

**Міністерство освіти і науки України
Дніпропетровський національний університет
ім. Олеся Гончара**

Кафедра біофізики та біохімії

**ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
ІЗ ДИСЦИПЛІНИ «ЕКОЛОГІЧНА БІОХІМІЯ»**

**Дніпропетровськ
РВВ ДНУ
2014**

У стислій формі наведено основні положення лекційного курсу «Екологічна біохімія». Уміщено плани до кожної теми, контрольні питання та завдання, орієнтовні питання поточного і семестрового контролю, а також завдання для самостійного вивчення.

Для студентів III-IV курсів біологічних і екологічних спеціальностей ДНУ.

Темплан 2013, поз.37

**Опорний конспект лекцій
із дисципліни «Екологічна біохімія»**

Укладач канд.біол.наук, доц. О.О. Дьомшина

Редактор А.А.Гриженко
Техредактор Л.П.Замятіна
Коректор Т.А.Белиба

Підписано до друку 25.10.13. Формат 60x84 /16. Папір друкарський. Друк плоский. Ум.друк.арк. 0,9. Ум.фарбовідб. 0,9. Обл.-вид.арк. 1,1. Тираж 100 пр. Зам. №

РВВ ДНУ, просп. Гагаріна,72, м. Дніпропетровськ, 49010.

Друкарня «Ліра», пл. Десантників, 1, м. Дніпропетровськ, 49038.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру серія ДП № 14 від 13.07.2000 р.

ВСТУП

1. Визначення науки «Екологічна біохімія».
2. Взаємозв'язки екологічної біохімії з іншими природничими науками.
3. Предмет і об'єкт вивчення екологічної біохімії.
4. Методи, застосовувані в екологічній біохімії.
5. Аналіз основних функцій екологічної біохімії.
6. Причини виникнення екологічної біохімії як самостійної науки.
7. Значення хімічних компонентів, які вивчає екологічна біохімія, для підтримки біологічного різноманіття.
8. Класифікація типів хімічних впливів організму на середовище.
9. Характеристика основних типів хімічного впливу.
10. Міжвидові та внутрішньовидові взаємодії.

Стислий виклад матеріалу

Екологічна біохімія – розділ біохімії, що вивчає взаємодії, які відбуваються за участю речовин, наявних в організмах або виділених ними назовні у незначних кількостях, в більшості належать до вторинних метаболітів.

Предмет вивчення – біохімічні взаємодії між усіма біосистемами.

Об'єкт вивчення – популяції, таксономічні групи, окремі особини різного ієрархічного рівня розвитку.

Сполуки, які беруть участь у біохімічних взаємодіях організмів, надзвичайно різноманітні за хімічною природою, характером дії, видовою специфічністю. Відповідно існують різні підходи до класифікації таких речовин. Класифікація типів хімічних впливів організму на середовище: супресори (антибіотики), отрути, протиотрути, кайромони (приносять користь реципієнту), індуктори (викликають утворення галусів, вузликів у рослин, шипиків у ракоподібних), приманки (приваблюють здобич до хижака), аломони (приносять користь продуценту), стимулятори (фактори росту), депресори (метаболіти і подібні їм продукти, які отруюють реципієнта, при цьому збільшення пристосованості продуцента до навколишнього середовища не відбувається), феромони, аутоксини (метаболіти, токсичні для продуцента і непотрібні для інших організмів), аутоінгібітори (стримують чисельність популяції у межах рівноваги із зовнішнім середовищем).

Функції хімічних речовин.

1. Захист від потенційного хижака, паразита і взагалі консумента.
2. Наступальна біохімічна зброя, характерна для організмів вищого трофічного рівня у разі взаємодій з організмами нижчого трофічного рівня.
3. Стримування конкурентів спільного трофічного рівня.
4. Сигнал, що діє як закличний фактор (атрактанти).
5. Регуляція взаємодії всередині популяцій, групи особин або сім'ї.
6. Попередники гормонів або феромонів, що синтезуються в організмі або використовуються організмом у готовому вигляді.
7. Участь у формуванні середовища проживання.

8. Індикація підходящих для заселення, колонізації або розмноження місць існування, орієнтація в просторі і забезпечення переваг під час пошуку місць існування.

