

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА  
КАФЕДРА ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

***ГЕТЕРОТРОФИ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА***

методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання освітньо-наукового рівня доктор філософії за спеціальністю 205 «Лісове господарство»

УДК 502/4 (07)

Гетеротрофи лісового господарства: методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти освітньо-наукового рівня доктор філософії за спеціальністю 205 «Лісове господарство» / уклад. В.П. Шлапак, С.А. Адаменко – Умань: Уманський НУС, 2020 – 15 с.

**Рецензенти:**

Іващенко І.Є. – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри лісового господарства.

Величко Ю.А. – кандидат с.-г. наук, доцент кафедри садово-паркового господарства.

Рекомендовано до виконання методичною комісією факультету лісового і садово-паркового господарства Уманського НУС  
(протокол № 1 від 5 вересня 2020 р.)

## Практичне заняття №1

### АВТОТРОФИ І ГЕТЕРОТРОФИ: ЇХ РОЛЬ В ЕКОСИСТЕМІ

**Мета роботи:** з'ясувати взаємозв'язок між гетеротрофами та автотрофами у трофічних ланцюга.

**Основні поняття:** автотрофи, гетеротрофи, продуценти, консументи, редуценти, ланцюги живлення, екологічна піраміда, автотрофи, гетеротрофи.

#### На допомогу студенту

**Автотро́фи, автотро́фні організми** (від дав.-гр. *αὐτός* — «сам» та *τροφή* — «їжа», «харчування») — організми, що синтезують із неорганічних речовин (головним чином води, діоксиду вуглецю, неорганічних сполук азоту) всі необхідні для життя органічні речовини, використовуючи енергію фотосинтезу (фототрофи — всі зелені рослини) чи хемосинтезу (хемотрофи — деякі бактерії).

Автотрофи — основні продуценти органічної речовини в біосфері. Вони забезпечують існування решти організмів.

**Гетеротро́фи** (від грец. *Heterone* — «інший» і *trophe* — «живлення») — організми, що потребують органічних сполук, як джерела вуглецю, для росту й розвитку.

Гетеротрофи відомі як консументи або споживачі в харчовому ланцюжку. Гетеротрофи є протилежністю автотрофам, які використовують неорганічні речовини, вуглекислоту або бікарбонат, як єдине джерело вуглецю. Всі тварини — гетеротрофи, також як і гриби та багато бактерій та архей. Деякі паразитичні рослини також є повністю або частково гетеротрофами, тоді як хижі рослини споживають м'ясо для отримання азоту, будучи при тому автотрофними.

Гетеротрофи не в змозі синтезувати органічні сполуки на основі вуглецю незалежно, використовуючи неорганічні джерела (наприклад, тварини, на відміну від рослин, не можуть здійснювати фотосинтез), і тому повинні отримувати поживні речовини від автотрофів або інших гетеротрофів. Щоб називатися гетеротрофом, організм повинен отримувати

вуглець з органічних сполук. Якщо він отримує азот з органічних сполук, але не вуглець, він вважатиметься автотрофом.

Є два можливі підтипи гетеротрофів:

- Фотогетеротрофи, що отримують енергію від світла;
- Хемогетеротрофи, що отримують енергію за рахунок окиснення або відновлення неорганічних сумішей.

### **Практичне завдання**

Всім живим істотам на Землі потрібна їжа для того, щоб вижити. Їжа – це не тільки те, чим харчуються люди і тварини, це також корисні копалини і поживні речовини, які поглинають рослини. Думка про те, що рослини є початковим джерелом живлення, було б великим применшенням, так як для виживання вони теж повинні харчуватися. Все було створене природою таким способом, щоб живі істоти могли гармонійно співіснувати один з одним. Говорячи простою мовою, автотрофи і гетеротрофи – це рослини і тварини, які відрізняються за своїм способом харчування.

### **Автотрофи**

Для рослин їжею є крохмаль та інші поживні речовини, які добуваються з ґрунту та сонячного світла. Їм не потрібно займатися пошуками їжі, достатньо буде просто використовувати свої природжені здібності і особливості для отримання необхідних поживних речовин, що забезпечують ріст і розвиток. Автотрофи – це рослини, які добувають собі їжу з дощу, ґрунту та сонячного світла. Важливу роль у постачанні клітин поживними і мінеральними речовинами грає фотосинтез (використання світла), а також хемосинтез (хімічна енергія). В ході цих складних процесів «сирі» поживні речовини і корисні копалини перетворюються в спеціальні клітини, які поглинають сонячне світло і трансформують його в енергію. Автотрофи також іменуються виробниками.

