**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра хімії**

**Кваліфікаційна робота / проєкт**

**магістра**

на тему ІДЕНТИФІКАЦІЯ НАРКОТИЧНИХ РЕЧОВИН В ЗРАЗКАХ ОРГАНІВ ТА БІОЛОГІЧНИХ РІДИН В УМОВАХ КРИМІНАЛІСТИЧНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1021з

спеціальності 102 Хімія

освітньої програми Хімія

Кучменко М.П.

Керівник доцент, доцент, к.б.н. Корнет М.М.

Рецензент зав. каф., професор, професор,
д.б.н. Бражко О.А.

Запоріжжя

2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Біологічний факультет

Кафедра хімії

Рівень вищої освіти магістерський

Спеціальність 102 Хімія

Освітня програма Хімія

|  |  |
| --- | --- |
| **ЗАТВЕРДЖУЮ** |  |
| Завідувач кафедри хімії,д.б.н., проф. |  |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.А. Бражко |
| «28» |  | жовтня | 2021 року |

**З А В Д А Н Н Я**

 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТЦІ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Кучменко Марині Петрівні\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Тема роботи: Ідентифікація наркотичних речовин в зразках органів та біологічних рідин в умовах криміналістичної лабораторії

керівник роботи:\_Корнет Марина Миколаївна, к.б.н., доцент

затверджена наказом ЗНУ від « 12 » липня 2022 р. № 835-с

2. Строк подання студентом роботи « 7 » грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: розглянути на основі літературних джерел сучасні схеми ідентифікації наркотичних речовин з біоматеріалу, практичну роботу щодо ідентифікації в криміналістичній лабораторії, дослідити вплив рН на розділення витяжки на алкалоїди і домішки.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково -пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Проаналізувати сучасний стан процесу ідентифікації 2. Дослідити які фактори впливають на складові процесу ідентифікації 3 Експериментально визначити вплив pH на розділення витяжки на кодеїн і домішки 4. Встановити, які межі pH є оптимальними для розділення суміші при використанні інших розчинників.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): 6 таблиць, 6 рисунків.

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розділ  | Кольсунтант | Підпис, дата |
| завдання видав | завданняприйняв |
| 4 | Петруша Ю.Ю., к.б.н., доцент |  |  |

7. Дата видачі завдання 28.10.2021 р.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
| 1. | Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи | жовтень 2021 – листопад 2021 | Виконано |
| 2. | Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи | грудень 2021 –жовтень 2022 | Виконано |
| 3. | Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи | травень 2022− жовтень 2022 | Виконано |
| 4. | Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи | травень 2022 – листопад 2022 | Виконано |
| 5. | Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи | вересень – листопад 2022 | Виконано |
| 6. | Рецензування кваліфікаційної роботи | грудень 2022 | Виконано |
| 7. | Захист кваліфікаційної роботи | грудень 2022 | Виконано |

Студентка М.П. Кучменко

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| Керівник роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.М. Корнет |

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.Ю. Петруша

**РЕФЕРАТ**

У роботі 68 сторінок, 6 таблиць, 6 рисунків, було використано 57 літературних джерел.

Об’єктом дослідження є суміш речовин (витяжка з біоматеріалу), яка являє собою алкалоїди з домішками інших хімічних речовин.

Предметом дослідження є вплив рН на умови, за яких відбувається розділення алколоїдів і домішок.

Методи досліжень та апаратура: хімічний, розрахунковий, експериментальний; аналітичні терези, хімічний посуд, зворотний холодильник, рН-метр-мілівольтметр рН-150МА, набір паперових індикаторів, розчини кислотно-лужних індикаторів, таймер, прилад для визначення температури плавлення, рН-метр-мілівольтметр рН-150МА, струшувач, ексикатор, центрифуга 5000об/хв, спектрофотометр СФ-46, скляні кювети 5-10 мм, комп’ютерні програми (ChemDraw Ultra 12.0, ChemDraw Professional 15.1, Chem3D 15.1, ACDlabs 10).

Метою роботи було дослідження впливу рН в межах 5-8, при якому відбувається розділення суміші (витяжки з біоматеріалу – нирок, печінки) на домішки і алкалоїдів при інших розчинниках, ніж за стандартною методикою.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ, НАРКОТИЧНІ РЕЧОВИНИ, ЗРАЗКИ ОРГАНІВ ТА БІОЛОГІЧНИХ РІДИН, КРИМІНАЛІСТИЧНА ЛАБОРАТОРІЯ.

**ABSTRACT**

In the work there are 68 pages, 6 tables, 6 figures, 57 literary sources were used.

The object of the study is a mixture of substances (extract from biomaterial), which is alkaloids with impurities of other chemicals.

The subject of the study is the influence of pH on the conditions under which the separation of alkoloids and impurities occurs.

Methods of study and equipment: chemical, calculation, experimental; analytical scales, chemical utensils, reflux, pH-meter-millivoltmeter pH-150 MA, set of paper indicators, solutions of acid-alkaline indicators, timer, device for measuring the melting temperature, pH-meter-millivoltmeter pH-150MA, shaker, exciter, centrifuge 5000rpm, spectrophotometer SP-46, glass cuvettes 5-10 mm, computer programs (ChemDraw Ultra 12.0, ChemDraw Professional 15.1,Chem3D 15.1, ACDlabs10).

The purpose of the work was to study the effect of pH within 5-8, in which the mixture (extracts from biomaterial – kidney, liver) is divided into impurities and alkaloids in other solvents than according to the standard procedure.

IDENTIFICATION, DRUGS, SAMPLES OF ORGANS AND BIOLOGICAL FLUIDS, FORENSIC LABORATORY.

**Декларація**

**академічної доброчесності**

**здобувача ступеня вищої освіти ЗНУ**

Я, Кучменко Марина Петрівна, студентка 2 курсу магістратури, заочної форми навчання, біологічного факультету, спеціальності 102 Хімія, освітньої програми Хімія, адреса електронної пошти kuchmenko.marink@gmail.com

 − підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему «Ідентифікація наркотичних речовин в зразках органів та біологічних рідин в умовах криміналістичної лабораторії» відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких ознайомлена;

 − заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи є ідентичною її друкованій версії;

 − згодна на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою інтернет-системи, а також на архівування моєї роботи в базі даних цієї системи.

Дата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Підпис\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кучменко М.П.

………………………………………………………………………………(студент)



Дата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Підпис\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Корнет М.М.

 (науковий керівник)

ЗМІСТ

ВСТУП.........................................................................................................................8

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ....................................................................10

1.1 Історія наркотиків..............................................................................................10

1.2 Сучасні уявлення про наркотичні речовини, види, властивості...................12

1.3 Розвиток методів хімічного визначення наркотичних речовин. Зародження ідентифікації..............................................................................................................15

1.4 Сучасна ідентифікація наркотиків і наркотичних речовин............................18

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ………………….......................22

2.1 Якісне визначення..............................................................................................22

2.2 Кількісне визначення.........................................................................................23

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА..................................................................32

3.1 Виділення і кількісне визначення кодеїна, наркотина та інших з біоматеріалу...............................................................................................................32

3.2 Ідентифікація метадону в біологічних рідинах...............................................36

3.3 Дослідження впливу рН на процес розділення витяжки з метою виділення домішок......................................................................................................................41

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ…….45

ВИСНОВКИ...............................................................................................................56

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ………………………………………………......57

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ………………….................................................................58

ДОДАТКИ..................................................................................................................63

ДОДАТОК А..............................................................................................................63

ДОДАТОК Б...............................................................................................................64

ДОДАТОК В..............................................................................................................65

ДОДАТОК Г…………………………………………………………………….......66

ДОДАТОК Д………………………………………………………………………..67

ДОДАТОК Є…………………………………………………………………….....68

ВСТУП

Світ сучасних людей характеризується ще і тим, що в ньому є наркотичні речовини, різні за хімічним складом, властивостями, фізичним станом. Спільним у цих речовин є те, що вони негативно впливають на окремі органи, свідомість, психоемоційний стан людини.

Тривале вживання наркотичних речовин руйнує людський організм, в тому числі і на клітинному рівні. Людина втрачає працездатність, стає асоціальною. Тому своєчасне виявлення наркотичних речовин, їх ідентифікація є важливою задачею на всіх рівнях державних структур.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження впливу рН при якому відбувається розділення суміші ( витяжки з біоматеріалу – нирки, печінка ) на домішки і алкалоїди при нестандртних розчинниках (н-бутанол і етанол).

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі завдання:

1. Проаналізувати сучасний стан процесу ідентифікації.
2. Дослідити, які фактори найбільше впливають на складові процесу ідентифікації (якісне і кількісне визначення).
3. Експериментально визначити вплив рН на вилученння витяжки на кодеін і домішки.
4. Встановити, які межі рН є оптимальними для розділення суміші при використанні інших розчинників.

Об’єктом дослідження є суміш речовин (витяжка з біоматеріалу), яка являє собою алкалоїди з домішками інших хімічних речовин.

Предметом дослідження є вплив рН на умови, за яких відбувається розділення алколоїдів і домішок.

Методи досліжень та апаратура: хімічний, розрахунковий, експериментальний; аналітичні терези, хімічний посуд, зворотний холодильник, рН-метр-мілівольтметр рН-150МА, набір паперових індикаторів, розчини кислотно-лужних індикаторів, таймер, прилад для визначення температури плавлення, рН-метр-мілівольтметр рН-150МА, струшувач, ексикатор, центрифуга 5000об/хв, спектрофотометр СФ-46, скляні кювети 5-10 мм, комп’ютерні програми (ChemDraw Ultra 12.0, ChemDraw Professional 15.1, Chem3D 15.1, ACDlabs 10).

 Актуальність роботи полягає в дослідженні і знаходженні такої схеми ідентифікації наркотичних речовин, зокрема, кодеїну, метадону, яка б забезпечувала швидке і якісне їх визначення з біоматеріалу.

Основні тези і результати роботи були обговорені на Х регіональній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук» (м. Запоріжжя, 3 грудня
2022 р.).

1 Огляд наукової літератури

1.1 Історія наркотиків

Наркотик (від грец. narkoticos – той, що приводить до заціплення, запаморочення) – субстанція природних чи штучних речовин, які здатні викликати фізичну залежність.

В сучасному розумінні визначення наркотика таке – це речовина, яка при потраплянні в організм заміщує одну або декілька речовин, що приймають участь в метаболізмі і викликає привикання [1-3].

Історія вживання наркотичних препаратів розпочинається з цивілізації шумерів, за 5 тис. років до н.е. В розкопках тих часів були знайдені перші докази.

В античні часи з розвитком науки почали накопичуватися знання щодо наркотичних речовин. Їх вживали древні єгиптяни, римляни, греки та інші. Речовини використовувалися в якості ліків і мало хто зловживав ними.

В Америці, наприклад, **наркотики** були найважливішою частиною культури і релігії індіанців, за допомогою них вони спілкувалися з «духами» померлих предків. У той час серед служителів сект стали з’являтися люди, які займалися виготовленням і споживанням наркотиків. У них нібито був привілей спілкування з вищим божеством. Ще раз варто відзначити, що зловживання наркотиками практично не було і ні про яку масову наркоманію тоді не можна було говорити [4-6].

За часів середньовіччя гніт церкви практично «знищив» науку і наркоманія тоді практично не існувала. Дослідженням психоактивних речовин займалися алхіміки, оскільки намагалися знайти філософський камінь. За часів пізнього середньовіччя почала активно розвиватися фармакологія. Були зроблені перші спроби відновити античні рецепти і розробити бойові отрути. Випадків наркозалежності практично не спостерігалося. А ось в епоху відродження наркозалежність стала справжньою епідемією. Саме в цей період відзначаються факти зловживання наркотичними речовинами, щоб отримати насолоду від їх вживання. Коли проходили колоніальні війни, наркотики використовувалися з метою поневолення місцевого населення. З колоній речовини перевозили до Європи і вже там створювалися нові види психоактивних речовин. У 1846 році вперше був використаний наркоз [7-9].

Розвиток індустріального суспільства в країнах Європи сприяв створенню професійної хімічної і фармацевтичної промисловості. В результаті підвищення добробуту і освіти людей стрімко зросли незаконні обороти наркотиків. Деякі види речовин привели до справжньої епідемії. В ті часи [**лікування наркоманії**](https://narkologicheskiy-centr.com/ua/narkomaniia) як такої не існувало, тому часто були зафіксовані випадки смерті від зловживання наркотиками.

У ті часи вже розроблялися синтези більшості синтетичних речовин і почалося їх масове виробництво. Стали різко поширюватися психоактивні речовини. Крім усього іншого, контролю за обігом речовин практично не існувало. Створювали сиропи для немовлят, що містять опій, а також напої, в які додавали кокаїн.

