**Вступ**

**Інструкція з техніки безпеки**

Перед початком практичних занять студенти проходять інструктаж з техніки безпеки, який оформлюється у спеціальному журналі. Крім того, під час кожної роботи вони одержують усний інструктаж від викладача.

Працювати в лабораторії студенти повинні на постійному робочому місті тільки в халатах, застебнутих на всі ґудзики. Довге волосся має бути підібране.

**Загальні правила**

1. Робочі місця необхідно утримувати у чистоті, а при виконанні роботи – дотримуватись правил техніки безпеки.

2. Працювати необхідно акуратно, турбуючись про те, щоб не вносити забруднень до реактивів, що використовуються у хіміко-токсикологічному аналізі.

3. Прагнути вивчати якісні реакції на ті або інші токсичні хімічні речовини з можливо малими кількостями, або об’ємами їх розчинів, користуючись для реакцій переважно предметними скельцями, фарфоровими пластинками, чашками та тиглями.

4. При проведенні досліджень у пробірках забороняється нагрівання вмісту їх на відкритому полум’ї газового пальника, оскільки при цьому можливий викид гарячої рідини з ураженням очей та шкіри рук. Нагрівання пробірок з розчинами необхідно проводити на водяній бані, направивши отвір пробірки від себе і від інших працюючих, постійно перемішуючи вміст пробірки шляхом обережного струшування.

5. Всі роботи з речовинами, при дії яких утворюються шкідливі для організму гази і неприємно пахнучі сполуки, необхідно проводити у витяжній шафі. Категорично забороняється працювати з вказаними речовинами на робочому місці!

6. Для запобігання псування каналізаційної системи в лабораторії розчини кислот, лугів і інших агресивних речовин необхідно зливати в спеціально відведений для цих цілей посуд. Розчини йодидів, сполуки срібла і ртуті слід зливати в окремі ємності.

7. Необхідно перевіряти роботу газових пальників, оскільки при їх несправності в приміщенні лабораторії можуть нагромаджуватися продукти неповного згорання газу, що може стати причиною отруєння працюючих.

8. На робочому місці забороняється тримати особисті речі, за винятком навчальних посібників і робочого зошиту.

9. Під час виконання роботи і після її закінчення необхідно стежити за чистотою рук. Їх рекомендується мити спочатку водою, а потім – водою з милом.

10. Після закінчення роботи необхідно погасити газові пальники, вимити і поставити на місце використаний посуд, реактиви, вимкнути прилади!

**Правила роботи з токсичними речовинами і біологічним матеріалом**

1. При роботі з сильнодіючими речовинами і біологічним матеріалом слід суворо дотримуватись заходів особистої профілактики і обережності:

а) не торкатися до сильнодіючих речовин і біологічного матеріалу незахищеними руками;

б) не зберігати і не приймати їжу і воду в місцях роботи з сильнодіючими речовинами і біологічним матеріалом.

2. При роботі з концентрованими кислотами і лугами необхідно поводитися з ними обережно, стежити, щоб вони не потрапили на одяг і шкіру.

3. При розведенні концентрованої сульфатної кислоти необхідно обережно приливати кислоту до води, а не навпаки.

4. Луги, які знаходяться в твердому стані (калій гідроксид, натрій гідроксид), необхідно набирати з ємності за допомогою пінцета або шпателя, а подрібнення шматків слід проводити в спеціальних захисних окулярах, оскільки відлітаючі шматочки лугів дуже небезпечні для очей та волосся.

5. Розбавлені розчини кислот і лугів також небезпечні для очей і шкіри, тому при роботі з ними необхідно поводитися з обережністю.

6. З біологічним матеріалом необхідно працювати в гумових рукавичках. Після роботи використані інструменти, рукавички промити і продезинфікувати. Руки ретельно вимити з милом і продезинфікувати етанолом.

**Правила роботи з пожежонебезпечними речовинами**

1. Нагрівання вогненебезпечних речовин (органічні розчинники) необхідно проводити без вогню, на заздалегідь нагрітій водяній або іншій бані.

2. Горючі рідини приливають до суміші реагуючих речовин з невеликої ємкості (пробірки, колби).

3. Демонтаж приладів, в яких знаходяться горючі речовини, необхідно проводити після закінчення роботи і при вимкнених газових пальниках.

4. Забороняється зберігати горючі і легкозаймисті речовини поблизу вогню або сильно нагрітих електричних приладів.

5. Деякі гази (водень, ацетилен), спирти, легко киплячі вуглеводні (бензол, гексан), ацетон, діетиловий ефір і інші речовини можуть утворювати вибухові суміші з повітрям. Працювати з такими речовинами необхідно при включеній витяжній вентиляції для запобігання зменшення у приміщенні небезпечних концентрацій пари і газів.