### **Гетеротрофи**

Гетеротрофи – це організми, які не силах самотійно синтезувати собі їжу. Сюди відносяться тварини і людина, тобто споживачі, які потребують в

зовнішніх джерелах харчування. Вироблення енергії для збереження життя і правильного функціонування організму вимагають поглинання і перетравлення їжі. Без цих процесів гетеротрофи просто не змогли б існувати. Гетеротрофов також називають споживачами. Сюди входять травоядні тварини (наприклад, велика рогата худоба, олені, слони і так далі), м'ясоїдні тварини (лев, змії і акули, всі ті, хто живляться іншими тваринами), а також всеїдні істоти (люди). Гетеротрофами також вважаються земляні хробаки, що поїдають залишки мертвих рослин і тварин, гриби

### **Автотрофи, гетеротрофи: порівняльна характеристика**

Автотрофи одержують вуглець з неорганічних джерел, наприклад, вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), в той час як гетеротрофи отримують свою частку вуглецю від інших організмів. Автотрофи зазвичай є рослинами, гетеротрофи – тваринами. Автотрофи і гетеротрофи відрізняються один від одного за багатьма показниками. Автотрофи створюють собі харчування фотосинтезом або хемосинтезом за допомогою неживих компонентів екосистеми.

Гетеротрофи залежать від автотрофов в харчовому плані. Автотрофи безпосередньо залежать від енергії від сонця і перетворюють неорганічне речовина в органіку. Гетеротрофи залежать від сонячної енергії лише побічно, а органічні речовини набувають від автотрофов і використовують їх у метаболічних процесах.

### **Фотосинтез і хемосинтез**

В процесі фотосинтезу автотрофи використовують енергію сонця, щоб перетворити воду з ґрунту, вуглекислий газ з повітря в глюкозу. Остання надає енергію і використовується для створення целюлози (яка незамінна для будівництва клітинних мембран), наприклад, рослинами, морськими водоростями, фітопланктоном і деякими бактеріями. Комахоїдні рослини використовують фотосинтез для вироблення енергії, але залежать і від інших організмів для отримання таких поживних речовин, як азот, калій і фосфор. Отже, ці рослини також вважаються автотрофами. Хемотрофи використовують енергію, що утворюється в результаті хімічних реакцій, для

виробництва їжі. Найчастіше в реакцію вступає сірководень (метан з киснем). Вуглекислий газ є головним джерелом вуглецю для хемотрофів. Прикладом можуть бути бактерії, знайдені у діючих вулканах, термальних джерелах, гейзери і на морському дні. Ці організми виживають в самих екстремальних умовах.

### **Харчова ланцюжок**

Автотрофи не залежать від інших організмів, вони самі є основним виробником і займають початковий рівень харчового ланцюжка. Травоїдні тварини, які харчуються автотрофами, займають другий трофічний рівень. Далі розташовуються всеїдні та м'ясоїдні гетеротрофи. Нарешті, на вершині ланцюга живлення знаходиться людина, яка використовує для прожитку як перше, так і друге.

Біологічні організми автотрофи і гетеротрофи – це два типи біотичних компонентів екосистеми, які взаємодіють один з одним. Всі живі організми можуть бути класифіковані як автотрофи або як гетеротрофи. В екосистемі потік енергії від одного організму до іншого описаний поняттям харчової ланцюга. Кожен організм, що залежить від наступного організму в плані їжі, формує лінійну послідовність, через яку енергія переходить від одного організму до іншого. Простіше кажучи, харчова ланцюжок показує, хто кого їсть.

### **Автотрофи, гетеротрофи, хемотрофи: роль в екосистемі**

Всі харчові ланцюжки починаються на рівні виробника. Основні споживачі їдять виробників для отримання енергії. Основні споживачі з'їдаються вторинними споживачами; вторинних споживачів їдять третинні споживачі і так далі. Загальним прикладом для пояснення поняття харчового ланцюга є екосистема, де трава - виробник, і миша, яка з'їдає траву, стає основним споживачем. Миша виявляється здобиччю для змії, яка стає вторинним споживачем. Орли їдять змії і стають третинними споживачами. Роль гетеротрофів і автотрофів, а також хемотрофів в природі неможливо переоцінити. Мертві тварини розкладаються, і таким чином поживні

речовини повертаються назад в ґрунт. Цей цикл потоку поживних речовин від одного рівня до наступного періодично повторюється між біотичними і неживими компонентами екосистеми. Незважаючи на безліч відмінностей, автотрофи і гетеротрофи знаходяться в прямій залежності один від одного. Для виживання в глобальному розумінні цього слова вони просто необхідні один одному, так як є одними з найважливіших компонентів екосистеми, хоча в теорії хемотрофи і автотрофи змогли б існувати без гетеротрофов, останні ж без чужої життєвої енергії не проживуть.

