

Міністерство освіти і науки України  
Уманський державний педагогічний університет  
імені Павла Тичини

**«АЛЕЛОПАТІЯ»**

Навчально-методичний лабораторний практикум  
для студентів природничо-географічних факультетів  
педагогічних вузів

Укладачі І. В. Красноштан, І.В. Семененко

Умань 2017

УДК 581.524.13(075.8)  
ББК 28.581.32я73  
А 48

Рекомендовано до видання Вченою радою  
природничо-географічного факультету  
Уманського державного педагогічного університету  
імені Павла Тичини  
(протокол № 1 від 30.08.2017 р.)

**Рецензент:** к. с.-г. наук, доцент кафедри біології та методики її навчання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини Миколайко В.П.

**Красноштан І. В.**

Алелопатія : навчально-методичний посібник  
для студентів природничо-географічних  
факультетів педагогічних вузів / укладачі  
І.В. Красноштан., І.В. Семененко – Умань :ФОП Жовтий  
О. О., 2017. – 71 с.

**Алелопатія**

Навчально-методичний посібник для студентів  
природничо-географічного факультету

Укладачі І. В. Красноштан, І.В. Семененко

У посібнику наводяться лабораторно-практичні роботи з основних тем курсу «Алелопатія». Посібник розрахований на студентів природничо-географічного факультету педагогічних вищих навчальних закладів, який дозволяє поглибити знання теоретичного курсу, сформувані вміння роботи з рослинами, розвинути навички пізнавальної діяльності оточуючого органічного світу.

## ЗМІСТ

<b>Пояснювальна записка</b> .....	4
<b>Структура залікового кредиту курсу</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЧНА ОСНОВА АЛЕЛОПАТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ РОСЛИН</b> .....	8
<i>1.1. Методичні підходи в сучасній алелопатії</i> .....	8
1.1.1. Тема: Методи вивчення алелопатії .....	8
<i>1.2. Алелопатичний фактор та його роль у природних та штучних фітоценозах</i> .....	17
1.2.1. Тема. Взаємодія рослин в фітоценозах .....	17
1.2.2. Тема. Алелопатична активність рослин. ....	20
1.2.3. Тема. Алелопатія як форма прямих міжвидових взаємовідносин рослин .....	23
<i>1.3. Вплив умов вирощування рослин на прояв алелопатичних властивостей</i> .....	25
1.3.1. Тема. Алелопатичний режим місця життя рослин .....	25
1.3.2. Тема. Алелопатія як фактор екологічного середовища .....	29
1.3.3. Тема. Вплив різних умов вирощування на алелопатичну активність рослин .....	32
<b>РОЗДІЛ 2. АЛЕЛОПАТИЧНИЙ ФАКТОР ТА ЙОГО РОЛЬ У ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ ФІТОЦЕНОЗАХ</b> .....	36
<i>2.1. Місце алелопатичних явищ у формуванні зв'язків між домінуючими та підпорядкованими видами</i> .....	36
2.1.1. Тема. Механізми дії алелопатичного фактора на рослини .....	36
2.1.2. Тема. Симптоми та механізми дії алелохімікалій на реципієнтів .....	40
<i>2.2. Зв'язок алелопатичних взаємодій із адаптивними реакціями рослин</i> .....	43
2.2.1. Тема. Алелопатична чутливість рослин. ....	43
2.2.2. Тема. Оцінка якості середовища за рослинами. Біоіндикатори .....	45
2.2.3. Тема. Вміст фізіологічно активних речовин в окремих органах ароматичних рослин та ґрунті .....	53
2.2.4. Тема. Значення алелопатії у розвитку природних і штучних спільнот .....	55
<b>РОЗДІЛ 3. САМОСТІЙНА РОБОТА ТА ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ</b> .....	58
3.1. Завдання для самостійної роботи .....	58
3.2. Перелік тем ІНДЗ .....	59
3.3. Методичні рекомендації до оформлення творчої роботи .....	61
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	63

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна “Алелопатія” – дисципліна вибору ВНЗ в освітньо-професійній програмі підготовки за освітнім ступенем «Спеціаліст» спеціальностей: 0.14.05 Середня освіта (Біологія), 014.07 Середня освіта (Географія). Викладається у I семестрі 5-го курсу денної та заочної форми навчання в обсязі 120 годин (4 кредити), з них для студентів денної форми навчання передбачено 28 годин лекційного курсу, 32 години лабораторно-практичних занять, 60 годин відведено для самостійної роботи студентів. Форма контролю – екзамен.

**Мета курсу:** ознайомити студентів із уявленням про біологічну роль рослинних виділень в формуванні та розвитку фітоценозів.

**Завдання курсу:** вивчити історію розвитку уявлень про прижиттєві та післяжиттєві рослинні виділення і їх роль у взаємодії рослин. Дослідити значення летких і водорозчинних екзометаболітів рослин в міжвидовій взаємодії різних видів у фітоценозах. Скласти уявлення про хімічну природу рослинних виділень і про фізіолого-біохімічні механізми їх дії на рослини. Дослідити роль алелопатичного фактора в природі.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

форми рослинних виділень і їх значення та місце в різних типах фітоценозів; механізм хімічної взаємодії рослин у ценозах через алелопатичний режим, як особливий екологічний фактор біогенного походження.

**вміти:** самостійно, експериментальним шляхом оцінювати потенційну алелопатичну активність різних видів та напруженість алелопатичного режиму в конкретних фітоценозах.

## Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лекції	пр.	лаб.	ІНДЗ	с. р.		лекції	пр.	лаб.	ІНДЗ	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
Змістовий модуль 1. Методологічна основа алелопатичної активності рослин												
Тема 1. Вступ.												
Тема 2. Алелопатія як природне явище.							10					10
Тема 3. Методи вивчення алелопатії.	8	4		4			14	2		2		10
Тема 4. Алелопатична активність рослин	25	4		6		15	14	2		2		10
Тема 5. Алелопатичний режим місця життя рослин	25	4		6		15	12			2		10
Разом за змістовим модулем 1	58	12		16		30	50	4		6		40
<b>Змістовий модуль 2. Алелопатичний фактор та його роль у природних та штучних фітоценозах</b>												
Тема 1. Механізми дії алелопатичного фактора на рослини.	20	4		6		10	22			2		20
Тема 2. Алелопатична чутливість рослин.	22	6		6		10	26	4		2		20
Тема 3. Значення алелопатії у розвитку природних і штучних спільнот.	20	6		4		10	22	2		2		18
Разом за змістовим модулем 2	62	16		16		30	70	6		6		58
Усього годин	120	28		32		60	120	10		12		98

## Теми лабораторно-практичних занять

1	Методи вивчення алелопатії	4
2	2.1. Взаємодія рослин в фітоценозах	4
	2.2. Алелопатична активність рослин	
	2.3. Алелопатія як форма прямих міжвидових взаємовідносин рослин	
3	3.1 Алелопатичний режим місця життя рослин	4
	3.2. Алелопатія як фактор екологічного середовища	
	3.3. Вплив різних умов вирощування на алелопатичну активність рослин	
4	4.1. Механізми дії алелопатичного фактора на рослини	4
	4.2. Симптоми та механізми дії алелохімікалій на реципієнтів	
5	Алелопатична чутливість рослин	4
6	Оцінка якості середовища за рослинами. Біоіндикатори	4
7	Вміст фізіологічно активних речовин в окремих органах ароматичних рослин та ґрунті	4
8	Значення алелопатії у розвитку природних і штучних спільнот	4
Всього		32

## Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1 Поточне тестування та самостійна робота					Модуль 2 ІНДЗ	ПТ	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2		
40					30		
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	20	10	100
5	10	10	10	5			

## Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за 100-бальною шкалою	Оцінка в ECTS	Значення оцінки ECTS	Критерії оцінювання	Рівень компетентості	Оцінка за національною шкалою	
					екзамен	залік
90-100	A	відмінно	Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили	Високий (творчий)	відмінно	зараховано
82-89	B	дуже добре	Студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна	Достатній (конструктивно-варіативний)	добре	
75-81	C	добре	Студент вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок	Достатній (конструктивно-варіативний)	добре	
69-74	D	задовільно	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих	Середній (репродуктивний)	задовільно	
60-68	E	достатньо	Студент володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні	Середній (репродуктивний)	задовільно	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання семестрового контролю	Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу	Низький (рецептивно-продуктивний)	незадовільно	не зараховано
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням залікового кредиту	Студент володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів	Низький (рецептивно-продуктивний)	незадовільно	не зараховано

# РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЧНА ОСНОВА АЛЕЛОПАТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ РОСЛИН

## 1.1. Методичні підходи в сучасній алелопатії

### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

#### 1.1.1. Тема. Методи вивчення алелопатії

##### Мета:

- 1) сформувані знання про основні методи вивчення алелопатії;
- 2) розвинути уміння класифікувати основні форми та методичні підходи в сучасній алелопатії;
- 3) навички проведення різних методів визначення алелопатичних властивостей рослин.

##### Хід заняття:

#### *I. Основні відомості*

1. Процес пізнання організації та функціонування рослинного організму на геобіоценотичному рівні формує фундаментальну основу алелопатичної взаємодії вищих рослин як важливого фактора, що визначає морфогенетичні відмінності живих саморегулюючих систем в процесі онтогенезу та спрямовує їх філогенетичний розвиток.

Вітчизняними дослідниками з проблем алелопатії отримано низку здобутків як в експериментальному плані (дисертації Єфремової, 2007; Радіози, 2008; Гнатюк, 2012; Кіпренко, 2012; а також статті Кіпренко, 2008; 2009; 2010; Симагіної і Лисянкової, 2009; Павлюченко, 2011), так і в методологічному (зокрема вийшли з друку раніше неоприлюднені рукописи засновника української алелопатичної школи академіка А.М. Гродзінського (Біопроби..., 2011)). Ці та інші роботи сприяли утвердженню уявлень, що суттєво доповнюють концепції: як попередні вітчизняні, так і новітні зарубіжні, про які піде мова далі.

Необхідно окреслити, сферу явищ, які розуміються під терміном «алелопатія». Згідно одного з сучасних поглядів алелопатія – це біологічне явище позитивного або негативного впливу одного організму на ріст виживання та розмноження



інших організмів, який здійснюється через виділення алелохімікаліїв. Алелохімікалії ж – це продукти метаболізму, які не зазнають використання в незамінних процесах обміну речовин організму-донора, тобто в процесах росту, розвитку та розмноження (Stamp, 2003). Р. Богатек і А. Гняздовська (Gniazdowska et Bogatek, 2005) розуміють під терміном «алелопатія» такі взаємодії між рослинами та рослинами, рослинами та мікроорганізмами, рослинами та вірусами, рослинами та комахами, а також у системі «рослина-грунт-рослина», що забезпечуються речовинами, які виробляються та виділяються у зовнішнє середовище рослинами або мікроорганізмами. У свою чергу 2006 р. Міжнародне алелопатичне товариство дало таке робоче визначення: «алелопатія – це будь-який процес впливів на ріст і розвиток сільськогосподарських систем і біосистем за рахунок вироблення вторинних метаболітів рослинами, водоростями, бактеріями і грибами» (Allelopathy..., 2006). Таким чином, це товариство винесло за межі явища алелопатії, по-перше, продукти так званого первинного обміну (нагадаємо, що М.М. Запрометов (1993) довів, що поділ метаболітів на первинні та вторинні – це умовність, закріплена в уяві дослідників), по-друге, агенти зовнішнього хімічного впливу тварин. Хоча Е.А. Зелікман свого часу зазначила, що «...алелопатичні відносини добре відомі... у хребетних і комах...» (Зелікман, 1977), а Е.Л. Райс (Rice, 1974) називає ефекти пригнічення мікрофлори травних систем тварин «близьким до алелопатії явищем» («спорідненим із алелопатією явищем»). Один із класиків (корифеїв) алелопатії Е.Л. Райс розумів під алелопатією будь-який прямий або опосередкований негативний вплив однієї рослини/мікроорганізму на іншу рослину/мікроорганізм, зумовлений виділенням речовин у зовнішнє середовище (Rice, 1974); інший же – А.Г. Уінтер (Winter, 1960) – будь-яке надходження сполуки з однієї рослини до іншої, навіть якщо це не призводить до жодних змін. З точки зору Г. Моліша (Molisch, 1937), алелопатія являє собою біохімічні взаємодії (які можуть набувати як шкідливих, так і сприятливих форм) між усіма типами рослин. Разом із тим К.Г. Мюллер (Muller, 1970) розглядав алелопатію як взаємодію тільки між вищими рослинами. Отже, ми схильні вважати

відкритими наступні питання: 1) про включення позитивного впливу до явищ алелопатії, 2) про тварин як про індукторів і 3) про неспецифічні продукти основного обміну як про засоби алелопатичних взаємодій.

По-друге, слід згадати наведену А.М. Гродзінським (1983) класифікацію форм, у яких проявляються алелопатичні взаємодії:

а) за **опосередкованістю**: пряма; опосередкована мікроорганізмами (Лаштутка, 1960).

б) за **агрегатним станом алелохімікалів**: газоподібні (леткі); водорозчинні речовини.

в) за **способом виділення алелохімікалів**: прижиттєві; утворювані внаслідок відмирання організмів.

г) за **числом видів, які вступають у відносини**: один; декілька видів.

г) з **точки зору віку організмів**: відносини проявляються між організмами одного віку; різного віку.

д) за **характером (вираженості ефектів)**: реальна; прихована алелопатична дія.

е) за **інтенсивністю прояву**: катастрофічна; урегульована (зовні непримітна).

є) за **часовою протяжністю**: під час виділення або утворення алелохімікалів; з запізненням, що дуже часто проявляється у вигляді ґрунтовтоми.

ж) за **каналами обміну алелохімікаліями**: через повітря; через водне середовище; через ґрунт; припустимо, за умов безпосереднього контакту частин одного організму з частинами іншого (Гродзінський, 1983); за допомогою інших організмів, зокрема через мікоризу.

