

1.1.4. Нормування вмісту речовин у продуктах харчування

Здоров'я людини значною мірою залежить від якості харчових продуктів та сировини, з якої їх виготовляють. На даний час небезпеку в харчових продуктах становлять трансгенні продукти рослинного

походження. Такі рослини стійкі до хвороб, шкідників, приморозків, тощо, однак їхня дія на людський організм ще не з'ясована остаточно. Іншою небезпекою є залишки пестицидів у рослинній сировині, оскільки зараз хімічні речовини для захисту рослин використовують дуже широко. Небезпечний залишок антибіотиків у продуктах тваринного походження, які застосовують для захисту тварин і птиці від захворювань. Нез'ясованим є механізм дії на людський організм м'ясних продуктів з домішками гормональних препаратів, які додають для інтенсифікації росту худоби. Небезпечними є й інші токсичні хімічні речовини, такі, як промислові викиди, що забруднили ґрунти, води та повітря. Серед них на першому місці є сполуки важких металів, особливо П्लомбуму, Кадмію, Арсену.

Методологія нормування сторонніх речовин або *ксенобіотиків* у доквіллі та в харчових продуктах відрізняється, тому що допустима доза ксенобіотика повинна бути віднесена до усіх разом спожитих продуктів за день. Отже, важливо встановити, яка саме кількість ксенобіотика потрапила в організм людини протягом певного часу. Нормативи встановлюють експериментально, як і для попередньо розглянутих об'єктів доквілля, вивчивши дію речовин на дослідних тваринах. Аналогічно беруть до уваги три показники: токсикологічний, загально-гігієнічний та органолептичний. Визначають, який рівень допустимого вмісту забруднювача у кормах не впливає на стан тварини.

При встановленні нормативу для людини враховують коефіцієнт запасу (в межах 0,1–0,005). Це означає, що визначений для тварини вміст забруднювача повинен бути для людини у 10–500 разів меншим.

У продуктах харчування та в сировині для цілої низки речовин встановлені *гранично допустимі концентрації*. Гранично допустиму концентрацію, як норматив, використовують переважно для нормування вмісту *важких металів*. Її обчислюють у мг/кг в твердому продукті та у мг/дм³ в рідкому. Відповідно до міжнародних вимог, які висуває Об'єднана Комісія ФАО/ВООЗ Кодекс Аліментаріус, найважливішими в гігієнічному контролі харчових продуктів є 8 мікроелементів – Hg, Cd, Pb, As, Zn, Cu, Sn, Fe. Величини ГДК для найбільш токсичних елементів приведені в табл. 1.11.

Таблиця 1.11

**Гігієнічні нормативи вмісту найбільш токсичних хімічних елементів
в основних харчових продуктах, мг/кг**

Елемент	Рибні	М'ясні	Молочні	Хліб	Овочі	Фрукти
Cd	0,1	0,05	0,01	0,022	0,03	0,03
As	0,1	0,5	0,05	0,2	0,2	0,2
Hg	0,5	0,03	0,005	0,01	0,02	0,01
Pb	1	0,5	0,05	0,2	0,5	0,4

Для контролю за станом рослин на забрудненій території використовують таке поняття, як критична концентрацій важких металів у сухій рослині (табл. 1.12).

Таблиця 1.12

**Критична концентрація важких металів у рослинах, мг/кг
(у перерахунку на суху рослину)**

Елемент	Hg	Co	Cu	Cr	Pb	Cd	Ni	Ti	Zn
Вміст у рослинах (узагальнені дані)	0,5-1	10-20	5-10	1-2	10-20	15-20	20-30	20-30	150- 200

У випадку нормування вмісту *антибіотиків, пестицидів* часто вживають норматив *гранично допустимий вміст* (ГДВ), для *харчових добавок* (барвників, підсолоджувачів, розпушувачів) – *гранично допустимі межі* (ГДМ).

Як визначено і узгоджено на сесії Генеральної Асамблеї ООН, є такі допустимі норми деяких елементів у *харчових продуктах* (мг/кг):

Cu-5 (зерно), 10 (овочі); Ni-0,5; Zn-2,5 (хліб, крупи), 10 (овочі).

Серед згаданих елементів найнебезпечнішим є Ni, бо встановлено, що при дозі 50 мг/кг у ґрунті він накопичується в усіх харчових продуктах. У той же час перевищення норм у ґрунті Cu призводить до перевищення його вмісту лише в зерні вівса, а норм Zn – у картоплі.

