60 см<sup>3</sup> для весняного протруєння і перманганат калію (30–40 г) на 1 м<sup>2</sup>.

**Фумігація** – застосування фунгіцидів у газоподібному стані, який утворюється при спалюванні або випаровуванні препарату.

Найчастіше для цієї мети використовують сірку, спалюючи її на жаровнях при дезінфекції насіннесховищ або інших приміщень. При проведенні фумігації приміщення варто ретельно закрити, а насіння покрити непроникною плівкою або пересипати в шухляди, які добре закриваються.

**Хемотерапія** – це лікування рослин введенням у них препаратів, які звичайно відносять до системних фунгіцидів. Вони пригнічують або вбивають патогенні організми, але не шкодять рослині-живителю.

**Карантин рослин.** За останні сто років було багато випадків перевезення або перенесення небезпечних збудників хвороб рослин із однієї країни в іншу, з континенту на континент. Так, в Європу з Америки потрапили збудники борошнистої роси дуба, агрусу, фітофторозу картоплі, мильдю винограду й інші. З Європи в Америку – рак каштана їстівного, пухирчаста іржа сосни веймутової, голландська хвороба в'язових, рак картоплі. Цей процес продовжується і при поживленні міжнародних зв'язків може підсилитися.

Для охорони території України від занесення і поширення небезпечних шкідливих комах, збудників хвороб і бур'янів ще в 1931 р. була створена спеціальна служба карантину рослин при Народному комісаріаті землеробства. Нинішня державна служба карантину України діє на підставі Закону України «Про карантин рослин» від 30 червня 1993 року, в якому визначено такі основні її завдання:

– охорона території країни від завезення або самотійного проникнення із-за кордону карантинних об'єктів;

– своєчасне виявлення, локалізація та ліквідація карантинних об'єктів, а також запобігання їх проникненню в регіони країни, де вони відсутні;

Сьогодні організована ціла мережа інспекцій. Вони здійснюють контроль за дотриманням правил карантину і попередження переносу збудників хвороб, шкідливих комах і бур'янів на нові території. Розрізняють зовнішній і внутрішній карантини.

Задачі *зовнішнього*, або *міжнародного карантину* полягають в охороні території України від занесення нових або малорозповсюджених збудників хвороб. Тому на всіх прикордонних пунктах (залізничних станціях, морських портах, аеропортах) проводять карантинний огляд усіх вантажів, які надходять, а саме: рослинну продукцію, сировину, а також ґрунт і тару.

*Внутрішній карантин* спрямований на попередження подальшого поширення в Україні тих хвороб, ареал яких обмежений. Він має особливо велике значення для лісового господарства, оскільки багато збудників хвороб лісу зустрічаються лише в окремих місцях. Так, лісові штучні насадження каштану

їстівного в Закарпатті ще вільні від ендотієвого раку. Під час перевезення саджанців псевдотсуґи необхідно перевіряти зараженість її швейцарським або шотландського шютте, які іноді спостерігаються в окремих районах її вирощування.

Різні види повитух паразитують не тільки на трав'янистих рослинах, але також і на деревах та кущах. Тому всі види повитух є об'єктами внутрішнього карантину [43].

### **Запитання для самоперевірки**

- 1. Наведіть фенограми розвитку, строки, способи проведення нагляду та обліків чисельності зеленої дубової листовійки та глодової листовійки.*
- 2. Наведіть фенограми розвитку, строки, способи проведення нагляду та обліків чисельності непарного шовкопряда тап'ядунів зимового та обдирало ?*
- 3. Наведіть фенограми розвитку, строки, способи проведення нагляду та обліків чисельності дубової широколінійної моли тап'ядунів весняної групи.*
- 4. Які фактори сприяють масовому розмноженню стовбурових шкідників ?*
- 5. Дайте характеристику підродина короїдів та способу їх життя.*
- 6. Назвіть представників весняної групи стовбурових шкідників на сосні. Коли вони літають ? Які особливості їх ходів ?*
- 7. Назвіть представників стовбурових шкідників родини златокна сосні. Коли вони літають ? Які особливості їх ходів ?*
- 8. За якими симптомами оцінюють стан дерев ?*
- 9. Як визначають біологічну стійкість насаджень ?*
- 10. Що таке фізіологічна і технічна шкідливість стовбурових комах ?*