По-третє, на увагу заслуговують механізми алелопатичних впливів. Перелік цих механізмів Е.Л. Райса включає:

- 1) пригнічення проліферації і розтягнення (росту) клітин;
- 2) пригнічення росту, індукованого гібберелловою й індолілоцтовою кислотами;
- 3) зміни в інтенсивності поглинання мінеральних солей;
- 4) пригнічення фотосинтезу;
- 5) зміни в інтенсивності дихання;
- 6) зміни величини листкових продихів;
- 7) зміни в білковому, ліпідному й органічно-кислотному обміні;
- 8) пригнічення біосинтезу гемоглобіну в азотфіксуювальних організмів;
- 9) зміна проникності мембран;
- 10) інгібування

активності ферментів та вплив на функціональні групи біологічно активних метаболітів. А.М. Гродзінський (1983) окремо розглядає три рівні механізмів алелопатичних впливів: ті, що спостерігаються на клітинному рівні; на рівні одного організму; на рівні угруповань організмів. Звернемо увагу, що механізми цих трьох рівнів частково кореспондуються із вище описаною системою Е.Л. Райса (Rice, 1974), а також між собою. На рівні клітини – це 1) активація ферментів шляхом підвищення «жорсткості» їхньої конформації завдяки заміні водневих зв'язків на іонні, зокрема під дією дикарбонових кислот (протилежне до 10-го механізму Е.Л. Райса); 2) зміна процесів АТФ-залежного трансмембранного перенесення електронів,  $\text{Na}^+$  та  $\text{K}^+$  (це відображає 9-ий механізм Е.Л. Райса); 3) зміна колоїдних властивостей протоплазми (шляхом збільшення обводнення або, навпаки, коагуляції) та пов'язаної з цим швидкості її руху. На рівні організму це стосується 4) процесів проліферації і розтягнення (росту) клітин (відповідає 1-му принципу Е.Л. Райса); а також 5) їхньої диференціації; 6) дихання (5-ий принцип Е.Л. Райса); 7) фотосинтезу, зокрема змін в інтенсивностях засвоєння вуглекислого газу і вмісту хлорофілів (4-ий і 6-ий принципи Е.Л. Райса); 8) поглинанню води і поживних речовин (нагадує 9-ий принцип Е.Л. Райса) та 9) їхнього транспорту провідними тканинами; 10) морфогенезу, в тому числі органогенезу. На надорганізменному рівні А.М. Гродзінський перелічує такі механізми: 11) посилення активності фітопатогенних мікроорганізмів і грибів; 12) зниження імунітету рослин; 13) вплив на проростання органів розмноження (кореспондується з 10-м принципом цього ж автора – з процесами органогенезу); 14) хімічні взаємовпливи між рослинами-паразитами й рослинами-господарями; 15) імітація хімічного впливу симбіотрофних грибів, зокрема на насіння орхідей.

**2.** Застосування належних методичних підходів у пізнанні природних явищ дозволяє уникнути їхнього спотвореного розуміння. Це твердження стосується переважної більшості областей природничого пізнання, зокрема алелопатії. Останніми роками утвердилися деякі нові уявлення та рекомендації щодо організації алелопатичних досліджень.

Огляд методів, які застосовуються для вивчення хімічної взаємодії рослин, доцільно розпочати з опису засобів виловлювання, вивільнення колінів із сфери їх дії в природних умовах і переведення їх в зручний для наступних аналізів стан. Майже кожне алелопатичне дослідження практично розпочинається саме спробами ізолювати активну речовину. При цьому, зрозуміло, потрібно домагатися того, щоб хімічний склад колінів не зазнав змін, а їх концентрація була б відомою. Оскільки в природних умовах коліни можуть пересуватися або в розчиненому у воді вигляді, або у газоподібній формі чи у розпиленому стані, то й методи виловлювання колінів зводяться або до одержання водного розчину, або до ізоляції коліна у герметичній посудині, або до виділення коліна у вигляді твердого нелеткого залишку, або, нарешті, до поглинання його адсорбентами.

Кореневі виділення одержують за допомогою низки методів, кожен з яких має недоліки. Ось короткий перелік найбільш придатних для алелопатичних досліджень методів.

1. *Культура ізольованих коренів у стерильних умовах.* Ці експериментальні умови найбільш чисті і дають змогу моделювати процес екскреції речовин коренем. Недоліки полягають в тому, що метаболізм відрізаних коренів певним чином відрізняється від метаболізму не відділених від рослин коренів; далеко не всі види рослин дають корені, придатні для вирощування в ізольованому вигляді.

2. *Вирощування рослин у стерильних умовах на агаризованому середовищі з наступним вилученням корневих виділень з агару.* Корені дуже легко виймаються з агару без пошкоджень; агар можна розділити за зонами розташування коренів, а для концентрування виділень шматочки агару заморожують; перші порції води від танення містять майже всі виділення. Недоліком є те, що тверда агаризована маса (0,7-1,5%) не є звичним для коренів середовищем, в ній неможливо забезпечити аерацію, внаслідок випаровування води середовище спадається і зменшує свій попередній обсяг.

3. *Стерильні та напівстерильні (нестерильні для наземних органів) культури цілих рослин.* Є багато різноманітних модифікацій, починаючи від вирощування проростків із

стерилізацією насіння в пробірках на вологому фільтруючому папері і кінчаючи складними установками для вирощування великих рослин із заміною поживного розчину, доливанням стерильної води, продуванням стерильним повітрям тощо. Недоліком цього методу є деяке пошкодження рослин під час стерилізації, ресорбція власних виділень.

4. *Водні культури на проточному циркулюючому розчині.* Рослини, вплив корневих виділень яких потрібно дослідити, вирощують у окремих посудинах, які встановлюють так, щоб поживний розчин поступово перетікав з верхньої посудини до найнижчої, а звідти – у збірник, з якого насосом автоматично знову подавався б до найвищої посудини. Періодично – кожні два - чотири дні проводиться визначення рН і концентрації основних поживних речовин, які доводяться до потрібного рівня, щоб виключити умови конкуренції за поживні речовини, або вплив рН. Посудини встановлюються так, щоб вони не затіняли одна одну. При проведенні таких дослідів потрібно створювати три серії проточних культур: чиста культура одного виду, чиста культура другого виду і сумісне користування поживним розчином.

Є також модифікації водної культури для спільного вирощування рослин у водній культурі з корекцією поживного розчину і забезпечення рівномірного освітлення рослин.

Такого роду досліді дають дуже низькі значення для впливу корневих виділень, нестерильні умови та якість невраховані ще фактори можуть дуже заважати створенню точної картини.

5. *Аeropоніка, тобто вирощування рослин з коренями у насиченій водною парою камері з періодичним обприскуванням або zalиванням поживним розчином.* Цей метод має ту перевагу, що на одиницю ваги коренів приходить значно менше поживного розчину, ніж при водній культурі. Недолік – незвичні умови: снування коренів, надто сильна аерація.

6. *Одержання розчину корневих виділень від рослин, що зростають у природних угрупованнях або в полі.* Для цього рослини дбайливо викопують, корені відмивають від ґрунту і занурюють в поживний розчин, по якому культивують не менше 10-15 днів. При цьому корені поступово звільняються від часток ґрунту і від пошкоджених розгалужень. Перед дослідом корені

змивають дистильованою водою і вміщують у свіжий поживний розчин, в якому вони знаходяться одну або дві доби. Поживного розчину беруть десятикратну кількість по відношенню до об'єму кореневої системи. В міру випаровування води внаслідок транспірації розчин доповнюють свіжою водою. Кількість активних речовин у розчині до другого дня і до четвертого утримується приблизно на одному рівні, а потім знижується, очевидно, внаслідок розвитку специфічної мікрофлори, яка руйнує кореневі виділення.

Недоліками цього методу є те, що в розчин переходять не лише нормально виділювані речовини, а й ті, що вилугуюються водою, незважаючи на застережені заходи, пошкодження коренів все ж має місце; хімічному визначенню корневих виділень заважають поживні солі. Настоявання коренів можна проводити і в чистій воді, але це теж вносить штучність в одержанні корневих виділень.

*7. Вирощування рослин у великих скляних лійках або посудинах з затвором у дні, наповнених піском через який просочується поливна вода з корневими виділеннями.* Перевага цього методу перед попередніми полягає в тому, що тут рослини знаходяться в найбільш звичних умовах, однак дуже важко регулювати вміст поживних речовин у піску. Вилиті при наповненні посудин поживні солі досить швидко і в різній мірі вимиваються з піску і впливають на ріст рослин, якими випробовується біологічна активність виділень.

*8. Вирощування рослин таким самим методом (7) у ґрунтовій культурі.* Умови зростання рослин-донорів тут ще кращі, однак поглинання колінів ґрунтом, явище обмінної адсорбції корневих виділень і виділення поживних речовин самого ґрунту вносять ускладнення в розуміння результатів.

*9. Відбитки коренів на вологому фільтрувальному папері.* Корені з водної культури, не відокремлюючи від стебла, на 0,5-2 год. вносять у вологу камеру, а потім легенько притискають до вологого фільтрувального паперу (хроматографічного). Після висушування проявляються амінокислоти та інші сполуки способами, що використовуються у практиці хроматографії на папері. Цей метод дає змогу встановити зони кореня, які

найбільш активно виділяють речовини, з'ясувати хімічну природу виділень, але для кількісних визначень не придатний.

10. *Метод "сендвіча", запропонований А.Д. Ровіра.* Чотири смужки міцного хроматографічного паперу 4 см завширшки вміщують в поліетиленову пробірку діаметром 5 см і притискають до її стінки за допомогою шматочків пінопласту. Стерильні покільчені насінини пшениці висаджують у щілину на верхньому краю смужок, так, щоб корені проходили між другою і третьою смужками. Папір зволожується стерильним поживним розчином, а горловина пробірки, яка повинна бути на 15 см вище краю паперу, закривається ватою.

На шостий день на стінках пробірки зарисовують обриси коренів, а в пробірку впускають 50 мк Кюрі  $C^{14}O_2$  на 1 год. на сонячному світлі. Тоді пробірку демонтують, позицію кореня відмічають на смужці фільтрувального паперу і всі смужки висушують. Корені ж закладають між новими смужками паперу, уволоженими 0,5 мкмол розчином  $CaSO_4$  і загортають в поліетиленову плівку, щоб припинити висихання. Через 1-2 хв. або через 2 год. смужки знімають з коренів і висушують.

Радіоактивність визначають, накладаючи смужки на фотоплівку для одержання радіоавтографів і пропускаючи їх через сканування. Ширина дифузійної смуги свідчить про рухомість кореневих виділень. За даними А.Д. Ровіра, добре дифундуючі сполуки виділяються вздовж всього кореня, але найбільша кількість виділень припадає на кінчики, з яких виділяються нерухомі сполуки.

11. *Метод Вайчури.* Насіння (ячменю, пшениці) дві години промивають водою, стерилізують і висівають у завчасно стерилізований пісок. Через 7-9 діб пісок трохи підсушують, щоб підсилити видільну діяльність коренів, і разом з рослинами переносять у лійки Бюхнера, де знову зволожують стерильною дистильованою водою. Зібрану рідину після визначення летких кислот ліофізують і в одержаному порошок проводять необхідні аналізи. Метод дозволяє одержати більші кількості речовин, ніж, наприклад, при вирощуванні у водній або ґрунтовій культурі, однак і його не можна вважати бездоганним, бо не усунуто виділення речовин набубнявілим насінням.

12. *Вирощування рослин на активованому вугіллі, зволоженому поживним розчином.* За Р. Кікутом, активоване вугілля фірми “Мерк-АГ” з півтораміліметровими гранулами, виварюють 1 год. у 10% HCl, відмивають дистильованою водою до негативної реакції AgNO<sub>3</sub> на іони хлору, 8 год. висушують при температурі 150<sup>o</sup>C. В стерильному боксі при ультрафіолетовому опроміненні вугілля насипають в чашки-кристалізатори з скла чи пластмаси і зволожують стерильним поживним розчином. Насіння, стерилізоване перед дослідом 5-10% розчином перекису водню (або іншим способом) розкладають на вугіллі. Чашки накривають скляними платівками і поливають стерильною дистильованою водою через щілину з боку платівки. Закінчивши дослід, корені дбайливо відокремлюють від активованого вугілля. Вугілля вміщують в апараті Сокслета і екстрагують приблизно 40 год. 70% водним метанолом. Одержаний екстракт розділяють на іонообмінних смолах Дауекс-50 і Амберліт IR45 та аналізують дані на вміст різних речовин.

13. *Збирання виділень у природних умовах.* У деревних рослин розкопують галузку кореня і вміщують її в поліетиленову торбинку або в скляну посудину, яка закопується в ґрунт. Через кілька днів в посудині збирається невелика кількість ексудату. При відсутності енергійного сокоруху корені не можуть виділяти рідину, і для отримання кореневих виділень в торбину чи посудину наливають воду. В цьому випадку потрібно.

Система методів для вивчення алелопатичних взаємодій між рослинами ще дуже мало розроблена. Здебільшого це більш-менш вдалі пристосування існуючих методів для потреб алелопатії, що, звичайно не може задовольнити потреб глибокого дослідження. Тому постійно-необхідною є розробка спеціальних алелопатичних методик. Оскільки кожен біогеоценоз становить надзвичайно складну динамічну систему з величезною кількістю змінних компонентів, для обліку і наукової обробки результатів необхідно застосовувати методи автоматичної і кібернетики.

## ***II. Проведення роботи:***

1. Опрацювати різні методи алелопатичних досліджень.



2. Вибрати та описати найкращий метод визначення корневих виділень, який можна провести з учнями на уроці біології.

3. Зробити висновки.

### ***III. Контрольні запитання:***

1. Методи вивчення потенційної алелопатичної активності рослин.

2. Отримання і випробування в лабораторних і польових умовах газоподібних і водорозчинних прижиттєвих виділень рослин.

3. Методи вивчення хімічного складу рослинних виділень.

4. Метод біотестів і фітометрів. Метод мічених атомів в алелопатії.

**1.2. Алелопатичний фактор та його роль у природних та штучних фітоценозах**

## **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ**

### **1.2.1. Тема. Взаємодія рослин в фітоценозах**

#### **Мета:**

1) сформувати знання про хімічну взаємодію рослин у фітоценозах;

2) розвинути уміння класифікувати основні форми та методичні підходи в сучасній алелопатії;

3) сформувати навички будувати схеми класифікації форм, в яких проявляються алелопатичні взаємодії.