Взаємодії між організмами, опосередковані хімічними медіаторами, виявлені у всіх систематичних груп: грибів, водоростей, вищих рослин і тварин. Ці взаємини надзвичайно різноманітні, формують складну систему прямих і зворотних зв'язків, здійснюють біорегуляції природних спільнот («невидимі дроти природи» за висловом Ю. Одума). Класифікація подібних взаємодій заснована на системному принципі ієрархічної організації: спочатку виділяють два типи – внутрішньовидові та міжвидові, потім розглядають взаємодії всередині великих таксономічних груп, і нарешті – взаємодії між організмами, далекими в систематичному відношенні.

Серед методів, характерних для екологічної біохімії, найчастіше застосовують такі:

1. Сучасні способи екстракції і аналізу хімічної структури природних сполук, що беруть участь в еколого-біохімічних взаємодіях.

2. Методи біологічного тестування дослідних речовин: вивчення фізіологічних або поведінкових реакцій організмів на випробовувані речовини в лабораторних і польових умовах.

3. Хімічний синтез природних речовин, які можна використовувати на практиці.

Практична цінність екологічної біохімії пов'язана насамперед з вирішенням проблем охорони природи і оптимізації природокористування.

1. Вплив і тонке керування екологічними об'єктами і процесами шляхом використання регуляторних речовин, властивих популяціям і екосистемам.

2. Зменшення хімічного забруднення біосфери за рахунок:

- збільшення здатності природних та антропогенних екосистем до самоочищення (наприклад, створення рекомбінантних штамів мікроорганізмів з підвищеною здатністю розкладати політанти);

- розробки і широкого використання речовин і матеріалів з підвищеною здатністю до деградації в навколишньому природному середовищі;

- зменшення використання пестицидів у сільському господарстві завдяки впровадженню альтернативних і екологічно безпечних (біохімічних) засобів контролю популяцій шкідників.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

1. Предмет і об'єкт вивчення екологічної біохімії.

2. Розкрийте взаємозв'язки екологічної біохімії з іншими природничими науками.

3. Які методи застосовують в екологічній біохімії?

4. Проаналізуйте основні функції екологічної біохімії.

5. Обґрунтуйте формування екологічної біохімії як самостійної науки.

6. Яке значення хімічних компонентів, які вивчає екологічна біохімія, у підтримці біологічного різноманіття?

7. Охарактеризуйте класифікацію типів хімічних впливів організму на середовище.

8. Дайте характеристику основних типів хімічного впливу.

9. Чим міжвидові взаємодії відрізняються від внутрішньовидових?

ТЕМА 1. ЕКОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ВЗАЄМОДІЇ ЗА УЧАСТЮ ГРИБІВ

1. Типи взаємодій.

2. Внутрішньовидові взаємодії.

3. Міжвидові взаємодії.

4. Взаємодія грибів з грибами.

5. Взаємодія грибів з тваринами.

6. Взаємодія грибів з вищими рослинами.

Стислий виклад матеріалу

Типи еколого-біохімічних взаємодій, опосередкованих грибними екзометаболітами: внутрішньовидові та міжвидові взаємодії.

Внутрішньовидові взаємодії, необхідні для нормального життєвого циклу багатьох грибів, відбуваються за участю:

- мейтинг-феромонів (метилтриспорат E);
- хемоатрактантів (циклічний аденозинмонофосфат – cAMP).

Міжвидові взаємодії:

- паразитизм (мікотоксини, поліпептидні алкалоїди, аматоксини, мускарин);
- алелопатія (мікотоксини, гормони росту);
- симбіоз (мікориза – органічні кислоти, цукри, амінокислоти, вітаміни, ростові речовини, алкалоїди);
- хижацтво (леткі терпени, нематотоксини, набір глікопротеїнів і низькомолекулярних фенольних речовин).

Основним об'єктом атаки грибів є рослини. Розрізняють дві групи речовин, що беруть участь у таких взаємодіях:

- 1) біохімічні засоби атаки грибів на рослини;
- 2) біохімічні засоби захисту рослин від атаки грибів.

