

*Національна академія медичних наук України
Державна установа
«Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва
Національної академії медичних наук України»*

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ
ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ**

Випуск 2

(результати наукових розробок 2015 р.)

Київ, 2016 р.

*Національна академія медичних наук України
Державна установа
«Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзєєва
Національної академії медичних наук України»*

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ
ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ**

Випуск 2

(результати наукових розробок 2015 р.)

За редакцією

академіка Сердюка Андрія Михайловича

Київ, 2016 р.

УДК 613/614:001.891

Редакційна колегія :

чл.-кор. НАМНУ, професор

Полька Н.С. (голова)

д.мед.н., професор

Черниченко І.О. (заступник голови)

д.мед.н., с.н.с.

Савіна Р.В. (відпов. секретар)

д.мед.н., с.н.с.

Бабій В.Ф.

д.мед.н.

Турос О.І.

н.с.

Коркач В.С.

Комп'ютерна верстка – пров. інженер **Лейких С.В.**

Підготовка оригінал-макету – м.н.с. **Булгаков В.В.**

Рецензенти:

д. мед. н., професор **Беліцька Е.М.**

д. мед. н., професор **Омельчук С.Т.**

Рекомендовано до друку Науково-видавничою радою Національної академії медичних наук України

У книгу увійшли матеріали розробок провідних фахівців ДУ «Інститут громадського здоров'я ім.О.М.Марзєєва НАМН України», завершених у 2015 році. Висвітлено проблеми стану довкілля і його впливу на здоров'я населення. Пропонуються шляхи вирішення цих проблем на сучасному етапі для ефективного впровадження результатів досліджень в практику охорони здоров'я.

Книга призначена для широкого кола читачів: наукових працівників та викладачів ВУЗів, санітарних лікарів, екологів, інженерів та інших фахівців, що опікуються проблемами екологічної безпеки України та збереження здоров'я населення.

Адреса редколегії :

02660, м.Київ–94, вул.Попудренка, 50.

ДУ «ІГЗ ім.О.М.Марзєєва НАМНУ»

Шановні колеги!

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзєєва НАМН України» продовжує започатковану у 2014 році презентацію наукових розробок, що були виконані науковими підрозділами інституту у 2015 році. Ми намагаємося усіма можливими засобами донести до широкого загалу, найважливіші досягнення гігієністів, їх прагнення покращити умови життєдіяльності населення нашої країни, яке, як відомо, впливають на здоров'я, настрій і почуття людини.

Отже, забезпечення охорони здоров'я населення є однією з найважливіших функцій держави, проголошених Конституцією України. На усіх етапах розвитку національної системи охорони здоров'я найголовнішим було і залишається забезпечення наукового підходу до вирішення проблем галузі та ефективного супроводу її реформування. Тому проблеми збереження населення від можливого негативного впливу чинників довкілля, які вже понад 80 років вивчаються в ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзєєва НАМН України», є сьогодні архіважливими і пріоритетними.

Нинішнє суспільство сформувало систему цінностей, орієнтовану на пріоритет економічних досягнень, практично без урахування біологічних можливостей людини та природного середовища. Між тим, вважається, що основним критерієм доцільності і ефективності усіх сфер діяльності людини повинно бути здоров'я населення. Для України ця теза є особливо важливою, оскільки скорочення чисельності та стан здоров'я населення, внутрішня демографічна ситуація, режим відтворення населення в країні залишаються незадовільними і несуть загрозу національній безпеці. Між тим, незважаючи на визнання світовою спільнотою значення профілактики для зміцнення здоров'я, в нашій країні продовжує панувати парадигма лікувальної медицини. Як відомо, гігієна завжди вивчала вплив чинників і умов оточуючого людину середовища на громадське і індивідуальне здоров'я, розробляла нормативи, правила і заходи, що обмежують дію шкідливих факторів, використовувала ті чинники, які позитивно

впливають на здоров'я, впроваджувала в практику розроблені заходи, правила і нормативи. Нині в умовах загрозливого для здоров'я і життя тиску антропогенних забруднювачів середовища (побутового, виробничого, соціального) її роль серед інших дисциплін як науки, що забезпечує обґрунтування профілактичних дій, а від того – збереження здоров'я населення, невпинно зростає. Саме тому мета гігієнічної науки полягає у науковому обґрунтуванні заходів попередження хвороб і погіршення самопочуття, виникнення та/або перебіг яких пов'язані з впливом чинників середовища.

Виходячи з концепції прийнятого ризику, яку прийнято на теперішній час в Україні і більшості країн Європи, подальший розвиток гігієнічної науки повинен йти шляхом більш широкого вивчення стану громадського здоров'я населення країни, вдосконалення методології регламентування шкідливої дії різних чинників довкілля, гармонізації діючих нормативів з існуючими у передових країнах світу.

Гальмування затвердження і впровадження наукових розробок гігієністів, які конче потрібні державі, призводить до послаблення профілактичних заходів і, як наслідок, зниження рівня здоров'я населення України. Тому, вважаємо за доцільне порушити клопотання перед Міністерством охорони здоров'я України стосовно сприяння розробці механізмів оперативного впровадження досягнень науки в практику охорони здоров'я.

Основним змістом науково-практичної та організаційно-методичної діяльності інститутів НАМНУ, на наш погляд, повинно стати:

- Розробка та впровадження в практику результатів досліджень науковців інституту та профільних установ України.
- Впровадження у практику досягнень світової та вітчизняної науки, нових засобів і методів профілактики, прогресивних технологій.
- Проведення аналізу, оцінки та узагальнення результатів діяльності установ охорони здоров'я.

- Надання термінової допомоги у разі виникнення екстремальних епідемічних ситуацій, радіаційних аварій.
- Проведення оцінки стану здоров'я населення, експертизи продуктів харчування, питної води, об'єктів навколишнього середовища, предметів повсякденного вжитку, лікарських засобів тощо.
- Санітарно-просвітницька робота серед населення.

А. Сердюк

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОЗПОДІЛУ
РАДІОВУГЛЕЦЮ В ОБ'ЄКТАХ ДОВКІЛЛЯ З МЕТОЮ ЙОГО
ВИКОРИСТАННЯ ЯК ЕКОЛОГІЧНОГО МАРКЕРА**

*Сердюк А.М., Бузинний М.Г., Михайлова Л.Л., Симович С.В., Сахно В.І.,
Романченко М.О., Чирков В.С.*

Радіовуглець постійно утворюється у нижніх шарах стратосфери у результаті взаємодії нейтронів космічного проміння з ядрами азоту. Утворений атом ^{14}C практично миттєво окислюється до ^{14}CO та протягом декількох тижнів окислюється радикалом OH далі в $^{14}\text{CO}_2$ [1, 2, 4].