#### **Хід заняття:**

##### ***I. Основні відомості***

Вперше термін “фітоценоз” було вжито видатним дослідником рослинності України Й.К. Пачоським для визначення ролі організмів у фітосоціологічних взаємовідносинах. Він писав: “Биоценоз есть аналогом чистой заросли, почему для последних можно было бы в отличие от

настоящих растительных сообществ присвоить название фитоценозов (наравне с зооценозами), оставив за биоценозом обозначение комплексов совместной жизни тех и других организмов”.

У праці “Основы фитосоциологии” Й.К. Пачоський розкрив основні закономірності розвитку рослинних угруповань (фітоценозів), показав зв’язки фітоценозів з умовами середовища. На його думку, фітоценоз — це сума екологічно різних видів. Сучасні геоботаніки просту зарость очерету або лепешняку відносять до рослинних угруповань і не вважають фітоценозом, оскільки прості зарості утворюються видами рослин з однаковими екологічними вимогами, тобто екологічно однаковими видами.

Багато уваги вивченню фітоценозу приділяв відомий швейцарський учений Г. Гаме. За його визначенням фітоценоз — це сукупність групи рослин, яка виникла під впливом екологічних факторів. Поняття “фітоценоз” в розумінні Г. Гамса за своїм змістом відповідає терміну “рослинне угруповання”, а тому вчення про рослинний покрив називають фітоценологією або геоботанікою.

Поняття “фітоценоз” геоботаніки трактували по-різному. Зокрема, відомий російський учений В.М. Сукачов писав: “Под фитоценозом (растительным сообществом) надлежит понимать всякую совокупность растений на данном участке территории, находящуюся в состоянии взаимозависимости и характеризующуюся как определенным составом и строением, так и определенным взаимоотношением со средой. Эта взаимосвязь определяется тем, что растения ведут борьбу за существование из-за средств жизни и вместе с тем одни изменяют среду существования других и этим иногда даже определяют возможность существования известных растений в фитоценозах”.

## ***II. Проведення роботи:***

1. Побудувати схему класифікації форм, в яких проявляються алелопатичні взаємодії за А.М. Гродзінським.
2. Користуючись геоботанічними описами широколистяного

лісу, встановити вертикальну структуру фітоценозу. Результати внести до таблиці 1.1. “Вертикальна ярусність фітоценозу”.

Таблиця 1.1.

Назва рослинного угруповання	Ярусність, види рослин			
	I	II	III	IV
Широколистяний ліс				

3. Розробити методологічну основу відділення алелопатичних ефектів від ефектів конкуренції за ресурсами.

4. Зробити висновки.

### ***III. Контрольні запитання:***

1. Фітоценоз та його ознаки (площа, межі, виявлення флори фітоценозів).

2. Флористичний склад фітоценозу (визначення флористичного складу фітоценозу, причини, що зумовлюють флористичне багатство фітоценозу, роль рослин у фітоценозі).

3. Структурна організація фітоценозу (ярусність, синузальність, мозаїчність, комплексність, континуальність).

4. Кількісні відношення між видами у фітоценозі (проективне покриття та методи його оцінки, життєвість виду, ярусність, числові методи прямого обліку).

5. Особливості вертикальної ярусності лучних фітоценозів. Ярусність надземна і підземна.

6. Метод пробних площ для вивчення лучної рослинності.

7. Горизонтальна структура лучних фітоценозів. Мозаїчність, комплексність.

8. Особливості вертикальної ярусності болотних фітоценозів. Ярусність надземна і підземна.

9. Горизонтальна структура болотних фітоценозів. Мозаїчність, комплексність.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### 1.2.2. Тема. Алелопатична активність рослин

#### Мета:

- 1) сформувати знання про алелопатичну активність рослин;
- 2) уміння розрізняти рослини які мають різну алелопатичну активність, залежно від сили алелопатичного впливу;
- 3) навички визначати алелопатичну активність рослин у різних видів.

#### Хід заняття

##### I. Основні відомості

Важливими алелопатичними характеристиками будь-якої рослини є активність, тобто здатність накопичувати в своєму оточенні безпосередньо, або за допомогою відповідних гетеротрофних мікроорганізмів більш або менш високі концентрації колінів і толерантність, або здатність стійко переносити підвищені концентрації колінів і навіть відчувати необхідність в їх наявності в середовищі.

Внаслідок вивчення алелопатичної активності рослин України, всі види діляться на три великі групи залежно від сили алелопатичного впливу.

1. Алелопатично дуже активні рослини. Вони зустрічаються в ценозах поодиночі, не утворюють зарости, домінантами ценозу не бувають. Через автоінтоксикацію (автопатію) вони не можуть залишатися на тому самому місці і з кожним поколінням вимушені кочувати все далі. До них належать багато терофітів, багаторічні рослини життєвої форми “перекотиполе”, деякі рослини, що утворюють розетку листків. Розмножуються вони насінням, яке переноситься вітром або тваринами, вегетативне поновлення в них відсутнє. До цієї групи ми відносимо катран татарський (*Crambe tataria* Sebeok), шавлію австрійську (*Salvia austriaca* L.), горицвіт волзький (*Adonis volgeusis* Stev.). завдяки високій алелопатичності сходи цих видів успішно розвиваються навіть у щільних травостоях, поступово пригнічують сусідні рослини і таким чином розчищають собі місце для зростання.

2. Рослини з менш активними виділеннями, але все ж достатньо сильними, щоб витіснити і пригнічувати інші види. Такі рослини утворюють “дернинки”, “латки”, “плями”, “подушки”, “куртини” і т.д. найчастіше – це рослини з вегетативним способом розмноження, які розселяються за допомогою пагонів, що стеляться або ростуть під землею, або за допомогою партикуляції коренів тощо. Вони можуть бути доміантними деяких суцесійних стадій протягом кількох років або десятиріч, доки не наступить автоінтоксикація. Завдяки інтенсивному вегетативному розмноженню у сполученні із здатністю до високої алелопатичної активності, ці види досить легко пригнічують своїх сусідів, розростаючись у вигляді більш-менш округлих плям. Проте внаслідок автопатії в центрі плями починається порідіння та випадання пагонів, у зв’язку з чим, деградує куртини мають вигляд кільця. Найбільш типові представники цієї групи: пирій повзучий (*Agropyrum repens* P.B.), стоколос безостий (*Bromus inermis* Leyss), кунічник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L) Roth), гаполоч пахуча (*Hierochloa odorata* (L) Wahlb), пирій волосистий (*A. Trichophorum* Link Richt).

3. Рослини з малотоксичними виділеннями, які діють вибірково на непристосовані, нестійкі види, або ж являються алелопатичним “сигналом-свідченням”, що місце зайняте. До цієї групи належить більшість найпопулярніших доміантів пізніх стадій суцесійного процесу. Вони здатні сотні років зростати на одному місці, не спричинюючи ґрунтовтоми та автопатій. Типові приклади: костриця овеча (типчак) (*Festuca sulcata* Harck), тонконіг вузьколистий (*Poa augustifolia* L.), ковила волосиста (*Stipa capillata* L.).

Для визначення проблеми алелопатичної активності, певний інтерес становлять відомості про активність рослинних речовин щодо мікроорганізмів, простіших, комах і теплокровних тварин. Як відомо, багато захисних речовин у рослинному організмі виконують декілька функцій (так звана полівалентність біологічно активної речовини). Вони можуть не лише відігравати роль колінів, а й бути наприклад репелентами для тварин або антибіотиками для мікроорганізмів, а й бути непристосованими.

Алелопатична активність коренів є також і з дією кореневих та інших виділень на тварини. Зокрема, леткі випари горіха грецького або піжма звичайного (*Tanacetum vulgare* L) відстрашують мух та інших комах. Було встановлено, що кореневі виділення пшениці, вики, гороху, вівса, ячменю, жита, сої дуже гальмують розвиток яєць аскарид або навіть знищують їх особливо влітку. Відомо також, що нагідки лікарські (*Calendula officinalis*) виділяють коренями речовину, яка знищує нематод і інших шкідливих нижчих тварин, і тому цю рослину рекомендують висівати для очищення ґрунту.

## ***II. Проведення роботи:***

1. Охарактеризувати рослини, які мають різну алелопатичну активність, залежно від сили алелопатичного впливу.
2. Описати рослини кількох видів, які мають різну алелопатичну активність різних частин рослини.
3. Зробити висновки.

## ***III. Контрольні запитання:***

1. Загальні відомості про видільну функцію рослин.
2. Виділення плодів і насіння. Кореневі виділення і їх роль в алелопатії. Виділення листків та інших надземних органів. Виділення квіток.
3. Потенційна алелопатична активність рослин на прикладі деревних і чагарникових рослин в степовій зоні.
4. Реальна алелопатична активність рослин.
5. Вплив різних умов вирощування на алелопатичну активність рослин (на прикладі робіт Т.М. Біляновської, С.Г. Прокушкіна, П. Мартіна, І.І. Гуннара та ін., А. Ровіри, Д. Коєппа, П.А. Мороза, Р. Достанової та ін.).
6. Залежність алелопатичної активності рослин від ґрунтових умов.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### 1.2.3. Тема: Алелопатія як форма прямих міжвидових взаємовідносин рослин

#### Мета:

- 1) сформувати навички про форми прямих міжвидових взаємовідносин рослин між рослинними та іншими живими організмами;
- 2) уміння порівнювати різні типи взаємовідносин між різними видами рослин, які мають алелопатичні властивості;
- 3) отримати навички характеризувати різні типи міжвидових взаємовідносин рослин.

#### Хід заняття:

##### I. Основні відомості

Хімічні взаємодії, в яких беруть участь вищі рослини, з погляду біохімічної еволюції надзвичайно складні. Уявлення про багатогранність даного типу взаємодій можна одержати у ході вивчення системи «рослина – гриб». Система біохімічних взаємодій за участю рослинних екзометаболітів ще більш ускладнюється, коли до неї залучені зв'язки «рослина – рослина» і «рослина – тварина».

Типи еколого-біохімічних взаємодій, опосередкованих екзометаболітами вищих рослин: внутрішньовидові та міжвидові.

#### Внутрішньовидові взаємодії:

- мейтинг-феромони (ламоксирен, ентерокарпен, фукосерратен, аукантен);
- алелопатія (юглон (5-окси- $\alpha$ -нафтохінон) міститься у коренях, листі та шкаралупі горіха, інгібує ріст трав'янистої рослинності; аутоксичні речовини – транс-цинамова кислота каучуконосної рослини гвайюли *Parthenium argentatum* пригнічує проростання власного насіння).

#### Міжвидові взаємодії:

- алелопатія (вищі рослини і гриби (симбіоз (мікориза));
- вищі рослини та тварини (токсини (сакситоксин, анатоксин, бреветоксин), детеренти (поліфеноли).

Термін «алелопатія» запропонував Х. Моліш у 1937 р. Це

взаємодії між вищими рослинами і водоростями. Однак перші наукові описи пригнічення росту одних рослин під впливом корневих виділень інших зробив Декандол Огюстен Пірам ще в 1832 р. На сьогодні алелопатія трактується більш широко – в неї включають будь-які хімічні взаємодії (крім взаємодій між тваринами), що зводяться до пригнічення життєдіяльності одних організмів під впливом хімічних агентів, що вивільнюються в навколишнє середовище організмами іншого виду.

Розрізняють дві великі групи еколого-біохімічних взаємодій між вищими рослинами та тваринами.

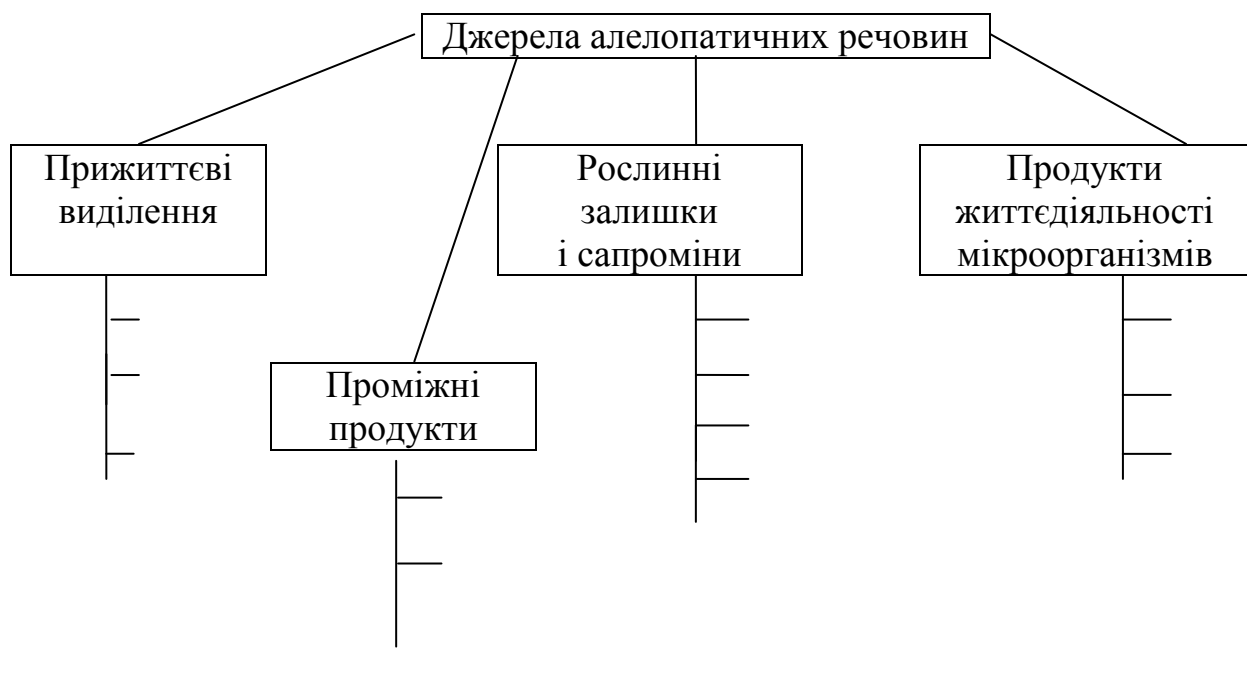
1. Регуляція хімічними речовинами рослин харчової поведінки фітофагів.