6. Забороняється виливати відпрацьовані горючі рідини в каналізацію! Їх слід збирати в спеціальний, герметично закритий посуд.

**Правила роботи з електроприладами**

1. Робота в лабораторії повинна проводитися за наявності справного і обов’язково заземленого електроустаткування і приладів.

2. Всі несправності електроприладів, електромережі і іншого устаткування повинні усуватися тільки відповідними фахівцями.

3. Щоб уникнути нещасних випадків при проведенні досліджень з використанням електроапаратури (фотоелектроколориметрів та ін.) забороняється:

а) використовувати прилади з пошкодженою ізоляцією проводки;

б) залишати прилади включеними без нагляду;

в) включати апаратуру в мережу, вольтаж якої не відповідає напрузі, необхідній для роботи приладів;

г) замінювати запобіжники, що перегоріли, дротом;

д) працювати з незаземленими приладами.

4. При роботі з електроприладами в лабораторії повинні знаходитися не менше двох чоловік.

**Ліквідація пожежі**

1. У разі виникнення пожежі необхідно:

а) негайно вимкнути газові пальники, електронагрівальні прилади і вентиляцію;

б) винести з лабораторії весь посуд з вогненебезпечними речовинами;

в) викликати пожежну охорону і доповісти про це керівнику роботи і завідувачу кафедри;

г) застосовувати найефективніші для даного випадку засоби пожежогасіння.

2. Полум’я необхідно гасити наступними засобами:

а) при загоряння рідин, що не змішуються з водою (бензин, петролейний ефір та ін.) – вуглекислотними і порошковими вогнегасниками (ОВ), піском, ковдрою, забороняється застосовувати воду;

б) дроти або електроприлади, що знаходяться під напругою, що горять, –знеструмити і гасити за допомогою вуглекислотного вогнегасника (ОВ);

в) дерев’яні частини, що горять, – всіма вогнегасними засобами;

г) при загорянні одягу на працюючому необхідно накрити ділянку, що горить, підручними засобами: рушником, халатом, ковдрою або щільною тканиною.

**Надання першої допомоги потерпілим в результаті нещасних випадків**

1. При попаданні на шкіру концентрованої сульфатної кислоти її необхідно обережно витерти сухою тканиною або ватно-марлевим тампоном, а уражену ділянку промити водою і розчином натрій гідрокарбонату. Інші сильні кислоти акуратно змиваються водою, а потім розчином натрій гідрокарбонату.

2. Розбавлені кислоти швидко змивають водою з ураженої ділянки, після чого проводять обробку шкіри або очей 1%-вим розчином натрій гідрокарбонату, а потім знову водою.

3. При попаданні на шкіру концентрованих їдких лугів пошкоджене місце промивають водою і нейтралізують розведеною оцтовою або борною кислотою.

4. При попаданні в очі або на шкіру розбавлених розчинів лугів їх промивають водою, 1%-вим розчином борної кислоти, а потім знову – водою.

5. При попаданні на шкіру фенолу, брому та інших подразнюючих речовин ушкоджене місце необхідно промити органічним розчинником (спирт, ефір).

6. При опіках тіла уражену ділянку промивають 5-10%-вим розчином калій перманганату і накладають на нього тампон, змочений 5%-вим розчином таніну або спеціальним кремом від опіків.

7. Порізані місця слід обробити спиртовим розчином йоду і перев’язати бинтом. Мити рану водою і знімати кров, що згорнулася, забороняється.

8. У всіх випадках отруєння потерпілого перш за все необхідно вивести або винести на чисте повітря і до прибуття лікаря надати допомогу: звільнити потерпілого від тісного одягу, при необхідності тепло вкрити.

9. При ураженні електричним струмом необхідно: вимкнути рубильник або видалити запобіжник, віднести потерпілого від місця ураження і покласти на рівне місце, звільнити від поясу, дати понюхати розчин амоніаку, забезпечити потерпілому повний спокій.

10. Після надання потерпілому першої допомоги його необхідно терміново направити до лікарні.

# Практична робота № 1

**Тема: КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ГРУП ЕКОТОКСИКАНТІВ**

*Мета***:** ознайомитись з головними представниками ксенобіотиків та їх характерними ознаками, надати токсикологічну оцінку найпоширенішим у навколишнім середовищі токсикантам.

# Основні поняття

Найважливішою характеристикою хімічних речовин з позиції екотоксикології є їх екотоксична небезпека – потенційна здатність в конкретних умовах викликати ушкодження біологічних систем при потраплянні в навколишнє середовище.

**Токсикометрія** (грец. *toxicon* – отрута + *metreo* – виміряю) **–** це сукупність методів і прийомів досліджень для кількісної оцінки токсичності й небезпеки шкідливих речовин.