І лише на початку 20 століття суспільство усвідомило, що масове поширення наркотиків може вкрай негативно вплинути на демографічну ситуацію і трудові ресурси країн. Актуальності набирали питання, пов’язані з контролем і споживанням наркотичних препаратів. Стали з’являтися перші спроби лікування форм наркозалежності, однак вони рідко коли були успішними. Важливим є своєчасне виявлення вживання наркотиків та його попередження. В цьому процесі важливе місце займають структури, які досліджують хімічний склад та властивості наркотичних речовин, яких з’являється дуже багато в наш час [10].

1.2 Сучасні уявлення про наркотичні речовини, види, властивості

В сучасному світі існує великий список наркотиків і він постійно поповнюється новими, в основному синтетичними речовинами.

 В кінці минулого століття і на початку поточного реєстрували такі види наркотиків:

* опіати – морфін, героїн, 6-МАМ, дигідрокодеїн, тебаїн, буторфанол, наркотин, етилморфін, напорфін, пентазоцин, намбуфан, бупренорфін та ін.
* амфетаміни – амфетамін, метамфетамін, ефедрин, псевдоефедрин, хлорфентермін, амфепрамон, фенілетиламін, фенілпропаноламін та ін. [11-13].

На сьогодні самим сильним наркотиком вважають карфентаніл (carfentanyl, carfentanil, R 33799) опійний анальгетик, потужний агоніст µ-опійних рецепторів, похідне від більш відомого фентаніла.

Крім вище згаданих виділяють наркотичні речовини Drugs.ie.
Це речовини, які продаються як альтернатива маріхуані, екстазі, кокаїну, ЛСД, амфітамінам і героїну. В окрему групу можна виділити так звані наркотики із «ларьків», які продаються в якості наркотиків і небезпечні препарати, що розповсюджуються людьми, як замінники наркотиків.

Одним із новомодних наркотиків є СПАЙС – це синтетичний порошкоподібний наркотик IWH, надходить з Азії. Spice (спайс, К2, в перекладі з англійської «приправа», «спеція»), один із брендів курильних сумішей, поставляється у вигляді трави. Дія схожа з дією маріхуани, але викликає більш тяжкі психопатологічні симптоми. При курінні виникають зорові і слухові галюцінації, при закритих очах людина бачить різні яскраві образи, чує звуки і мову. Це небезпечний наркотик, його називають також замаскованим, тому що він являє собою траву на яку наносять (обробляють) різні хімічні речовини, як правило це синтетичні канабіноїди. Його підступність полягає ще й в тому, що він не має постійного хімічного складу і недостатньо досліджений. Він знищує весь організм на клітинному рівні, в тому числі впливає на мізки. Спайсова отрута проникає в судини і стінки внутрішніх органів. Серед молодих людей популярні курильні суміші IWH (відомі під назвою «план», «дживік», «спайс», «мікс»). Досить популярним є метадон, який на сьогодні визнаний особливо небезпечним наркотичним засобом. Метадон – синтетичний (напівсинтетичний) наркотичний лікарський засіб, молекулярна формула С21Н27NO. Код АТС: NO7BCO2. Систематична назва (RS) – 6 – діметиламін. Назва МеSH: DO2.522.675, належить до категорії опіатів, пригнічує нервову систему, спочатку використовувся як знеболюючий лікарський засіб [2-4].

Марихуана – канабіс, готова до застосування марихуана це висушені і подрібнені листочки коричнево-зеленого кольору. Це психоактивний засіб одержують з коноплі, (містить канабіноїди) самий активний дельта-9-тетра-гідроканабінол (ТГК). Використовується для лікування нервової анарексії тощо. 5 грудня 2020 року в ООН прислухались до рекомендацій ВОЗ, признали у коноплі лікувальні властивості і виключили марихуану зі списку небезпечних. Зараз цей наркотик є легальним у 21 країні світу. Україна поки що над цим питанням працює [3-4].

Амфетамін – скорочення від альфа-метилфенетиламін, інколи називають фенамін. В народі «фен», «федя», «сліди» тощо. Викликає сильну психологічну залежність, так як являє собою психоактивну речовину, стимулятор центральної нервової системи, є аналогом гормонів адреналіну. Використовується перорально, метаболізм – печінка (СYP 2 D 6) and FMO. Був синтезований у США в 30-х роках ХХ століття, вживається для отримання позитивних емоцій і відмови від реальності. Людина, що вживає амфетамін має розширені зиниці, негативна реакція на денне світло, роздратування, різька зміна настрою, підвищене потовиділення. В медицині випускається у формі таблеток або капсул. Схематично відомі на сьогодні наркотики і наркотичні речовини, в тому числі ті, які є досить розповсюдженими, можна зобразити так, як наведено на рисунку 1.1.

**Наркотики і наркотичні речовини**

**Наркотики**

опіати

амфетаміни

морфін

героїн

Багаточисельна група, в своїй більшості синтетичні препарати, спільна назва Drugs.ie

наркотан

амфетамін

метамфетамін

фенілетиламін

**Метадон**

**Наркотичні**

**речовини**

**Курильні суміші**

СПАЙС (IWH)

Дія подібна до дії маріхуани (план, дживік, спайс, мікс)

синтетичний або напівсинтетичний наркотичний лікарський засіб

**Марихуана**

**(канабіс)**

**Амфетамін**

**(фенамін)**

одержують із коноплі, містить канабіноїди

синтетичний наркотик (таблетки або капсули) відомий як «фен», «федя», «сліди»

**Інші**

Рисунок 1.1 – Види наркотиків

 1.3 Розвиток методів хімічного визначення наркотичних речовин. Зародження ідентифікації

На початку розвитку судової хімії основними об’єктами досліджень були органи трупів людей, що отруїлись «металевими ядами» та препаратами, які одержували з отруйних рослин (настоями, відварами, екстрактами тощо). Хімічний склад даних препаратів тривалий час був не вивченим.

В 1806 році Ф.Сертюрнер із опійного маку одержав морфін, який був першим алколоїдом, виділеним з рослин в чистому виді. Пізніше, вже в першій половині дев’ятнадцятого століття були виділені і інші алколоїди (хінін, атропін, аконітін, теобромін, гармін) [1-6].

В 1823 році Лассань запропонував метод виділення морфіна з органів трупів. Це був перший метод виділення алколоїдів, запропонований для судово-хімічного аналізу. Згідно цього методу, біологічний матеріал, що досліджується на наявність алкалоїдів не довго кип’ятять з водою, а потім фільтрують. Одержану водну витяжку випарюють до сухого залишку, який розчиняють в етиловому спирті. Спиртовий розчин сухого залишку використовують для знаходження алколоїдів. М.Ж.Орфілла використав метод Лассана для виділення інших алколоїдів з об’єктів біологічного походження [1-3].

Метод запропонований Лассанем мав ряд суттєвих недоліків. Основи більшості алколоїдів не розчинні у воді і не виділяються з біологічного матеріалу. У сухих залишках є велика кількість домішок, які заважають знаходженню досліджуваних речовин за допомогою відповідних реакцій.

Перший метод виділення (ізоляції) алколоїдів з біоматеріалу запропонував Ж.С.Стас за допомогою підкисленого спирту щавлевою та винною кислотами. Але він не проводив очищення витяжки від домішок. Спосіб очищення запропонував Ф.Отто в 1856 році. Для очищення кислих алколоїдних витяжок він застосував метод екстракції домішок диетиловим ефіром. Пізніше цей метод назвали «методом Стаса – Отто» [15, 16].

Метод Стаса–Отто протягом довгого часу піддавався модифікації. Змінювали кислоти і луги для виділення алколоїдів, способи очищення і т.і. Так, уже в 1949 році А.А. Васильєва використала для ізоляції алколоїдів з органів трупа воду підкислену щавелевою кислотою.

Для виділення (ізоляції) алколоїдів в 1865 році Г.Драгендорф використав сірчану кислоту для підкислення води і запропонував свій метод. За цим методом одержують витяжку, яку досліджують на наявнясть теоброміна, наркотина, папаверина, бруцина і інших алколоїдів [8-10].

Перші методи запропоновані в першій половині дев’ятнадцятого століття використовувались тільки для виділення алколоїдів. В цей час хімія синтетичних, азотомістких фармацевтичних препаратів основного характеру (аналоги алколоїдів) була на початку свого розвитку. Тому ці препарати не застосовувались в медицині і не були причиною отруєнь. Але вже з кінця дев’ятнадцятого століття в медичну практику почали впроваджувати синтетичні препарати, які ставали причиною отруєнь. Для їх виділення з біологічного матеріалу не розроблялись спеціальні методи, отже використовувались ті методи які вже існували. У вище згаданих методах не враховували вплив рН рідин для вилучення на ступінь виділення досліджуваних речовин з біоматеріала. Не враховували також вплив рН на екстракцію домішок з алколоїдної витяжки і на екстракцію алкалоїдів і їх синтетичних аналогів з попередньо очищених витяжок. Вибір органічних розчинників для екстракції домішок, які переходять з біоматеріала у витяжку, а також для екстракції алколоїдів та інших речовин з витяжок відбувався експериментальним шляхом [1-4].

Вище згадані методи виділення алколоїдів з біологічного матеріалу в процесі аналізу завжди мають певні втрати цих речовин. Крім цього результати виділення алколоїдів за допомогою цих методів є не репродуктивними. Причини втрати алколоїдів при виділенні з біологічного матеріалу тривалий час не вивчались. В 1909 році П.Л.Зеренсен ввів поняття про рН середовища і розробив метод його визначення, що не стало значним кроком у вирішенні багатьох проблем біохімії. Так, у 1928 році А.М.Петрунькіна і М.Л.Петрунькін, а в 1931 році М.А.Лісіцин в своїх працях довели важливість рН середовища для точного виявлення алколоїдів. Це підтвердили Х.Ш.Казаков і цілий ряд зарубіжних вчених в 1957 році. Отже, на їх думку, рН впливає на зв’язування алколоїдів з білками організма. Це пояснюється тим, що білки є амфотерними сполуками і в залежності від рН дисоціюють як кислоти і як основи. При певних значеннях рН число позитивно і негативна заряджених іонів дорівнює 0. Величина рН при якій білкові речовини, а також інші амфотерні сполуки не мають заряда і не рухаються в електричному полі називається ізоелектричною точкою. Ця точка у альбуміна при рН=4,8; β-глобуліна рН=5,2; глобуліна рН=6,4; фібріногена рН=5,4 і т.і. При збільшенні рН негативний заряд білків збільшується, при рН нище ізоелектричної точки білки мають позитивний заряд [1-4, 12].

При дисоціації алкалоїдів їх іони мають позитивний заряд. Отже, алколоїди зв’язуються з білками при рН вище їх ізоелектричної точки. Пізніше встановили, що синтетичні азотомісткі сполуки основного характеру зв’язуються з білками при рН вище ізоелектричної точки.

В.Ф. Крамаренко з групою вчених встановив, що сполуки білкових речовин з більшістю алкалоїдів та їх синтетичних аналогів, а також інших азотистих сполук основного характеру руйнуються кислотами при рН 2-3, це стало головним фактором при виборі рН речовин для вилучення (підкислена вода або підкислений спирт) за допомогою яких відбувається ізолювання алкалоїдів і інших органічних речовин із біоматеріалів. Практично це відбувається при рН 2,5-3,0 внаслідок чого руйнуються зв’язки між білками і алкалоїдами та іншими азотистими сполуками, які у вигляді солей переходять у витяжки з біологісних матеріалів [1-5, 9-11]. Відомо, що при вилученні алколоїдів і інших токсичних речовин з біоматеріалів їх настоюють в підкисленій воді рН 2-3 протягом 2-3 годин, практично доведено, що за цей час не відбувається гідроліз білків і алкалоїдів, які по своїй природі є складними ефірами.

При виборі рідини для вилучення враховують також і наявність метаболітів. Якщо таку рідину важко підібрати, то вилучення проводять для двох проб, з однієї вилучають алколоїди, а з іншої – метаболіти.

Витяжки, що одержують з біологічного матеріалу з підкисленою водою або підкисленим спиртом завжди містять деяку кількість домішок білкових речовин, амінокислот, ліпідів і інших речовин, що заважають виявленню і кількісному визначенню алкалоїдів та інших токсичних речовин у витяжках. Тому витяжки необхідно очищати від домішок [1-5].

Для цього застосовують:

* фільтрування і центрифугування;
* осадження
* екстракцію домішок з витяжки;
* фізико-хімічні методи (різні види хроматографії).

Для визначення алкалоїдів використовують кольорові реакції з відповідними хімічними реагентами або спеціальними реактивами: реактив Ердмана (суміш сірчаної та азотної кислот), реактив Манделіна (сірчана та ванадієві кислоти), реактив Маркі (сірчана кислота з формальдегідом), реактив Фреде (сірчана та молібденова кислоти) тощо [1-3]. Кольорові реакції наркотичних речовин представлені в таблиці 1.1.