2. Регуляція вторинними метаболітами рослин розвитку та плодючості фітофагів.

## ***II. Проведення роботи:***

1. Розкрийте алелопатично непрямий механізм взаємодії рослин у фітоценозах.

2. Складіть схему класифікації алелопатичних речовин за їх джерелами.



3. Зробити висновки.



### ***III. Контрольні запитання:***

1. Назвіть основні типи еколого-біохімічних взаємодій за участю вищих рослин.
2. У чому полягає сутність алелопатії і які її особливості у вищих рослин?
3. Охарактеризуйте типи рослинних метаболітів, що впливають на фітофагів.
4. Яке біологічне значення мають взаємодії за участю вищих рослин?
5. Які речовини відносять до екологічних хеморегуляторів харчової поведінки фітофагів?
6. У чому полягає токсична дія ціаногенних глікозидів?
7. Яка роль харчових детерентів в біологічній різноманітності?
8. Чим дія харчових атрактантів відрізняється від дії поживних репелентів? Наведіть приклади харчових атрактантів.
9. Які функції виконують хеморегулятори онтогенезу і плодючості фітофагів?
10. Перерахуйте функції фітоекдизонів і ювенільних гормонів.
11. Перелічіть види рослин, що містять речовини – мутагени і канцерогени.
12. У чому полягає практичне застосування синомонів?

### **1.3. Вплив умов вирощування рослин на прояв алелопатичних властивостей**

#### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ**

##### **1.3.1. Тема. Алелопатичний режим місця життя рослин**

##### **Мета:**

- 1) сформувані знання про основні джерела алелопатично-активних речовин для формування алелопатичного режиму в різних групах співіснування;
- 2) уміння визначати вплив ґрунту на алелопатичний режим;

3) отримати навички визначати напруженість алелопатичного режиму на прикладі степових лісів.

## **Хід заняття**

### ***I. Основні відомості***

Важливе значення в алелопатичних дослідженнях належить ідентифікації фізіологічно активних речовин, які в більшості випадків важко визначити, бо в природних умовах вони знаходяться не тільки у вільному, але й у зв'язаному стані і саме в такому вигляді є алелопатично активними. Як показали наші дослідження вони досить легко виявляються біотестами. В роботах Е. Райса алелопатичні агенти-інгібітори рослинного та мікробного походження віднесені до 15 хімічних груп. Серед них є речовини вторинного походження (терпеноїди, стероїди, органічні кислоти, фенольні сполуки, кумарини, алкалоїди, дубильні речовини, вітаміни, фітонциди тощо), речовини, які утворюються в процесі метаболізму, гідролізу, автолізу рослинного та мікробного походження (білки, органічні кислоти) та гуміфікації (жирні кислоти з довгим ланцюгом, нафтохінони, антрахінони, складні хінони, корична кислота та її похідні).

А.М. Гродзінський всі речовини, які беруть участь в хімічній взаємодії рослин, ділить на три великі групи. До першої з них відносяться речовини вторинного походження (органічні кислоти, ефірні олії, алкалоїди, глюкозиди, флавоноїди, дубильні речовини і інші поліфеноли, вітаміни, антибіотики і інш.). Ці сполуки є продуктами нормального метаболізму і є строго видоспецифічними. Вони утворюються також і при відмиранні рослини і є алелопатично активними.

Друга група сполук утворюється внаслідок гідролітичного автолізу рослинних білків при відмиранні рослинних тканин (пептиди, амінокислоти, аміди кислот, аміно- і імінопохідні, індолпохідні і, нарешті, аміак). Ці речовини постійно присутні в рослинних виділеннях живих організмів і в відмерлих тканинах; вони не є видоспецифічними, але відзначаються високою токсичністю.

До третьої групи відносяться різні продукти мінералізації і гуміфікації рослинних тканин - це так звані гумінові кислоти і

низка їхніх похідних Це складні сполуки, полімери, переважно ароматичного ряду, часто містять в гетероциклах азот, характеризуються наявністю хінонних та фенольних угруповань, часто утворюють комплекси з металами (хелати) і відзначаються високою алелопатичною активністю.

Аналіз літератури з питань біохімічного складу продуктів метаболізму ароматичних рослин показав досконале їх вивчення у багатьох родів та видів ароматичних рослин, але далеко не всі рослини охоплені такими дослідженнями. Відомо, що основними специфічними фізіологічно активними речовинами цих рослин є ефірні олії. Наші дослідження показали, що не тільки леткі сполуки є алелопатично активними, але й речовини водо- та спирторозчинного характеру, які виявлено в корневих виділеннях та в екстрактах з різних органів (листки, стебла, пуп'янки, суцвіття). Тому необхідно було визначити їхню хімічну природу у ароматичних рослин різного віку, з різних екологічних умов зростання, різної сортової належності.

Приймаючи до уваги той факт, що значна частина досліджень була зосереджена у виробничих умовах та експедиціях, де одночасно проводились масові аналізи, ми зупинимось лише на дослідженні якісного складу тих груп органічних сполук (за методикою А.М. Гродзінського), які відіграють важливу роль в алелопатії. До них належать органічні кислоти, фенольні сполуки, алкалоїди, оксикумарини, дубильні речовини та інш. Враховуючи велику роль в хімічній взаємодії фенольних сполук, їм в наших дослідженнях приділяли особливу увагу. Хроматограми з спиртових та водних екстрактів обробляли реактивами, які розкривають природу фенольних сполук: з хлорним залізом реагують всі прості і складні, феноли (зелене, синє, оливкове забарвлення), реактивом Фоліна-Чокальте виявляються оксибензойні та оксикоричні кислоти, флавоноїди (яскраво синє забарвлення); хлористим алюмінієм проявляються різні феноли при нагріванні до 100°C (фіолетове та жовто-оранжове забарвлення). Більшість фенольних сполук флуоресціюють під дією УФ-опромінення. Прості фенольні сполуки і не забарвлені і не флуоресціюють. Флуоресценція виявляє флавони, флавонол-3-глікозиди та халкони (коричневий колір), флавоноли та аурони (жовте забарвлення з різними

відтінками) або коричневі кислоти, кумарини (синє чи пурпурове забарвлення). Пари аміаку в УФ-світлі або ж підсилюють забарвлення плям або ж змінюють їхній колір.

## ***II. Проведення роботи***

1. Описати основні джерела алелопатично-активних речовин для формування алелопатичного режиму в різних групах співіснування.

2. Визначити вплив ґрунту на алелопатичний режим.

3. Зробити висновки.

## ***III. Контрольні запитання:***

1. Ґрунт як акумулятор алелопатично-активних речовин у середовищі співіснування.

2. Основні джерела алелопатично-активних речовин для формування алелопатичного режиму в різних групах співіснування.

3. Напруженість алелопатичного режиму і його характеристика на прикладі степових лісів.

4. Роль адсорбуючої здатності ґрунту у формуванні алелопатичного режиму.

5. Якісний склад і динаміка алелопатично-активних речовин у ґрунті рослинних угруповань (за матеріалами А.Л. Єфремова, С.Г. Прокушкіна, К.А. Стефанського, П.А. Мороза та ін.).

6. Значення ґрунтових мікроорганізмів у формуванні алелопатичного режиму.

7. Значення ґрунту в формуванні алелопатичного режиму в степових лісах (за матеріалами Н.М. Матвєєва).

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### 1.3.2. Тема. Алелопатія як фактор екологічного середовища

#### Мета:

- 1) сформувані знання про абіотичні та біотичні чинники; уміння визначати напруженість алелопатичного режиму в конкретних фітоценозах;
- 2) навички експериментальним шляхом оцінювати потенційну алелопатичну активність різних видів та напруженість алелопатичного режиму в конкретних фітоценозах.

#### Хід заняття:

##### *I. Основні відомості*

Алелопатія характеризується позитивними, негативними ефектами та нейтралізмом, відіграє сутнісну роль у житті рослин, їх угруповань і в біогеоценозах. Проблематика алелопатії є достатньо широкою. Теоретичні та методологічні розробки, фактологічний матеріал потребують поглибленого аналізу, переосмислення, розширення. Основні методологічні проблеми алелопатії недостатньо конкретизовані та відчленовані від теоретичних. Екологічна, широка біологічна роль алелопатії була та залишається об'єктом теоретичних пошуків і різнопланових практичних досліджень: в широких ретро- та перспективах. Екологічна роль хімічних взаємодій у живій природі вимагає багатоцільового осмислення як вільного пошукового та цілеспрямованого плану, так і прикладних розробок. Мета, методологія досліджень – наближено узагальнити аксіоматику алелопатії, визначити деякі методологічні та теоретичні проблеми на основі аналітичного та системного підходів.

Започатковані Г.Ф. Гаузе уявлення про хімічну біоценологію, загальнобіологічний підхід до теорії алелопатії зі звернення до її біосферної еволюційної ролі, дозволяють відповідно розробкам багатьох авторів викласти її аксіоматику на широкій екологічній основі.

1. Біохімічні зв'язки та взаємодії в живій природі є

складними сукупностями явищ і процесів, що характерні для всіх рівнів її організованості, вони є еволюційним надбанням. В них виявляються рухи речовин, енергії, інформації в органічному світі, циклічність формування, функціонування, перетворення біологічно активних речовин у біогеоценозах. Вони є формами та ланками біогенної міграції хімічних елементів у біосфері.

2. Всі існуючі елементи та компоненти органічного світу є хімічно екскреторно активними, вони продукують і виділяють у середовище в процесі життєдіяльності та посмертного розкладання специфічні та неспецифічні речовини різної хімічної і фізичної природи, що є багатофакторно-обумовленими, онтогенетично залежними, неоднаково стійкими в різних середовищах, здатними до хімічного реагування.

3. Екскреторні функції організмів еволюційно склалися та забезпечили:

1) просторово-часову стійкість, утримання екологічних позицій у популяціях і в угрупованнях організмів;

2) мікроеволюційну значущість. Всі форми живого є екскретомутантами і рекомбінантами. Речовинам, що виділяються, притаманна видоспецифічність, поліфункціональна значущість, інформаційна, сигнальна, енергетична, міжбіологічна, трофічна тощо роль у життєдіяльності, розвитку, розмноженні організмів, у коротко чи довготривалій еволюції їх угруповань.

4. Специфічним і неспецифічним речовинам, що виділяються при житті та посмертному розкладанні, притаманні різні діапазони дії та взаємодії (антагонізм, синергізм або по-різному виражений нейтралізм), специфічні й неспецифічні реакції, що включають різні адаптації, модифікації, міметизм, стреси, морфози, фенкопії, мутації.

5. Ці речовини формують в угрупованнях організмів специфічні, індивідуальні та інтегровані хімічні сфери, біохімічні середовища, режими специфічного характеру, які екологічно та онтогенетично обумовлені.

6. Особливе, специфічне індивідуальне середовищотворення всіх елементів органічного світу інтегрується в угрупованнях організмів і на рівні урочищ ускладнюється рухливістю сфери летких виділень організмів, їхніх решток та обміну з сусідніми

угрупованнями і урочищами.

7. В угрупованнях організмів формуються специфічні та неспецифічні біохімічні ланцюги і сітки, котрі поєднують пасовищні та детритні трофічні ланцюги в одну систему взаємообумовленого існування організмів.

8. Речовини, які виділяються рослинними організмами, можуть визначити візерунковість будови, мозаїчність рослинних угруповань та їхнього біохімічного середовища і фітонцидної сфери – сфери летких речовин. Вони сутнісно важливі в оборотних і необоротних змінах угруповань, особливо в літофільних або псамофільних сукцесіях, коли субстрати збіднені колоїдами. Разом з тим, мозаїчність рослинного покриву – «зелена мозаїка» – формує неоднорідність біохімічного середовища – «мозаїку концентрацій» – біологічно активних речовин сфери летких виділень в угрупованнях організмів.

9. Система біохімічних зв'язків організмів з відповідними ланцюгами та сітками утворює біохімічних підпростір екологічного простору біогеоценозу. Субстратною основою цього підпростору є біохімічне середовище.

## ***II. Проведення роботи:***

1. Охарактеризувати алелопатичний фактор, як чинник цинотичної взаємодії рослинних організмів.

2. Побудувати схему стосунків рослин у діапазоні екологічної толерантності. (За німецьким екологом і зоогеографом Р. Гессе, запропонована в 1924 р.)



Рис. 1.1. Стосунки у діапазоні екологічної толерантності

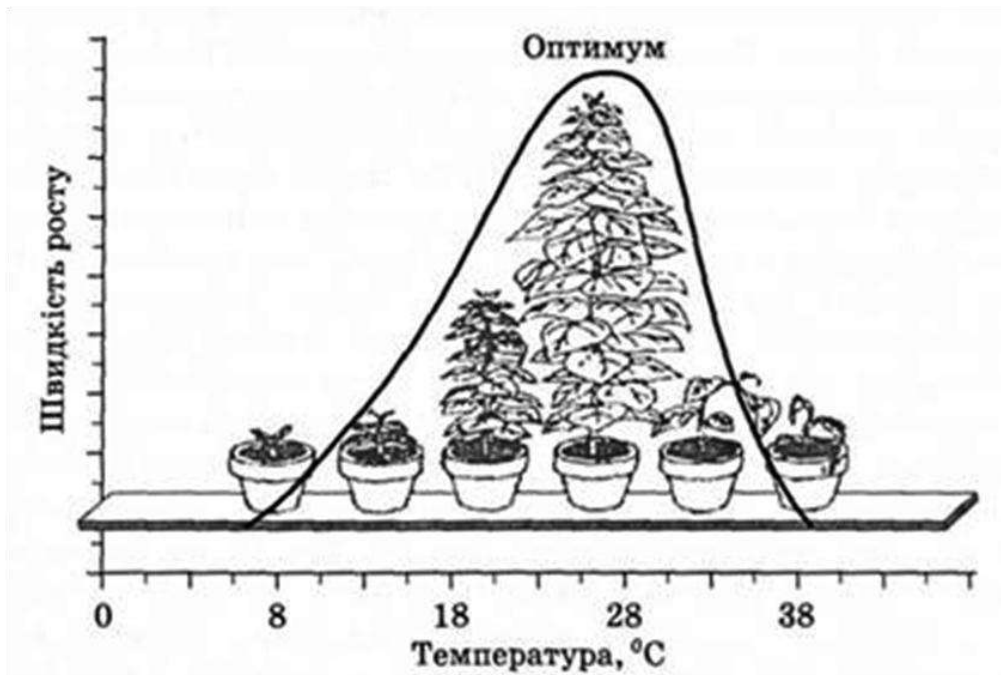


Рис. 1.2. Ріст рослини відносно до температури  
(Назарук, Сенчина, 2000)

3. Зробити висновки.