До першої групи відносять: патотоксини (найчастіше виділяють гриби-інтродуценти, наприклад набір глікопротеїнів і низькомолекулярних фенольних речовин, циклічні пептиди); речовини, які викликають накопичення в рослинному організмі первинних метаболітів (наприклад, фумарат, який перетворюється на токсичний для рослини епоксисукцинат); гормони росту, які викликають неконтрольований ріст рослини у довжину, що призводить до полягання рослини і в такому випадку рослина стає доступною для сапрофітних грибів (наприклад, гіберелін); речовини, які закупорюють судини (наприклад, вазинфускарин, який знижує захисні властивості рослин від грибної інфекції); екзоензими грибів – модифікації і руйнації речовин захисту рослини від грибів (протеїнази,

фосфатази, дегідрогенази, екзоцелюлярна пероксидаза) та руйнації клітинної стінки для полегшення проникності міцелію гриба у клітину (пектинази, полісахаридгідролази і ензими лігназного комплексу). Екзоензими грибів відіграють визначну роль у руйнації стійких рослинних полімерів, крім того, широко застосовуються для утилізації відходів сільського і лісницького господарств.

Другу групу ділять на дві підгрупи:

- 1) передінфекційні сполуки;
- 2) постінфекційні сполуки.

Передінфекційні сполуки постійно наявні у рослинному організмі, захищають його від грибів, беруть участь в алелопатичному пригніченні інших рослин або зменшують харчову активність рослиноїдних тварин (катехол, протокатехат, саліцилова кислота). Виділяють дві групи таких сполук: 1) *проінгібітини* – постійно наявні в рослині метаболіти, які вже в такій концентрації зменшують або повністю зупиняють розвиток патогена; 2) *інгібітини* – метаболіти, концентрація яких у тканинах рослини після інфекції різко збільшується.

Постінфекційні сполуки утворюються в рослинному організмі після зараження патогенами або з попередників, або *de novo*. Виділяють дві групи таких сполук: 1) *постінгібітини* – речовини, що утворюються у разі модифікації існуючих в рослині нетоксичних речовин (ціаногенні глікозиди; глікозиди; моно- або олігосахариди зі спиртами (фенолами), тіолами, амінами; феноли; линамарин; оксифлоретин); 2) *фітоалексини* – метаболіти, які утворюються після інфікування рослини абсолютно заново в результаті індукції або репресії відповідних генів (пізатин, гептаглюкозид, поліпептиди, глікопротеїни, глюкани, ліпіди, арахідонова кислота, хітинази, β -глюканаза; інгібітори протеїназ).

До біохімічних засобів захисту рослин від атаки грибів також відносять:

1) інгібітори ензимів, які розщеплюють компоненти клітинних стінок рослини (наприклад, глюкоза є інгібітором для більшості целюлаз, галактоза – полігалактуроназ);

2) PR-білки (англ. pathogenesis related), які беруть участь у формуванні імунітету в рослин:

- хітинази, β -1,3-глюканази, які розщеплюють компоненти клітинної стінки гриба;

- інгібітори протеїназ, що специфічно зв'язуються з протеїназами патогенів, внаслідок чого останні втрачають свою активність;

- ензими, які інактивують грибні токсини (або за рахунок їх хімічної модифікації, або шляхом утворення нетоксичних кон'югатів з молекулами своїх клітин);

3) органічні кислоти, які детермінують рівень рН.

Узагальнюючи біохімічні засоби взаємодії грибів і рослин, потрібно відзначити їх коеволюційний характер: рослини еволюційно виробляли більш активні хімічні засоби захисту, а гриби – більш ефективні механізми їх детоксикації.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

1. Назвіть основні еколого-біохімічні взаємодії між організмами різних систематичних груп (грибів, водоростей, вищих рослин і тварин).
2. Які сполуки належать до хемомедіаторів грибів?
3. У чому полягають функції статевих феромонів грибів?
4. Напишіть структурну формулу статевого феромону метилтриспорату E з *Mucor mucedo*. Поясніть значення даного феромону для мукових грибів.
5. Що таке cAMP і яка його роль в життєвому циклі міксоміцетів роду *Dictyostelium*?
6. Охарактеризуйте стадії життєвого циклу міксоміцетів.
7. На якій стадії життєвого циклу відбувається формування багатоклітинного тіла?
8. Назвіть речовини, необхідні для нормального онтогенезу міксоміцетів.
9. Напишіть структурні формули таких мікотоксинів грибів: 1) аманітин, 2) мускарин, 3) триптамін.
10. У чому полягає механізм токсичної дії амотоксинів на організм людини і тварин?
11. Назвіть афлотоксини, що викликають ракові захворювання.
12. У чому відмінність передінфекційних сполук від постінфекційних? Наведіть приклади постінфекційних сполук.
13. Чим взаємодії грибів з тваринами відрізняються від взаємодій грибів з вищими рослинами?
14. Перелічіть групи грибних екзоферментів.
15. В чому полягає практичне значення захисних речовин рослин?