У вигляді ^{14}CO і $^{14}\text{CO}_2$ радіовуглець включається до біологічного та біогеохімічного циклів обігу вуглецю. З атмосфери він переходить у біосферу, далі в процесі фотосинтезу у вигляді CO_2 захоплюється рослинами і поглинається поверхневими шарами океану. Подорожуючи цими шляхами, ^{14}C природно розбавляється і розпадається, тому в різних резервуарах його відносний вміст буде різним. При описі моделей обміну вуглецю зазвичай уникають користуватися величиною середнього часу життя вуглецевого атома в тому чи іншому резервуарі, тому що він тільки наближено, спрощено і часто навіть неточно відображає відповідні процеси.

Існують також антропогенні джерела надходження ^{14}C в довкілля - в основному атмосферні викиди та рідкі скиди АЕС. Викиди ^{14}C із реакторів із графітовим сповільнювачем оцінюють у 100 ГБк на МВт за рік, із реакторів типу РБМК, ВВЕР та ін. - від 220 до 370 ГБк на МВт за рік. Викид ^{14}C із реакторів з водою під тиском становить 300 ГБк за рік. Найбільш високий нормалізований викид у реакторів на важкій воді (HWR) $10 \div 17$ ТБк на ГВт за рік, найменший – у реакторів типу PWR та BWR – від 0,2 до 0,5 ТБк на ГВт за рік. Глобальне надходження ^{14}C за рахунок викидів АЕС на 2000 рік становило близько 10 % від «бомбового» ^{14}C , або 0,3 % від рівня природного ^{14}C [5].

Під час ядерних випробувань з 1945 по 1980 роки в атмосферу надійшло 220 ТБк ^{14}C . Максимальну концентрацію, яка перевищила природний рівень вмісту ^{14}C в атмосфері удвічі, було зареєстровано у 1963 – 1964 роках. У 1978 р. концентрація «бомбового» ^{14}C перевищила фоновий рівень, приблизно на 30 %, причому максимум перевищення спостерігався близько 30° північної і південної широт обох півкуль, а мінімум - у тропіках.

Вуглець-14 є також одним із компонентів у викидах підприємств з регенерації ядерного палива. У відпрацьованих ТВЕЛлах міститься до 75 % ^{14}C , який утворився в результаті нейтронної активації домішок палива і теплоносія [1, 3]. Максимальне виділення ^{14}C відбувається у перші 12 годин після початку розчинення ТВЕЛів. При переробці 1500 т відпрацьованого палива за рік викид становить 18,5 ТБк. Завод з переробки ТВЕЛів легководних реакторів викидає 0,46 ГБк на МВт за рік, а ТВЕЛів високотемпературних реакторів з газовим охолодженням – до 2,5 ГБк на МВт за рік [5, 6].

Відчуті масштаби і взаємозв'язок явищ, пов'язаних з ^{14}C , допомагають деякі числа: біосфера, як резервуар вуглецю, утримує вуглецевий атом у середньому близько 40 років. Звідти він знову-таки потрапляє в атмосферу або поверхневі води океану. Лише незначна частина втрачається безповоротно. Глибинні шари океану, де час, проведений вуглецем, - понад тисячі років, будуть помітно збіднені по ^{14}C у порівнянні з атмосферою. Поверхневі шари океану з середнім часом життя 100 - 150 років будуть також збіднені (однак не за рахунок розпаду ^{14}C в цьому резервуарі, а, в основному, за рахунок припливу та обміну з донними шарами). Отже, вся біосфера за вмістом ^{14}C буде в середньому найближчою до атмосфери [1].

Вивчення особливостей обігу ^{14}C в природі дає можливість аналізувати його вміст в атмосфері. Крім зазначених вище чинників коливання вмісту ^{14}C (зміни клімату, магнітного поля землі, інтенсивності космічного проміння) за останні кількасот років до них додалися антропогенні: зведення лісів, використання

викопного палива, викиди ^{14}C джерелами атомної ери. При цьому зміни вмісту ^{14}C в атмосфері можуть мати прояв глобального або локального масштабу [1, 4, 7 - 14].

Ядерна ера привнесла в довкілля ^{14}C і від інших джерел – об'єктів паливно-енергетичного комплексу, які залишають локальний слід в об'єктах довкілля на відстанях до кількох десятків кілометрів [7 - 14]. Це викиди АЕС та викиди заводів з переробки відпрацьованого ядерного палива. Дія викидів є локальною. Використання коливань надлишкового вмісту ^{14}C для створення моделей просторового переносу дає можливість оцінити хронологію викидів ^{14}C за час діяльності джерела.

Наведені зміни вмісту радіовуглецю в повітрі залишають слід в рослинах, що дозволяє проводити дослідження ^{14}C ретроспективно згодом.

Існують різні методи вимірювання вмісту ^{14}C . При їх виборі перевагу віддають таким, що відповідають вимогам дослідницьких завдань технічними характеристиками обладнання (точність, чутливість, надійність, можливість одночасного вимірювання великої кількості зразків), а також з урахуванням вартості та доступності технічних засобів вимірювань.

Цим вимогам відповідає рідинно-сцинтиляційний метод, який до того ж дає можливість вимірювання зразків малого об'єму. Важливо, що у рідкий сцинтилятор можна вносити речовини без втрат ефективності реєстрації у кількості до 50 % від ваги сцинтилятора (для водних проб), що дозволяє створити безпосередній контакт вимірюваної речовини з робочим тілом детектора і таким чином досягати 4 π – геометрії вимірювань. Простота та зручність такого приготування зразків дозволяють автоматизувати процедуру вимірювань і роблять сцинтиляційний метод найбільш універсальним і високопродуктивним, незважаючи на деякі недоліки, які можливо усунути при відповідному досвіді та володінні цим методом.

При використанні цього методу кожна проба проходить ланцюг перетворення з метою отримання бензолу, синтезованого з вуглецю проби. Такі перетворення проб необхідні для підготовки рідкої проби, її очищення від домішок, зокрема інших радіонуклідів. Ланцюг перетворень вуглецю проби включає обвуглювання, синтез карбіду літію, синтез ацетилену, синтез бензолу, очистку ацетилену і бензолу. Застосування інших ланок або підходів продиктоване вимогами попередньої очистки проб та / або більш ефективного використання матеріалу проб [15 - 17].