## Практичне заняття №2

### ПОБУДОВА ЛАНЦЮГІВ ЖИВЛЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПІРАМІД

**Мета роботи:** з'ясувати взаємозв'язок між ланками окремих ланцюгів живлення та стійкості трофічних ланцюгів, визначити принцип побудови екологічних пірамід, навчитися розв'язувати типові задачі.

**Основні поняття:** трофічний рівень, продуценти, консументи, редуценти, ланцюги живлення, екологічна піраміда, автотрофи, гетеротрофи.

#### На допомогу студенту

Біогеоценози є відкритими системами, які потребують постійного надходження речовини та енергії ззовні. Основним джерелом цієї енергії є сонячне світло, яке фототрофи вловлюють та перетворюють на енергію хімічних зв'язків синтезованої органічної речовини. Гетеротрофні організми дістають необхідну енергію внаслідок ферментативного розкладу органічних речовин.

Послідовності організмів, у яких особини одного виду, їхні рештки, або продукти життєдіяльності слугують об'єктом живлення організмів іншого називають ланцюгами живлення. Кожний ланцюг живлення складається з певної кількості ланок.

Будь-яка популяція організмів одного виду займає в ланцюзі живлення певне місце – трофічний рівень. Енергія всередині біогеоценозів ніби поділяється на два потоки: до консументів вона надходить або від продуцентів, або від інших консументів, а до редуцентів – від мертвої речовини. Внаслідок цього в біогеоценозах формуються ланцюги живлення двох типів: пасовищного (ланцюги виїдання) та детритного (ланцюги розкладання).

У будь-якому біогеоценозі різні ланцюги живлення не існують окремо один від одного, а взаємо переплетені, оскільки один і той самий вид одночасно може бути ланкою різних ланцюгів живлення. Наприклад, один вид птахів може живитись одночасно комахами-фітофагами, комахами хижакими та комахами-редуцентами і у свою чергу ці птахи можуть



служувати поживою консументів наступного порядку, а їхні трупи – редуцентів. Переплітаючись, ланцюги живлення формують сітку зв'язків живлення, або трофічну сітку.

Кожен біогеоценоз характеризується певною продуктивністю, яку виражають в одиницях маси або енергії. Розрізняють продуктивність первинну та вторинну, створену відповідно автотрофними та гетеротрофними організмами. Закономірності співвідношень первинної і вторинної продукції на кожному трофічному рівні ланцюгів живлення дістали назву правила екологічної піраміди.

Правило екологічної піраміди – на кожному попередньому трофічному рівні кількість біомаси та енергії, що запасуються організмами за одиницю часу, значно більша, ніж на наступних.

Графічно це правило можна зобразити у вигляді піраміди, складеної з окремих блоків. Кожен з цих блоків відповідає продуктивності організмів на певному трофічному рівні ланцюга живлення. Отже, екологічна піраміда є графічним відображенням трофічної структури ланцюга живлення. Залежно від показника, покладеного в основу, є різні види екологічних пірамід. Розрізняють піраміди чисельності, біомаси та енергії. В основі піраміди розміщують відповідні значення першого трофічного рівня екосистеми, а на вершині – останнього.

Отже, величина біомаси в екологічних пірамідах закономірно зменшується приблизно в 10 разів при переході на новий трофічний рівень.

Уся біомаса планети здатна прогодувати не більш як 7-10 млрд чоловік за одними даними, і не більш як 12 млрд чоловік за іншими. Уже нині щорічної біомаси, яку збирає людство, недостатньо для харчування населення Землі. Тому необхідно вирішити насамперед проблему регулювання чисельності населення Землі, підвищення продуктивності біосфери та її охорони від посиленого антропогенного тиску.

### **Практичне завдання**

1. Складіть ланцюги живлення починаючи з продуцентів:

1) сосна звичайна →

2) ламінарія → 3)

зернина → 4)

листя →

2. Складіть екологічну піраміду біомаси мішаного лісу.