ТЕМА 2. ЕКОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ВЗАЄМОДІЇ ЗА УЧАСТЮ ВОДРОСТЕЙ

1. Типи взаємодій.
2. Внутрішньовидові взаємодії.
3. Міжвидові взаємодії.
4. Взаємодія водоростей з грибами.
5. Взаємодія водоростей з вищими рослинами.
6. Взаємодія водоростей з тваринами.

Стислий виклад матеріалу

У життєвому циклі грибів і водоростей багато спільного – для обох систематичних груп характерний статевий процес, за якого відбувається злиття клітин, що знаходяться у зовнішньому водному середовищі і тому є необхідність пошуку однією гаметою іншої гамети. Крім того, проживання у водному або ґрунтовому зволоженому середовищі створюють сприятливі умови для еволюційного розвитку здатності водоростей до біотичних взаємодій за участю екзометаболітів.

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

Внутрішньовидові взаємодії – необхідні для нормального життєвого циклу багатьох грибів:

- мейтинг-феромони (ламоксирен, який викликає вивільнення сперматозоїдів із дозрілих антеридіїв, а також є атрактантом для сперматозоїдів; ентерокарпен (глікопротеїн), фукосератен, аукантен, які контролюють статеву диференціацію і дозрівання);

- алелопатія (аутоінгібітори, які контролюють ріст і розвиток популяції в умовах обмеженої екологічної ємності ареалу прожиття).

Міжвидові взаємодії:

- алелопатія (водорості і гриби (антифунгальні сполуки, які беруть участь у міжвидовій конкуренції за місце проживання і ресурси навколишнього середовища);

- водорості та тварини (токсини: сакситоксин найбільш токсична речовина, якій властива нейротропна активність (ЛД₅₀ для людини – 0,0057 мкг/кг), у результаті дії сакситоксину спостерігається параліч дихальної мускулатури, пригнічення дихального і судинорухового центру внаслідок блокади Na⁺-каналів електрозбудливих мембран нервових і м'язових клітин; анатоксин, якому властива антихолінестеразна активність і висока токсичність (ЛД₅₀ – 0,02 мг/кг); бреветоксин спричиняє блокаду нервово-м'язової передачі) і детеренти (поліфеноли) виконують функцію поживних детерентів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

1. У чому подібність і відмінність життєвого циклу грибів і водоростей?
2. Назвіть основні типи екологічних взаємодій, опосередкованих екзометаболітами водоростей.
3. Дайте коротку характеристику основних атрактантів водоростей.
4. У чому полягає механізм аутоінгібування фітопланктону?
5. Чим міжвидові взаємодії за участю різних видів водоростей відрізняються від міжвидових взаємодій за участю водоростей і тварин?
6. Напишіть структурні формули таких токсинів водоростей: 1) анатоксин, 2) сакситоксин, 3) бреветоксин.
7. Який механізм токсичної дії сакситоксину?
8. Для яких видів водоростей характерний сакситоксин?

ТЕМА 3. ЕКОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ВЗАЄМОДІЇ ЗА УЧАСТЮ ВИЩИХ РОСЛИН

1. Типи взаємодій.
2. Внутрішньовидові взаємодії.
3. Міжвидові взаємодії.
4. Взаємодія вищих рослин з грибами.
5. Взаємодія вищих рослин з тваринами.

Стислий виклад матеріалу

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» (див. тему 1). 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- α -нафтохінон) міститься у коренях, листі та шкаралупі горіха, інгібує ріст трав'янистої рослинності; аутокотоксичні 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.

У першій групі еколого-біохімічних взаємодій беруть участь:

1) токсини рослин:

а) білки і пептиди (рицин, кротин, момодрин – мають кардіотоксичний ефект, викликають рефлекторну брадикардію, гіпотензію, звуження судин шкіри і скелетних м'язів);

б) небілкової природи:

- алкалоїди (індольні – стрихнін, галантамін; дитерпенові – аконітин; піридинові – нікотин; пуринові – кофеїн; стероїдні – соланін; фенантренхінолінові – морфін; піперидинові – конін);

- глікозиди: серцеві – спричиняють зупинку серця у фазі систоли внаслідок порушення роботи Na^+/K^+ АТФ-ази у міокарді, а отже, дефіциту внутрішньоклітинного K^+ (дигітоксин, уабайн, олеандри); ціаногенні – у результаті розкладу утворюють ціаністу кислоту, яка блокує цитохромоксидазу дихального

ланцюга мітохондрій, що призводить до кисневого голодування і загибелі фітофага (амігдалін і линамарин);

- сапоніни – викликають гемоліз еритроцитів (дигітонін).