Для запланованих досліджень ми вивчали вміст ^{14}C в однорічних рослинах та в річних шарах приросту дерев.

Однорічні рослини і матеріал щорічного приросту дерев містять у собі інтегральну інформацію про вміст ^{14}C у повітрі за відповідний вегетаційний період. Відомо, що рух органічних речовин у річних шарах дерева відбувається навіть після їх формування. Ці органічні речовини можуть певним чином змінювати рівень ^{14}C , який склався при формуванні щорічного приросту деревини. З огляду на це для дослідження ^{14}C у щорічному прирості деревини використовують целюлозу або клітинний матеріал деревини після вилучення з нього екстрактивних речовин. Відповідні операції, які застосовують для очищення деревини, досить складні і вимагають обробки значної маси матеріалу проб.

Завданням попередньої обробки є видалення забруднюючих речовин, що здійснювали вплив на зразок у період його формування та зберігання. Не існує єдиного методу, який би універсально підходив для всіх типів зразків, адже кожен зразок має свою історію, пов'язану з навколишнім середовищем та умовами зберігання до моменту надходження у лабораторію. Однак існують певні методи попередньої підготовки зразків, які часто повторюються і придатні для певних типів зразків.

У лабораторії вибирають найефективніший спосіб попередньої підготовки шляхом ретельного вивчення історії кожного зразка. Може існувати багато факторів, які впливали на його формування, але одним із найважливіших є стан довкілля, в якому перебував зразок.

Експериментальні дослідження

План експериментальних досліджень включав вивчення:

а) ретроспективних технологічних викидів ^{14}C в повітря об'єктом ядерної енергетики;

б) викидів теплових електростанцій, транспорту тощо, які є результатом спалювання викопного палива, що не містить ^{14}C , і проявляють себе саме зниженням вмісту ^{14}C в атмосферному CO_2 ;

в) фонових рівнів (глобальних коливань ^{14}C у повітрі).

Об'єктами дослідження були зразки річних кілець дерев (однорічний приріст деревини дає інтегральну картину змін ^{14}C в атмосфері за період вегетації певного року, а ціле дерево дає інформацію про зміни ^{14}C за час його росту рік за роком), а також однорічна рослинність – трава, яка накопичує інформацію за один вегетаційний період.

Завданнями роботи передбачено вивчення викидів теплоенергетичних об'єктів, отже потрібно було вибрати місця поблизу цих об'єктів, доступні для відбору зразків, а також місця, віддалені від антропогенних джерел (з фоновими рівнями ^{14}C).

Для вивчення фонових рівнів відбирали частини стовбурів дерев у місцях планової вирубки лісу поблизу Чернігова та Житомира, а траву - в районах м. Києва на значній відстані від автомагістралей (зелена зона Виставкового центру на проспекті Глушкова) та в сільській місцевості Київської області (с. Глеваха Києво-Святошинського району).

Для ретроспективних досліджень вмісту ^{14}C використали із архіву лабораторії проби деревини сосни, висадженої 1944 р. поблизу м. Томськ (Росія) в районі спецкомбінату – потужного індустріального джерела викидів ^{14}C . Проби деревини були відібрані нині покійним дослідником Несвітайлом В. Д. у 1995 р. До роботи було взято річні кільця, сформовані починаючи з 1946 до 1990 року включно. Для досліджень використовували як секції, так і деревину за окремі роки.

Для встановлення локального впливу викидів ТЕС було обрано два різні за потужністю об'єкти, в околицях яких відібрали проби трави: районна котельня «Нивки» (потужність 150 МВт, висота викидів 30 м) та Трипільська ТЕС (потужність 1800 МВт, висота викидів 180 м).

Для вивчення профілів розподілу ^{14}C від викидів автотранспорту відбирали проби поблизу таких магістралей м. Києва, як Броварський проспект (навпроти перетину вулиць Попудренка та Магнітогорської) та поблизу станції метро «Лівобережна», а також бульвар Дружби Народів (нижче Печерського мосту).

Проби деревини були взяті у вигляді частин стовбура приблизно по 50 см завдовжки; товщина заготовок (30 ÷ 60 см) залежала від ширини річних шарів у залежності від віку дерева та умов росту. Усі зразки деревини відбирали у місцях планових вирубок безпосередньо після зрубання дерев. Розділення на шари деревини щорічного приросту виконували автори досліджень.

Характеристика зразків трави

Однорічні рослини (трави) накопичують ^{14}C у вигляді $^{14}\text{CO}_2$ із CO_2 оточуючого повітря і таким чином несуть інформацію про викиди. Рослини, які ростуть у межах зон інтенсивних викидів автотранспорту, відрізняються від рослин із «чистих» місць зменшеним вмістом ^{14}C , оскільки паливні викиди не містять ^{14}C і розбавляють «фоновий» ^{14}C . Для досліджень траву відбирали поблизу великих автомобільних шляхів з пропускною здатністю 10 - 15 тис.

автомобілів за годину, де повітря помітно забруднене відпрацьованими газами. Для встановлення просторового розподілу (профілю) викидів від спалювання вихопного палива зразки були відібрані таким чином:

- а) поблизу бульвару Дружби Народів – на відстані 3, 5, 10, 15, 30 та 50 м (профіль 1) та 5, 17 і 35 м (профіль 2) від автомагістралі;
- б) навпроти перетину вул. Магнітогорської та Попудренка – на відстані 1, 20 та 50 м від Броварського проспекту;
- в) біля станції метро Лівобережна - на відстані 2 і 4 – 5 м від шляхової розв'язки.

Загальною особливістю усіх місць відбору проб була висока інтенсивність транспортного руху, проте вони відрізнялися ландшафтними умовами, які, за нашими очікуваннями, визначають обмін повітря і розподіл CO₂ від викидів транспорту. В одному випадку - це долина, є також рівна місцина та дворівнева шляхова розв'язка (таблиця 1).

Для встановлення локального впливу викидів CO₂ було відібрано зразки трави поблизу двох теплоенергетичних об'єктів різної потужності і масштабу дії: Трипільської ТЕС та районної котельні “Нивки”. В районі ТЕС проби трави відібрали в чотирьох географічних напрямках: у північному – вісім проб (на відстані від 200 – 2000 м з кроком 200 – 300 м); у західному – чотири (300, 650, 1000 і 1400 м); у східному – дві (300 і 700 м) і у південному – чотири (300, 600, 900 і 1300 м). Районна котельня знаходиться у місці житлової забудови, що певним чином ускладнило відбір проб; тож трава була відібрана на відстані 100 і 500 м у південному і західному напрямках.