**Токсикант** – це окремий чи комплексний чинник з притаманними лише йому фізичними, хімічними, фізико-хімічними та медико-біологічними властивостями, який здатний викликати патологічні зміни при попаданні в окремий організм (аж до розвитку незворотних уражень органів та систем) та порушення функціонування екологiчних систем в цілому.

Теоретично не існує речовин, позбавлених токсичності. У певних умовах обов'язково виявляється біологічний об'єкт, який реагує на дію хімічної речовини в окремих дозах пошкодженням, порушенням функцій або взагалі загибеллю.

**Екологічна токсикологія** – наука, яка структурно вивчає шляхи надходження та міграцію токсикантів у довкіллі, закономірності їх впливу на світ живої природи, а також визначає характер змін у живих організмах на екосистемному рівні.

Об’єкт дослідження екологічної токсикології – **екотоксикант**, який реалізує свою дію на навколишнє природне середовище через вплив на різні таксономічні групи живих організмів.

**Суперекотоксиканти** – хімічні сполуки, які навіть в невеликій кількості володіють високою персистентністю і кумуляцією; можуть спричиняти мутагенну, тератогенну і канцерогенну дію на живі організми.

Часто в токсикології використовують термін **ксенобіотик** (від грец.

«іноземець») – чужорідна для біосфери хімічна речовина, що природно не синтезується і не може асимілюватись організмами, внаслідок чого не бере участь у природному кругообігу речовин, а тому вільно накопичується у компонентах довкілля (пластмаси, препарати побутової хімії, промислові забруднювачі, лікарські засоби, пестициди тощо).

Сукупність чужорідних речовин, які містяться у навколишньому середовищі (воді, ґрунтах, повітрі та живих організмах) у формі (агрегатному

стані), що дозволяє їм активно вступати в хімічні і фізико-хімічні взаємодії із біологічними об'єктами екосистем, складають **ксенобіотічний профіль біогеоценозу**.

Екотоксиканти можуть спричиняти пряму (токсичну) або непряму (опосередковану) дію на живі організми. Під **прямою** дією розуміють безпосереднє ураження організмів певної (або декількох) популяцій екотоксикантами (або їх сукупністю) відповідного ксенобіотічного профілю середовища. **Опосередкована дія** токсикантів проявляється, зазвичай, внаслідок дії ксенобіотічного профілю на біотичні або абіотичні елементи, коли умови і ресурси середовища перестають бути оптимальними для існування популяції.

Слід зазначити, що більшість токсикантів здатні спричиняти одночасно як пряму, так і опосередковану дію. В такому випадку їх характеризують як токсиканти **змішаної** дії.

При інтоксикації організму виділяють періоди: (1) контакту з речовиною,

1. прихований, (3) загострення і (4) період одужання.

Залежно від тривалості взаємодії хімічної речовини і організму інтоксикації можуть бути гострими і хронічними. **Гострою** називається інтоксикація, що розвивається в результаті одноразової або повторної дії речовини протягом обмеженого періоду часу (зазвичай не більше доби). Гострі отруєння характеризуються: надходженням в організм отрути в порівняно великих кількостях (при аваріях, помилковому прийомі всередину, розбризкуванні тощо); яскравими клінічними проявами безпосередньо в момент надходження або через невеликий (звичайно не більше декількох годин) прихований (латентний) період. **Хронічні** отруєння виникають поступово, при тривалій дії отрут, проникають в організм у відносно невеликих кількостях, малими дозами через деякі проміжки часу або хаотично.

# Класифікація токсикантів

На даний час відомо тисячі хімічних речовин, які можна класифікувати за наступними принципами:

1. *Походження:* (а) токсиканти природного походження: *біологічні* (бактеріальні токсини, рослинні отрути, отрути тваринного походження); *неорганічні* сполуки (метали у складі руд та мінералів; оксиди сірки, галогени, сірководень при вулканічній активності, монооксид і діоксид вуглецю, оксиди сірки і азоту, сажа – при лісових пожежах); *органічні* сполуки *небіологічного* походження (пірен, бенз(а)пірен та ін., джерелами яких є поклади вугілля, нафти, вулканічна діяльність); (б) синтетичні токсиканти (пестициди, діоксини).
2. *Спосіб використання людиною*: інгредієнти хімічного синтезу та спеціальних видів виробництв; пестициди; ліки і косметика; харчові добавки; палива і мастила; розчинники, барвники, клеї; побічні продукти хімічного синтезу, домішки і відходи.
3. *Умови впливу*: забруднювачі навколишнього середовища (повітря, води,

ґрунту, харчових продуктів); професійні (виробничі) токсиканти; побутові токсиканти; шкідливі звички й уподобання (тютюн, алкоголь, наркотичні засоби); уражаючі фактори (аварійного та катастрофічного походження, бойові отруйні речовини).