### ***III. Контрольні запитання:***

1. Які біотичні чинники вам відомі?
2. Які абіотичні чинники вам відомі?
3. Чому антропогенні чинники виділяють в окрему групу?
4. Сформулюйте закон оптимуму. Що таке межі витривалості?
5. Які екологічні фактори називають обмежувальними? Яка їхня роль у поширенні організмів?
6. Сформулюйте закон толерантності.

## **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ**

**1.3.3. Тема. Вплив різних умов вирощування на алелопатичну активність рослин**

**Мета:**

- 1) сформувати знання про алелопатичну активність ароматичних рослин та їх решток;



2) уміння визначати алелопатичну активність ефірних олій і екологічний механізм їх дії;

3) навички визначати роль ґрунту як середовища алелопатичної взаємодії та післядії ароматичних рослин.

### **Хід заняття:**

#### ***I. Основні відомості***

Важливими алелопатичними характеристиками будь-якої рослини є активність, тобто здатність накопичувати в своєму оточенні безпосередньо, або за допомогою відповідних гетеротрофних мікроорганізмів більш або менш високі концентрації колінів і толерантність, або здатність стійко переносити підвищені концентрації колінів і навіть відчувати необхідність в їх наявності в середовищі.

Внаслідок вивчення алелопатичної активності рослин України, всі види діляться на три великі групи залежно від сили алелопатичного впливу.

1. Алелопатично дуже активні рослини. Вони зустрічаються в ценозах поодиночки, не утворюють зарости, домінантами ценозу не бувають. Через автоінтоксикацію (автопатію) вони не можуть залишатися на тому самому місці і з кожним поколінням вимушені кочувати все далі. До них належать багато терофітів, багаторічні рослини життєвої форми “перекотиполе”, деякі рослини, що утворюють розетку листків. Розмножуються вони насінням, яке переноситься вітром або тваринами, вегетативне поновлення в них відсутнє. До цієї групи ми відносим катран татарський (*Crambe tataria* Sebeok), шавлію австрійську (*Salvia austriaca* L.), горицвіт волзький (*Adonis volgeusis* Stev.). Завдяки високій алелопатичності сходи цих видів успішно розвиваються навіть у щільних травостоях, поступово пригнічують сусідні рослини і таким чином розчищають собі місце для зростання.

2. Рослини з менш активними виділеннями, але все ж достатньо сильними, щоб витіснити і пригнічувати інші види. Такі рослини утворюють “дернинки”, “латки”, “плями”, “подушки”, “куртини” і т.д. найчастіше – це рослини з вегетативним способом розмноження, які розселяються за допомогою пагонів, що стеляться або ростуть під землею, або за

допомогою партикуляції коренів тощо. Вони можуть бути доміантними деяких суцесійних стадій протягом кількох років або десятиріч, доки не наступить автоінтоксикація. Завдяки інтенсивному вегетативному розмноженню у сполученні із здатністю до високої алелопатичної активності, ці види досить легко пригнічують своїх сусідів, розростаючись у вигляді більш-менш округлих плям. Проте внаслідок автопатії в центрі плями починається порідіння та випадання пагонів, у зв'язку з чим, деградуючі куртини мають вигляд кільця. Найбільш типові представники цієї групи: пирій повзучий (*Agropyrum repens* P.B.), стоколос безостий (*Bromus inermis* Leyss), куничник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L) Roth), гаполоч пахуча (*Hierochloa adorata* (L) Wahlb), пирій волосистий (*A. Trichophorum* Link Richt).

3. Рослини з малотоксичними виділеннями, які діють вибірково на непристосовані, нестійкі види, або ж являються алелопатичним “сигналом-свідченням”, що місце зайняте. До цієї групи належить більшість найпопулярніших доміантів пізніх стадій суцесійного процесу. Вони здатні сотні років зростати на одному місці, не спричинюючи ґрунтовтоми та автопатій. Типові приклади: костриця овеча (типчак) (*Festuca sulcata* Narck), тонконіг вузьколистий (*Poa augustifolia* L.), ковила волосиста (*Stipa capillata* L.).

Для визначення проблеми алелопатичної активності, певний інтерес становлять відомості про активність рослинних речовин щодо мікроорганізмів, простіших, комах і теплокровних тварин. Як відомо, багато захисних речовин у рослинному організмі виконують декілька функцій (так звана полівалентність біологічно активної речовини). Вони можуть не лише відігравати роль колінів, а й бути наприклад репелентами для тварин або антибіотиками для мікроорганізмів, а й бути непристосованими.

Алелопатична активність коренів є також і з дією кореневих та інших виділень на тварини. Зокрема, леткі випари горіха грецького або піжма звичайного (*Tanacetum vulgare* L) відстрашують мух та інших комах. Було встановлено, що кореневі виділення пшениці, вики, гороху, вівса, ячменю, жита, сої дуже гальмують розвиток яєць аскарид або навіть знищують їх особливо влітку. Відомо також, що нагідки лікарські (*Calendula*

*officinalis*) виділяють коренями речовину, яка знищує нематод і інших шкідливих нижчих тварин, і тому цю рослину рекомендують висівати для очищення ґрунту.

### **Хід заняття:**

#### ***I. Основні відомості***

1. Охарактеризувати ґрунтовтому, як фактор алелопатичної напруги середовища.
2. Розробити заходи подолання ґрунтовтоми, що виникла внаслідок вирощування ароматичних рослин.
3. Зробити висновки.

#### ***III. Контрольні запитання***

1. З'ясувати алелопатичну активність ароматичних рослин та їх решток.
2. Встановити хімічну природу окремих алелопатично активних речовин.
3. Визначити алелопатичну активність ефірних олій і встановити екологічний механізм їх дії.
4. З'ясувати роль ґрунту як середовища алелопатичної взаємодії та післядії ароматичних рослин, встановити причини ґрунтовтоми під ними.
5. Розкрити роль мікроорганізмів у формуванні алелопатичного режиму ґрунту.

## РОЗДІЛ 2. АЛЕЛОПАТИЧНИЙ ФАКТОР ТА ЙОГО РОЛЬ У ПРИРОДНИХ ТА ШТУЧНИХ ФІТОЦЕНОЗАХ

### 2.1. Місце алелопатичних явищ у формуванні зв'язків між домінантними та підпорядкованими видами

#### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

##### 2.1.1. Тема. Механізми дії алелопатичного фактора на рослини

###### Мета:

- 1) сформуванню знання про механізм дії алелопатичного фактора на рослинні організми;
- 2) уміння визначати яким чином відбувається вплив алелопатичних речовин на рослини.

###### Хід заняття:

###### *I. Основні відомості*

1. У сучасному рослинництві важливого значення набув алелопатичний вплив, адже велика частина господарсько-перспективних видів рослин через свої виділення погіршують можливості агроценозу, насамперед едафотопу, щодо формування врожаю. Можна очікувати, що алелопатичні явища сьогодні привертають до себе увагу з погляду як теорії, так і суб'єктів, зацікавлених у рослинницькому виробництві. Явище опосередкованих речовинами взаємодій між рослинами впродовж тривалого часу викликало в науковців як просто пізнавальний, так і землеробський інтерес.

Х. Като-Ногучі з Т. Секі (Kato-Noguchi et Seki, 2010) з'ясували алелопатичний механізм, за рахунок якого мох здобуває переваги перед іншими рослинами у фітоценозах. Виявлено, що внаслідок спільного вирощування *Rhynchostregium pallidifolium* (Mitt.) A.Jaeger моху і крес-салату на агаровому середовищі ріст останнього пригнічується, причому міра пригнічення залежить від відстані між цими об'єктами. Зазначено, що в природних умовах цей вид моху утворює чисті колонії на поверхні ґрунту. За результатами проведених

досліджень автори роботи вважають, що гаданим агентом в алелопатичних впливів вивченого виду моху є 3-гідрокси- $\beta$ -іонон, адже в чашках Петрі з агаризованим ЖС було зафіксовано радіальний градієнт концентрації навколо рослин моху. Крім того, в разі застосування екзогенного 3-гідрокси- $\beta$ -іонону було відзначено пригнічення росту підсім'ядольних колін і коренів крес-салату. Автори дослідження дійшли висновку про важливу роль 3-гідрокси- $\beta$ -іонону в алелопатичній активності *Rhynchosyrium pallidifolium*, до того ж вони стверджують, що ідентифікована діюча речовина виступає одним із факторів, що забезпечують успіх *Rhynchosyrium pallidifolium* у конкурентних відносинах із іншою флорою, сприяючи утворенню чистих колоній цього виду моху.

У своєму дослідженні Ф.Віард-Крета зі співавторами (Viard-Crétat et al., 2009) розглядали в ролі едифікатора субальпійських місцезростань кострицю волотисту *Festuca paniculata*, а в ролі пригнічуваних нею видів грястицю збірну *Dactylis glomerata* та стоколос прямий *Bromus erectus* – ця робота присвячена вивченню впливу змивів із костриці волотистої на оточуючі її види в субальпійських луках. Встановлено, що пошкодження листків змінює характер переміщення органічних речовин рослиною (Wan et Luo, 2003; Zhang et al., 2005; Bahn et al., 2006), а це в свою чергу може впливати на біосинтез і виділення так званих вторинних метаболітів, що виступають у ролі алелохімікалій (Siemens et al., 2002; Thelen et al., 2005). Залежності між видаленням/пошкодженням органів рослин і алелопатичними процесами було взято до уваги тільки в декількох дослідженнях (в основному пов'язаних із рослиноїдною фауною, напр.: Strengbom et al., 2003; Thelen et al., 2005; Karban, 2007).

**2.** Дія алелопатичного фактора неспецифічна, оскільки визначена інтенсивністю його дії.

А. М. Гродзинський пропонує характеризувати кожен вид рослин з погляду алелопатичної активності і алелопатичної толерантності. Остання полягає в здатності рослин переносити вплив колінів (виділень). Згідно з уявленнями

А.М. Гродзинського, толерантна рослина не тільки добре витримує коліни, але і потребує їх наявності в середовищі.

Упродовж другої половини ХХ століття вчені широко досліджували феноменологію загального адаптаційного синдрому і фізіологічних змін, що супроводжують пристосування рослин до конкретних несприятливих чинників. Було встановлено, що адаптаційний синдром є необхідним етапом формування пристосувальних реакцій, фактором збереження гомеостазу. На якісно новому рівні дослідження механізмів адаптації рослин почали проводити після з'ясування загальних принципів трансдукції стресових сигналів у їх клітинах, ідентифікації генів і кодованих ними специфічних білків, які відповідають за розвиток стійкості.

Значний вклад у вивчення даної проблеми зробив Ю.Є. Колупаєв. На його думку, ранніми реакціями організму на дію стресорів є посилення утворення активних форм кисню (АФК) і активація пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ). В останні десятиліття досить активно досліджують роль АФК у стійкості рослин до дії патогенів. Проте досі не з'ясованим залишається фізіологічне значення порушення тканинного балансу антиоксидантів та прооксидантів (окиснювальний стрес) за дії абіотичних стресорів. Так, одні автори розглядають зв'язок між накопиченням АФК, продуктами ПОЛ та ступенем пошкодження тканин рослин за дії екстремальних факторів. Інші дослідники висловлюють припущення про роль АФК і продуктів ПОЛ як медіаторів, необхідних для запуску захисних реакцій рослинного організму, хоча дотепер практично відсутні прямі докази участі АФК в індукуванні стійкості рослин до абіотичних стресорів. Мало відомо про те, які саме захисні реакції, корисні для розвитку стійкості до несприятливих абіотичних чинників, індукуються за зміни окиснювально-відновного балансу.

Останнім часом активно також досліджують роль кальцію як вторинного месенджера, що бере участь у передачі сигналів у рослинних клітинах. Іони  $\text{Ca}^{2+}$  прямо чи опосередковано задіяні в роботі більшості сигнальних систем рослинних клітин. Проте відомості щодо впливу екзогенного кальцію і його внутрішньоклітинного пулу на стійкість рослин залишаються вельми суперечливими. З одного боку, є дані щодо підвищення

іонами  $\text{Ca}^{2+}$  чутливості рослинних клітин до абіотичних стресорів, з іншого боку, нагромаджено і досить чисельні відомості про зростання стійкості рослин до несприятливих чинників під впливом екзогенного кальцію. Установлено важливе значення кальцію для розвитку окиснювального стресу як складника реакції надчутливості за ураження рослин патогенами. Водночас недостатньо доказів причетності іонів кальцію до регуляції процесу генерації АФК і окиснювально-відновного балансу (зокрема, активності про-/антиоксидантних ферментів) у рослинних тканинах за дії абіотичних стресорів. Неоднозначними залишаються і відомості щодо впливу потенційних агентів окиснювального стресу на кальцієвий статус рослинних клітин. У цілому значення зв'язків  $\text{Ca}^{2+}$  та АФК як компонентів сигнальної мережі рослинних клітин в адаптації рослин маловивчені, особливо за дії абіотичних стресорів.

## ***II. Проведення роботи:***

1. Описати механізми взаємодії рослинних виділень в середовищі (за матеріалами А.М. Гродзинського).
2. Зробити висновки.

## ***III. Контрольні запитання:***

1. Здатність рослин до гетеротрофного живлення як передумова алелопатії.
2. Специфічність і неспецифічність дії рослинних виділень на рослини як один зі суперечливих питань алелопатії.
3. Фізіолого-біохімічний вплив рослинних виділень на рослини (пригнічення поділу і розтягування клітин, гальмування процесу поглинання біогенних елементів, пригнічення фотосинтезу, регуляція кореневого мінерального живлення, вплив на ферментні системи і т. д.).
4. Механізми взаємодії рослинних виділень в середовищі (за матеріалами А.М. Гродзинського, Т.М. Біляновської, В.В. Чумакова та ін.)
5. Співвідношення конкуренції та алелопатії у рослинних угрупованнях.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### 2.1.2. Тема. Симптоми та механізми дії алелохімікалій на реципієнтів

#### Мета:

- 1) сформувані знання про вплив окремих фізіологічних речовин на ріст і розвиток рослинних організмів;
- 2) уміння ідентифікувати фізіологічно активні речовини; навички характеризувати класифікації механізмів, через які проявляються алелопатичні взаємодії у рослинних організмів.