Фонові рівні

Результати досліджень деревини, наведені на рисунках 1 – 3, відображають зміни вмісту ¹⁴C у повітрі за період 1950 – 2013 рр. Для охоплення інтервалу

ядерної ери (фонові рівні) дослідили проби щорічного приросту деревини сосни (Д1 і Д2) з Чернігівської області.

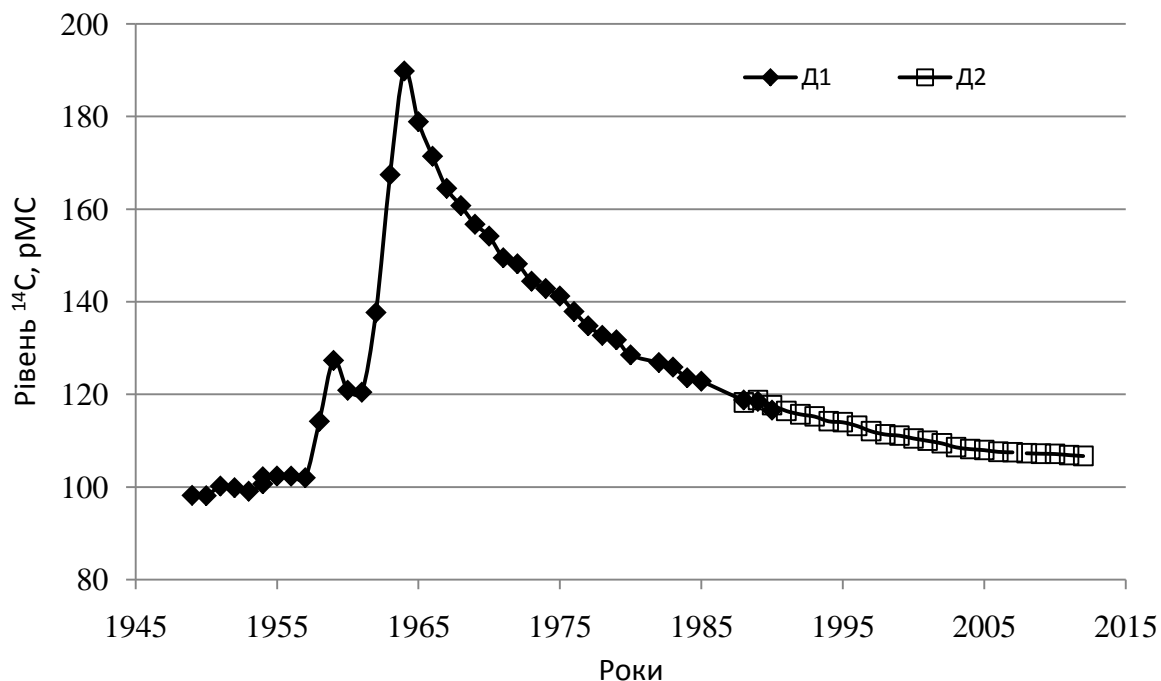


Рисунок 1 - Рівні ^{14}C (pMC) в деревині річного приросту сосни звичайної (фонові рівні, дерева Д1 і Д2 відібрано в Чернігівській області)

Рисунки 1 - 3 показують суттєве зростання вмісту ^{14}C в атмосфері з 1962 р., що є наслідком випробувань ядерної зброї.

Викиди об'єкту ядерної енергетики

Результати вимірювань вмісту ^{14}C у пробах річного приросту дерева на відстані близько 5 км від джерела антропогенного впливу наведено на рисунках 2 та 3, причому ці результати подано разом з результатами, отриманими нами раніше [7, 10] для дерева приблизно в 10 км від цього ж джерела.

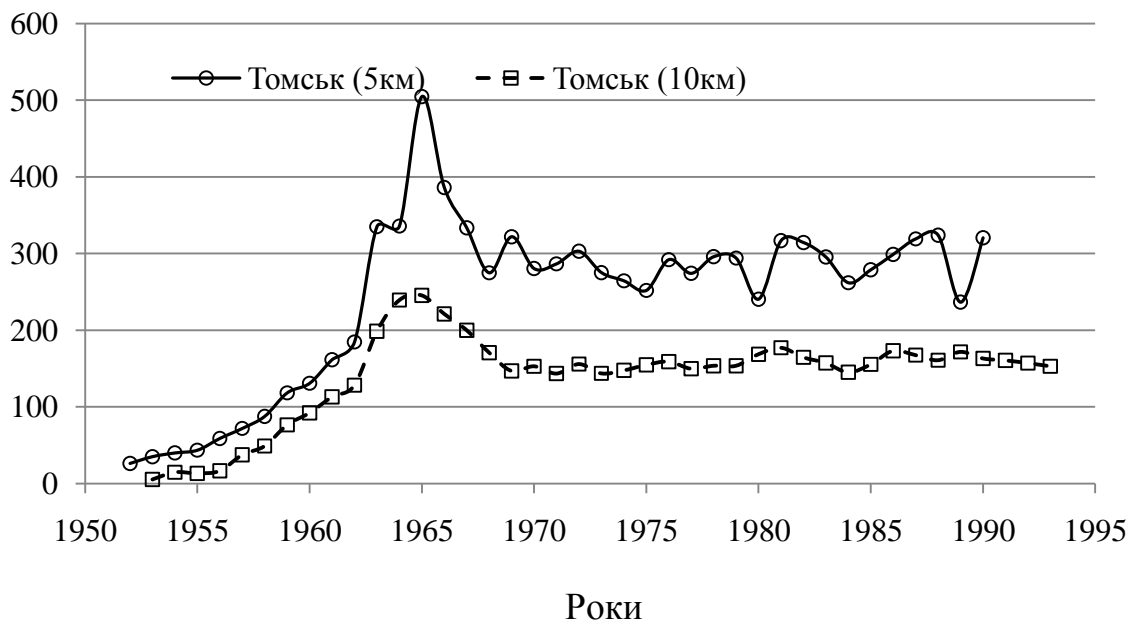


Рисунок 2 - Надлишковий рівень ($\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$) ^{14}C в деревині річного приросту сосни звичайної, відібраної поблизу м. Томськ (Росія) (спецкомбінат, 5 км та 10 км від джерела)