в) різних структурних типів:

- фтороцтова кислота у циклі трикарбонових кислот перетворюється на фторцитрат – потужний інгібітор аконітази даного циклу і таким чином інгібує клітинне дихання і порушує енергетичний обмін;

- 3,4-діоксифенілаланін інгібує тирозиназу, необхідну для формування кутикули комах;

- сінігрин під дією мірозінази перетворюється на алілізотіоціанати (компоненти гірчичних олій), токсичні для грибів;

- поліацетилени (цикутотоксин і енантотоксин) виявляють судомну дію на центральну нервову систему внаслідок зміни проникності Na^+ -каналів хемозбудливих мембран;

- флавоноїди (ротенон) інгібують дихальний ланцюг переносу електронів у мітохондріях;

- дитерпени (граїанотоксини) підвищують проникність мембран нервово-м'язової тканини для йонів Na^+ ;

- хінони (гіперіцин) накопичуються у шкірі і роблять її чутливою до дії УФ-променів і довгохвильового випромінювання;

2) поживні детеренти:

а) токсичні речовини менш небезпечні, ніж токсини (алкалоїди, наприклад демісин);

б) речовини, які знижують поживну цінність кормів – таніни й інгібітори протеаз:

- таніни містять гідроксильні групи, здатні зв'язуватися з функціональними групами білків і викликати в'язучий ефект; розрізняють гідролізовні (галотаніни і елагітаніни) і конденсовані (олігомери, які утворились у ході конденсації декількох флаванольних одиниць) таніни;

- інгібітори протеаз відносять до PR-білків, блокують дію травних протеаз, внаслідок чого послаблюється ефективність живлення і знижується відтворення популяції фітофагів;

в) поживні репеленти: сінігрин – знижує поживну цінність для фітофагів;

3) поживні атрактанти – речовини, що приваблюють фітофага:

а) речовини різної хімічної природи: алкалоїди, терпени, фенілпропаноїди, флавоноїди;

б) для деяких видів фітофагів атрактантами є речовини, які для більшості тварин токсичні (глюкозинолати);

в) у деяких випадках атрактантами можуть бути одразу декілька речовин: ольфакторні – приваблюють фітофагів на відстані завдяки запаху; байтинг-фактори – впливають на смакові рецептори (цукри, терпеноїди); фактори ковтання – стимулюють акт ковтання (целюлоза, неорганічні речовини, пилок, нектар, олії).

У другій групі еколого-біохімічних взаємодій беруть участь:

1) фітоекдизони (стероїдні гормони членистоногих, які стимулюють линяння і метаморфоз, наприклад α -екдизон і екдистерон) і ювенільні гормони сприяють росту личинки і перешкоджають метаморфозу (наприклад, ювабїон);

2) фітоестрогени – впливають на плодючість хребетних тварин (лігніни – ентеродіол і ентеролактон (льняна олія), які стимулюють плодючість; ізофлавоноїди – дайдзеїн і гінестеїн (бобові, гранат, капуста), які стимулюють лактацію у тварин без вагітності, а також у самців; куместани – куместрол (конюшина, люцерна), який пригнічує плодючість). Біологічна активність фітоестрогенів у сотні і тисячі разів нижча активності ендогенних естрогенів, проте постійне споживання рослинної їжі, а також таких продуктів, як молоко і м'ясо травоядних тварин, може призводити до значної концентрації фітоестрогенів в організмі. Крім того, було виявлено, що фітоестрогени мають ще й протипухлинний ефект особливо щодо молочної залози у жінок і передміхурової залози у чоловіків. Однак встановлено, що фітоестрогени сої негативно впливають на розумові здібності, спричиняють розвиток захворювання Альцгеймера у чоловіків, порушують менструальний цикл у жінок, передчасно активують статеве дозрівання у дітей, порушують фізичний розвиток хлопчиків, спричиняють розвиток зобу і знижують функції щитовидної залози через пригнічення пероксидазо-каталазної реакції, яка відповідає за синтез тиреоїдних гормонів;