 Схематично розвиток ідентифікацїі наркотичних речовин можна зобразити так, як на додатку Б.

 1.4 Сучасна ідентифікація наркотиків і наркотичних речовин

 На сьогодні існує велика кількість хімічних, фізико-хімічних, експрес методів для виявлення та ідентифікації наркотиків і наркотичних речовин. Щодо виявлення, то перспективним напрямом є тестування наркотичних речовин, і так-званий детекторний метод, ці методи дозволяють швидко і достатньо точно виявляти наркотичні речовини, як в лабораторних умовах, так і

Таблиця 1.1 – Кольорові реакції наркотичних речовин

|  |  |
| --- | --- |
| Досліджувана речовина | Кольори, що утворюються при реакціях |
| Манделіна | Маркі | Фреде | Ердмана |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Героїн | фіолетовий | червоний, який переходить в фіолетовий | фіолетовий, який переходить в зелений, а потім в рожевий |  |
| Кодеїн | зелений, який переходить в синій | зелений з синім відтінком | Зелений, який переходить в синій |  |
| Морфін | фіолетовий | фіолетовий | фіолетовий | червоний, який переходить в жовтий |
| Наркотин | червоний, який переходить в фіолетовий | фіолетовий, який переходить в зелений, а потім в жовтий | синьо-зелений, який при нагріванні червоніє | червоний, який переходить в фіолетовий |

поза їх межами. Усі засоби, які використовуються для виявлення наркотичних речовин, можна поділити на чотири основні групи.

Група А – стаціонарна доглядова апаратура, яка заснована на застосуванні проникаючих випромінювань (рентгенівська оглядова апаратура, нейтронна томографія та інші). Застосовується в аеропортах, митних терміналах тощо. Ця апаратура використовується для контролю великогабаритних вантажів.

Група Б – стаціонарна апаратура високочутливого і експресного аналізу і попередньої ідентифікації наркотичного препарату на основі використання сучасних фізико-хімічних методів (дрейфспектрометрії іонів, поверхнева іонізація, резонансне лазерне поглинання та інші). Вирішує задачі компонентного і структурного аналізу в комплекті з апаратурою групи А, а також для вирішення самостійних завдань в позалабораторних умовах.

 Група В – імунохімічні й хімічні тести та діагностикуми, а також малогабаритні переносні прилади на їх основі, призначені для індивідуального використання з метою виявлення і попередньої ідентифікації наркотичних препаратів у позалабораторних умовах.

Група Г – біосенсорні.

Сучасними і перспективними є методи, які застосовуються для виявлення наркотичних препаратів, зокрема:

* метод інтроскопії;
* метод комп’ютерної електронної томографії з використанням рентгенівського випромінювання;
* метод ядерно-квадрупольного резонансу;
* дрейфспектрометричний метод;
* метод спектрометрії рухливості іонів;
* метод хромато-мас-спектрометрії; метод лазерного випромінювання;
* метод раманівської спектроскопії;
* хемілюмінесцентний метод та інші.

Широке практичне застосування знайшли тести WONDFOR, які застосовуються для виявлення спайсів (К2) в рідинах, зокрема, сечі. Це швидкі одноступеневі тести для якісного визначення синтетичних канабіноїдів та їх основних метаболітів у відповідних граничних концентраціях [15-16].

Сучасним методом є рамановська спектроскопія, яка застосовується для неруйнуючої і безконтактної ідентифікації наркотиків на місці їх вилучення. Вона особливо корисна для ідентифікації речовин на молекулярному рівні. Ідентифікацію забезпечує система приладів і засобів, загальний вигляд якої предствлений в додатку А.

Використовують інші багаточисельні методи для ідентифікації наркотичних речовин. Вибір методу ідентифікації залежить в першу чергу від можливостей лабораторій.

2 Матеріали ТА методи дослідження

 2.1 Якісне визначення

До хімічного методу відносять хімічні й імунохімічні тести та діагностикуми. Головне їх призначення – індивідуальне застосування, що не потребує спеціальної технічної і хімічної підготовки, з метою виявлення і попередньої ідентифікації наркотичних препаратів у позалабораторних умовах.

 Хімічні діагностикуми характеризуються високою чутливістю на рівні кольорових крапельних реакцій і застосовуються для попереднього установлення природи наркотичного препарату. Пропускна спроможність і висока межа виявлення мікросліду дозволяє виявляти та ідентифікувати наркотичні препарати не тільки в конфіскованих матеріалах, на руках, предметах одягу, автотранспортних засобах тощо, куди наркотик міг потрапити в результаті прямого контакту, але і проводити оперативну роботу по виявленню мікрочасток наркотичних речовин на поверхні різних предметів, куди наркотик потрапив непрямим шляхом у результаті багатоконтактних переносів через руки (відбитки пальців рук) об’єктів, якими зацікавлені правоохоронні органи. За допомогою імунохімічних діагностикумів здійснюється пряме або непряме виявлення широкого спектру наркотичних препаратів: опіатів (морфін, героїн та ін.), канабіноїдів, барбітуратів, амфетамінів, бензодіазепанов та ін. [17-19].

Хімічні тести призначені для попередньої ідентифікації наркотичних речовин у позалабораторних умовах. За способом застосування їх поділяють на три основні групи: крапельні, аерозольні і ампельні.

Крапельні тести є найдешевшими, простими та економічними в експлуатації. Вони діють за принципом використання хімічних реакцій наркотичних препаратів зі спеціально підібраними реагентами з утворенням забарвлення продуктів. Крапельний вид аналізу поєднується з використанням насиченого спеціальними реагентами фільтрувального паперу.

Аерозольні хімічні тести поєднують у собі простоту крапельних реакцій на фільтрувальному папері з експресивністю і зручністю застосування, особливо в позалабораторних умовах, характерного для різного типу побутових спреїв.

Ампельні одноразові тести на цей час є найпоширенішим у практичних підрозділах правоохоронних органів набором для виявлення наркотичних препаратів різних типів. Хімічна реакція з утворенням пофарбування продуктів відбувається у прозорих полімерних контейнерах (трубки чи пакети), шляхом розміщення в них проби, що містить наркотик, і розчавлюванням скляної ампули з відповідним реагентом. Залежно від хімічної реакції, тобто зміни кольору, визначають тип наркотичної речовини. Доречно заакцентувати, що дані, які отримані за допомогою цих хімічних тестів є попередніми і не надають кінцевого висновку щодо об’єкта дослідження, тому потрібне подальше його експертне дослідження вилученої проби у лабораторних умовах. Слід зазначити, що наведені методи конструктивно реалізуються в спеціальних пристроях – детекторах виявлення парів та часток наркотичних речовин [1-3].

2.2 Кількісне визначення

Хроматографія – фізико-хімічний метод розділення речовин біоматеріалу, що базується на різниці їх коефіцієнтів розподілу між рухомою (мобільною) і нерухомою (стаціонарною) фазами хроматографічної системи. Основний принцип хроматографічного методу полягає у розділенні речовин на основі різниці їх фізичної або хімічної спорідненості до певних сполук, які є основою хроматографічної системи. Розподіл відбувається у процесі переміщення рухомої фази шляхом спонтанної або примусової дифузії вздовж нерухомої у певному напрямку та з певною швидкістю [20-21].

Метод хроматографії використовується для вирішення трьох основних завдань:

1. Ідентифікація – якісне та кількісне визначення сполук у біоматеріалі, як аналітичний метод;

2. Виділення – одержання відносно великих кількостей чистих речовин, як препаративний метод;

3. Очистка – розділення окремих компонентів суміші або позбавлення від домішок.

Використання хроматографічного методу дає цілу низку переваг. По-перше, речовини під час розділення, в основному, не змінюються, що є дуже важливим для подальших біохімічних досліджень. По - друге, цей метод цілком придатний для розділення рідких та газоподібних сполук. По-третє, він може бути використаний для фракціонування сумішей речовин, які близькі за біохімічним складом, властивостями та будовою. По-четверте, хроматографія має високу точність розділення речовин, є відносно простою у використанні та доступною для будь-якої лабораторії [20-21].

Типова хроматографічна система базується на розподілі компонентів між двома фазами, одна з них є нерухомою – стаціонарна з великою поверхнею, а інша переміщується відносно першої – рухома фаза. Як нерухома фаза використовується тверда речовина або рідина, яка наноситься на спеціальний твердий носій. Компоненти, що розділяються, разом з рухомою фазою, яка являє собою рідину або газ, проходять крізь нерухому. Розділення речовин пов'язано з сорбційно-десорбційним процесами і можливе тільки у випадку, якщо нерухома фаза, або так званий сорбент, характеризується різною абсорбційною здатністю щодо кожної з речовин, що піддаються розділенню. При цьому під абсорбцією розуміють будь-який процес, що пов'язаний з накопиченням того чи іншого компонента в нерухомій фазі або на межі розподілу фаз.

 Класифікація методів хроматографії на сьогодні значно розширилася і може базуватися на декількох основних принципах. За апаратним забезпеченням виділяють колоночну та площинну (планарну) хроматографію, остання, у свою чергу поділяється на паперову та тонкошарову. В той же час, за агрегатним станом рухомої фази, хроматографія може бути рідинною або газовою. Нарешті, за видом і механізмом розподілу речовин, що розділяються, методи хроматографії діляться на адсорбційну, куди відносяться йонообмінна, гідрофобна, афінна хроматографії, та неадсорбційну хроматографію, до якої відноситься хроматографія, що поділяє за розміром. Спеціальними методиками хроматографічного розділення вважаються хроматографія оберненої фази, хроматографія високого та низького тисків, швидка хроматографія білків, двовимірна, піролітична, протиточна та хіральна хроматографії [22].

Рухома фаза – фаза, яка у процесі хроматографічного розділення рухається з певною швидкістю і у певному напрямку вздовж нерухомої. Рухома фаза може бути рідиною, як у випадку рідинної хроматографії (Liquid Chromatography – LC) або капілярної електрохроматографії (Capillary Electrochromatography – CEC), газом – у газовій хроматографії (Gas Chromatography – GC), або ж суперкритичною рідиною, як у суперкритично- рідиннй хроматографії (Supercritical-fluid Chromatography – SFC). Типова рухома фаза складається з дослідного зразку з певною кількістю аналітів та розчинника, який переміщує аналіти відносно нерухомої фази хроматографічної системи.

Сучасні хроматографи оснащені комп'ютерами, що дозволяє прискорити аналіз речовин (за рахунок створення бібліотеки речовин), зробити аналіз більш достовірним, точним, а також простим у виконанні. Перераховані факти роблять метод хроматографічного аналізу одним із найбільш використовуваних у сучасних експертних лабораторіях, оскільки він дозволяє швидко та якісно розділити й проаналізувати суміші близьких за властивостями речовин.

Газова хроматографія (ГХ, gas chromatography ) є методом поділу летких, термостабільних сполук (РФ – газ). Цим вимогам відповідає до 5% відомих органічних сполук, але саме вони складають 70-80% сполук, які використовує людина в сфері виробництва й побуту. РФ служить інертний газ (газ-носій), він протікає через НФ, яка має велику поверхню. Як РФ можна використовувати водень, гелій, аргон, вуглекислий газ, але найчастіше використовують азот. Газ-носій забезпечує перенесення у пароподібній формі зразка, що аналізується за хроматографічною колонкою, він не взаємодіє ні з поділюваними речовинами, ні з НФ. Розділення сумішей проводять у спеціальних приладах – хроматографах. Розрізняють газо-адсорбційну і газо-рідинну хроматографію.
У першому випадку НФ є твердий носій (силікагель, вугілля, оксид алюмінію), у другому – в'язка, нелетка рідина, нанесена на поверхню інертного носія [20-23].

Газо-рідинна хроматографія (gas-liquid chromatography) – розділення газової суміші внаслідок різної розчинності компонентів проби в рідині або різної стабільності комплексів, що утворюються. НФ служить рідина, нанесена на інертний носій, РФ – газ. Поділ ґрунтується на відмінності в летючості і розчинності (або адсорбованості) компонентів поділюваної суміші, в колонці відбувається процес розчинення газів або парів, що розділяються по всій масі тонкого шару рідини НФ і виділення їх.

Цей метод можна використовувати для аналізу газоподібних, рідких і твердих речовин з молекулярною масою менше 400, які повинні відповідати певним вимогам, головні з яких – летючість, термостабільність, інертність, легкість отримання. Цим вимогам повною мірою відповідають, як правило, органічні речовини, тому газову хроматографію широко використовують як серійний метод аналізу органічних сполук [2-5, 21].