Максимально допустимий рівень (МДР) – *найбільший допустимий вміст забруднювача у продуктах рослинного та тваринного походження*, використовують для характеристики вмісту *нітратів та пестицидів*. Міністерством охорони здоров'я встановлені МДР для нітратів у продукції та сировині.

При визначенні ступеня забруднення продуктів харчування використовують також інші показники.

Оскільки певний допустимий залишок забруднювачів у продуктах завжди залишається, то його теж слід врахувати. Переважно це стосується *пестицидів*, тоді говорять про *фактичну забрудненість* продуктів.

Фонові допустимі залишки (ФДЗ) - *допустима залишкова кількість стійких пестицидів, які неминуче наявні у продуктах харчування внаслідок використання та міграції їх у природних умовах*.

1.2. Загальні положення про моніторинг забруднень навколишнього середовища

Турботу про стан навколишнього середовища стимулювала започаткована в 1972 році міжнародна програма UNEP (United Nation Environment Protection – Охорона навколишнього середовища ООН), яка передбачає глобальний моніторинг навколишнього середовища.

Термін «моніторинг» походить від лат. «монітор» – запобіжний. В наш час він отримав розповсюдження та визнання. Під моніторингом навколишнього середовища розуміється система спостережень, контролю, прогнозу та управління екологічними процесами. Моніторинг довкілля мусить виявляти критичні та екстремальні ситуації, чинники антропогенного впливу на довкілля, проводити оцінку та прогноз стану об'єктів спостереження, здійснювати управління процесами взаємовпливу об'єктів гідросфери, літосфери, атмосфери, біосфери та техносфери.

Суть моніторингу довкілля зводиться до наступних функцій:

- контролю за станом об'єктів екосистеми;
- контролю за джерелами порушення екологічної рівноваги;
- моделювання та прогноз екологічного стану екосистеми;
- керування екологічними процесами.

Системи моніторингу можуть поділятися за різними ознаками:

- просторового охоплення;
- об'єкту спостереження (абіотична компонента: атмосферне повітря, води суші і морів, ґрунт, геологічне середовище; біотична компонента: рослинний і тваринний світ, жива природа на охоронюваних природних територіях, людина; фізичні фактори впливу: іонізуюче випромінювання, електромагнітне випромінювання, теплове випромінювання, шуми, вібрація);

- методам (пряме інструментальне вимірювання, дистанційна зйомка, непряма індикація, опитування, щоденникові спостереження);

- ступенем відносини ефекту і процесу, за якими ведуться спостереження;

- типом впливу (геофізичне, біологічне, медико-географічне, соціально-економічне, суспільне);

- цілями (визначення сучасного стану середовища, дослідження явищ, оцінка та градування моделей довкілля, короткостроковий прогноз, довгострокові висновки, оптимізація та підвищення економічної ефективності досліджень і прогнозів, контроль за впливом на середу і т.д.) [11, 14].

Відповідно до «Положення про державну систему моніторингу довкілля» [15] державна система моніторингу довкілля України є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними системами інших країн, яка направлена на збирання,

оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково - обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

В Україні стан довкілля контролюється кількома відомствами і міністерствами, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля: Мінприроди, Мінагрополітики, Мінрегіон, Держводагентство, Держлісагентство, Держгеонадра, Держнгеокадастр, Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), Державне агентство України з управління зоною відчуження (ДАЗВ України), державне та ін.

Зокрема, Мінприроди здійснює моніторинг ґрунтів на природоохоронних територіях; державного екологічного картування території України для оцінки його стану та його змін під впливом господарської діяльності; наземних; видів рослинного і тваринного світу, що перебувають під загрозою зникнення, та видів, що перебувають під особливою охороною.

ДСНС здійснює спостереження на пунктах державної системи гідрометеорологічних спостережень) за станом атмосферного повітря та опадів; снігового покриву; ґрунтів різного призначення; радіаційної обстановки; повеней, паводків, снігових лавин, селів.

Держводагентство здійснює моніторинг якості вод водогосподарських систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання; водних об'єктів за радіологічними показниками на територіях, що зазнали радіоактивного забруднення; на транскордонних ділянках водотоків, визначених відповідно до міждержавних угод про співробітництво на транскордонних водних об'єктах; зрошуваних та осушуваних земель; підтоплення сільських, селищних населених пунктів, прибережних зон водосховищ [15].

Суб'єкти системи моніторингу забезпечують вдосконалення підпорядкованих їм мереж спостережень за станом довкілля, уніфікацію методик спостережень і лабораторних аналізів, приладів і систем контролю та створення банків даних для їх багатоцільового колективного використання.

Державна система моніторингу довкілля, складовими частинами якої є відомчі системи моніторингу довкілля, функціонує на трьох рівнях:

- загальнодержавний (національний) рівень;
- регіональний рівень;
- локальний рівень.