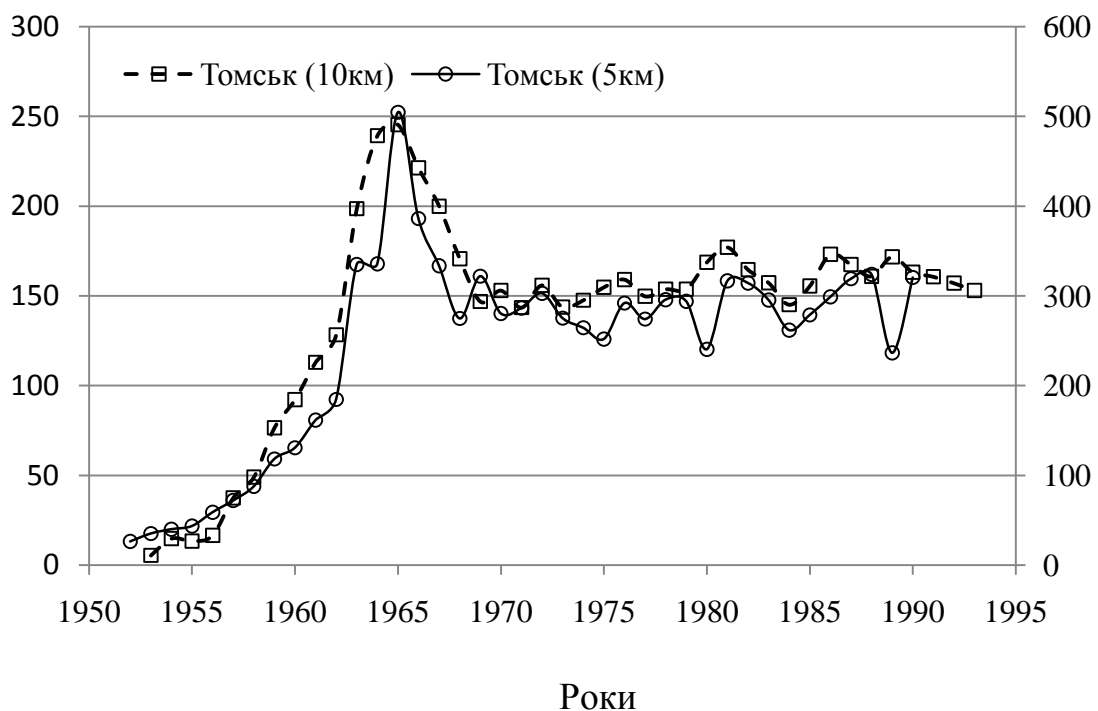


Рисунок 3 - Надлишкові рівні ($\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, індивідуальне масштабування) ^{14}C в деревині річного приросту сосни звичайної, відібраної поблизу м. Томськ (Росія) (спецкомбінат, 5 км та 10 км від джерела)

Як видно з рисунків, а особливо з рисунку 3, загальний хід динаміки зміни вмісту ^{14}C повторюється, проте для дерева з віддаленням 5 км від джерела спостерігаються чіткі відмінності (очевидно, внаслідок «рози вітрів») за 1961 - 1968 рр., а також у 1977, 1980 та 1989 рр. Значні коливання достовірно підтвержені повторним дослідженням зразків. Для оцінки усередненого відношення активності щорічного приросту ми побудували частотний розподіл відношення активності ^{14}C щорічного приросту (рисунок 4). Максимум розподілу відповідає умові рівномірного (за напрямком) спадання активності при віддаленні від джерела, при цьому усереднена величина становить $2,30 \pm 0,49$. Інша частина даних розподілу свідчить про нерівномірності просторового розподілу та переносу газових викидів ^{14}C .

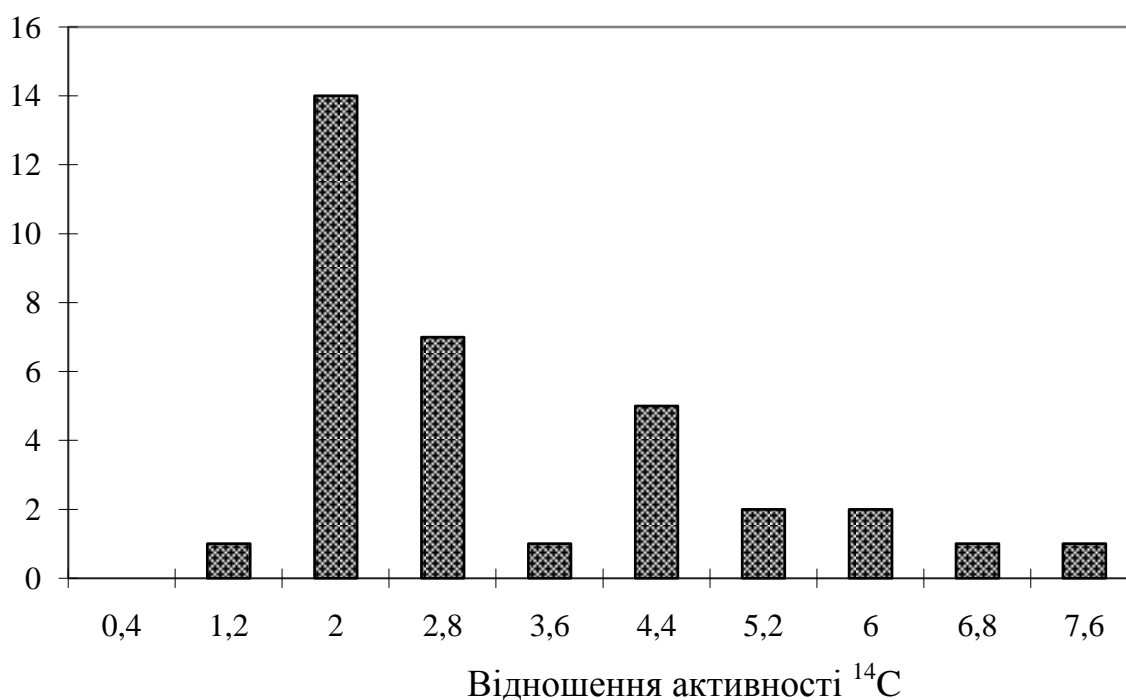


Рисунок 4 - Частотний розподіл ($N = 34$) відношення активності ^{14}C щорічного приросту для двох місць відбору проб

Результати дослідження ^{14}C в однорічній рослинності

Вплив викидів транспорту

У таблиці 1 наведено результати радіовуглецевого дослідження зразків однорічної рослинності, відібраних в умовно чистих та забруднених викидами транспорту районах м. Києва. В умовно чистих місцях (берег озера на території Національного експоцентру (ВДНХ), а також поле та ліс у с. Глеваха), які були взяті за фонові, вміст ^{14}C в повітрі спостерігали на рівні 103,4 – 103,9 рМС. Результати досліджень вмісту ^{14}C поблизу бульвару Дружби Народів (за схемою, рисунок 5, проби №№ 1 ÷ 6 у таблиці 1) показали (рисунок 6) виражені зміни вмісту вздовж досліджуваного профілю зі збільшенням відстані від дороги. Для підтвердження результатів проведено повторний відбір проб через місяць (рисунок 5, №№ 7 ÷ 9 у таблиці 1). Додатково відібрали проби за іншим профілем поблизу, на відстані 25 – 30 метрів, але з іншої сторони автотраси, там, де схил узбіччя мав іншу форму, без вираженої горизонтальної ділянки (рисунок 5, №№ 10 ÷ 12 у таблиці 1).