Газо-адсорбційна хроматографія (gas-solid chromatography, газо- твердофазна хроматографія, ГАХ). Особливість методу ГАХ полягає в тому, що як НФ застосовують адсорбенти з високою питомою поверхнею (10-1000 м2 г -1), і розподіл речовин між НФ і РФ визначається процесом адсорбції. Це метод аналізу сумішей газів і легколетких речовин. Розділення речовин у ГАХ відбувається за рахунок численних актів адсорбції на твердій поверхні фази та десорбції з неї. Адсорбція молекул із газової фази може бути обумовлена неспецифічними (орієнтаційними, індукційними, дисперсійними) і специфічними взаємодіями (комплексоутворенням або утворенням водневого зв'язку), а також залежить від природи адсорбенту й сорбату. За адсорбент беруть пористі носії, які мають хімічну, фізичну та термічну стабільність; однорідну поверхнею, рівномірний розподіл за розміром пор і відому адсорбційну активність Адсорбційна активність залежить від питомої поверхні (визначається геометричною структурою носія) і питомої поверхневої енергії (визначається хімічною структурою поверхні). Перевагами таких адсорбентів є здатність витримувати високі температури, відсутність фонового сигналу при роботі з іонізаційними детекторами та висока селективність [24].

Адсорбенти діляться на неорганічні, полімерні (органічні) та модифіковані. Серед неорганічних адсорбентів особливо важливі сорбенти на основі вуглецевих матеріалів (неполярні сорбенти). Широко використовуються полярні неорганічні сорбенти на основі двоокису кремнію (цеолітові молекулярні сита (MnO2·Al2O3·xSiO2·yH2O)).

Метод ГАХ зазвичай використовують для оцінки вмісту в атмосферному повітрі O2, H2, CH4, CO2, CO, оксидів азоту, Cl2, SO2, H2S, CS2. Перевагами газової хроматографії є:

– порівняно просте апаратурне оформлення;

– широкі межі застосування (можна визначати сполуки, для яких досягається тиск насиченої пари 0,001-1 мм рт.ст.);

– можливість визначення з високою точністю малих кількостей газів органічних сполук;

– швидкість аналізу та висока гнучкість зміни умов поділу; – широкий вибір сорбентів і НФ;

– можливість здійснення хімічних реакцій у хроматографічній колонці або детекторі, що розширює коло аналізованих сполук (реакційна ГХ);

– підвищення інформативності при поєднанні з різними інструментальними методами (мас-спектрометрією, ІЧ (Фур’є)-спектрометрією та ін.).

Колориметрія – фізико-хімічний метод кількісного визначення концентрації речовини в розчині, яка здатна поглинати світло або УФ промені за певної довжини хвилі, або здатна утворювати такі сполуки [24, 25].

Метод базується на вимірюванні оптичної густини розчинів за допомогою спеціальних приладів – електричних фотоколориметрів та спектрофотометрів, або на візуальному порівнянні інтенсивності забарвлення досліджуваного розчину з еталонними розчинами.В основі колориметрії лежить закон Бугера-Ламберта-Бера, згідно з яким інтенсивність забарвлення пропорційна концентрації забарвленої речовини в розчині і товщиною його шару.

Фотоколориметрія – це вимірювання поглинання видимої частини спектра забарвленими розчинами. Власне спектрофотометрія – це вимірювання поглинання (і пропускання) прозорих розчинів в УФ, видимій та ІЧ-ділянках спектра (220-1100 нм). Прилади, принцип роботи яких ґрунтується на вимірюванні світлопоглинання речовин, називають абсорбціометрами. До них належать фотоелектроколориметри (ФЕК) і спектрофотометри (СФ) Фото-електроколориметри проводять вимірювання у видимій частині спектра, а спектрофотометри (СФ) – у широкому діапазоні хвиль, від УФ до ІЧ (210-1100 нм), і досліджувати забарвлені та безбарвні розчини у вузькій частині спектра, у зоні максимального поглинання монохроматичного потоку світла [24-26].

Розрізняють суб'єктивні (візуальні) і об'єктивні (фотоколориметричні) методи. У першому випадку оптичну густину визначають, порівнюючи забарвлення досліджуваного розчину із забарвленням серії стандартних (еталонних) розчинів, а також за допомогою візуальних колориметрів.

У об'єктивних методах використовують фотоелектричні колориметри. Фізичний метод кількісного хімічного аналізу, що грунтується на залежності інтенсивності забарвлення розчину від концентрації розчиненої речовини. Спосіб врівноваження. При використанні стандартних серій порівнюють інтенсивність забарвлення досліджуваного розчину із забарвленнями стандартних розчинів, відповідних різним відомим концентрацій досліджуваної речовини. У колориметрах, використовуваних при способі врівноваження, інтенсивність світла, що проходить через випробуваний і стандартний розчини, зрівнюється зміною товщини шару одного з розчинів. Принцип фотоелектричної колориметрії полягає в реєстрації фотоелементом інтенсивності монохроматичного світла (виділеного світлофільтром), що пройшов через забарвлений розчин [23-26].

Різноманітні речовини, а також окремі їхні функціональні групи не однаково поглинають світлові хвилі різної довжини. Якщо побудувати графік залежності оптичної густини речовини від довжини хвилі світла, що проходить крізь нього, то цей графік буде мати вигляд кривої із відповідними максимумами і мінімумами. Якщо в кювету для порівняння помістити розчин, що містить усі компоненти в тих же концентраціях, що й у досліджуваному розчині, за винятком визначуваного компонента, то буде виміряна оптична густина цього компонента. Тому розчин, що поміщається в кювету для порівняння, називають нульовим. У випадку двокомпонентної системи нульовим розчином є розчинник, наприклад, вода.

Існує декілька прийомів аналізу світлопоглинання. Найбільш простим і зручним є метод градуювальної кривої. Сутність цього методу полягає в тому, спочатку вимірюють оптичну густину кількох (5-10) розчинів з відомою концентрацією. Потім будують градуювальний графік, відкладаючи по осі ординат оптичну густину, а по осі абсцис – концентрацію. Потім вимірюють оптичну густину досліджуваних розчинів і за 2 калібрувальним графіком знаходять їхні концентрації. Якщо ж у деякій області концентрації калібрувальний графік відхиляється від прямої, тобто спостерігається відхилення від закону Бугера-Ламберта-Бера, то виміри проводять при тих концентраціях, де цей закон виконується. Причини відхилення від закону Бугера - Ламберта - Бера можуть бути різними. У деяких випадках залежність відхиляється від прямої при використанні немонохроматичного світла. Дисоціація, полімеризація забарвлених сполук, взаємодія їх із розчинником або іншими компонентами розчину також змінюють світлопоглинання. Часто колір розчину і його оптична густина залежать від рН-середовища. Зміна оптичної густини розчину може відбуватися внаслідок коагуляції, через руйнування компонентів під впливом світла. Тому використовують свіжо виготовлені розчини, або добавляють до них стабілізатори. Якщо визначенню заважають сторонні забарвлені речовини, то виміри проводять при тій довжині хвилі, при котрій ці речовини не поглинають світло, або маскують її [26, 27].

Фотометричне визначення речовин (іонів) у розчинах складається з 2 етапів:

1. Проведення фотометричної реакції – переведення досліджуваного компоненту в забарвлену речовину, що поглинає електромагнітне випромінювання певної довжини хвилі. Для цього до розчину компоненту, який визначають, додають певний реагент, що утворює з компонентом забарвлену речовину (за хімічною природі, як правило, це або комплексна сполука, або продукт окислювально-відновної реакції).

2. Вимірювання інтенсивності поглинання електромагнітного випромінювання (світлопоглинання) забарвленим розчином.

Вимірювання світлопоглинання можна виконати різними методами:

а) колориметричний метод базується на візуальному порівнянні кольору (інтенсивності забарвлення) розчину, що досліджують, з кольором (інтенсивністю забарвлення) серії стандартних розчинів з відомою концентрацією. При цьому забарвлений розчин поглинає суцільне випромінювання немонохроматичної видимої ділянки спектру;

б) спектрофотометричний метод базується на вимірюванні інтенсивності монохроматичного світла в УФ-, видимому чи ІЧ- діапазонах спектру;

в) фотоелектроколориметричний метод базується на вимірюванні інтенсивності світлопоглинання забарвленим розчином видимої частини спектру за допомогою приладів із спрощеним способом монохроматизації - фотоелектроколориметри (ФЕК, ЛМФ).

 Способи визначення концентрації речовин:

1 Метод градуювального (калібрувального) графіка: готують 4-6 стандартних (еталонних) розчинів з відомою концентрацією досліджуваної речовини С;

2 При певних світлофільтрі й товщині кювети вимірюють оптичну густину кожного стандартного розчину відносно розчину порівняння, а також розчину, який досліджують (Dx);

3 Для стандартних розчинів будують градуювальний графік залежності оптичної густини від концентрації D=f (C) і по Dx знаходять Cx . Як розчин порівняння використовують: розчинник (дистильована вода); розчинник з реактивами, окрім компоненту, що визначаюь; досліджуваний розчин без реагентів. Інтервал концентрацій стандартних розчинів має бути таким, щоб концентрація розчину, який досліджують, знаходилася в його середині, а значення оптичної густини було в межах 0,1-1,0 (менше помилка, максимальне відтворення) [25-28].

При вимірюванні світлопоглинання надзвичайно важливим є правильний вибір світлофільтру. Кожен світлофільтр має власну криву пропускання і характеризується двома сталими для кожного світлофільтру параметрами (вказуються в паспорті світлофільтру): а) – ефективна довжина хвилі, при якій пропускання максималь-λ б) (не 2λ − 1 λ ) - напівширина пропускання – це інтервал хвиль, при якому пропускання світла дорівнює 50%. Кожна речовина характеризується своїм спектром поглинання D = f( λ ) Положення максимуму спектру поглинання, характер і вид спектру є важливими оптичними характеристиками речовини. У забарвлених речовин ìàõλ лежить у видимій частині спектру. Принцип вибору світлофільтра: світлофільтр для кожного розчину вибирають таким чином, щоб максимальне поглинання розчином речовини (D) співпадало з максимальним пропусканням (Т) чи мінімальним поглинанням (D) світла цієї довжини хвилі світлофільтром [25-29].

3 Експериментальна частина

3.1 Виділення і кількісне визначення кодеїна, наркотина та інших з біоматеріалу

 Кожна ідентифікація наркотичної речовини з біоматеріалу або біорідини є достатньо складним, а інколи і трудомістким дослідженням, без перебільшення – це експеримент.

Попереднє експрес-тестування відібраної проби (якщо воно проводиться) може не дати результатів, тому важливим є безпосередньо саме дослідження.

Виділення і кількісне визначення кодеїна, наркотина, етилморфіна, сиднуфена і хлороцизина з біоматеріалу відбувається за схемою, яка показана на рисунку 3.1.

**Біоматеріал**

(трупні органи)

**Процес виділення** - витяжки алколоїдів або їх синтетичних аналогів

Метод хроматографії – виявлення - **якісне визначення**

Метод фотоколометрії – **кількісне визначення**

Рисунок 3.1 – Схема визначення кодеїна

 Для дослідження відбирають 100 г трупних органів, заливають 0,02 Н розчином Н2SO4 до повного покриття біоматеріалу, встановлюють рН 2-3 по універсальному індикатору 10% розчином Н2SO4. Витримують 2 години, після чого рідину зливають, а біоматеріал в тій же послідовності ще двічі настоюють по 1 год. Витяжки об’єднують, проціджують і обрабляють в центрифузі 20 хв. (при 1 тис. об/хв). Потім беруть скляну колонну довжиною 45 см, діаметром 2,5 см та заповнюють її гелем сефадекса С-25. Для його одержання сефадекс витримують (настоюють) 3 год. з 0,02 Н розчином Н2SO4. Зверху на гель кладуть кружок фільтрувального паперу по діаметру колонки. В колонку постійно вносять 50 мл витяжки (кодеїн, етилморфін, наркотин) або 10 мл (хлороцизин, сиднофен) і обробляють препарат 0,02 Н розчином Н2SO4. Перші 70 мл (сиднофен) або 110 мл інших речовин відкидають, а послідуючі 200 мл збирають і переносять в ділильну воронку, підлужують 25% розчином аміаку до рН 8-9 і тричі по 50 мл екстрагують хлороформом по 10 хв. Об’єднані екстракти доводять хлороформом до 15 мл, ділять на 2 частини і випарюють. Сухі залишки використовують для виявлення і кількісного визначення виділених речовин.

Сухі залишки для якісного виявлення розчиняють в метиловому спирті, речовини визначають методом хроматографії в тонкому шарі сорбента при цьому застосовують пластинки «Silufor». Для проявлення п’ятен сиднофена і хлороцизина пластинки збризкують 0,1% водним розчином КMnO4, а п’ятна кодеїна, наркотина, етилморфіна реактивом Драгендорфа модифікованим за Муньє.