3) інгібітори плодючості негормонального походження («хемостериланти»), які знижують репродуктивні функції, але не призводять до загибелі фітофага, наприклад, азарон (аїр) – ембріотоксикан, галюциноген, канцероген, мутаген; аристолохієва кислота (кірказон ломоносовидний) – нефротоксикант, канцероген, мутаген; госипол (бавовник) – викликає критичне падіння іонів калію у крові, що є причиною параліча, порушує сперматогенез, однак здатен пригнічувати розвиток багатьох вірусів; канабіноїди (конопля) – мутагени, здатні інгібувати утворення сАМР, змінювати проникність мембран;

4) мутагени і канцерогени, найчастіше, флавоноїди (наприклад, кверцитин обумовлює жовтий колір лушпиння цибулі; аквилід А папороті);

5) антиканцерогени – α -токоферол, каротиноїди, галова кислота – блокує утворення нітрозамінів (канцерогенів) шляхом зв'язування із нітритами;

6) антиовіпозитанти (інгібують відкладання яєць комахами) і синомони, речовини, які корисні і для продуцента, і реципієнта.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

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. Механізм токсичної дії фтороцтової кислоти.
8. Яка роль харчових детерентів в біологічній різноманітності?
9. Чим дія харчових атрактантів відрізняється від дії поживних репелентів? Наведіть приклади харчових атрактантів.
10. Які функції виконують хеморегулятори онтогенезу і плодючості фітофагів?
11. Перерахуйте функції фітоекдизонів і ювенільних гормонів.
12. Чим обумовлена токсична дія фітоестрогенів на організм людини і тварин?
13. Перелічіть види рослин, що містять речовини – мутагени і канцерогени.
14. Механізм дії антиовіпозитантів.
15. У чому полягає практичне застосування синомонів?

ТЕМА 4. ЕКОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ВЗАЄМОДІЇ ЗА УЧАСТЮ ТВАРИН

1. Типи взаємодій.
2. Внутрішньовидові взаємодії.
3. Міжвидові взаємодії.

Стислий виклад матеріалу

Еколого-біохімічні взаємодії між тваринами і представниками інших царств органічного світу були розглянуті в попередніх темах. Дана тема присвячена огляду хемомедіаторних взаємозв'язків між різними групами тварин:

- взаємодії між тваринами одного виду, опосередковані феромонами (релізери і праймери);
- взаємодії між тваринами різних видів за участю аломонів і кайромонів.

Внутрішньовидові взаємодії залежать від типу сигналів, які використовують тварини залежно від ступеня розвитку у них тих чи інших органів чуттів. Так, тактильна комунікація домінує у взаємодіях багатьох безхребетних (сліпі робочі терміти), обмеження – радіус дії (однієї довжини тіла комахи); тактильна і хімічна (комбінаторна) – у суспільних комах; зір, слух і нюх – розвинені у комах і ссавців, перевага – дія на значній відстані.

Я. Д. Кіршеблат для позначення хімічних засобів внутрішньовидової комунікації запропонував термін «телергони», проте загальноприйнятим став термін «феромони» (з грец. переносники збудження) запропонований П. Карлсоном і М. Люшером у 1959 р.

Феромони – це речовини, що продукуються і виділяються у навколишнє середовище живими організмами (часто за допомогою спеціалізованих залоз) і викликають специфічну відповідну реакцію (характерна поведінка або характерний процес розвитку) у особин одного біологічного виду, які сприймають їх.

Виділяють дві основні групи феромонів:

1) релізери – представлені високолеткими речовинами, що поширюються в повітрі; викликають у тварин відносно недовгу поведінкову відповідь, що швидко розвивається: статеві феромони, феромони тривоги, сліду і мічення;

2) праймери – часто передаються контактним шляхом, запускають складні ендокринні процеси, у результаті яких відбувається вироблення фізіологічно активних речовин, що викликають тривалі зміни метаболічних і регуляторних процесів. Призводять до зрушень в обміні речовин та інтенсивності дихання, змін в пігментації тіла, розвитку стресу, підпорядкування поведінки певним цілям. Приклади: моно- і поліненасичені вуглеводи (C_6 - C_{30}) і відповідні їм спирти, альдегіди, кислоти, епоксисполуки (дво-, три- і багатокомпонентні суміші).