Між суб'єктами системи моніторингу довкілля на державному рівні можуть укладатися угоди про спільну діяльність під час здійснення моніторингу довкілля.

Первинні дані, одержані в результаті спостережень (в межах компетенції кожного із суб'єктів системи моніторингу довкілля),

використовуються ними для подальшої обробки з метою отримання таких результатів:

- узагальнених за певний проміжок часу або на певній просторовій одиниці даних;
- узагальнених за множиною параметрів комплексних показників;
- оцінок стану довкілля;
- прогнозів стану довкілля і його змін;
- науково обґрунтованих рекомендацій, необхідних для прийняття рішень [16].

Кожне відомство несе відповідальність за достовірність первинних даних.

Оперативне управління інформацією, одержаною на всіх рівнях функціонування системи моніторингу здійснюють Мінприроди, Держводагентство, Держгеонадра, ДСНС.

Підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля, також зобов'язані здійснювати екологічний контроль за виробничими процесами та станом промислових зон, збирати, зберігати та безоплатно надавати узагальнену інформацію для її комплексного оброблення [15].

1.3. Основні вимоги до методів і засобів екоаналітичного контролю

1.3.1. Процедури і операції технологічного циклу екоаналітичного контролю забруднення навколишнього середовища

Технологія і засоби контролю забруднення навколишнього середовища невід'ємні один від одного. Сукупність методів (способів), які лежать в основі застосування технічних засобів, і послідовність операцій спостереження (вимірювань) показників навколишнього середовища (НС), в однаковій мірі необхідні для отримання моніторингової інформації про стан НС і наявності в ньому забруднень, їх характер, якісний склад і кількісний вміст в об'єктах середовища.

Знання методології цих процедур вимагає вивчення ряду алгоритмів: пошуку місця відбору, а також зберігання і транспортування проб, підготовки їх для аналізу, власне екоаналітичних вимірювань, обробки і подачі отриманих результатів, а також організації і проведення повторних перевірок за контролюючими показниками.

Взагалі, можна виділити такі основні технологічні процедури контролю [17, 18]:

- виявлення підконтрольного об'єкту (уточнення джерела забруднення) за наявними скаргами, документами або у відповідності з отриманою заявкою (наприклад, вихідний колектор стічних вод підприємства, який скидає їх у поверхневі води);

- первинне обстеження об'єкту (рекогносцировка) у формі вибіркового короткострокового спостереження за ним з уточненням показників забруднення (ідентифікація), а також місця розміщення, границь, зовнішніх проявів неблагополуччя і визначенням точок або зон подальшого дослідження/перевірки (наприклад, попередні якісні дослідження і напівякісні вимірювання складу стічних вод „на місці” за найбільш шкідливим або небезпечним забруднюючим речовинам (ЗР) і інтенсивно діючим фізичним факторам (ФФ));

- формування інформаційної моделі підконтрольного об'єкту (наприклад, складання переліку контрольних в стічних і природних водах ЗР і діючих на них ФФ, встановлення граничних значень рівнів їх фіксування або вимірювання із заданою достовірністю і в прив'язці до „місця”, а також планування експерименту з вивчення стану і динаміки контрольного об'єкту (наприклад, складання плану-графіку вимірювань вмісту ЗР в стічних водах „на місцях” або відбору їх проб для наступного лабораторного аналізу);

- довготривалі (систематичні) спостереження за об'єктом контролю (наприклад, безперервне або дискретне вимірювання концентрацій ЗР в стічних водах за спланованими показниками з відбором проб або без нього) і оцінка стану контрольного об'єкту в цілому (співставлення з нормами або раніше проведеними вимірюваннями і можливе категорювання стічних вод за отриманими даними) за період спостережень;

- прогнозування зміни стану об'єкта контролю на основі інформаційної моделі і експериментально отриманих емпіричних даних в залежності від очікуваних змін зовнішніх умов (наприклад, збільшення або зменшення забруднення вод зі зміною потужності виробництва, введення додаткового очищення, заміни технологій виробничих процесів, замкнутого водообігу тощо);

- обробка і подача отриманої інформації в зручній і зрозумілій формі і доведення її до споживача (звіт за результатами обстеження, який подається керівництву підприємства або заказнику, наприклад в контрольну державну службу або в місцеву адміністрацію, або для громадської публікації тощо).