Хроматографування хлорицизина виконують в системі бензол-метиловий спирт-оцтова кислота (14:4:1) Rf 0,31 - 0,33, сиднофен Rf 0,21 - 0,23. Кодеїн в системі розчинників хлороформ-ацетон-диетиламін (50:30:2) Rf п’ятен 0,40-0,42. Наркотин в системі бензол-етиловий спирт (9:1) маєRf 0,67-0,69. Етилморфін в системі хлороформ – метиловий спирт – аміак – диетиламі (12:24:1:0,1) має Rf п’ятен 0,72 – 0,74. Кількісне визначення кодеїну, хлороцизина і сиднофена проводять на основі з бромфеноловим синім.

До 1 мл досліджуваного розчину препарату добавляють 7 мл універсальної буферної суміші з рН 2, 3 мл водно-спиртового (80:20) 0,1% розчину бромфенолового синього і суміш 2 рази стряхують з 10 мл хлороформа. Хлороформні витяжки з’єднують і об’єм доводять до 25 мл. Оптичну густину одержаних жовто-оранжевих розчинів вимірюють за допомогою фотоелектроколориметра ФЕК-56М (світлофільтр №3 фіолетовий, кювета 5 мл). Розчином для порівняння є хлороформна витяжка із 3 мл розчину бромфенолового синього, 7 мл універсальної буферної суміші (рН - 2) і 1 мл Н2О. Кількість кожного препарату розраховують по колібровочним графікам, побудованим в межах концентрацій 0,05 – 0,8 мг сиднофена, 0,1 – 0,9 мг для хлороцизина і 0,05-0,1 мг для кодеїна в пробі [30, 31].

Наркотин кількісно визначають з 1 мл 8% розчину НCl, 0,5 мл 1% розчину хлораміна Б, після чого суміш залишають у спокої на 20 хв. Потім прибавляють 16,5 мл 5% розчину моногідрофосфата натрія і 5 мл 20% розчину сульфата натрія. Суміш стряхують і об’єм розчина доводять водою до 25 мл. Оптичну густину малиново-червоних розчинів вимірюють на ФЕК – М (світлофільтр №2 зелений, кювета 10 мл). Цим методом можна визначати наркотин в кількостях 0,05-2,0 мг препарата в пробі.

Етилморфін кількісно визначають з 1 мл 0,1 Н розчину НCl і 14 мл Н2О. Суміш залишають на 5 хв, а потім прибавляють 1 мл бромної води, перемішують і залишають на 5 хв. Після цього прибавляють 2,5% розчин Na2SO4 по каплям до знебарвлення розчину, а потім ще 1 мл 2,5% розчину Na2SO4. Колбу з сумішшю нагрівають на водяній бані (80˚С) 5 хв, охолоджують і прибавляють 0,5 мл 10% розчина аміака. Суміш стряхують і об’єм розчина

доводять Н2О до 30 мл. Через 10 хв. Визначають оптичну густину забарвленого в рожевий колір розчина на ФЕК – М (світлофільтр №3 синій, кювета 50 мл). в пробі [30-32].

Сеча, жовч

25 мл + 2,5 мл НСl

(к)

Печінка, нирки

25 г +10мл Н2О + 2,5 мл НСl (к)

Обробка в автоклаві

30-45 хв, Р – 1,1 ат

Екстракція в суміші хлороформ – н – бутанол (9:1) при рН 8,7

Реекстракція в 25 мл 0,1 НCl

Екстракційне очищення петролейним ефіром

Визначення морфіна в солянокислому реекстракті (25 мл)

5 мл на кількісне визначення

3 мл реєкстракцій для досліджень в УФ області спектра

Екстракція при рН 8,7 в суміші хлороформ-бутанол – дослідження хроматографією

1)1/20 хроматографія на «силуфол» в системі етанол-оцтова кислота-вода (60:30:10). Проявлення 0,5% розчином К3[Fe(CN)]3FeCl3

2)1/5 хроматографія на «силуфол» в системі етилацетат-метанол-аміак (85:10:5). Проявлення розчином феріфероцианідом калія

3)1,5 хроматографія на пластинах силікагеля з гіпсом в системах етилацетат-метанол-гідроксид амонія (85:10:5)

4)1,5 хроматографія на пластинах силікагеля з гіпсом в системах етанол-бензол-диоксан-гідроксид амонія (10:40:50:10)

5)1,5 хроматографія на пластинах силікагеля з гіпсом в системах етанол-піридин-диоксан-вода (50:20:25:5)

Фільтрування

Екстракційне очищення з хлороформом

рРидАддд

Рис

Рисунок 3.2 – Схема визначення морфіну

Проявлення: 3) йодоплатинатом реактивом або р. Фреде

 4) р.Драгендорфа

 5) р. Маркі

3.2 Ідентифікація метадону в біологічних рідинах

Метадон – органічна сполука, яка містить третинну аміногрупу, тому дослідження проводиться з метою її виявлення, зокрема, коли мова йде про наркотичні речовини. Крім метадону, третинну групу виявляють і в інших наркотичних (лікарських) засобах, таких як лідокаїн, кетамін, діфенгідрамін. Ці речовини проявляють також снодійну, анальгетичну та седативну дії.

Дослідження дає можливість виявляти наявність діючих речовин доксиламіну та лідокаїну в суміші з деякими іншими лікарськими засобами, які містять в своїй структурі третинну аміногрупу за допомогою хроматографії в тонких шарах сорбенту [21-22].

20 мл сечі пацієнта підкислюють хлоридною кислотою до рН 1 - 2 і проводять екстракцію 20 мл діетилового ефіру. Верхній ефірний шар відокремлюють і використовують для визначення речовин кислої природи. Водну фазу підлужують 25% розчином аміаку до рН=9-10 і екстрагують двічі з 20 мл суміші хлороформ – 2-пропанол (9:1). Отриманий екстракт випарюють на повітрі і сухий залишок розчиняють у 0,5 мл хлороформу, 50 мкл наносять на лінію старту хроматографічної платівки з силікагелем СТХ - 1А (5 - 17 мкм, товщина шару – 110 мкм).

Після закінчення хроматографування в системі 1 або 2 платівку проявляють реактивом Драгендорфа та Муньє та визначають величину hRf (відношення відстані, яка пройдена центром плями речовини до відстані, яка пройдена системою розчинників та помножена на 100). Якщо величина hRf речовин, які досліджуються співпадають з табличними, а також відповідні забарвлення з реактивом роблять попередній висновок про наявність метадону або інших речовин.

Таблиця 3.1 – Хроматографічна рухливість речовин та тонкошарових платівок з силікагелем СТХ - 1А (5 - 17 мкм, товщина шару – 110 мкм)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Речовина | Забрвлення з реактивом Драгендорфа за Муньє | hRf в системах |
| 1 | 2 |
| Доксиламін | помаранчеве | 66 | 69 |
| Лідокаїн | помаранчеве | 83 | 78 |
| Кетамін | помаранчеве | 74 | 88 |
| Метадон | помаранчеве | 88 | 84 |

Примітка: назви препаратів надані згідно міжнародними непатентованим назвам.

Система 1: толуол-ацетон-етанол – 25% розчин аміаку (4,5:4,5:0,75:0,25);

Система 2: етилацетат-метанол – 25% розчину аміаку (8,5:1,5:0,5).

Далі, 50 мкл розчину екстракту та стандартні розчини речовин (наприклад, доксиламіну та лідокаїну) та діфенгідраміну наносять на лінію старту двох хроматографічних платівок з силікагелем СТХ-1А (5-17 мкм, товщина шару – 110 мкм). Після закінчення хроматографування в системах розчинників 2 та 3, платівки витягають, висушують та проявляють реактивом Манделіна, фіксуючи забарвлення та величини hRf (табл. 3.2).

Система 2: етилацетат – метанол – 25% розчин аміаку (8,5:1,5:0,5)

Система 3: гексан – етанол – 25% розчин аміаку (3:6:0,04)

В подальшому виконують слідуючі дії: отримують різницю між hRf в системі 2 та 3 (наприклад, плям стандартного розчину доксиламіну та плям екстракту ∆hRf (ст.) та ∆hRf (екс.) і перемножують на hRf плями дифенгідраміну. Отримані результати для плям речовини, яку виявляють та стандартної речовини повинні співпадати в межах 2%. Після цього роблять висновок про виявлення препарату [33-36].

Таблиця 3.2 – Результати хроматографічного розподілу лікарських та контрольованих засобів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Речовина | Забарвлення з реактивом Манделіна | Величина hRf в системах | ∆hRf | ∆hRfx∆hRf |
| 2 | 3 |
| Доксиламін | синє | 69 | 14 | 55 | 1045 |
| Лідокаїн | помаранчеве | 78 | 77 | 1 | 19 |
| Кетамін | - | 88 | 71 | 17 | 323 |
| Метадон | Синьо-зелене | 84 | 47 | 37 | 703 |
| Діфенилгідрамін | жовте | 78 | 59 | 19 | - |

В бюро судово-медичної експертизи досліджують наявність наркотичних речовин в суміші з лікарськими препаратами. Біологічні рідини, такі як сеча, майже завжди містять їх залишки (або метаболіти). Експериментально встановлено, що оптимальним варіантом виявлення наркотичних речовин у суміші з деякими лікарськими засобами є метод хроматографії в тонких шарах сорбенту.

Цей спосіб є ефективним для виявлення кустарно виготовленого метамфетаміну в суміші з лікарськими засобами кетаміном декстропропоксіфеном та трамадолом.

20 мл сечі пацієнта підкислюють хлороводневою кислотою до рН = 1-2 і проводять екстракцію 20 мл діетилового ефіру. Верхній ефірний шар відокремлюють і використовують для визначення речовини кислої природи. Водну фазу підлужують 25% розчином аміаку до рН = 9-10 і екстрагують двічі з 20 мл суміші хлороформ – 2 – пропанол (9:1). Отриманий ексракт випарюють на повітрі і сухий залишок розчиняють у 0,5 мл хлороформу.

Метод проведення дослідження методом хроматографії.

50 мкл хлорофорного розчину наносять на лінію старту двох хроматографічних платівок «Сорбіфол», підготовлених для двомірної хроматографії. Після закінчення хроматографування в системі розчинників (1) платівки витягують, висушують і на лінії старту наносять стандартні розчини забороненого наркотику (наприклад, метафетаміну) та лікарського засобу (наприклад, трамадолу) і хроматографують у системі (4) в напрямі, перпендикулярному до напрямку в системі (1) (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Залежність Rf від взаємодії з деякими реактивами

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Речовина | Забарвлення | Величина Rf в системі |
| з 1% розчином номнінгідріну | з розчином Маркі | 1 | 2 | 3 |
| Ефедрин | фіолетове | - | 0,31 | 0,46 | 0,18 |
| Фенілпропаноламін | фіолетове | - | 0,62 | 0,47 | 0,69 |
| Ефедрон | рожеве | - | 0,66 | 0,71 | 0,53 |
| Амфетамін | фіолетове | жовто-гаряче | 0,46 | 0,62 | 0,62 |
| Метамфетамін | темно- фіолетове | коричневе | 0,31 | 0,53 | 0,33 |
| Трамадол | сіро-голубе | буро-коричневе | 0,68 | 0,87 | 0,88 |
| Кетамін | жовто-зелене | - | 0,63 | 0,81 | 0,74 |
| Декстропропоксіфен | темно-сіре | чорне | 0,70 | 0,82 | 0,80 |
| Декстрометорфан | темно-коричневе | чорно-зелене | 0,51 | 0,81 | 0,70 |
| Фенілефрін | коричневе | рожеве | 0,50 | 0,60 | 0,56 |

Система 1 – метанол, 25% аміак (100:15)

Система 2 – етилацетат, етанол, 25% аміак (85:10:0,5)

Система 3 – толуол, ацетон, етанол, 25% аміак (45:45:7,5:2,5)

Система 4: гексан – ацетон 2:1

Після досягнення лінії фронту платівки витягають, висушують та проявляють 1% ацетоновим розчином нінгідрину, фіксуючи забарвлення та величини Rf (відношення відстані, яка пройдена центром плями речовини до відстані, яка пройдена системою розчинників), а після висушування наносять реактив Маркі та після змінення забарвлення, в разі потреби, змивають водою. При співпаданні величини Rf речовин, що досліджуються зі стандартами, а також відповідного забарвлення роблять висновок про наявність забороненого наркотику (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Забарвлення в залежності від реактива та величини Rf

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Речовина | Забарвлення | Величина Rf в системі 4 |
| з реактивом Маркі після 1% розчину нігідріну | змивання водою |
| Ефедрин | малинове | малинове | 0 |
| Фенілпропаноламін | малинове | малинове | 0 |
| Ефедрон | малинове | малинове | 0 |
| Амфетамін | коричневе | коричневе | 0,19 |
| Метамфетамін | коричневе | коричневе | 0 |
| Трамадол | буро-коричневе | смараглово-зелене | 0,29 |
| Кетамін | - | - | 0,5 |
| Декстропропоксіфен | чорне | чорне | 0,4 |
| Декстрометорфан | синьо-зелене | чорно-зелене | 0,1 |
| Фенілефрін | малинове | малинове | 0,1 |

Всі хроматографічні вимірювання дублюються, відтворюваність склала +2%.