Статеві феромони – атрактанти (забезпечують зближення особин протилежної статі – бомбікол, диспалюр); афродизіаки (сприяють підготовці індивідів іншої статі до копуляції). Додаткові функції: пригнічення рухової активності самок, інгібування виділення самками їх феромонів, маскування феромона самок для запобігання підльоту інших самців.

Феромони тривоги – хімічні речовини, призначені для оповіщення членів групи про небезпеку (гераніаль, бетаїн, метилциклогептани, суміш: ізоамілацетат, ізоамілбутират та ізоамілпропіонат).

Агрегаційні феромони забезпечують роїння та інші види агрегації (терпени, похідні жирних кислот, суміш етилових ефірів пальмітинової, лінолевої, олеїнової та стеаринової кислот).

Феромони сліду забезпечують мічення корму і шляхів, що ведуть до нього (ізомери цитралю і гептан-2-ол, 4-метилпірол-2-карбонової кислоти).

Феромони мітки використовують хижі комахи як маркери обстежених ними територій.

Феромони з безліччю функцій – «царська речовина» (9-кето-2-трансдеценева кислота).

Статеві феромони хребтних регулюють репродуктивні функції та визначають характер динаміки зростання чисельності популяції (диметилсульфід, суміш органічних кислот (оцтова, пропанова, метилпропанова, бутанова, метилбутанова, метилпентанова), 5- α -андрост-16-ен-3, тестостерон).

Феромони мітки хребтних передають інформацію про зайнятість території (фенілоцтова кислота, жовчні кислоти та їх похідні).

Феромони індивідуального впізнання. Відмінність особин свого виду від чужих. «Клановий» запах, що дозволяє стадним тваринам ідентифікувати членів спільноти. Ідентифікація персонально знайомих особин. Атрактанти для дитинчат, завдяки яким вони впізнають матір.

Феромони тривоги хребтних регулюють захисну поведінку тварин.

Міжвидові взаємодії. Розрізняють дві групи речовин:

- аломони – речовини, що надають користь або перевагу тим організмам, які їх виробляють (токсини – хінони, аміни, терпеноїди, пептиди і

білки, тетродотоксин, батрахотоксин; репеленти (суміш із кротилу, ізопентилмеркаптану і метилкротилсульфіду; пардаксин); приманки (трисахариди);

- кайромони – сполуки, що надають перевагу тим організмам, які їх сприймають (поживні атрактанти; індуктори адаптації; сигнали небезпеки з боку донора або його токсичність; стимулятори (фактори росту).

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

1. Назвіть основні групи еколого-біохімічних взаємодій між тваринами.
2. Дайте визначення понять: феромони релізери, феромони праймери, феромони тривоги, агрегаційні феромони, феромони мітки. Для яких видів тварин характерні дані феромони?
3. У чому полягає практичне використання феромонів безхребетних тварин?
4. Охарактеризуйте феромони, характерні для хребетних тварин. Назвіть їх основні функції.
5. Прикладне використання феромонів хребетних тварин.
6. У чому відмінність зоотоксинів білкової природи від небілкової? Наведіть приклади токсинів білкової природи.
7. У чому полягає практичне застосування отрут тваринного походження?

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ПОТОЧНОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Екологічна адаптація рослин до оточуючого середовища.
2. Роль кліматичних умов. Рослини в умовах посухи.
3. Стресові білки рослин.
4. Механізм детоксикації фенолів фунгіцидів, гербіцидів.
5. Вторинні метаболіти рослин і їх роль в адаптаційних процесах.
6. Рослинні токсини. І їх дія на тваринний організм. Класи токсинів.
7. Гормональні взаємодії між рослинами та тваринами. Гормони рослин.
8. Феромони і захисні речовини тварин.
9. Алелопатія.
10. Метаболічна регуляція активності ферментів як механізм адаптації до зовнішнього середовища.
11. Адаптація до фізичного навантаження.
12. Зміни біохімічних процесів в умовах гіпоксії.
13. Дихальні білки. Регуляція функції гемоглобіну.
14. Адаптаційні процеси, пов'язані з водними розчинами.
15. Адаптація до температури. Білки теплового шоку тварин.
16. Адаптація до морських глибин.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

1. Екдистероїди квіткових рослин.
2. Фунгітоксичність виділень листків рису.