Результати даних процедур дозволяють виконати головні задачі екологічного контролю – оцінити показники стану і цілісності екосистеми, виявити причини зміни показників підконтрольного об'єкту і спрогнозувати наслідки виявлених змін, а головне – намітити і визначити коректуючі заходи, тобто створити підґрунтя для виправлення негативних ситуацій до того, як будуть нанесені ще більші втрати.

В рамках вказаних процедур може здійснюватись декілька технологічних операцій, повторення яких і складає типовий *технологічний цикл екоаналітичного контролю*. Цей цикл зводиться до набору основних операцій і послідовності їх виконання:

- пошук джерела (вибір місця контролю) забруднення або шкідливого впливу;
- його первинна оцінка «на місці» і/або відбір проб;
- підготовка проб до їх транспортування і зберігання та доставка до місця аналізу;
- підготовка проб для аналізу безпосередньо в лабораторії;
- кількісний аналіз проб в лабораторних умовах;
- обробка і подача результатів аналізу з оцінкою показників правильності і достовірності отриманих результатів;
- планування наступного циклу контролю.

Характеризуючи технічні засоби екоаналітичного контролю, перш за все необхідно виділити основні вимоги до аналітичних методів, власне засобів, робіт і результатів. Вимоги до екоаналітичних засобів можна поділити на вимоги безпосередньо до засобів вимірювання (ЗВ), до допоміжного і вимірювального обладнання лабораторій, до засобів метрологічного забезпечення, а також до методики виконання вимірювань. Окрему групу вимог становлять вимоги до якості екоаналітичних послуг, які характеризуються, наприклад, технічною компетентністю персоналу і рівнем оснащення екоаналітичних лабораторій.

Вимоги до методів та методик екоаналітичного контролю висвітлені в багатьох нормативних документах, посібниках та підручниках [11, 14, 17 - 20]. Нижче розглянуто основні екоаналітичні вимоги, що запроваджено діючими нормативними документами.

1.3.2. Вимоги до результатів екоаналітичних робіт

Для забезпечення єдності вимірювань та їх результатів у сферах поширення державного метрологічного контролю і нагляду пред'являються певні вимоги, основними із яких є:

- результати вимірювань повинні бути виражені в установлених одиницях фізичних величин;
- похибка кожного результату повинна бути відома;
- ця похибка не повинна переважати установлених норм похибки.

Різними нормативними документами в окремих випадках пред'являються вимоги відтворення і співставлення результатів.

Суттєвим для того, хто проводить вимірювання, є вимоги мінімізації витрат на проведення вимірювань. Під витратами потрібно розуміти не тільки заробітну плату персоналу і витрати на придбання хімічних реактивів, матеріалів, але і витрати на оцінку технічної компетентності

лабораторії, на метрологічне забезпечення вимірювань, на розробку або придбання методик виконання вимірювань, на перевірку засобів вимірювань тощо.

Суттєвим для того, хто займається вимірюванням є мінімізація затрат на проведення вимірювань.

Важливою вимогою є також забезпечення юридичною силою результатів вимірювань.

Для того, щоб результати екоаналітичних вимірювань задовольняли перераховані вище вимоги, необхідно забезпечити дотримання норм і вимог, що регламентують використання засобів вимірювань, допоміжного і вимірювального обладнання, розробку, атестацію і використання методик виконання вимірювань, процедури підтвердження технічної компетентності лабораторії, яка проводить дослідження.

1.3.3. Вимоги до засобів вимірювань

Різними нормативними документами в області забезпечення єдності вимірювань пред'являються достатньо жорсткі вимоги до засобів вимірювання (ЗВ), що застосовуються при екоаналітичних роботах.

1. Перш за все ЗВ, що застосовуються з метою охорони навколишнього природного середовища, повинні пройти випробування з метою затвердження типу засобів вимірювань. Видається державний сертифікат.

2. При експлуатації ЗВ необхідно дотримуватись встановлену в технічному паспорті ЗВ область застосування.

3. Нормативними документами встановлено нижній поріг виявлення ЗВ в об'єктах навколишнього природного середовища - звичайно він складає від 0,1 ГДК (для ґрунту) до 0,8 ГДК (для атмосферного повітря). При виборі ЗВ цей фактор також потрібно враховувати.

4. Особливу увагу слід приділити дотриманню в процесі вимірювань встановлених нормативними документами норм похибки вимірювань.

5. Для ЗВ універсального призначення (спектрофотометри, полярографи, хроматографи та інші) велике значення має забезпеченість ЗВ атестованими методиками виконання вимірювань (МВВ).

6. Для зручності зберігання і обробки результатів вимірювань прилад повинен бути забезпечений виходом, що дозволяє здійснювати його інтерфейс з комп'ютером.

7. Важливим є низька вартість експлуатації приладу.