Реалізація цього методу включає в себе використання двомірної хроматографії з новою системою розчинників та застосування обмеженої кількості реагентів – проявників [17, 23, 37-39].

В бюро судово-медичної експертизи проводиться робота по ідентифікації відомих наркотичних речовин і дослідження нових сучасних наркотиків. Результатом цієї роботи є висновок: просліджується тенденція до збільшення кількості проб для ідентифікації (2019 – 208, 2020 – 303, 2021 – 419, 2022 – 370 за 9 місяців) (рисунок 3.3). В зв’язку з цим спеціалісти судово-експертного бюро працюють над впровадженням експрес тестів для якісного визначення наркотичних речовин, в тому числі і нових синтетичних.

В цій же лабораторії освоєна методика дослідження лікарських препаратів, що містять наркотичні речовини. Ідентифікація наркотичних речовин може відбуватись за схемою: капельні реакції подрібненої пигулки з реактивами – Маркі, Шойблера, Діл Копаній, потім хроматографія і вивчення в ультрафіолетових променях у відповідній послідовності. Особливістю цієї ідентифікації є те, що лікарські препарати включають 3-5 компонентів, в тому числі і алколоїди опію і барбітурати. Тому доцільно було підтвердити також застосування капельного аналізу і ТШХ для експресного встановлення природи препаратів та їх дослідження з метою порівняння при малих кількостях досліджуваних речовин [40-44].

3.3 Дослідження впливу рН на процес розділення витяжки з метою виділення домішок

 Досвід практичної роботи в бюро судово-медичної експертизи та огляд літературних джерел дозволяють зробити висновок, що вилучення домішок проводиться різними способами для різних наркотичних речовин, зокрема, осадженням, фільтруванням, додаванням відповідних реактивів, висолюванням та зміною рН середовища тощо. Кожний з цих способів має в порівнянні з іншими, як переваги, так і недоліки.

Рисунок 3.3 – Робота судово-експертного бюро в Кіровоградській області по ідентифікації наркотичних речовин з біологічного матеріалу та біологічних рідин.

 Як правило цей процес є комбінованим, що забезпечує в подальшому точне кількісне визначення наркотичної речовини. Часті випадки коли виконують ідентифікацію з метою встановити швидко вид наркотичної речовини. Для цього використовують тести, крапельні реакції тощо. Зокрема, очищення витяжки при ідентифікації кодеїну основується за стандартною методикою на хімічній властивості кодеїну, як сполуки, що має основний характер. Таким чином, екстракція відбувається завдяки розподілу речовин між розчинниками, що не змішуються, а також їх здатності розчинятись в органічних розчинниках, а солей, які вони утворюють у воді. Цей метод простий, практично доступний для будь-якої лабораторії і достатньо ефективний [45-47]. Схему екстракційної очистки кодеїну можна представити так (рисунок 3.4):

кодеїн – основа та домішки екстрагуються хлороформом при рН 9-10

кодеїн у вигляді солі при рН 2-3, сіль кодеїну екстрагується водою, домішки екстрагуються хлороформом

 ОН−

 Н+

 Н+

Рисунок 3.4 – Екстракційна очистка кодеїну

Практично відсутня інформація щодо вилучення домішок при рН в межах 5,0 - 7,5. Тому доцільно було б провести такий експеримент і до того ще із заміною хлороформу на інший розчинник, наприклад, суміш н-бутанолу з етанолом або ацетон, або інший.

Для дослідження з біоматеріалу відібрали 5 г печінки і 5 г нирок, подрібнили і помістили в конічні колби ємністю 100 мл, залили дистильованою водою, так щоб вона покрила біоматеріал і додали по 5 мл ацетону. Ретельно перемішали і збовтали протягом 2 хв. Вміст колби обробили на центрифузі (5 хв при 5000 об/хв). Рідину, яка зібралась над осадом злили і знову в колбу, додали 5 мл ацетону і операцію повторили. До ацетонових витяжок додати 20 мл розчину НCl до рН 5 за «універсальним індикатором» і провели екстрагування н-бутанолом. Органічну фазу відділили в окремий посуд. З водної фази виділяєм речовини сумішшю (н-бутанол + етанол 4:1). Витяжки об’єднуємо і фільтруємо, розчинник випаровуємо, сухий залишок досліджуємо на наявність кодеїну. Експеримент повторюємо при рН 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5. Сухі залишки досліджували методом кольорових реакцій на фарфорових пластинках, результати приведені в таблиці 3.5.

 Таблиця 3.5 – Кольорові реакції досліджуваних речовин

|  |  |
| --- | --- |
| Значення рН | Досліджувані речовини |
| нирки (кодеїн) | печінка (кодеїн) |
| Маркі | Маркі |
| 1 | 2 | 3 |
| 5,0 | проявленняне спостерігається | проявленняне спостерігається |
| 5,5 | дуже невиразне і розмите проявлення, майже відсутні кольори | не виразне проявлення, але колір зелений просліджується |
| 6,0 | проявлення не чітке, але з’явився зелений колір | не виразний зелений колір з синім відтінком |
| 6,5 | зелений колір з відтінкомсинього | зелений колір з відтінкомсинього |
| 7,0 | чіткий зелений колір звідтінком синього | чіткий зелений колір звідтінком синього |
| 7,5 | чіткий зелений колір звідтінком синього | чіткий зелений колір звідтінком синього |

Результатом цього експерименту є доведення того, що рН впливає на розділення витяжки. Хроматографічне визначення та кількісне не проводили так як метою експеримента було довести, що рН і види розчинників можна підбирати експериментально і це дає можливість розвивати цей напрям оскільки види наркотичних речовин постійно змінюються.

4 Охорона праці ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СІТУАЦІЯХ

Під охороною праці розуміють систему правових соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактиктичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров’я і працездатності людини у процесі трудової діяльності (Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 №2694-12)

Основними завданнями охорони праці є впровадження спеціальних процесів в різноманітні аспекти діяльності організації (підприємства) та її персоналу, що впливають на безпеку діяльності, збереження життя і здоров’я людей.

Для працівників комунального закладу «Кіровоградське обласне бюро судово-медичної експертизи» система охорони праці включає такі складові:

* правила безпеки в хімічній лабораторії;
* спеціальні заходи, що враховують специфіку роботи працівників.

Для проведення робіт з газовими, леткими і отруйними речовинами в лабораторії встановлені шафи з приливно-витяжною вентиляцією. Швидкість руху повітря в повністю відкритих стулках витяжної шафи має становити 0,3 м/с (при роботі з ртуттю – 0,4 м/с, сірководнем – 0,7 м/с). Необхідно провітрювати щоразу перед початком роботи [48-49].

У приміщенні лабораторії забороняється:

- залишати без нагляду увімкнені електронагрівальні прилади та запалені пальники, тримати поблизу них вату, марлю, спирт та інші легкозаймисті речовини;

- проводити роботи, пов’язані з перегонкою, екстрагуванням, розтиранням шкідливих речовин та інше при несправній вентиляції;

- нахилятися над посудиною, в якій кипить рідина;

- зберігати запаси отруйних, сильнодіючих, вибухонебезпечних речовин і розчинів на столах і стелажах;

- зберігати і застосовувати реактиви без етікеток;

- зберігати в робочих приміщеннях будь-які речовини невідомого походження;

- працювати без встановленого спеціального санітарного одягу і захисних пристосувань;

- зберігати і вживати їжу в кімнаті, де працюють з отруйними речовинами і кислотами [50, 51].

Кожен співробітник лабораторії повинен мати халат, а також фартух.

На робочому місці дозволяється мати мінімальну кількість вогненебезпечних речовин, достатню для виконання необхідних операцій. Всі роботи з агресивними, токсичними, вогненебезпечними речовинами слід проводити тільки в працюючій витяжній шафі. Нагріваючи рідину, необхідно тримати пробірку так, щоб її отвір був направлений у бік, протилежний від працівника та його колег.

Здійснюючи перегонку рідини весь час, весь час необхідно стежити за апаратом для дистіляції та нормальною роботою холодильника. Не можна залишати прилад без нагляду навіть на короткий час. При перерві подачі води необхідно перекрити крани (особливу увагу приділити тим, з яких вода надходить у прилади по гумовим трубкам), а у випадку припинення подачі електричного струму – вимкнути всі електроприлади.

При роботі зі спиртівкою або легкозаймистими речовинами необхідно мати під рукою ковдру, щільну тканину або інше для швидкого гасіння вогню у випадку аварії.

Йдучи з лабораторії в кінці робочого дня, слід переконатися в тому, що всі крани (газові, водопроводні та ін.) закриті; всі мотори і електронагрівальні прилади вимкнені; дверцята витіжних шаф опущені; стіл чистий і прибраний; всі коштовні прилади закриті або прибрані; ніяких вогненебезпечних речовин на столах немає. Необхідно перевірити, чи на місці протипожежні засоби, вимкнути світло, і лише тоді закрити лабораторію [50-52].

З метою контролю за забрудненням повітря в санітарно-гігієничних відділеннях лабораторій слід періодично брати аналізи на шкідливі речовини, не рідше 1 разу на квартал і при підозрі, а в боксах бактеріологічних лабораторій не менше 2-х разівна тиждень – на патогенні мікроорганізми.

Зберігання реактивів. При зберіганні реактивів необхідно дотримуватись наступних правил:

1. На кожну склянку або іншу посудину, в яких знаходиться реактив,потрібно наклеїти етикетку, де будуть вказані назва речовини та її концентрація.

2. Концентровані розчини кислот повинні зберігатися у спеціальних бутлях (склянках) з притертою пробкою, поверх яких необхідно надягати скляний притертий ковпачок.

3. Луги необхідно зберігати в широкошиїх банках з оранжевого скла, закритих корковими пробками або поліетиленовими пробками, залитими парафіном.

4. Посуд для зберігання отруйних речовин, лугів і кислот повинен мати чіткі написи.

5. Бюкси, банки, бутлі з леткими речовинами необхідно відкривати тільки в момент безпосереднього користування ними.

6. Горючі та вибухонебезпечні речовини повинні міститись в товстостінних ємностях (банках), які необхідно зберігати в залізних ящиках, викладених азбестом. Місце, де знаходиться ящик, має бути віддалене від виділяючих тепло поверхонь і приладів. Слід забезпечити зручних підхід до ящика.

7. Реактиви повинні бути добре закупорені. При закупорюванні реактивів пробками слід враховувати їх властивості. Так, гумові пробки сильно набухають під дією деяких хімічних речовин, наприклад, спирту, бензолу, ацетону, ефіру. Під впливом галогенів (брому, йоду) гумові пробки стають крихкими, втрачають елестичність. Такі реагенти краще закупорювати скляними притертими пробками. Розчини лугу, навпаки не можна закупорювати скляними пробками, тому що в проміжку між внутрішньою поверхнею шийки склянки і зовнішньою та пробкою виникає шар розчину лугу, в якому утворюють карбонати, що щільно заклинюють пробку.

8. Якщо реактив чутливий до дії світла (наприклад, бромисте срібло, азотнокисле срібло, перекис водню, гіпосульфіт та ін.), його зберігають у банках з оранжевого скла. Банку із світлого скла можна загорнути в темний папір і поставити в шафу, непроникну для світла.

9. Багато речовин при їх змішуванні можуть давати самозаймисті, вибухонебезпечні, отруйні та інші продукти. Тому категорічно забороняється зберігання легкозаймистих вогне- і вибухонебезпечних речовин з кислотами і лугами. Легкозаймисті рідини, наприклад, ацетон, бензол, бензин, ксилол, нафта, сірковуглець, скипидар, спирти, етилацетат, діетиловий і петролейний ефіри, дихлоретан) не можна зберігати разом з таким речовинами:

* бром, перманганат калію, сірчана та азотна кислоти;
* хлорати і селітри;
* карбід кальцію, фосфористий кальцій і натрій; промаслені волокнистими матеріалами;
* стиснені та розріджені гази;
* миш'яковистий препарат, ртутні солі, хлор.

 10. Легкозаймисті вибухові речовини, а також сильні окислювачі
(перекис водню, хлорну кислоту) слід зберігати в місцях, захищених від
пилу, вологи і світла.

11. У сховищі кислот належить мати в достатній кількості нейтралізуючі речовини (содові й вапняні розчини) для «гасіння» пролитих кислот.