#### Хід заняття:

##### *I. Основні відомості*

Зазвичай для того щоб виразно описати симптоми, які виникають у результаті впливу алелохімікалій, вдаються до модельних вивчень. До таких зокрема можна віднести висвітлені в цьому розділі. Викликані алелопатичними впливами аномалії можуть бути виявлені на рівнях структурної або функціональної організації клітини, тканин та цілого організму – залежно від завдань, поставлених дослідниками.

Важливе значення в алелопатичних дослідженнях належить ідентифікації фізіологічно активних речовин, які в більшості випадків важко визначити, бо в природних умовах вони знаходяться не тільки у вільному, але й у зв'язаному стані і саме в такому вигляді є алелопатично активними. Як показали наші дослідження вони досить легко виявляються біотестами. В роботах Е. Райса алелопатичні агенти-інгібітори рослинного та мікробного походження віднесені до 15 хімічних груп. Серед них є речовини вторинного походження (терпеноїди, стероїди, органічні кислоти, фенольні сполуки, кумарини, алкалоїди, дубильні речовини, вітаміни, фітонциди тощо), речовини, які утворюються в процесі метаболізму, гідролізу, автолізу рослинного та мікробного походження (білки, органічні кислоти) та гуміфікації (жирні кислоти з довгим ланцюгом, нафтохінони, антрахінони, складні хінони, корична кислота та її похідні).

А.М. Гродзінський всі речовини, які беруть участь в хімічній взаємодії рослин, ділить на три великі групи. До першої



з них відносяться речовини вторинного походження (органічні кислоти, ефірні олії, алкалоїди, глюкозиди, флавоноїди, дубильні речовини і інші поліфеноли, вітаміни, антибіотики і інш.). Ці сполуки є продуктами нормального метаболізму і є строго видоспецифічними. Вони утворюються також і при відмиранні рослини і є алелопатично активними.

Друга група сполук утворюється внаслідок гідролітичного автолізу рослинних білків при відмиранні рослинних тканин (пептиди, амінокислоти, амідні кислот і амінопохідні, індол похідні і аміак). Ці речовини постійно присутні в рослинних виділеннях живих організмів і в відмерлих тканинах; вони не є видоспецифічними, але відзначаються високою токсичністю.

До третьої групи відносяться різні продукти мінералізації і гуміфікації рослинних тканин – це так звані гумінові кислоти і низка їхніх похідних. Це складні сполуки, полімери, переважно ароматичного ряду, часто містять в гетероциклах азот, характеризуються наявністю хінонних та фенольних угруповань, часто утворюють комплекси з металами (хелати) і відзначаються високою алелопатичною активністю.

## ***II. Проведення роботи:***

1. Охарактеризуйте класифікації механізмів, через які проявляються алелопатичні взаємодії у рослинних організмів за E. L. Rice (1974 р.), А. М. Гродзинським (1983 р.) та іншими авторами.

2. Заповнити таблицю 2.1. Класифікація механізмів, через які проявляються алелопатичні взаємодії.

3. Зробити висновки.

Таблиця 2. 1

**Класифікація механізмів, через які проявляються  
алелопатичні взаємодії**

№ п/п	За Е. L. Rice, 1974	За А. М. Гродзинським, 1983	За іншими авторами
<b>На рівні клітини</b>			
1			
2			
3			
4			
<b>На рівні організму</b>			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

***III. Контрольні запитання:***

1. Зв'язок алелопатичних взаємодій із адаптивними реакціями рослин.
2. Зв'язок алелопатичних досліджень із прикладними розробками.
3. Фізіологічно активні речовини ароматичних рослин та ґрунту.
4. Вміст фізіологічно активних речовин в окремих органах ароматичних рослин та ґрунті.
5. Вплив екологічних умов на вміст ефірних олій ароматичних рослин.
6. Фізіологічноактивні речовини мортмаси ароматичних рослин.
7. Фізіолого-біохімічні взаємовідносини вищих рослин і мікроорганізмів.

## 2.2. Зв'язок алелопатичних взаємодій із адаптивними реакціями рослин

### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

#### 2.2.1. Тема. Алелопатична чутливість рослин

##### Мета:

- 1) сформувані знання про особливості алелопатичної чутливості та толерантності рослинних організмів;
- 2) уміння порівнювати алелопатичну активність і толерантність;
- 3) навички характеризувати та розрізняти різноманітні види рослин, що мають не однакову алелопатичну чутливість.

##### Хід заняття:

#### I. Основні відомості

Стійкість рослин до колінів, або алелопатична толерантність відіграє дуже важливу роль у хімічній взаємодії рослин.

Алелопатична толерантність пов'язана із здатністю рослин поглинати із зовнішнього середовища і метаболізувати фізіологічно активні речовини (коліни). В деяких випадках вона пов'язана саме з спроможністю до інактивації колінів або з тим, що рослина їх чомусь не поглинає з ґрунту. В даний час про алелопатичну толерантність рослин можна судити лише на підставі зовнішніх спостережень і більш чи менше вдалим аналогіям між дією синтетичних регуляторів росту і колінів.

Виходячи з таких, чисто зовнішніх спостережень можна припустити, що високою алелопатичною толерантністю відрізняються багато представників родини бобових (люцерни - *Medicago sp.*, в'язіль барвистий - *Coronilla varia L.*, конюшина - *Trifolium sp.*), а також види полину (*Artemisia sp.*) і деревію (*Achillea sp.*).

Алелопатична активність і толерантність між собою не пов'язані, тому можливі такі варіанти:

- аутолерантний, тобто переносить сам себе, відповідно не викликає ґрунтовтоми;

- ауїнтолерантний, тобто не переносить сам себе, відповідно не викликає ґрунтовтоми;

- аллотолерантний – терплячий до різних алелопатичних впливів, таким чином не чутливий до ґрунтовтоми, яку викликають інші групи рослин;

- аллоїнтолерантний – не терпить інших видів в якості сусідів, бажає бути у власному оточенні.

Істотною особливістю алелопатичної толерантності є спадкова необхідність в наявності органічних розчинних речовин в поживному субстраті, іншими словами, схильність вищих рослин до гетеротрофізму, поглинання та використання готових органічних сполук.

## ***II. Проведення роботи:***

1. Описати та порівнювати алелопатичну активність і толерантність.

2. Записати різноманітні види рослин, що мають не однакову алелопатичну чутливість.

3. Зробити висновки.

## ***III. Контрольні запитання:***

1. Поняття про алелопатичну толерантність (А.М. Гродзинський) і алелопатичну чутливість (Н.М. Матвеев) рослин.

2. Характеристика алелопатичної чутливості рослин за допомогою величини “алелопатичного порогу чутливості”.

3. Амплітуда реакції рослин по відношенню до алелопатичного фактору.

4. Принципи оцінки еколого-ценотичної ролі алелопатичного фактору в природних умовах.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### 2.2.2.Тема. Оцінка якості середовища за рослинами. Біоіндикатори.

#### Мета:

- 1) сформувати знання про властивості рослин, як біоіндикаторів;
- 2) уміння виділяти основні їх властивості;
- 3) навички визначати рослини які допомагають виміряти рівень забруднення повітря, стан водойм, якість ґрунту.

#### Хід заняття:

#### *Основні відомості*

Чимало видів рослин, чутливих до зовнішніх впливів, використовують як “датчики” якості середовища або окремих його показників.

Одні рослини застосовують у **біотестуванні** – оцінці впливу окремих показників середовища на стан живих організмів в експериментальних умовах. В якості **біотест-об’єктів** обирають види, які достатньо чутливо та стало реагують у відповідь на відомі впливи, наприклад, на особливості хімічного складу ґрунту чи забрудненість води. Надійними і швидкозростаючими біотест-об’єктами, які можна легко перенести чи висадити у будь-які експериментальні умови, зарекомендували себе спеціально виведені для цього сорти тютюну, крес-салат, редис, шпинат, гірчиця, овес, ячмінь, вирощені з насіння, декоративні однорічні рослини – бальзамін садовий, фіалка триколірна.

Інші рослини свідчать про стан середовища в дикорослих умовах. Такі види називають **біоіндикаторами середовища**. Наприклад, зелені та діатомові водорості – найчутливіші індикатори якості води у водоймах. Деревя, звичні в озелененні міст – сосна, ялина, тополя пірамідальна, береза, липа, бузок – чутливо реагують на забруднення повітря, чимало водних рослин свідчать про стан водойми, деякі трави є індикаторами якості ґрунту.

Ознаки – «датчики» якості довкілля у рослин:

1. Стан хвої у хвойних дерев, зокрема, ялини і сосни.

2. Поява знебарвлених або змертвілих зон на листках, не пов'язана зі шкідниками чи інфекційними хворобами у рослин, ранній листопад, всихання крони.

3. Значне падіння швидкості росту, приросту річних пагонів.

4. Поява виродливостей», або «терат» – незвичних форм тіла чи окремих органів, наприклад, аномальні потовщення і вкорочення пагонів, гофровані, зморщені чи покручені листки чи стебла.

Ознаки – “датчики” можуть свідчити про значну кількість забруднюючих речовин та погіршення місць життєдіяльності лише за таких обставин:

- вони дуже розповсюджені серед обстежених організмів. Це значить, що дану ознаку виявлено не менше ніж у 40-50% обстежених організмів, а кількість останніх вимірюється десятками та сотнями;

- вони стало трапляються саме у забруднених місцях або місцях з гарантовано погіршеним станом довкілля і відсутні або рідкісні в інших, типових для району чи області локалітетах.

Біотестування та біоіндикація прямо і беззаперечно не свідчать ані про наявність забруднюючих речовин, ані про їх кількість. Ознаки, пов'язані з падінням приросту, продуктивності, плями на листі рослин можуть бути викликані цілим рядом причин, які можуть діяти на території досліджень. Ось чому важливим моментом дослідження, яке претендує на науковість, є перевірка досліду за допомогою контрольних зразків. Подібні специфічні реакції можуть викликати не лише особливі забруднюючі речовини, але і дії високих температур, зміни кислотності (рН), вміст розчиненого у воді кисню, жорсткість води.

### **Рослини-індикатори стану повітря**

Хвойні дерева чутливі до кислотних дощів, газового забруднення атмосфери, важких металів. При дії великих доз забруднювачів зменшуються розміри хвоїнок, змінюється їхня форма, з'являються знебарвлені або бурі плями, кінчики всихають. Якщо в обстеженій пробі половина чи більше хвоїнок з вираженими плямами, наполовину чи на третину всохлі, це є ознакою поганих умов існування дерев. Крім того, у забруднених місцевостях хвоя до опадання живе на дереві 1-2 роки, тоді як у

чистих місцях у сосни – 2-4 роки, у ялини – 5-9 років.

Робити висновки про забрудненість довкілля за станом хвойних дерев можна лише після порівнянь проб хвої з різних місць, які подібні в кліматичних та ґрунтових умовах (температура, кількість опадів, зволоження ґрунту, освітленість), але різняться за інтенсивністю людської діяльності.

### **Рослини-індикатори стану водойм.**

Незабруднені водойми можуть бути різними за прозорістю води, бо це залежить від складу дна, проте, у воді стабільно розчинений кисень, потрібний для життя, сірководню та аміаку нема, органічні речовини – у зв'язаному стані на дні, «цвітіння» води та барвистих плівок нема. У таких водоймах багато дрібних і великих, прикріплених до дна рослин, а також зелених водоростей.

“Датчиками” чистішої води та хорошого стану водойми є рясні зарості латаття білого, рдесника блискучого, комахоїдної водної рослини пухирника, сальвінії плаваючої, тілоріза алоеvidного, ряски триборозенчастої, біля берегів і на мілководді – бобівника трилистого.

Рослини – це найбільш зручні індикатори забруднення навколишнього середовища, тому що вони є первісними ланками трофічних ланцюгів і відіграють головну роль у поглинанні різного роду забруднювачів. Унаслідок цього, за допомогою рослин можна достатньо точно оцінити екологічну ситуацію на досліджуваній території.

Сутність ростового тесту полягає в обліку змін показників проростання індикаторної культури, вирощеної на досліджуваних зразках ґрунту, води, водних витяжок ґрунтів тощо. Цей метод дозволяє оцінити не тільки пригноблюючу дію різних забруднювачів на рослини, але і стимулюючий ефект.

Перевагу віддають тест-культурам, які швидко проростають та є характерними для даного регіону. Наприклад, у регіонах з дерново-підзолистими ґрунтами в якості тест-культури використовують овес і горох; у регіонах зі степовими ґрунтами – пшеницю, люцерну, боби і квасолю.

Найбільш розповсюдженими тест-культурами є пшениця, огірок та салат.

## Опис методу.

### 1. Пророщування тест-культур у чашках Петрі

При оцінці токсичності проб ґрунтів в чашку Петрі кладуть аркуш фільтрувального паперу, на який насипають 1 грам висушеного та подрібненого ґрунту і рівномірно розподіляють по ємності. Потім додають 5-7 мл води (використовують кип'ячену питну воду, яку попередньо відстоюють кілька днів) і на ґрунт висаджують по 30-50 насінин індикаторної рослини (в залежності від крупності). Найбільш зручними культурами для тестування в чашках Петрі є рослини з дрібним насінням – редис, гірчиця, цибуля звичайна (рис. 2.1.). Контрольним субстратом у цьому випадку є ґрунт, відібраний на умовно чистій території (заповідник, заказник, курортна зона та ін.).