Таблиця 1 - Результати радіовуглецевого дослідження зразків однорічної рослинності, відібраної у забруднених та умовно чистих районах м. Києва

№ пп	Місце відбору	Відстань, м	Вміст ^{14}C , % рМС	$\delta^{14}\text{C}$, ‰
1	Бульвар Дружби Народів,	3	93,24	-106,6
2	профіль 1	5	97,45	-64,5
3	---//---	10	98,41	-54,9
4	---//---	15	99,29	-46,1
5	---//---	30	99,51	-43,9
6	---//---	50	103,50	-4,0
7	Бульвар Дружби Народів,	5	97,15	-67,5
8	профіль 1 (повтор)	15	98,91	-49,9
9	---//---	30	99,75	-41,5

10	Бульвар Дружби Народів,	5	96,1	-78,0
11	профіль 2	17	101,3	-26,4
12	---//---	35	101,9	-20,2
13	Броварський проспект	1	103,0	-9,0
14	(перетин вул. Попудренка	20	103,6	-6,3
15	та вул. Магнітогорської)	50	103,9	0,0
16	м. Лівобережна трикутник(I)	2	99,7	-42,0
17	м. Лівобережна ярк (II)	4 - 5	97,0	-69,0
18	м. Лівобережна ярк, 2 (III)	4 - 5	98,9	-50,0
19	Територія Національного експоцентру (ВДНХ), озеро		103,5	-4,0
20	с. Глеваха,	поле	103,9	0,0
21	Києво-Святошинський р-н	ліс	103,4	5,0

Результати досліджень проб повторного відбору показали добру узгодженість з попередніми, а результати, отримані для другого профілю підтверджують, що існування плато на схилі призводить до формування складного профілю розподілу. Профілі просторового розподілу ^{14}C у траві поблизу бульвару Дружби Народів подано на рисунках 3.8 та 3.9. Вони показують, що придорожня однорічна рослинність містить відчутно меншу кількість ^{14}C (величина коливається від 93,24 до 103,5 рМС). Цей дефіцит ^{14}C в однорічних травах пояснюється засвоєнням CO_2 викопного палива у процесі фотосинтезу. У кожному випадку простежується закономірність, яка полягає в тому, що зі збільшенням відстані від автошляху та висоти над дорожнім полотном вміст ^{14}C у досліджуваній біомасі зростає, наближаючись до фонового рівня, тобто вплив викидів відпрацьованого палива спадає.

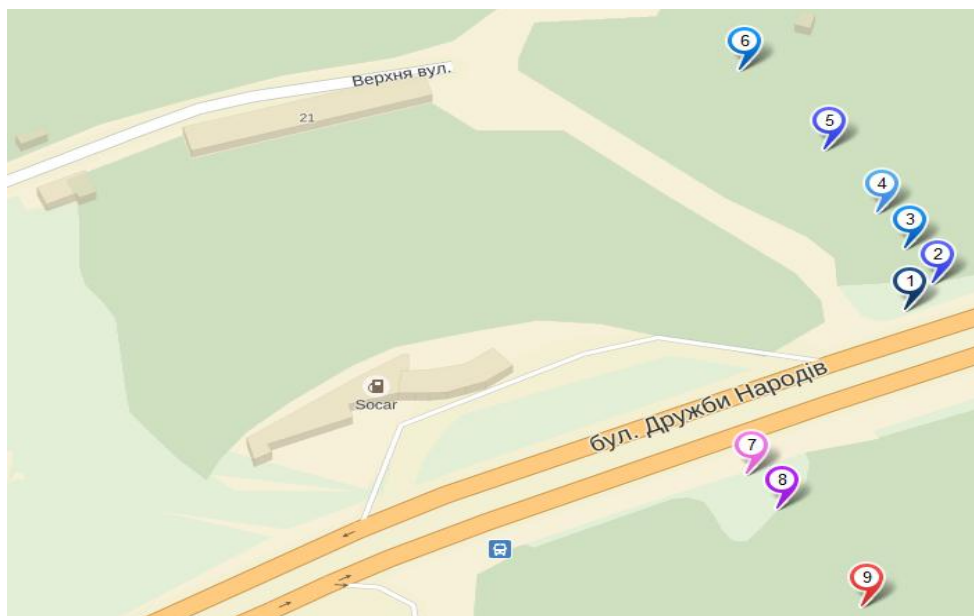


Рисунок 5 - Схема відбору зразків трави по бульвару Дружби Народів

Однак наявність так званих «застійних» зон рельєфу у вигляді сходинок або ярків, що не продуваються вітрами, створюють ефект застою CO_2 викопного вуглецю, що викидають автомобілі, і його засвоєння рослинами в такій місцині. Навпаки, зразки, відібрані на рівній поверхні, яка добре продувається (проби №№ 13 ÷ 15, Броварський пр-т, навпроти перетину вулиць Попудренка та Магнітогорської), показали незначні зміни ^{14}C незалежно від відстані від автодороги. Результати радіовуглецевого дослідження зразків однорічних трав, відібраних в місцинах, які мають складний ландшафт (проби №№ 16 ÷ 18, Броварський пр-т, м. Лівобережна), (рисунок 7), показали відчутний вплив викопного палива - порівняно меншу кількість ^{14}C і значення в діапазоні $\Delta^{14}\text{C}$ від 42 до 69 ‰. Такий високий рівень викопного ^{14}C зумовлений тим, що досліджувані рослини оточені джерелами його викиду з усіх сторін та / або знаходяться на схилі чи у ярку. Слід зауважити, що картина розподілу $\Delta^{14}\text{C}$ у цьому випадку могла бути і більш контрастною, проте вона згладжена умовами обміну повітря дворівневої шляхової розв'язки, де під наскрізним мостом повітряні потоки інтенсивно видувають накопичений CO_2 .