При зберіганні отруйних речовин необхідно дотримуватися наступних правил:

1. Отруйні засоби зберігаються в окремій кімнаті в металевих шафах або сейфах, замкнених на ключ і опломбованих. Кімната має бути обладнана водопроводом, каналізацією, вентиляцією і витяжною шафою. На вікнах кімнати, де містяться отруйні засоби, обладнуються залізні грати, двері повинні бути оббиті залізом (при необхідності встановлюється сигналізація). У лабораторіях з чевеликим обсягом роботи допускається знаходження металевої шафи або сейфа з отруйними засобами та витяжної шафи для роботи з ними в матеріальній кімнаті.
2. Отруйні засоби підлягають предметно-кількісному обліку в окремих книгах, пронумерованих, прошнурованих та скріплених печаткою та підписом керівника.
3. На кожну упаковку, що містить отруйні засоби, повинні наклеюватися етикетки із зазначенням найменування засобу та із зображенням перехрещених кісток і черепа з написами: «Отрута» і «Поводитися з обережністю».
4. Розфасовка, подрібнення, відважування і відмірювання отруйних і сильнодіючих засобів повинні проводитися у витяжних шафах із допомогою спеціально виділених для цієї мети приладів і посуду (ваги, лійки, ступки, циліндри та ін.).
5. Нагрівання отруйних речовин проводиться тільки в круглодонних колбах. Нагрівати колби на відкритому вогні забороняється.
6. Роботу з отруйними речовинами слід проводити тільки в гумових рукавичках, захисних окулярах, при необхідності – в протигазі. Після закінчення роботи слід ретельно вимити руки, а в окремих випадках – почистити зуби і прополоскати рот [53-55].

Слід мати на увазі, що деякі органічні речовини належать до числа одурманюючих. Серед них зустрічаються леткі й нелеткі сполуки. До летких відносяться вуглеводні (пентан, гексан, гептан, октан, ізооктан, петролейний ефір, бензин, циклопропан, циклопентан, циклогексан, бензол, толуол), спирти (метанол, етанол, н-пропанол, ізопропзнол, ізобутанол, н-бутанол, н-пентанол, ізоаміловий спирт), кетони (ацетон, циклогексанон), ефіри (діетиловий, етилацетат, бутилацетат), галогеноводні (дихлорметан, хлороформ, дихлоретан); до нелетких – кислоти (похідні барбітурової кислоти: барбітал, фенобарбітал, гексенал), нейтральні речовини (хлоралгідрат), амфотерні сполуки і слабкі основи (хлордіазопексид, феназепам), основи (морфін, кодеїн, атропін, кокаїн, папаверин, аміназин, дифрил та ін.).

Поводження з хімічними реактивами

При роботі з реактивами необхідно дотримуватися наступних правил:

1. Не слід застосовувати в роботі речовини, склад яких невідомий, тому що в такому випадку не можна заздалегідь визначити, чи утворюватимуться в ході реакції небезпечні продукти (горючі, отруйні або вибухові).
2. При роботі з новими речовинами потрібно ретельно з'ясувати всі можливі види небезпек і вжити заходів задля їх запобігання – використовувати захисні окуляри, щитки та інші пристосування. Перші дослідження потрібно проводити з мінімальними кількостями речовини.
3. При використанні речовин, що мають шкідливу дію на шкіру (кислоти, луги, окислювачі, перекиси та ін.) або здатні проникати в організм
через шкіру, необхідно застосовувати гумові рукавички. При цьому потрібно стежити, щоб отруйна речовина не потрапила на руки, обличчя, одяг.
4. При дробленні їдких лугів слід покривати голову косинкою або головним убором, тому що шматочки лугу, що потрапили на волосся, викликають опік і руйнують їх. Змішуючи концентровані кислоти з водою, слід додавати кислоту до води, а не навпаки! Під час додавання кислоти потрібно сильно перемішувати рідину!
5. Слід дотримуватися обережності при роботі з легкозаймистими
речовинами (ацетон, ефір, бензол, спирт та ін.
6. Робота з легкозаймистими рідинами та горючими речовинами повинна проводитися у витяжній шафі з частково опущеними дверцятами і при діючій вентиляції. Газові пальники потрібно вимкнути.
7. Розігрівати речовини з низькою температуоою кипіння ацетон, ефір, спирти та ін.) слід тільки в круглодонних колбах, виготовлених з тугоплавкого ску з ос з використанням бань, заповнених відповідними теплоносіями (водою або маслом залежно від температури кипіння речовини). Нагрівання легкозаймистих рідин до 100°С необхідно проводити на водяних банях. Забороняється опускати колбу з легкозаймистою рідиною в гарячу воду без попереднього поступового підігріву колби. Нагрівання легкозаймисті рідин вище 100 °С проводити на масляних банях, причому температура бань не повинна перевищувати температури самозаймання рідини, що нагрівається.
8. Щоб уникнути «перекидання» рідини в колбу, що підігрівається,
в неї кладуть скляні капіляри або шматочки висушеної пемзи.
9. Перед перегонкою горючих речовин холодильник заповнюють холодною водою. Лише після того, як струмінь води встановиться, включають нагрівальний прилад. Колбу приймача поміщають на посуд з піском.
10. При забрудненні сильнодіючими і отруйними речовинами спецодягу та рушників їх слід негайно змінити на чисті, а брудні передати молодшому медичному персоналу для нейтраліза прання.
11. Розсипані або пролиті отруйні речовини і кислоти слід негайно повністю зібрати, вимити стіл, підлогу, Інші поверхні, на які вони потрапили!
12. Рідкі отруйні речовини і кислоти недопустимо набирати в піпетку ротом. З цією метою слід використовувати сифон або спеціальну піпетку.
13. Перш ніж вилити отруйну речовина в раковину, її необхідно знешкодити.
14. Працюючи із ртуттю, необхідно помістити прилади на широкий піднос, а випадково розлиту ртуть негайно повністю зібрати і знешкодити. Збирати ртуть тільки за допомогою піпетки з гумовою грушею, а дрібні краплі, що залишилися в щілинах та інших важкодоступних місцях, за допомогою амальгамованої пластинки! Забруднене ртуттю місце знешкоджують хімічним способом, промиваючи 20% розчином хлориду тривалентного заліза, засипаючи порошком сір або користуючись іншим демеркуризатором.
15. Відкривання посудин з концентрованими кислотами і лугами та приготування розчинів з них дозволяються тільки у витяжній шафі з увімкненою вентиляцією.
16. Луги слід брати з банки шпателями.
17. При приготуванні розчинів лугів певну наважку речовини опускають у велику посудину з широкою шийкою, заливають необхідною кількістю води і ретельно перемішують. Великі шмаї сухого реагенту розбивають на дрібні в спеціально відведеному місці. При цьому луги накрива полотном, волосся покривають косинкою або спеціальним головним убором, оскільки шматочки лугу, потрапивши на волосся, руйнують їх.
18. При проливанні неотруйних реактивів достатньо витерти поверхню столу ганчіркою, тримаї її гумовими рукавичками, після чого добре прополоскати ганчірку, вимити стіл і рукавички.
19. Пролитий розчин лугу треба засипати піском або тирсою, потім їх видалити і залити це місце сильно розбавленою соляною або оцтової кислотою; після цього видалити кислоти ганчіркою, вимити стіл і рукавички [55].

 Універсальні методи професійної профілактики

1. В умовах стрімкого розповсюдження ВІЛ-інфекції серед населення кожний пацієнт розглядається як потенційний носій інфекції, що передасться через кров. Відповідно кожне робоче місце медичного працівника забезпечується засобами попередження передачі інфекцій, шо перелаються через кров, у тому числі вірусу імунодефіциту людини, від можливого носія інфекції іншим пацієнтам, медичному та технічному персоналу.
2. Робочі місця закладів охорони здоров'я забезпечуються інструктивно- методичними документами, аптечками для проведення термінової профілакти­ки при аварійних ситуаціях, необхідним набором медичного інструментарію для одноразового використання, дезінфекційними засобами для проведення
знезараження.

3. Медичний інструментарій, а також посуд, апарати та інші речі забруднені кров'ю, біологічними рідинами (далі - біологічні рідини), відразу після використання підлягають дезінфекції згідно з діючими вимогами нормативної документації.

1. Медичні спеціалісти зобов'язані бути обережними під час проведення маніпуляцій з ріжучим та колючим інструментом (голками, скальпелями. ножицями та інше).
2. Для уникнення поранень після використання шприців голки 5 них не знімають до дезінфекції. Перед занурюванням шприца з голкою в дезрозчин виймають тільки поршень. Використані шприци та голки поміщаються у спеціальні ємкості з матеріалу, який не проколюється.

При здійсненні медичних маніпуляцій, які супроводжуються порушен­ням цілісності шкіри сливових оболонок, при розтині трупів, проведенні лабораторних досліджень, обробці інструментарію, прибиранні та інше медичні спеціаліасти та технічний персонал користуються засобами індивідуального ;а-хисту і хірургічними халатами, гумовими рукавичками, масками непромокаль­ними фартухами, нарукавниками, окулярами, захисним екраном). Ці дії дають змогу уникнути контакту) шкіри та слизових оболонок працівника з кров'ю. тканинами, біологічними рідинами пацієнтів.

Медичні спеціалісти зобов'язані вдягати латексні рукавички в разі:

* контакту з предметами або поверхнею тіла, які потенційно можуть бути
забрудненими кров'ю або іншими біологічними рідинами пацієнта.
* прибирання приміщень;
* контакту з використаним інструментарієм.

Кожен медичний працівник повинен ретельно вимити руки з милом під проточною водою протягом щонайменше 30 секунд.

* до та після огляду кожного пацієнта (трупа);
* після контакту з кровлю та іншими біологічними рідинами;
* негайно після зняття використаних рукавичок.

8. Медичні спеціалісти з травмами, ранами на руках, ексудативними
ураженнями шкіри рук, які неможливо закрити лейкопластиром або гумовими
рукавичками, звільняються на період захворювання віл безпосереднього
контакту з трупами та предметами забрудненими кров'ю'.

9. Усі маніпуляції з кров'ю і сироватками в лабораторіях виконуються за
допомогою гумових груш, автоматичних піпеток, дозаторів.

10. Будь-які ємкості з кров'ю, іншими біологічними рідинами, біологічні
матеріалами (тканинами, шматочками органів тощо) відразу на місці взяття
щільно закриваються гумовими або пластмасовими корками.

11. У лікувальних закладах для забезпечення знезараження при
випадковому витіканні рідини кров та інші біологічні матеріали транспортуються в штативах, покладених у контейнери (бікси або пенали), на дно яких укладається чотиришарова суха серветка.

1. Транспортування проб крові та інших біологічні матеріалів 5 ліку­
вальних закладів до лабораторій, які розташовані за межами цих іакладів.
здійснюється тільки в контейнерах (біксах. пеналах), шо унеможливлює випадкове або навмисне відкриття кришок під час їх перевезення (замок, пломбування, заклеювання місць з'єднання лейкопластиром). Ці контейнери після розвантаження обробляють дезрозчинами. Оптимальною є доставка в сумках-холодильниках.
2. Не допускається транспортування проб крові та інших біоматеріалів
картонних коробках, дерев'яних ящиках, поліетиленових пакетах.

14. Не допускається вкладання бланків направлень або іншої документації в контейнер чи бікс.

15. Профілактика при пораненнях, контактах з кров’ю, біологічними рідинами та біоматеріалами ВІЛ - інфікованого пацієнта (трупа) здійснюється відповідно до чинного клінічного протоколу.

Будь-яке ушкодження шкіри, слизових оболонок медперсоналу, забруд­нення їх біоматеріалом від трупа під час дослідження кваліфікується як можливий контакт з матеріалом, який містить збудника інфекції, у тому чисіі ВІЛ.

Необхідно пам'ятати, що в разі пошкодження рукавичок (поріз, розрив, прокол) необхідно їх зняти, ретельно вимити руки та одягнути нові рукавички.

16. У разі потрапляння крові, біологічних рідин, біоматеріалу на слизові оболонки:

- ротової порожнини – прополоскати її 70%-ним розчином етиловою
спирту;

- порожнини носа – закапати ніс 30%-ним розчином альбуциду;

- очей – промити очі водою (чистими руками), закапати 30%-ним розчином альбуциду.

Для обробки носа й очей можна використовувати 0,05%-ний розчин перманганату.

 Особливістю роботи бюро судово-медичної експертизи є утворення специфічних та небезпечних відходів. Існує інструкція щодо поводження, зберігання і знешкодження відходів. В бюро є декілька посадових осіб, які допущені до роботи з відходами. В своїй роботі вони керуються спеціальною інструкцією, яка встановлює загальні вимоги до поводження з медичними відходами в КЗ «Кіровоградське обласне бюро судово-медичної експертизи» з метою попередження їх негативного впливу на життя, здоров'я населення та довкілля і визначають порядок збирання, зберігання, сортування, утилізації, знезараження, знищення медичних відходів [54, 56].