3. Тритерпенові глікозиди та їх роль у взаємовідносинах між живими організмами.
4. Роль культурних рослин та їх ексудатів у формуванні мікробних співтовариств ґрунту.
5. Закономірності та механізми реагування прісноводної екосистеми на вплив пестицидів і поверхнево активних речовин.
6. Прісноводний планктон та його еколого-біохімічна роль у токсичному середовищі.
7. Біохімічні особливості розвитку та життєдіяльності морського планктону.
8. Основи феромонної комунікації у комах.
9. Біологічно активні речовини у захисті рослин від фітофагів.
10. Роль біологічно активних речовин гідробіонтів у гідробіологічній міграції пестицидів.
11. Мікроорганізми у формуванні алелопатичних відносин між вищими рослинами.
12. Біологічно активні речовини у мікробіологічній деградації пестицидів.
13. Застосування регуляторів росту та розвитку комах у сільському господарстві, лісництві та садівництві.
14. Роль алелопатії у рослинництві.
15. Біологічно активні речовини гідробіонтів як джерело лікарських препаратів.
16. Методи дослідження і застосування на практиці феромонів лускокрилих.
17. Хімічні сигнали тварин.
18. Токсичні речовини сухопутних тварин.
19. Токсичні речовини морських ссавців.
20. Токсичні речовини земноводних тварин.
21. Роль отруйних речовин рослин у формуванні екосистеми.
22. Отруйні гриби.
23. Інтоксикація отруйними і лжеїстівними грибами.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Исидоров, В.А. Экологическая химия [Текст]: учеб. пособие для вузов/ В.А.Исидоров. – СПб.: Химиздат, 2001. – 304 с.
- Телитченко, М.М. Введение в проблемы биохимической экологии [Текст]/ М.М. Телитченко, С.А. Остроумов. – М.: Наука, 1990. – 288 с.
- Фруммин, Г.Т. Экологическая химия и экологическая токсикология [Текст]/ Г.Т. Фруммин.– СПб.: Изд-во РГГМУ, 2000. – 198 с.
- Гродзинский, А.Н. Основы химического взаимодействия растений [Текст]/ А.Н. Гродзинский. – К.: Наук. думка, 1973. – 190 с.
- Гудвин, Т. Введение в биохимию [Текст]: в 2 т.; Т.1./ Т. Гудвин, Э. Мерсер – М.: Мир, 1986. – 393 с.

Барабой, В.А. Стресс: природа, биологическая роль, механизмы, исходы [Текст]/ В.А. Барабой. – К.: Фитосоцицентр, 2006. – 424 с.

Перекисное окисление и стресс [Текст]/ В. А. Барабой [и др.] – СПб.: Наука, 1992. – 148 с.

Саловарова, В. П. Введение в биохимическую экологию [Текст]: учеб. пособие/ В.П. Саловарова, А.А. Приставка, О.А. Берсенева. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 159 с.

Селье, Г. На уровне целого организма [Текст]/ Г. Селье. – М., 1972. – 122с.

Сорочан, О.О. Біохімічні основи екоотоксикології [Текст]: навч. посіб./ О.О. Сорочан. – Д.: ТОВ ВКФ «Оксамит-Текс», 2006. – 80 с.

Тарчевский, И.А. Сигнальные системы клеток растений [Текст]/ И.А. Тарчевский. – М.: Наука, 2002. – 294 с.

Физиология растений [Текст]: учеб. для студ. вузов/ Н.Д. Алехина [и др.]; под ред. И.П. Ермакова. – М.: Издат. центр «Академия», 2005. – 640 с.

Харборн, Дж. Введение в экологическую биохимию [Текст]/ Дж. Харборн. – М.: Мир, 1985. – 308 с.

Хочачка, П. Биохимическая адаптация [Текст]/ П. Хочачка, Дж. Сомеро. – М.: Мир, 1988. – 568 с.

ЗМІСТ

Вступ	3
Тема 1. Еколого-біохімічні взаємодії за участю грибів	5
Тема 2. Еколого-біохімічні взаємодії за участю водоростей	7
Тема 3. Еколого-біохімічні взаємодії за участю вищих рослин	8
Тема 4. Еколого-біохімічні взаємодії за участю тварин	12
Орієнтовний перелік питань поточного та семестрового контролю	14
Перелік питань для самостійного вивчення	14
Список рекомендованої літератури	15