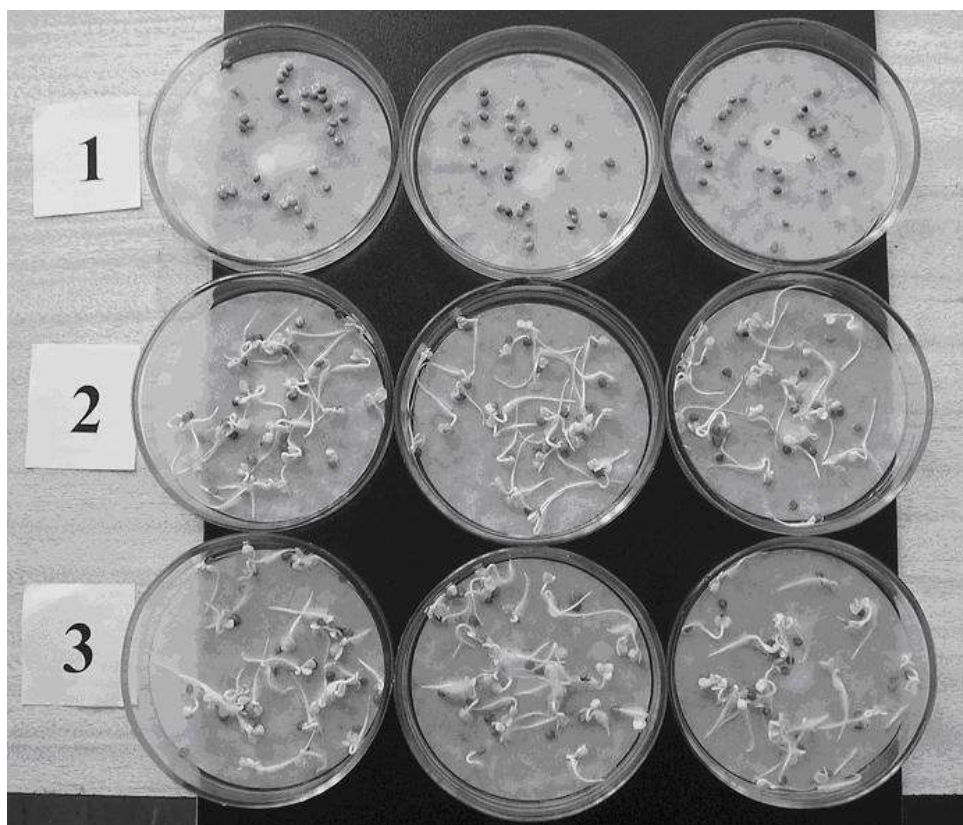


Рис. 2. 1. Ростовий тест у чашках Петрі на насінні редису

При оцінці токсичності водних зразків (стічних та природних вод, питної води тощо) в чашку Петрі кладуть аркуш фільтрувального паперу, зволожують його 5-7 мл. водної проби і висаджують по 30-50 насінин. Через кожні шість годин проводять



провітрювання чашок шляхом відкривання на декілька хвилин. Дослід триває 72-96 годин. Контрольним субстратом є кип'ячена відстояна питна вода.

Після закінчення експерименту рослини обережно виймають з чашок Петрі (при необхідності змивають з них ґрунт) та вимірюють довжину кореневої і стеблової системи паростків, а також сиру масу десяти найбільш типових проростків. Потім рослини поміщують у паперові пакети і висушують протягом декількох днів, після чого визначають їхню суху масу.

Дослідження всіх варіантів проводять у трьох повторностях.

1) *Пророщування тест-культур на «плаваючих дисках».*

При дослідженні токсичності проб *води і водних витяжок* за цим методом в лабораторні склянки наливають досліджувані проби води чи витяжки в об'ємі 250-500 мл. Насіння індикаторної культури (по 20-25 насінин) пророщують на спеціальних плаваючих кільцях з пінопласту, обтягнутих марлею. Для цього дослідження найбільш зручною культурою є пшениця (рис. 2.2).

На перші кілька діб ємності з досліджуваними зразками накривають склом. Два-три рази на добу скло знімають на 10-15 хвилин для провітрювання. На четверту добу ємності з насінням поміщають на полицю, де по можливості протягом 14-ти годин (з 6-00 до 20-00) підтримується постійне освітлення. Витримують рослини в таких умовах ще 2 тижні, фіксуючи наступні показники:

- час появи сходів і їхню кількість (кожну добу);
- довжину надземної частини проростків та їх приріст (кожну добу);
- загальну кількість пророслих насінин (на кінець експерименту).

При цьому звертають увагу на морфологічні особливості рослин (раннє пожовтіння, особливості розвитку кореневої системи та ін.). Дослідження всіх варіантів проводять у трьох повторностях. Контрольним субстратом є кип'ячена відстояна питна вода.

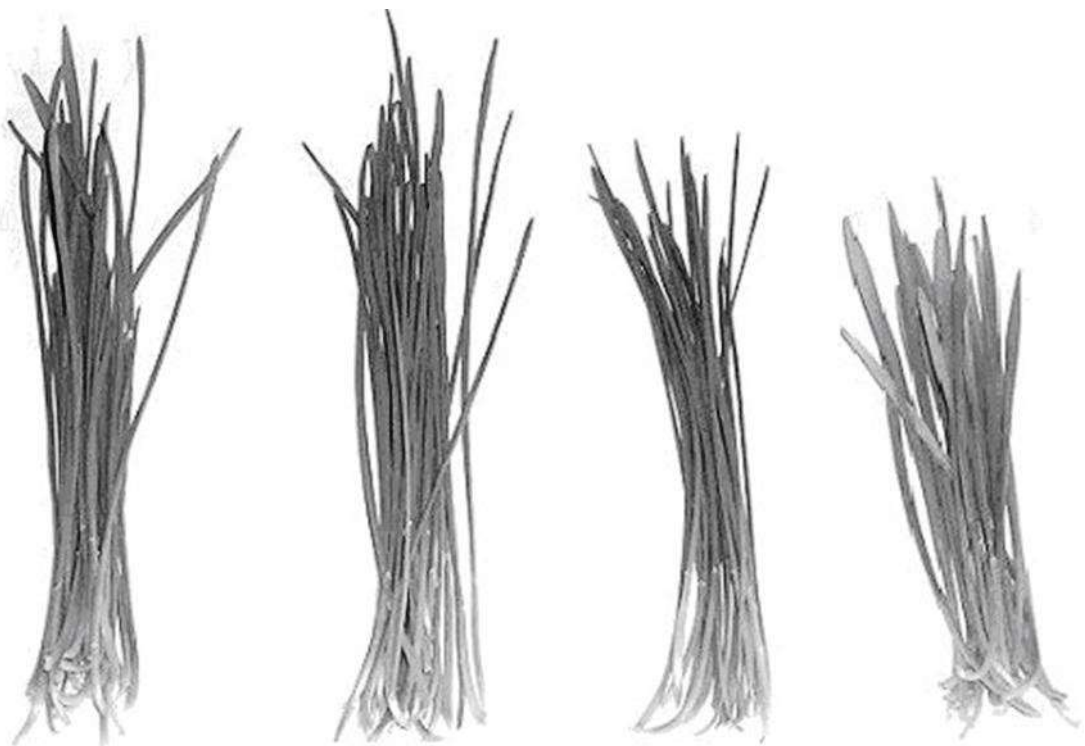


Рис.2.2. Ростовий тест на “плаваючих дисках”  
з насінням пшениці

Через 2 тижні молоді рослини обережно звільняють із води та трохи підсушують на фільтрувальному папері. Потім проводять виміри довжини кореневої і стеблової системи (рис. 2.3.) та визначають сиру масу десяти найбільш типових проростків. Після цього рослини поміщують у паперові пакети, висушують протягом декількох днів, а потім визначають суху масу.

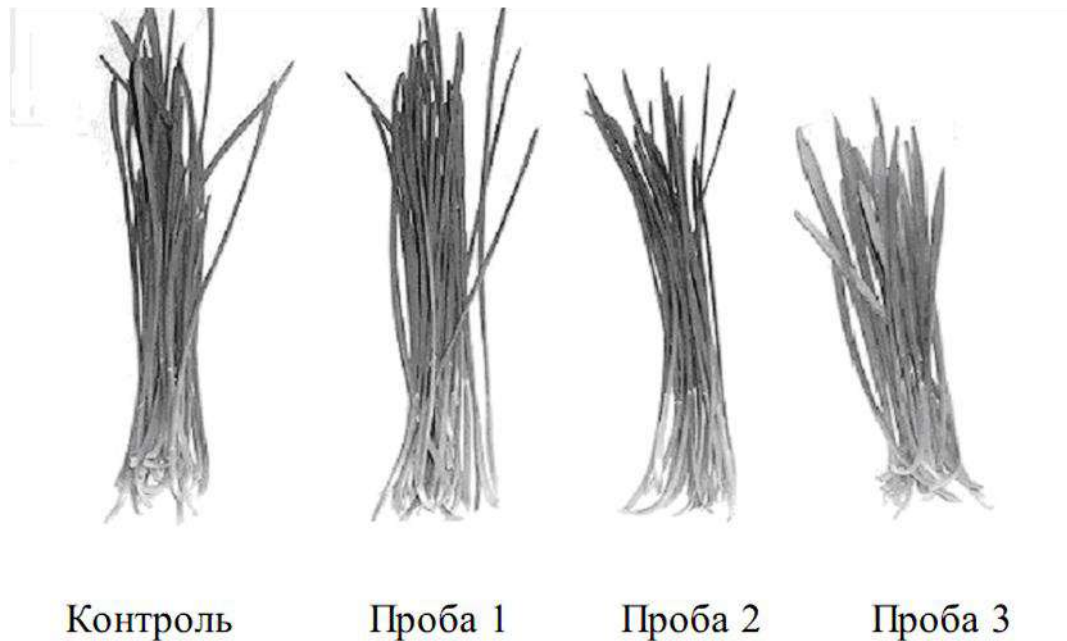


Рис. 2.3. Вимірювання довжини надземної частини паростків пшениці

## 2. Пророщування тест-культур у ємностях.

При дослідженні токсичності проб *грунту* в кожну з посудин вносять по 50-100 г субстрату, зволоженого до 70% (використовують кип'ячену відстояну питну воду), і висівають по 15-20 пророслих насінин тест-культури. У даному випадку індикатором може слугувати будь-яка рослина. Для дослідження використовують лабораторний скляний простерилізований посуд, у разі його відсутності – чисті пластикові стакани, чашки та ін.

На перші кілька діб посудини з досліджуваними зразками накривають склом. Два-три рази на добу скло знімають на 10-15 хвилин для провітрювання. На четверту добу ємності з висадженим в них насінням поміщають на полицю, та створюють для них умови, аналогічні вказаним вище.

Неодмінною умовою проведення даного експерименту є підтримка постійної вологості досліджуваного ґрунту (на рівні 70% від повної вологоємності ґрунту), яка досягається наступним:

- перед закладкою досліду ґрунт просушують і зважують;
- підготовлений в такий спосіб ґрунт звожують такою кількістю води, що дозволяє досягти 70%-ї вологості;
- зволожений у такий спосіб ґрунт розносять в експериментальні ємності і визначають загальну вагу.

В ході експерименту зважування періодично повторюють і компенсують утрату вологи шляхом поливу відповідною кількістю води.

Дослідження усіх варіантів проводять в трьох повторностях. Контрольним субстратом у цьому випадку є ґрунт, відібраний в екологічно чистій зоні (заповідник, заказник, курортна зона та ін.).

## ***II. Проведення роботи:***

1. Вказати рослини – біоіндикатори якості навколишнього середовища, які можна продемонструвати учням на уроках біології.
2. Описати методику визначення властивостей рослин-біоіндикаторів.
3. Зробити висновки.

## ***III. Контрольні запитання***

1. Різноманітність рослин за стійкістю до різних видів антропогенного навантаження.
  1. Рослини-біоіндикатори якості навколишнього середовища.
  2. У чому полягає сутність ростового тесту?
  3. Що таке фітотоксичний ефект і за якими показниками він визначається?

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### 2.2.3. Тема. Вміст фізіологічно активних речовин в окремих органах ароматичних рослин та ґрунті

#### Мета:

- 1) сформувані знання про основні групи діючих речовин у складі ароматичних рослин, основні органи їх локалізації та їх застосування в різних галузях;
- 2) уміння визначати вплив ароматичних речовин на ґрунт;
- 3) навички виділяти рослини, які мають ароматичні речовини, серед решти рослин з алелопатичними властивостями.

#### Хід заняття:

##### *I. Основні відомості*

Літературні дані про біохімічний склад насіння, окремих органів вегетуючих рослин, післяжнивних решток та відходів ефіроолійного виробництва дуже обмежені. Вони в основному стосуються ефірних олій. Інші групи речовин або зовсім не досліджувались, або вивчалися лише фрагментарно. Відомо лише, що насіння шавлії мускатної містить до 31% жирів, до складу яких входять насичені і ненасичені жирні кислоти: капрінова, пальмітинова, пальмітоолеїнова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова, арахінова, бегенова, лігноцеринова, церотинова, які є інгібіторами росту вищих рослин.

В насінні гісопу лікарського, чаберу садового, непети лимонної є також жирні кислоти: пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова, а у останньої іще дві кислоти — лауринова та міристинова.

Тому проведено первинне дослідження алелопатично активних речовин у водо- та спирторозчинних витяжках з різних сортів насіння шавлії мускатної та ІНШИХ ВИДІВ ароматичних рослин з метою виявлення їх екологічної значимості.

Вивчення якісного складу водних витяжок з насіння нагідок, чорнобривців відмічених та ромашки аптечної показало наявність в них органічних кислот, фенольних сполук, дубильних речовин і цукрів, алкалоїди виявлені лише у нагідок.

Крім того, нами проводилось дослідження якісного групового

біохімічного складу в екстрактах з окремих органів шавлії мускатної, яка вирощувалась в різних екологічних зонах, лаванди різного віку, м'яти перцевої та деяких інших ароматичних рослин.

Якісні реакції на алкалоїди показали слабке, швидко зникаюче червоне забарвлення плям у витяжках з листків шавлії зі всіх зон її вирощування (фаза цвітіння). Органічні кислоти є у всіх органах шавлії впродовж вегетації.

Дубильні речовини є в водних екстрактах з листків та суцвіть і в водо спиртових екстрактах з коренів і стебел. Інтенсивність забарвлення плям найбільша у фазу цвітіння для всіх органів шавлії зі всіх зон її вирощування.