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агролісогрунтознавство : навчальний посібник /В Б Левченко та ін. Житомир, 2017. 235 с.
2. Білоус М. М., Кичилюк О. В., Сендонін С. Є. Лісівничі особливості відтворення лісових насаджень в умовах Полісся та Правобережного Лісостепу України : монографія. Київ : Comprint, 2017. 400 с.
3. Біологія каштанів / Григорюк І. П., Машковська С. П., Яворовський П. П., Колесніченко О. В. Київ : Логос, 2004. 380 с.
4. Бондар А. О., Василевський О. Г. Дубово-ялинові насадження Поділля : монографія. Вінниця : Едельвейс і К°, 2011. 160 с.
5. Бондар А. О., Гордієнко М. І. Формування лісових насаджень у дібровах Поділля : монографія. Київ : «Урожай», 2006.334 с.
6. Бондар А. О., Кременецька Є. О., Чорнобров О. Ю. Наближене до природи лісівництво : історія виникнення та розвиток у європейських країнах. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2013. Вип. 187. Ч. 1.С. 227–233.
7. Бондар А. О., Попельнюк В. В. Продуктивність насаджень сосни в різних типах лісу. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2006. № 103. С. 242–247.
8. Бондаренко В. Д., Кучерявый В. А., Шудря Ю. В. Ведение хозяйства в рекреационных лесах (на примере зеленых зон городов Тернопольской области) : практические рекомендации. Львов : ЛЛТИ, 1986. 39 с.
9. Бондаренко В. Д., Фурдичко О. І. Узлісся : екологія, функції та формування. Львів : Астериск, 1993. 64 с.
10. Бондаренко В. Д., Фурдичко О. І. Ліс і рекреація в лісі. Львів : Світ, 1994. 232 с.
11. Ботанико-географические основы лесоведения : сокращ. излож. книги проф. К. Рубнера. Харків : Радянський селянин, 1927.114 с.

12. Бурда Р. И. Антропогенная трансформация флоры Киев : Наук. думка, 1991. 167 с.
13. Буш К. К., Иевинь И. К. Экологические и технологические основы рубок ухода. Рига : Зинатне, 1984. 172 с.
14. Вакулюк П. Г. Ліс і людина. Київ : Урожай, 1989. 270 с.
15. Григорюк І. П., Яворовський П. П., Ткачов В. І. Удосконалення агротехніки вирощування і підвищення адаптивного потенціалу деревних рослин на піщаних ґрунтах Лівобережжя міста Києва : наукові основи і методичні рекомендації. Київ : Логос, 2005. 47 с.
16. Григорюк І. П., Яворовський П.П. Біологічні основи оптимізації продукційного процесу деревних рослин у стресових умовах : монографія. Київ : «Аграр Медіа Груп», 2013. 277 с.
17. Департамент містобудування та архітектури. Генеральний план міста Києва на період до 2020 року (діючий): веб-сайт. URL : <https://kga.gov.ua/generalnij-plan> (дата звернення: 21.10.2021).
18. ДСТУ 3404 – 96. Лісівництво. Терміни та визначення. [Чинний від 1997.01.07]. Київ : Держстандарт України, 1996. 46 с.
19. ДСТУ 4903:2007. Лісокористування рекреаційне. Терміни та визначення. Київ : Держстандарт України, 2010. 44 с.
20. Завада М. М. Лісова ентомологія. Київ : Видавничий дім «Винниченко», 2017. 380 с.
21. Зібцев С. В. Вплив екологічних умов на стійкість соснових насаджень проти забруднення атмосфери в Степу України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 1991. Вип. 82. С. 33–38.
22. Інтродуценти у лісових культурах Поділля України : монографія / Гордієнко М. І., Бондар А. О., Криницький Г. Т., Леонтьєв Г. П. Київ : Агропромвидав України, 2000. 206 с.
23. Калініченко О. А. Декоративна дендродогія. Київ : Вища школа. 2003. 199 с.

24. Карпенко В. І., Левченко В. В., Сендонін С. Є. Природнепоновлення у свіжих дібровах Правобережного лісостепу України : монографія. Київ : Фітосоціоцентр, 2014. 264 с.
25. Концептуальні засади наближеного до природи лісівництва / М. В. Чернявський та ін. *Наук. пр. Лісівничої академії наук України*. 2012. Вип. 19. С. 328–350.
26. Лісове господарство України : брошура. Київ : Державне агентство лісових ресурсів України, 2021. 48 с.
27. Лісовий кодекс України : закон України від 21 січня 1994 №3852-ХІІ (у редакції № 1684-ІХ від 08.08.2021 р.). URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12> (дата звернення:21.08.2021).
28. Лісові насадження Вінниччини : монографія / А. О. Бондар та ін. Київ : «Урожай», 2006. 246 с.
29. Методичні рекомендації щодо обстеження осередків стовбурових шкідників лісу. відповід. укладач В. Л. Мешкова. Харків :УкрНДІЛГА, 2010. 27 с.
30. Мигунова Е. С. Достижения и проблемы украинской школы лесной типологии. Харьков : Новое слово, 2012. 102 с.
31. Миклуш С. І. Рівнинні букові ліси України : продуктивність та організація сталого господарства : монографія. Львів : ЗУКЦ, 2011. 260 с.
32. Михович А. И. О гидрологических аспектах оптимальной лесистости. *Лесоводство и агролесомелиорация*. 1972. № 29. С. 3–9.
33. Наближене до природи лісівництво в Українських Карпатах / за ред. М. В. Чернявського. Львів : ЛП «Піраміда», 2006. 88 с.
34. Наближене до природи та багатофункціональне ведення лісового господарства в Карпатському регіоні України та Словаччини : монографія / за ред. Г. Т. Криницького. Ужгород : ПП «Коло», 2014. 278 с.
35. Наукові основи регуляції стійкості деревних і газонних рослин до стресових чинників / Григорюк І. П., Яворовський П. П., Серга О. І., Давидова О. Є. Київ : ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. 310 с.