8. Прилади, що призначені для масових аналізів, не повинні вимагати дуже високої кваліфікації виконавця.

9. Для імпортованих приладів суттєвим є вимога наявності технічної документації на українській чи російській мові.

10. Ремонт приладу не повинен бути дуже дорогим.

1.3.4. Вимоги до допоміжного обладнання

До допоміжного обладнання відносять пристрої і пристосування, що не застосовуються безпосередньо для отримання аналітичного сигналу, але використовуються в процесі відбору проб і підготовки їх для аналізу (вентиляційне обладнання, трансформатори, лабораторні центрифуги, ротаційні випарники, фільтрувальні установки тощо).

При відсутності обов'язкових вимог нормативних документів до допоміжного обладнання в якості бажаних характеристик можна вказати довговічність, надійність у роботі, невелике водо- і енергоспоживання, легкість монтажу, відсутність побічних ефектів при роботі (сильний шум, вібрація, електроперешкоди тощо), компактність, безпека для персоналу.

1.3.5. Вимоги до випробувального обладнання

До випробувального обладнання слід відносити прилади, пристрої або засоби, що відтворюють будь-які зовнішні впливи на досліджуваний зразок або пробу, якщо величини цих впливів визначені в методиках виконання вимірювань або проведення випробувань із вказівкою похибки вимірювання таких впливів. Прикладом зовнішніх впливів, що відтворюються за допомогою випробувального обладнання, може служити нагрівання зразку (реакційної суміші) при певній температурі і вологості, опромінення ультрафіолетовим опроміненням певної довжини хвилі тощо.

До числа обов'язкових вимог до випробувального обладнання відносяться:

- наявність затвердженої методики атестації кожної одиниці випробувального обладнання;
- своєчасне проведення атестації і оформлення її результатів у вигляді акту;
- наявність у складі випробувального обладнання засобів вимірювань, що дозволяє здійснювати контроль параметрів зовнішніх впливів під час випробувань.

1.3.6. Вимоги до засобів метрологічного забезпечення

До засобів метрологічного забезпечення екоаналітичного контролю відносяться: стандартні зразки (СЗ) складу або властивості речовини, еталони порівняння, перевірочні газові суміші, різні генератори тощо.

До цих засобів застосовуються ті самі вимоги, що і до засобів вимірювання. Засоби, в яких не витриманий термін придатності, не припустимо використовувати. Кожний екземпляр СЗ повинен мати відповідну етикетку. Без засобів метрологічного забезпечення отримання достовірних даних екоаналітичного контролю неможливе.

1.3.7. Вимоги до методик виконання вимірювань

Методик виконання вимірювань існує досить багато, але значну вагу мають ті, які рекомендовані відповідальними державними установами і мають статус державних або міжнародних стандартів [21, 22]. В Україні ще діють деякі стандарти СРСР, хоча проводиться велика робота зі створення власних державних стандартів.

Головною умовою запровадження тих чи інших методик вимірювання повинна бути обов'язкова державна реєстрація всіх атестованих методик у сфері державного метрологічного контролю і надзору, в тому числі в області охорони навколишнього середовища.

1.3.8. Вимоги до засобів пробовідбору

Особливі вимоги до засобів пробовідбору пов'язані із необхідністю забезпечення репрезентативності і відтворюваності при відборі проб НС, а також із можливістю втрати частини інформації при транспортуванні і зберіганні проб.

Діючими нормативними документами встановлені різні вимоги до засобів пробовідбору. Так, електроаспіратори, які застосовують для відбору проб атмосферного повітря і промислових викидів в атмосферу, повинні забезпечувати:

- можливість безперервної роботи на протязі 20 хвилин;
- підтримка стабільної витрати при роботі;
- відбір проб одночасно через декілька каналів;
- визначення об'ємної витрати з похибкою не більше 5 % для атмосферного повітря і 10 % для промислових викидів в атмосферу.

Існують також вимоги до пристроїв відбору проб ґрунту, поверхневих, морських і стічних вод, донних відкладів, атмосферних опадів тощо.

1.3.9. Вимоги до технічної компетентності екоаналітичних лабораторій

Офіційне визнання технічної компетентності лабораторій необхідне для надання юридичного статусу результатам екоаналітичних вимірювань. В ряді випадків це є необхідним, наприклад, для отримання ліцензії на виконання екоаналітичних вимірювань і моніторингу, для вирішення питань арбітражу тощо.

Робота з підтвердження технічної компетентності лабораторій проводиться як спеціальними органами з акредитації, так і територіальними органами Держстандарту України, відомчими метрологічними службами.