**Ефірні олії.** Це леткі з характерним запахом і смаком, олієподібні речовини. Але жирних плям вони не залишають на папері, тому що випаровуються вже при кімнатній температурі. Всі є нерозчинними у воді, розчиняються у спирті, жирах. Всі ефірні олії є похідними терпенів та вуглеводів, які складаються тільки з С і Н і мають багато ненасичених С – С зв'язків. В основі терпенів лежать ізопренові залишки. Розрізняють моно-, сескві-(3), дитерпени (4), три-(6) і тетра-(8). Монотерпеном є, наприклад, ментол; сескві – ефірна олія сандалового дерева; дитерпен – фітол (входить до складу хлорофілу). Фізіологічна дія їх різноманітна. Якщо є безпосередньо контакт зі шкірою, то виникає подразнення, посилюється прилив крові. Розчині в жирах ефірні олії локально гальмують запалення. Потрапляючи в рот ефірні олії, діють через нервову систему на шлунок, підсилюючи секрецію шлункового соку, тим самим впливають на апетит. Діють на сечовивідні органи, розширюючи судини фільтруючої системи нирок (нефронів). Ефірні олії мають чітко виражену дезінфікуючу функцію. Ряд ефірних олій (чебрець, лобода, полин) застосовують як засіб проти глистів. Деякі мають приємний парфумний запах. Ефірні олії до того ж підвищують активність антибіотиків, що дозволяє знизити її дозу. Надзвичайно корисна властивість ефірних олій полягає у тому, що вони володіють біорегулятивним ефектом по відношенню до всіх систем організму. Вони допомагають організму справитися з інфекцією і уникнути ускладнень, оскільки підвищують імунітет. Важливо і те, що ефірні олії на відміну від антибіотиків рідко викликають алергічні реакції. Лавандова олія.

## ***II. Проведення роботи:***

1. Описати основні групи діючих речовин у складі ароматичних рослин, основні органи їх локалізації та їх застосування в різних галузях.
2. Порівняти вміст ароматичних речовин в різних органах ароматичних рослин досліджуваного виду.
3. Зробити висновки.

## **III. Контрольні запитання:**

1. Яка ознака покладена в основу класифікації речовин на метаболіти первинного та вторинного синтезу?
2. Які фізико-хімічні властивості обумовлюють застосування ароматичних рослин у медицині?
3. Особливості застосування глікозидів.
4. Яка фізіологічна дія сапонінів?
5. Від яких факторів залежить рівень накопичення алкалоїдів в рослині?
6. Які властивості ефірних олій обумовлюють їх застосування?

## **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ**

**2.2.4. Тема: Значення алелопатії у розвитку природних і штучних спільнот**

**Мета:**

- 1) сформулювати знання про природні і штучні спільноти;
- 2) уміти визначати значення алелопатії у розвитку природних і штучних спільнот;
- 3) навички розрізняти властивості штучних і природних спільнот.

**Хід заняття:**

### ***I. Основні відомості***

Алелопатія відіграє певну роль у формуванні природних і штучних фітоценозів. Токсичний вплив на овочеві культури мають виділення деяких бур'янів. Наприклад, пирій повзучий,

виділяючи тритерпенову сполуку агропірен та ванілінову кислоту, пригнічує ріст коренеплодів, зеленних культур, капусти. Такі бур'яни, як гірчак рожевий, різні види полину пригнічують ріст і розвиток більшості овочевих культур. Алелопатія є також основною причиною ґрунтової втоми, через що овочеві культури вирощують у сівозмінах, які складають так, щоб ґрунт протягом усього періоду знаходився під культурними рослинами, а не під бур'янами. Цьому також сприяє сівозміна, насичена повторними культурами.

В агрофітоценозі домагаються, щоб у сівозміні попередня культура сприяла інтенсивному росту наступної. Так, бобові культури не тільки збагачують ґрунт на азот, але виділення їх сприяють інтенсивному росту таких культур, як огірок, помідор, капуста, морква столова. Виділення рослин капустяних культур є добрим дезинфікуючим попередником для огірка, помідора, перцю, баклажана, картоплі. Виділення кореневої системи кропу та кукурудзи цукрової сприяють інтенсивному росту і плодоношенню рослин огірка.

Особливо велике значення має алелопатія у спорудах закритого ґрунту при вирощуванні методом монокультури та ущільненні їх іншими. Це пов'язано з тим, що виділення рослин концентруються у невеликому шарі ґрунтосуміші, органічних та мінеральних субстратів. Для зменшення дії негативних виділень та різної шкідливої мікрофлори субстрати пропарюють, промивають та замінюють. Для посилення мікробіологічної активності після пропарювання вносять підвищені норми перегною та різних біологічних препаратів (азотобактерин, фосфобактерин тощо).

Алелопатія трактується як взаємний вплив рослин внаслідок виділення фізіологічно активних речовин, або як взаємодія рослинних екзометаболітів, або як патологічний взаємовплив. Біоценотична сутність алелопатії полягає перш за все в середовищевірному впливі метаболітів детермінантів консорції, що має акумулятивний характер. Алелопатично активні речовини, що продукуються рослинами, виконують функцію екологічних хеморегуляторів і відносяться до важливих факторів середовища, які визначають структуру, динаміку і продуктивність рослинних угруповань. Зростаючий



антропогенний вплив на агро- та природні екосистеми зумовлює необхідність розвитку альтернативної алелопатії через пошук алелопатично активних речовин, які пригнічують бур'яни і в той же час сприяють оптимізації умов функціонування культивованих рослин на основі підвищення біологічної активності ґрунту і збагачення його негуміфікованими органічними речовинами і фізіологічно активними сполуками, котрі продукують кореневі екsudати і ризосферна мікрофлора.

При вирішенні питань землеробства, сільського господарства необхідно враховувати екологічне навантаження на ґрунт, який на сьогодні знаходиться в загрозовано критичному стані, оскільки він є одним з активних учасників алелопатичної взаємодії рослин. Ґрунт відіграє суттєву роль в алелопатії, а саме в накопиченні та перетворенні алелопатично активних речовин і їхньому впливі на інші організми біотопу. Адсорбція колінів ґрунтовим поглинальним комплексом не тільки не перешкоджає біохімічному взаємовпливу рослин, але й є необхідною умовою алелопатії, оскільки відсутність поглинання та накопичення біологічно активних речовин в зоні їх утворення спричиняла б їх випаровування або вимивання у глибші шари ґрунту, а також унеможлиблювала б їхній вплив на рослини-акцептори. Завдяки адсорбції стійкі фізіологічно активні речовини зберігаються в ґрунті невизначено довго, їхній вплив на середовище може тривати ще певний проміжок часу. Цим пояснюється явище пролонгованої алелопатичної ґрунтової післядії – однобічного впливу, обумовленого зміною ґрунтового середовища в процесі життєдіяльності рослин – одного виду рослин на інші, що необхідно враховувати при розробці сівозміни.

Відомо, що алелопатична активність багатьох культурних, у тому числі і лікарських, рослин, яка обумовлена не однією специфічною для даного виду сполукою, а сукупністю речовин різної природи, є досить високою. В процесі росту та розвитку вони виділяють через кореневу систему в ґрунт біологічні інгібітори (коліни), які здатні істотно пригнічувати ріст та розвиток наступних у сівозміні культур.

## РОЗДІЛ 3. САМОСТІЙНА РОБОТА ТА ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ

### 3.1. Завдання для самостійної роботи

1. Сучасні наукові центри з вивчення алелопатії.
2. Уявлення про алелопатію як форму прямих міжвидових взаємовідносин рослин (праці Г. Грюммера, С.І. Чернобрівенко, А.М. Гродзинського, М.В. Колесніченко та ін.).
3. Уявлення про алелопатію як фактор екологічного середовища (схема алелопатичного поля Б.А. Бикова і схема алелопатичного фактора Н.М. Матвєєва).
4. Потенційна алелопатична активність рослин на прикладі деревних і чагарникових рослин в степовій зоні. Реальна алелопатична активність рослин (на прикладі робіт Н.М. Матвєєва).
5. Залежність алелопатичної активності рослин від ґрунтових умов (Н.М. Матвєєв).
6. Ґрунт як акумулятор алелопатично-активних речовин у середовищі співіснування.
7. Якісний склад і динаміка алелопатично-активних речовин у ґрунті рослинних угруповань (за матеріалами А.Л. Єфремова, С.Г. Прокушкіна, К.А. Стефанського, П.А. Мороза та ін.).
8. Значення ґрунтових мікроорганізмів у формуванні алелопатичного режиму.
9. Значення ґрунту в формуванні алелопатичного режиму в степових лісах (за матеріалами Н.М. Матвєєва).
10. Здатність рослин до гетеротрофного живлення як передумова алелопатії.
11. Фізіолого-біохімічний вплив рослинних виділень на рослини (пригнічення поділу і розтягування клітин, гальмування процесу поглинання біогенних елементів, пригнічення фотосинтезу, регуляція кореневого мінерального живлення, вплив на ферментні системи і т. д.).
12. Механізми взаємодії рослинних виділень в середовищі (за матеріалами А.М. Гродзинського, Т.М. Біляновської, В.В. Чумакова та ін.).

13. Співвідношення конкуренції та алелопатії у рослинних угрупованнях.

14. Характеристика алелопатичної чутливості рослин за допомогою величини "алелопатичного порогу чутливості".

15. Роль алелопатії в агрофітоценозах (за матеріалами С.І. Чернобрівенко, В.П. Іванова, П.В.Юрина, Г.Ф. Наумова та ін.).

16. Роль алелопатії в степових співтовариствах (за матеріалами А.М. Гродзінського, Е.Л. Райса та ін.).

17. Значення алелопатії у розвитку чагарникових і лісових угруповань Північної Америки (за матеріалами Муллера, Мак Ферсона, Чоу і Муллера, Дел Морала і Муллера і ін.).

18. Роботи І.М. Рахтеєнко і С.Г. Прокушкіна з вивчення ролі алелопатії в лісах лісової зони.

19. Роль алелопатії у розвитку степових лісів (за матеріалами Н.М. Матвєєва).

20. Сучасні практичні аспекти алелопатії (за працями Е.Л. Райса, Д. Гайіча, Г.Ф. Наумова, Г.К. Андросова та ін.).

### **3.2. Перелік тем ІНДЗ:**

1. Історія розвитку алелопатії.

2. Сучасні наукові центри з вивчення алелопатії.

3. Уявлення про алелопатію як форму прямих міжвидових взаємовідносин рослин (праці Г. Грюммера, С.І. Чернобрівенко, А.М. Гродзінського, М.В. Колесніченко та ін.).

4. Уявлення про алелопатію як фактор екологічного середовища (схема алелопатичного поля Б.А. Бикова і схема алелопатичного фактора Н.М. Матвєєва).

5. Виділення плодів і насіння.

6. Кореневі виділення і їх роль в алелопатії.

7. Виділення листків та інших надземних органів.

8. Виділення квіток.

9. Міазміни і сапроліни.

10. Потенційна алелопатична активність рослин на прикладі деревних і чагарникових рослин в степовій зоні.

11. Реальна алелопатична активність рослин (на прикладі робіт Н.М. Матвєєва)

12. Вплив різних умов вирощування на алелопатичну активність рослин (на прикладі робіт Т.М. Біляновської, С.Г. Прокушкіна, П. Мартіна, І.І. Гуннара та ін., А. Ровіри, Д. Коєппа, П.А. Мороза, Р. Достанової та ін.).

13. Залежність алелопатичної активності рослин від ґрунтових умов (Н.М. Матвєєв).

14. Основні джерела алелопатично-активних речовин для формування алелопатичного режиму в різних групах співіснування.

15. Напруженість алелопатичного режиму і його характеристика на прикладі степових лісів.

16. Фізіолого-біохімічний вплив рослинних виділень на рослини (пригнічення поділу і розтягування клітин, гальмування процесу поглинання біогенних елементів, пригнічення фотосинтезу, регуляція кореневого мінерального живлення, вплив на ферментні системи і т. д.).

17. Механізми взаємодії рослинних виділень в середовищі (за матеріалами А.М. Гродзинського, Т.М. Біляновської, В.В. Чумакова та ін.) Співвідношення конкуренції та алелопатії у рослинних угрупованнях.

18. Поняття про алелопатичну толерантність (А.М. Гродзинський) і алелопатичну чутливість (Н.М. Матвєєв) рослин.

19. Роль алелопатії в агрофітоценозах (за матеріалами С.І. Чернобрівенко, В.П. Іванова, П.В.Юрина, Г.Ф. Наумова та ін.)

20. Роль алелопатії в степових співтовариствах (за матеріалами А.М. Гродзинського, Е.Л. Райса та ін.).

21. Значення алелопатії у розвитку чагарникових і лісових угруповань Північної Америки (за матеріалами Муллера, Мак Ферсона, Чоу і Муллера, Дел Морала і Муллера і ін.)

22. Роботи І.М. Рахтеєнко і С.Г. Прокушкіна з вивчення ролі алелопатії в лісах лісової зони.

23. Роль алелопатії у розвитку степових лісів (за матеріалами Н.М. Матвєєва).

24. Сучасні практичні аспекти алелопатії (за працями Е.Л. Райса, Д. Гайіча, Г.Ф. Наумова, Г.К. Андросова та ін.)

### 3.3. Методичні рекомендації до оформлення творчої роботи

Написання роботи розпочинається вступом, де висвітлюється проблеми процесу чи явища, що відбувається в рослинному організмі; характеризується його значимість у розвитку біосфери, господарське значення, зазначається мета роботи та ставляться завдання, характеризується об'єкт та предмет дослідження.

Використовуються стовпчасті та кругові діаграми, схеми, рисунки, графіки, муляжі, демонстраційні досліди. Відображені дані характеризуються в текстовій частині роботи, де в логічній послідовності завершуються висновком.

Об'ємні величини зазначеної структури:

1. Титульний лист – 1 ст.
2. Зміст – 1 ст.
3. Вступ – до 3 ст.
4. Графічні роботи – до 5 ст.
5. Текстова пояснення даних – до 10 ст.
6. Висновки – до 1 ст.
7. Література – від 5 джерел.
8. Додатки (*кількість необмежена*).