1. *Агрегатний стан*: рідкі, газоподібні, тверді.
2. *Хімічний склад*: оксиди, кислоти, луги, солі, важкі метали, органічні речовини (альдегіди, спирти, нітрозоз'єднання).
3. *Дисперсний стан*: молекулярно-іонні, колоїдні, грубодисперсні (суспензії, емульсії, аерозолі).
4. *Рівень токсичності* (згідно з європейською класифікацією): практично не токсичні, злегка токсичні (етанол), мало токсичні (хлорид натрію), сильно токсичні (фенобарбітал), надзвичайно токсичні (пікротоксин), супертоксичні (діоксин).
5. *Прояв дії*: фізіологічні, психо-фізіологічні, цитогенетичні, мутагенні, тератогенні, канцерогенні та ін.
6. *Характер впливу*: психотропної дії (наркотики: кокаїн, опій), бойові отруючі речовини (зарин, заман); нервово-паралітичної дії (карбофос, зарин); шкірно-резорбтивної дії (дихлоретан, ртуть, миш'як); загально-токсичної дії (ціаністий водень, алкоголь і його сурогати); задушливої дії (оксиди азоту, фосген); сльозоточивої та дратівної дії (хлорпікрин, бойові отруйні речовини, пари сильних кислот і лугів).
7. *Ознаки «вибіркової токсичності»:* серцеві токсиканти – викликають порушення серцевого ритму і ураження серцевого м'яза (серцеві глікозиди, солі барію, калію); нервові токсиканти – викликають психічні порушення, паралічі, кому (наркотики, фосфорорганічні сполуки, алкоголь); печінкові отрути – викликають ураження печінки (отруйні гриби, феноли); ниркові отрути – викликають ураження нирок (сполуки важких металів, щавлева кислота); кров'яні отрути – викликають руйнування еритроцитів, змінюють властивість гемоглобіну зв'язуватися з киснем крові (нітрити, миш'яковистий водень); шлунково-кишкові отрути – вражають різні відділи шлунково-кишкового тракту (сполуки важких металів, сильні кислоти і луги); легеневі отрути – вражають легені, викликають їх набряк (оксиди азоту).

## Завдання

1. Охарактеризувати хімічні речовини за варіантом (табл. 1), відповідно до запропонованих ознак: (1.1) назва; (1.2) хімічна формула; (1.3) фізико- хімічні властивості; (1.4) джерела потрапляння у навколишнє середовище; (1.5) використання в господарській діяльності (промисловості, побуті, сільському господарстві); (1.6) шляхи потрапляння в організм людини; (1.7) механізми токсичної дії на тварин та людину (на які органи, тканини або процеси в організмі діє; критичні органи чи системи; наявність прояву специфічної дії: мутагенність, канцерогенність, тератогенність тощо); (1.8) прояви гострого отруєння; (1.9) ознаки хронічного отруєння; (1.10) нормування (ГДК, ОБРВ в об'єктах довкілля); (1.11) клас небезпеки; (1.12)

заходи безпеки.

1. Оформити детальний опис хімічних речовин на листах формату А4 чи в робочому зошиті.
2. Захистити роботу та відповісти на контрольні питання.

Таблиця 1

Варіанти для індивідуальних завдань

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант | Речовини | | Варіант | Речовини | |
| 1 | Бенз(а)пірен | Хром | 11 | Залізо | Синильна кислота |
| 2 | Радон | Ртуть | 12 | Діоксид азоту | Іприт |
| 3 | Мідь | Нікель | 13 | Алюміній | Фосген |
| 4 | ДДТ пестицид | Свинець | 14 | Олово | Вінілхлорид |
| 5 | Ацетон | Стронцій | 15 | Метан | Барій |
| 6 | Кобальт | Аміак | 16 | Йод | Хлороформ |
| 7 | Цинк | Марганець | 17 | Фосфор | Ванадій |
| 8 | Діоксин | Фтор | 18 | Сірководень | Бензол |
| 9 | Миш’як | Діоксид сірки | 19 | Чадний газ | Ацетилен |
| 10 | Кадмій | Хлор | 20 | Нітрат натрію | Хлорацетофенон |

## Контрольні питання

1. Що вивчає токсикологія?
2. Чим відрізняються поняття «токсикант», «екотоксикант», «ксенобіотик»,

«суперекотоксикант»?

1. Що представляє собою «ксенобіотичний профіль» навколишнього середовища?
2. Дайте визначення екотоксикантів прямої, непрямої та змішаної дії. Наведіть приклади.
3. Охарактеризуйте види інтоксикації організму.
4. Наведіть найпоширеніші ознаки, за якими класифікують токсиканти.