3. Розв'яжіть екологічні задачі.

**Задача №1** Користуючись правилом екологічної піраміди, визначте, скільки гектарів луки потрібно, щоб прогодувати людину масою 58 кг (із них 66% становить вода). Суха біомаса трави з 1м<sup>2</sup> луки становить 200г за рік. Ланцюг живлення: лука → корова → людина.

**Задача №2** Протягом 1року 1га кукурудзяного поля поглинає 76650000кДж енергії, з яких тільки 23% акумулюється у вигляді приросту сухої речовини. Складіть ланцюг живлення і визначте, скільки гектарів такого поля потрібно, щоб прогодувати людину протягом року, якщо за добу людині необхідно приблизно 10000кДж енергії.

## Практичне заняття №2

### ПОБУДОВА ЛАНЦЮГІВ ЖИВЛЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПІРАМІД

**Мета роботи:** з'ясувати взаємозв'язок між ланками окремих ланцюгів живлення та стійкості трофічних ланцюгів, визначити принцип побудови екологічних пірамід, навчитися розв'язувати типові задачі.

**Основні поняття:** трофічний рівень, продуценти, консументи, редуценти, ланцюги живлення, екологічна піраміда, автотрофи, гетеротрофи.

#### На допомогу студенту

Біогеоценози є відкритими системами, які потребують постійного надходження речовини та енергії ззовні. Основним джерелом цієї енергії є сонячне світло, яке фототрофи вловлюють та перетворюють на енергію хімічних зв'язків синтезованої органічної речовини. Гетеротрофні організми дістають необхідну енергію внаслідок ферментативного розкладу органічних речовин.

Послідовності організмів, у яких особини одного виду, їхні рештки, або продукти життєдіяльності слугують об'єктом живлення організмів іншого називають ланцюгами живлення. Кожний ланцюг живлення складається з певної кількості ланок.

Будь-яка популяція організмів одного виду займає в ланцюзі живлення певне місце – трофічний рівень. Енергія всередині біогеоценозів ніби поділяється на два потоки: до консументів вона надходить або від продуцентів, або від інших консументів, а до редуцентів – від мертвої речовини. Внаслідок цього в біогеоценозах формуються ланцюги живлення двох типів: пасовищного (ланцюги виїдання) та детритного (ланцюги розкладання).

У будь-якому біогеоценозі різні ланцюги живлення не існують окремо один від одного, а взаємо переплетені, оскільки один і той самий вид одночасно може бути ланкою різних ланцюгів живлення. Наприклад, один вид птахів може житись одночасно комахами-фітофагами, комахами хижакими та комахами-редуцентами і у свою чергу ці птахи можуть

служувати поживою консументів наступного порядку, а їхні трупи – редуцентів. Переплітаючись, ланцюги живлення формують сітку зв'язків живлення, або трофічну сітку.

Кожен біогеоценоз характеризується певною продуктивністю, яку виражають в одиницях маси або енергії. Розрізняють продуктивність первинну та вторинну, створену відповідно автотрофними та гетеротрофними організмами. Закономірності співвідношень первинної і вторинної продукції на кожному трофічному рівні ланцюгів живлення дістали назву правила екологічної піраміди.

Правило екологічної піраміди – на кожному попередньому трофічному рівні кількість біомаси та енергії, що запасуються організмами за одиницю часу, значно більша, ніж на наступних.

Графічно це правило можна зобразити у вигляді піраміди, складеної з окремих блоків. Кожен з цих блоків відповідає продуктивності організмів на певному трофічному рівні ланцюга живлення. Отже, екологічна піраміда є графічним відображенням трофічної структури ланцюга живлення. Залежно від показника, покладеного в основу, є різні види екологічних пірамід. Розрізняють піраміди чисельності, біомаси та енергії. В основі піраміди розміщують відповідні значення першого трофічного рівня екосистеми, а на вершині – останнього.

Отже, величина біомаси в екологічних пірамідах закономірно зменшується приблизно в 10 разів при переході на новий трофічний рівень.

Уся біомаса планети здатна прогодувати не більш як 7-10 млрд чоловік за одними даними, і не більш як 12 млрд чоловік за іншими. Уже нині щорічної біомаси, яку збирає людство, недостатньо для харчування населення Землі. Тому необхідно вирішити насамперед проблему регулювання чисельності населення Землі, підвищення продуктивності біосфери та її охорони від посиленого антропогенного тиску.