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сучасний стан процесу ідентифікації наркотичних речовин, виділенні основні стадії та особливості якісного та кількісного визначення наркотичних речовин в зразках органів та біологічних рідинах.

2. Виокремленні фактори, що найбільше впливають на складові процесу ідентифікації. Так, якісне визначення алкалоідів проводять стандартними реактивами. Найчастіше використовують реактиви Маркі, Фреде, Манделіна, Ердмана, Вагнера тощо. У кількісному аналізі застосовують ті ж реагенти, що і в якісному.

3. Експериментально визначено вплив рН на вилученння витяжки на кодеін і домішки.

4. Встановлені оптимальні межі рН для розділення суміші при використанні інших розчинників. В ході експерименту виявили, що оптимальні межі рН коливаються між 6,0 – 7,5. При значенні 6,0 вже з'являється зелене забарвлення, що свідчить про позитивну реакцію на витяжку кодеіну і домішки.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. При дослідженні можуть бути одержані як помилково – позитивні результати, так і помилково – негативні. Для того, щоб іх мінімалізувати, треба додержуватися правил забору і доставки біологічного матеріалу в лабораторію, а також враховувати час і швидкість виконання аналізу.

2. В одній пробі візуально не завжди можливо «впіймати» проявлення кольорової реакції досліджуваної наркотичної речовини, тому бажано робити для контролю 2 - 3 проби і використовувати метод порівняння інтенсивності забарвлення з серією еталонних.

3. Проведений експеримент дає змогу в подальшому використовувати для ідентифікації наркотичних препаратів менш дороговартісні реактиви ( ті, які є в наявності в лабораторії), заощаджує час і відкриває можливість розвивати даний напрям, оскільки види і склад наркотичних речовин постійно змінюються.

4. Отримані результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи магістра можуть бути застосовані в якості доповнення навчальних дисциплін:

− бакалаврів: «Основи токсикології»;

− магістрів: «Великий практикум з біоорганічної хімії».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Панчук О. Неорганічна хімія, ч. І, конспект лекцій. Чернівці : Рута, 2007. 140 с.
2. Черних В. П. Органічна хімія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. В. П. Черних; Національний фармацевтичний ун-т. Харків : НФаУ : Оригінал, 2008. 752 с.
3. Петровська М. Екологічна токсикологія : навчально - методичний посібник. Львів, 2014. 116 с.
4. Крамаренко В. П. Токсикологічна хімія. Київ : Вища школа, 1995. 423 с.
5. Трахтенберг І. М. Книга про отрути та отруєння. Нариси токсикології. Тернопіль : ТМДУ. 2008. 364 с.
6. Крамаренко В. Ф. Токсикологическая химия. Киев: Главное издательство издательского обьединения «Вища школа», 1989. 216 с.
7. Механізми органічних реакцій у розчинах: навч. посіб. В.Г. Пивоваренко. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2019. 303 с.
8. Про затвердження переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів: Постанова КМУ від 6 травня 2000 р. №770.
9. Ridley R. G. Medical need, scientific opportunity and the drive for antimalarial drugs. Nature. 2002. Vol. 415. P. 686.
10. Ніженковська І. В., Вельчинська О. В., Кучер М. М. Токсикологічна хімія : підручник. Київ : ВСВ «Медицина», 2012. 372 с.
11. Ланцедова Ю. О. Криміналістика: навч. посібник. Київ : НАУ, 2017. 360 с.
12. Шумейко В. М., Глуховський І. В., Овруцький В. М. Екологічна токсикологія. Київ : АТ «Видавництво «Столиця», 1998. 204 с.
13. Ранський А. П., Євсєєва М. В., Гордієнко О. А. Хімія : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. 147с.
14. Галькевич І. Й., Кучер М. М., Туркевич О. Д. Токсикологічна хімія. Методичні вказівки до лабораторних занять та контрольних завдань : посібник для студентів заочної форми навчання. Львів 2005. 128 с.
15. Снітинський В. В., Хірівенський Х. Р., Гнатів П. С., Антоняк Г. Л. Екотоксикологія : підручник. Херсон : Олді-плюс, 2011.
16. Панасенко О. І., Каплаушенко А. Г., Самура Б. А., Кучер М. М. Загальна характеристика токсичних речовин, діагностика і лікування гострих отруєнь. Київ, 2012. 394 с.
17. Ніженковська І. В., Вельчинська О. В., Кучер М. М. Токсикологічна хімія : підручник. Київ : В-вщ : Всеукраїське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2020. 372 с.
18. Березан О. Органічна хімія. Київ : Абрис, 2000. 304 с.
19. Вороніна Л. М., Десенко В. Ф., Мадієвський Н. М. Біологічна хімія. Харків : Основа, 2000. 608 с.
20. Кучер М. М., Галькевич І. Й. Газорідинна хроматографія в аналізі ліків та отрут. Том 1. Теоретичні основи методу. Львів : ЛНМУ, 2011. 236 с.
21. Л. І. Остапченко Методичні вказівки до спец. практикуму «Хроматографія». Київ : КНУ ім. Шевченко, 2013. 19 с.
22. Галькевич І. Й., Кучер М. М., Бідниченко Ю. І., Федущак Н. К.,

Крамаренко С. Ю., Костишин Л. П. Методичні вказівки до лабораторних занять з токсикологічної хімії. Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, 2015. 101 с.

1. Кучеренко М. Є. Сучасні методи біохімічних досліджень. Учбовий посібник. Киiв : Фітосоціоцентр. 2001. 424 с.
2. Стрельцов О. А., Мельничук Д. О., Снітинський В. В. Фізична і колоїдна хімія. Львів : Ліг-Прес, 2002. 456 с.
3. Зінчук В. К., Левицька Г. Д., Дубенська Л. О. Фізико-хімічні методи аналізу : навчальний посібник. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 362 с.
4. Скоробогатий Я. П. Фізико-хімічні методи аналізу : підручник. Львів : Каменяр, 1993. 164 с.
5. Федущак Н. К., Бідниченко Ю. І. та ін. Аналітична хімія. Підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» вищих навчальних закладів. Вінниця : Нова книга, 2012. 640 с.
6. Циганенко О. І., Матасар І. Т., Торбін В. Ф. Основи загальної, екологічної та харчової токсикології : посібник. Київ : Чорнобильінформ, 1998. 173 с.
7. Луганська О. В., Омельянчик Л. О. Фізико-хімічні методи аналізу: навч. посіб. із фіз.-хім. методів аналізу для студ. ВНЗ. Запоріжжя : ЗНУ, 2008. 235 с.
8. Галан В. І. Криміналістика : конспект лекцій. Київ : ЦУЛ, 2016. 320 с.
9. Баюрка С. В., Бондар В. С., Мерзлікін С. І. Аналітична токсикологія : навчальний посібник. Харків : НФАУ «Золоті сторінки», 2017. 384 с.
10. Кучеренко М. Є., Бабенюк Ю. Д., Войціцький В. М. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 344 с.
11. Сибірна Н. О. Механізми біохімічних реакцій : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. рек. МОНУ. Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2009. 316 с.
12. Кобець М.В. Сучасні засоби і методи виявлення наркотичних речовин. *Протидія наркозлочинності: вітчизняний та міжнародний досвід співпраці правоохоронних та судових органів* : матеріали україн.-німецьк. наук.-практ. конф. (Україна, Донецьк, 26-27 травня 2011 р.). Донецьк: Донецьк. юр. ін-т ЛДУВС ім. Е.О. Дидоренко, 2011. С.126-130.
13. Корнет М. М., Бражко О. А., Дерев’янко Н. П., Завгородній М. П. Фізичні методи дослідження речовин: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Хімія». Запоріжжя : ЗНУ, 2016. 120 с
14. Дидковская С. П. Подготовка и проведение отдельных видов судебно-медицинской экспертизы. Киев, 2001. 297 с.
15. Біологічна і біоорганічна хімія : у 2 кн. : підручник. Кн. 2. Біологічна хімія. Ю. І. Губський, І. В. Ніженковська, М. М. Корда та ін.; за ред. Ю. І. Губського, І. В. Ніженковської. 3-є вид. Київ : ВСВ «Медицина», 2021. 544 c.
16. Svarc-Gajiae J. General Toxicology. Nova Science Publishers, 2010. 287 p.
17. Лисодєд О. В. Бібліографічний довідник з кримінології (1992-2002).

 Харків : Одісей, 2003. 128 с.

1. Петровська М. Екологічна токсикологія : навчально-методичний посібник. Львів, 2014. 116 с.
2. Wallig M., Bolon B., Haschek W., Rousseaux C. Fundamentals of Toxicologic Pathology. Academic Press, 2017. 902 с.
3. Маркусь В. О. Криміналістика : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2007. 558 с.
4. Пясковський В. В., Чорноус Ю. М., Іщенко А. В., Алєксєєв О. О. Криміналістика : підручник. Київ : «Центр учбової літератури», 2015. 544 с.
5. Скляров О. Я. Біологічна хімія. Тернопіль : Укрмедкнига, 2020. 706 с.
6. Мітрясова О. П. Вступ до органічної хімії : навчальний посібник. Київ : ВД «Професіонал», 2007. 400 с.
7. Павлоцька Л., Дуденко Н., Левітин Є. Біологічна хімія : підручник. Суми : Університетська книга, 2019. 513 с.
8. Klaassen C. Casarett & Doull's Toxicology. McGraw-Hill Education, 2018. 1648 p.
9. Тимошенко О. П. Клінічна біохімія : навч. посіб. Київ : ВД «Професіонал», 2005. 288 с.
10. Запорожець О. І. Основи охорони праці : підручник. Київ : ЦУЛ, 2016. 264 с.
11. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підручник. Київ : Каравела, 2011. 384 с.
12. Шевченко А. М., Яворівський О. П. Гігієна праці. Вінниця : Нова книга, 2005. 84 с.
13. НПАОП 73.1–1.11–2012. Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях. [Чинний від 2012-09-11]. Київ : МНС України №1192, 2012. 29 с.
14. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці : підручник. Київ : «Центр учбової літератури», 2017. 264 с.
15. Інструкція з профілактики внутрішньолікарняного та професійного зараження ВІЛ-інфекцією. Наказ МОЗ України № 120 від 25.05.2000.
16. Наказ ВР України № 1192 від 11.09.2012 «Про затвердження Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях».
17. Наказ МОЗ України №325 від 08.06.2015 «Про затвердження Державних санітарно-протиепідемічних правил і норм щодо поводження з медичними відходами».
18. Методичні рекомендації до написання, оформлення та захисту кваліфікаційної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності «Хімія» освітньо-професійної програми «Хімія», уклад. : В. І. Генчева, О. А. Бражко, Л. О. Омельянчик, Т. В. Панасенко. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 67 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Загальний вигляд приладів раманівської спектроскопії



* Високотемпературні раманівські зонди
* Трьохступеневе охолодження Пельт’є в поєднанні зі змінною щілиною
* Новий спектрометр HERO з чудовим співвідношенням сигнал – шум
* Спектрометр системи AvaSpec в поєднанні з широким спектром лазерів (532, 633, 785 нм)

ДОДАТОК Б

З семидесятих років минулого століття по наш час методи ідентифікації вдосконалювались, модифікувались та розроблялись нові, більш точні і швидкі щодо виконання

Х.Ш. Козаков та цілий ряд зарубіжних вчених довели, що рН впливає на зв’язування алкалоїдів з білками організма

А.А. Васильєва використала для ізоляції алкалоїдів з органів трупа воду підкислену щавлевою кислотою

А.М.Петрунькіна, М.Л.Петрунькін, М.А.Лісіцин та ін. Експериментально довели важливість рН для точного виявлення алкалоїдів

П.Л.Зернесен ввів поняття рН середовища в біохімію

Г.Драгендорф використав органічну кислоту для підкислення води при ізоляції алкалоїдів

Ф.Отто застосував метод екстракції домішок. Це доповнило метод виявлення алкалоїдів Ж.С.Стаса. Пізніше це назвали «методом Стаса – Отто»

Лассань запропонував метод виділення морфіна з органів трупів. Це був практично перший метод, запропонований для судово-хімічного аналізу

Ф.Сертюрнер одержав морфін з опійного маку (перший алкалоїд рослинного походження

1957

1949

1931

1909

1865

1856

1823

1806

Наш

час, роки

ДОДАТОК В

Загальний вигляд сучасного хроматографа на робочому місці в хімічній лабораторії



ДОДАТОК Г

Хроматограф газовий



ДОДАТОК Д

Фотоелектроколориметр. Зовнішній вигляд



ДОДАТОК Є

Фотоелектроколориметр. Операційна камера (кюветне відділення)