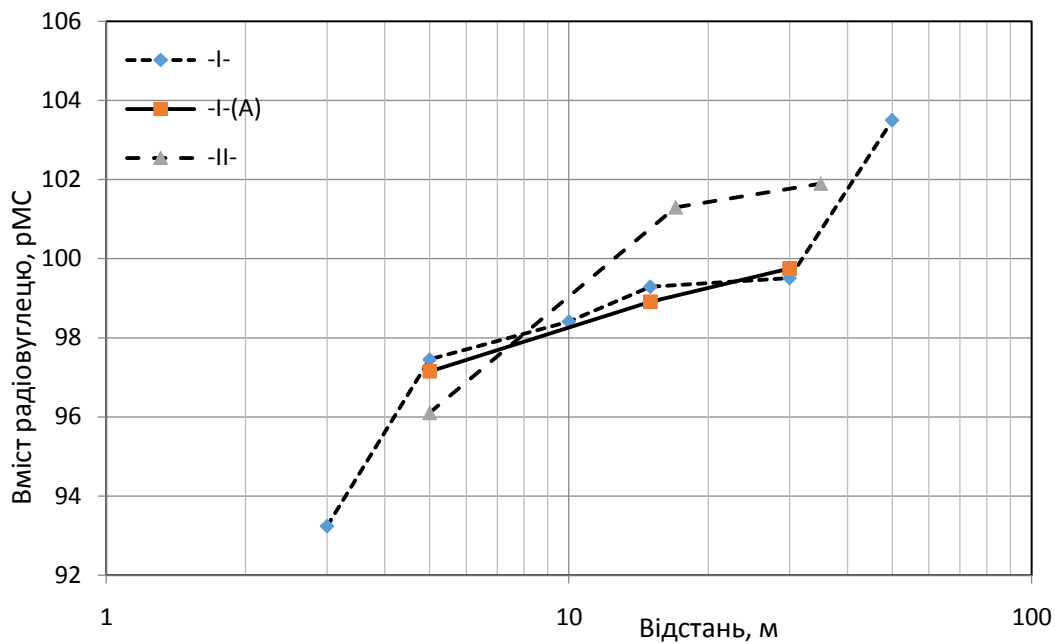


Рисунок 6 - Вміст ^{14}C у зразках трав (% рМС), відібраних у Печерському районі м. Києва (бульвар Дружби Народів, профіль I з повтором та профіль II)

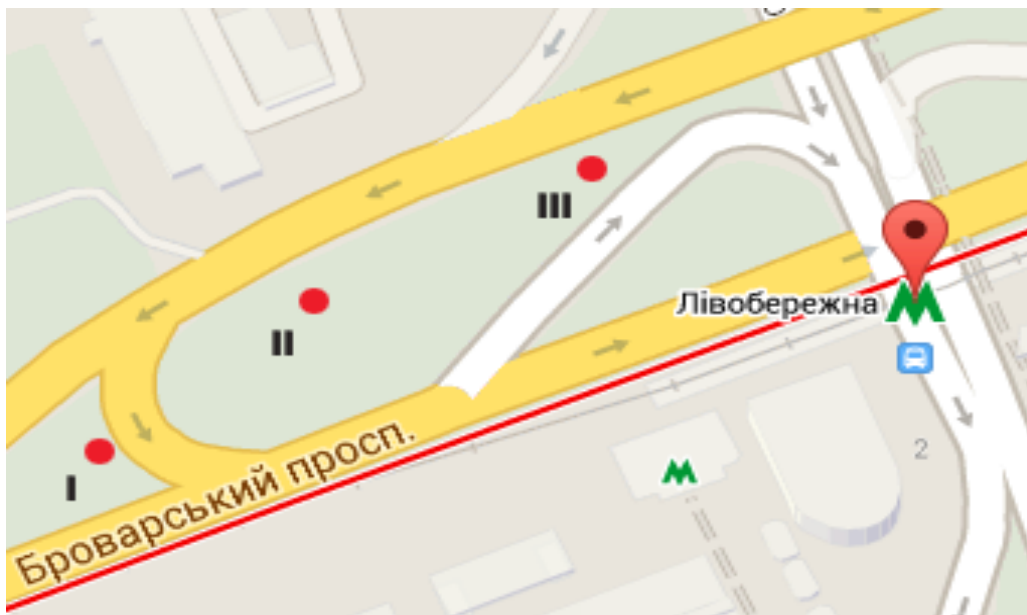


Рисунок 7 - Схема відбору проб трави в поблизу метро «Лівобережна»

Вплив викидів теплоенергетичних об'єктів

Одним із завдань роботи була оцінка впливу викидів теплоенергетичних об'єктів на вміст ^{14}C у траві, що виростає поблизу. Вибрані теплоенергетичні об'єкти (Трипільська ТЕС і районна котельня «Нивки» у м. Києві) суттєво

відрізняються інтенсивністю викидів CO₂, видом палива, а також висотою труби та переважними напрямками вітру в місці розташування. Результати вимірювання вмісту ¹⁴C у пробах трави подано в таблиці 2. Для графічної демонстрації особливостей розподілу ¹⁴C навколо ТЕС у відповідності до схеми відбору проб (рисунок 8) ми побудували залежність від відстані для чотирьох умовних просторових напрямків (рисунок 9, 10).