### **Практичне завдання**

1. Складіть ланцюги живлення починаючи з продуцентів:

1) сосна звичайна →

2) ламінарія → 3)

зернина → 4)

листя →

2. Складіть екологічну піраміду біомаси мішаного лісу.

3. Розв'яжіть екологічні задачі.

**Задача №1** Користуючись правилом екологічної піраміди, визначте, скільки гектарів луки потрібно, щоб прогодувати людину масою 58 кг (із них 66% становить вода). Суха біомаса трави з 1м<sup>2</sup> луки становить 200г за рік. Ланцюг живлення: лука → корова → людина.

**Задача №2** Протягом 1року 1га кукурудзяного поля поглинає 76650000кДж енергії, з яких тільки 23% акумулюється у вигляді приросту сухої речовини. Складіть ланцюг живлення і визначте, скільки гектарів такого поля потрібно, щоб прогодувати людину протягом року, якщо за добу людині необхідно приблизно 10000кДж енергії.

## **Теми самостійних робіт**

- 1 Трофічні ланцюги живлення
- 2 Біомаса екосистеми.
- 3 Суть трофічного ланцюга живлення.
- 4 Правила екологічної піраміди.
- 5 Класифікація гетеротрофів.
- 6 Великий та малий колообіг речовин в біосфері.
- 7 Фотосинтез і хемосинтез.
- 8 Автотрофи, гетеротрофи, хемотрофи: роль в екосистемі

## Література

### Базова

1. Свириденко В.Є., Бабіч О.Г., Киричок Л.С. Лісівництво. Підручник / За ред. В.Є.Свириденка. – К.: Арістей, 2004.- 544 с.
2. Спур С.Г., Барнесс В.В. Лесная экология. –М.: Лесн. пром-сть, 1984. -480 с.
3. Кучерявий В. П. Екологія. Львів: Світ, 2001 — 500 с.
4. Свириденко В.Є., Киричок Л.С., Бабіч О.Г. Практикум з лісівництва: Навчальний посібник / За ред. В.Є.Свириденка. – К.: Арістей, 2006.- 416 с.
5. Білоус В.І. Основи лісівництва та лісомеліорації [Методичні вказівки] / В.І. Білоус. – Умань, 1990. – 73 с.
6. Злобін Ю.А. Загальна екологія: Навчальний посібник / Ю.А. Злобін, Н.В. Кочубей. – Сумиб ВТД «Університетська книга», 2003. – 416 с.
7. Гордієнко М.І. Лісові культури / І.М. Гордієнко, М.М. Гузь, Ю.М. Дебринюк, В.М. Маурер. – Львів: Камула, 2005. – 608 с.

### Допоміжна

1. Иванов Л.А. Свет и влага в жизни наших древесных пород. Лекція.-М.-Л.: АН СССР, 1946.-60с.
2. Лархер В. Экология растений.М.: – Мир., 1978.-384 с.
3. Одум Ю.Экология: в 2-х т. Т. 1. Пер. з англ.- М.: 1986.- 328 с.
4. Одум Ю.Экология: в 2-х т. Т. 2. Пер. з англ.- М.: 1986.- 376 с.
5. Погребняк П.С., Шмидт В.Э., Калужский И.И., Вербицкий Л.Н. Основы лесной типологии. -К.: Гостехиздат при СНК УССР, 1944. -311с.
6. Погребняк П.С. Общее лесоводство. Уч. Пособ.- М.: Колос, 1968.-440 с.

### 15. Інформаційні ресурси

1. Textreferat. *Реферати онлайн* : веб-сайт. URL: <http://ua.textreferat.com/referat-9368.html>
2. [Lviv Website – Ukraine Travel Tips](http://www.lvivlis.com.ua/uk/Forests_crops/) *Статті онлайн* : веб-сайт. URL: [http://www.lvivlis.com.ua/uk/Forests\\_crops/](http://www.lvivlis.com.ua/uk/Forests_crops/)
3. Навчальні матеріали онлайн : веб-сайт. URL: [http://pidruchniki.ws/13340203/ekologiya/ekologiya\\_lisovih\\_sistem](http://pidruchniki.ws/13340203/ekologiya/ekologiya_lisovih_sistem)
4. Життя Українських Карпат. *Статті онлайн* : веб-сайт. URL: <http://www.carpathians.eu/flora/lisi-ukrajinskikh-karpat/sistema-lisogospodarskikh-zakhodiv/lisovi-kulturi.html>