36. Про затвердження Порядку поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок : постанова Кабінету Міністрів України від 16 травня 2007 р. № 733. (Редакція станом на 28 грудня 2011 р.). URL : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/733-2007-п> (дата звернення: 21.06.2021).

37. Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України : наказ Державного комітету лісового господарства України від 27 грудня 2004 р. № 278. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05> (дата звернення: 29.01.2020).

38. Про затвердження Правил поліпшення якісного складу лісів : постанова Кабінету Міністрів України від 12 травня 2007 р.

№ 724 (у редакції від 11 листопада 2016 р.). URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/724-2007-%D0%BF> (дата звернення: 29.01.2020).

39. Про затвердження Правил рубок головного користування в гірських лісах Карпат : постанова Кабінету Міністрів України від 22 жовтня 2008 р. № 929 (у редакції від 30 жовтня 2013 р.). URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/929-2008-%D0%BF> (дата звернення: 29.01.2020).

40. Про природно-заповідний фонд України : Закон України

41. № 2456-ХІІ від 16.06.1992. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2456-12> (дата звернення: 10.07.2021).

42. Туниця Ю. Ю. Лісознавчі вимоги еколого-економічного вчення : індукційний підхід. *НЛТУ України*. 2002. Вип. 1. С. 11□20.

43. Туниця Ю. Ю. Природна економіка і наближене до природи лісівництво : ідентичність концепцій та можливості їхнього взаємозбагачення. *НЛТУ України*. 2011. Вип. 9. С. 14□20.

44. Українська енциклопедія лісівництва : у 4 т. / гол. ред. С. І.

45. Якубенко Б. Є., Попович С. Ю., Устименко П. М. Геоботаніка : підручник. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ : Видавництво Ліра-К, 2019. 348 с.

46. Ebermayer E. Einfluss der Wälder auf die Bodenfeuchtigkeit. Stuttgart, 1900. 49 p.

47. Javorovsky P. P., Grygoryuk I. P., Tkachev V. I. The role of photosynthetic processes in development of tree seedlings tolerance to deficit of nutrition. *Inter. Conf. «Photosynthesis and Crop Production»* 7□11 (October, 2002, Kyiv, Ukraine). Programme and Abstracts. 2002. P. 110–111.
48. Korpel S. Die Urwalder der Westkarpaten. Stuttgart Fisscher Verl., 1995. 310 p.
49. Korpel S., Saniga M. Prirode blizke pestovanie lesa. LF TU Zvolen, 1995. 158 p.
50. Ludashoor. *Клімат України* : веб-сайт. URL : <https://sites.google.com/site/countryukraine482/klimat-ukraieni> (дата звернення: 20.09.2021).
51. Lukasiewicz A., Mackenzie S., Macintosh L. Rosliny okrywowe dla zieleni miejskiej. *Plant Cell*. 1999, № 4. P. 571 585.
52. Mathews J. D. Silvicultural Systems. Oxford : Clarendon Press. 1989. 284 p.
53. Muller P. E. Studien uber die naturlichen humusformen. Springer. Berlin, 1887. 150 p.
54. Saniga M. Pestovanie lesa / TU Zvolen, 2007. 311 p.
55. Saniga M., Bruchanik R. Prirode blizke obhospodarovanie lesa. Zvolen, 2009. 104 p.
56. Smith W. Temperature of desert plants. Another perspective of adaptability of leaf size. *Science*. 1978. № 2. P. 614□616.
57. Tansley A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms // *Ecology*. 1935. V. 16. № 3. P. 284–307.
58. Wiesner J. Der Lichtgenuss der Pflanzen. Leipzig, 1907. 322 p.