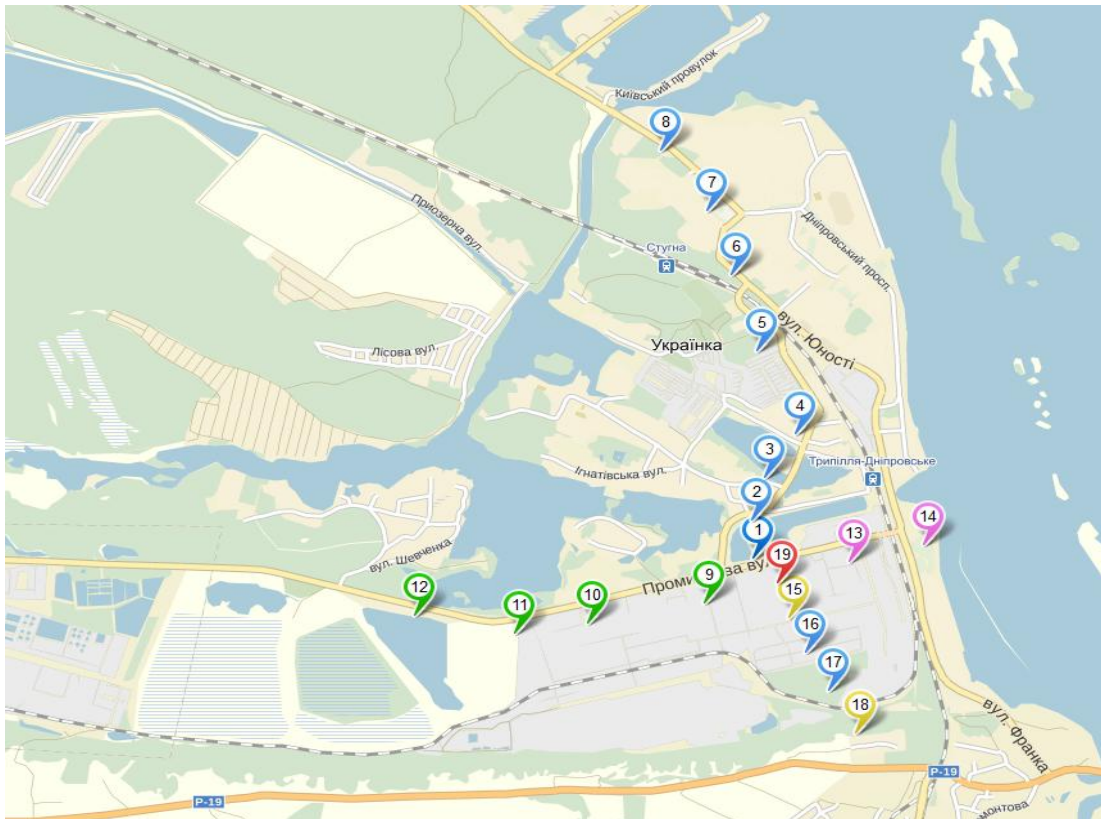


Рисунок 8 - *Схема відбору проб трави поблизу ТЕС в м. Українка Київської області*

Таблиця 2 - Результати досліджень вмісту ^{14}C у пробах трави навколо Трипільської ТЕС і районної котельні «Нивки».

№ пп	Відстань, м	Позначення на схемі	Напрямок	^{14}C , рМС	^{14}C , рМС
Трипільська ТЕС				2014 р.	2015 р.
1	200	A1	Північ	102,1	101,0
2	400	A2	Північ	103,9	99,6
3	600	A3	Північ	101,5	100,4
4	800	A4	Північ	98,8	100,2
5	1000	A5	Північ	103,8	103,6
6	1300	A6	Північ	103,3	103,8
7	1600	A7	Північ	102,8	101,9
8	2000	A8	Північ	105,6	103,3
9	300	Д1	Захід	104,3	101,0
10	650	Д2	Захід	103,1	102,5
11	1000	Д3	Захід	103,4	101,0
12	1400	Д4	Захід	102,2	101,6
13	300	С1	Схід	104,4	100,1
14	700	С2	Схід	105,7	104,3
15	300	В1	Південь	101,4	103,1
16	600	В2	Південь	101,8	102,7
17	900	В3	Південь	102,9	102,5
18	1300	В4	Південь	101,5	102,7
Нивки, районна котельня				2014 р.	
1	100	1	Південь	102,1	-
2	500	2	Південь	101,9	-
3	100	3	Захід	99,9	-
4	500	4	Захід	102,5	-
5	-	-	Фон	102,1	-

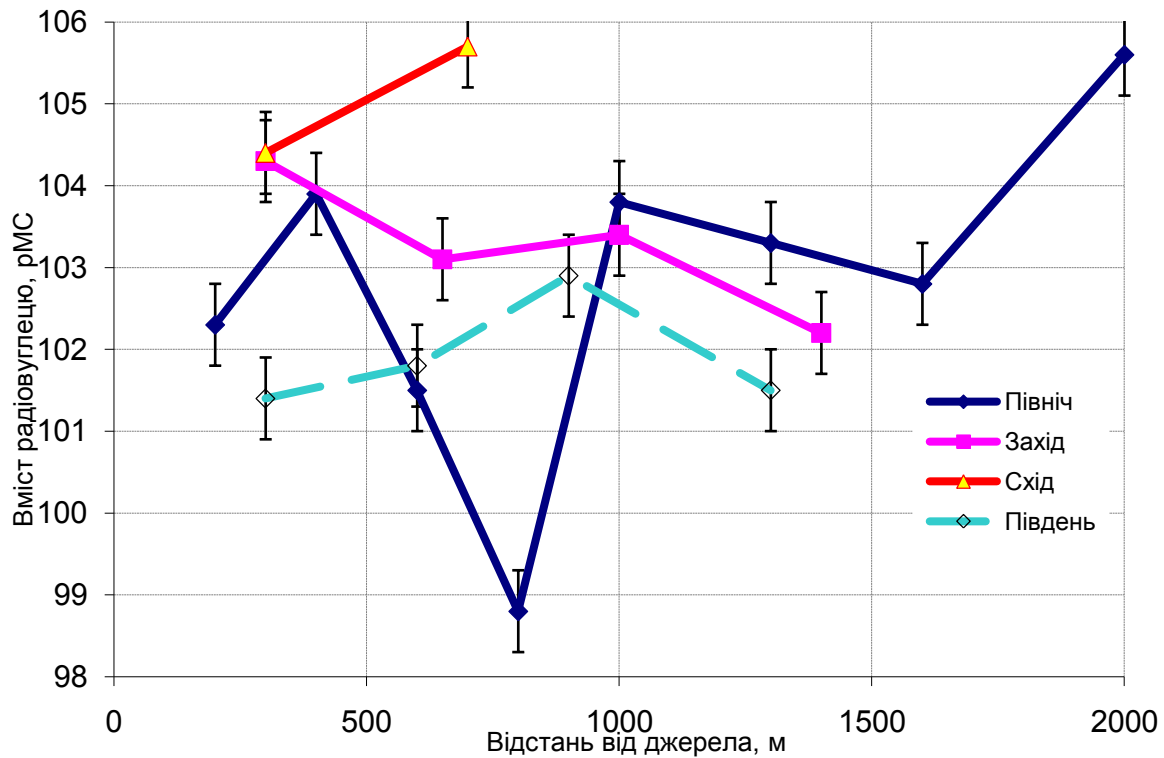


Рисунок 9 - Просторовий розподіл ^{14}C у траві в околицях Трипільської ТЕС за географічними напрямками (осінь 2014 р.)

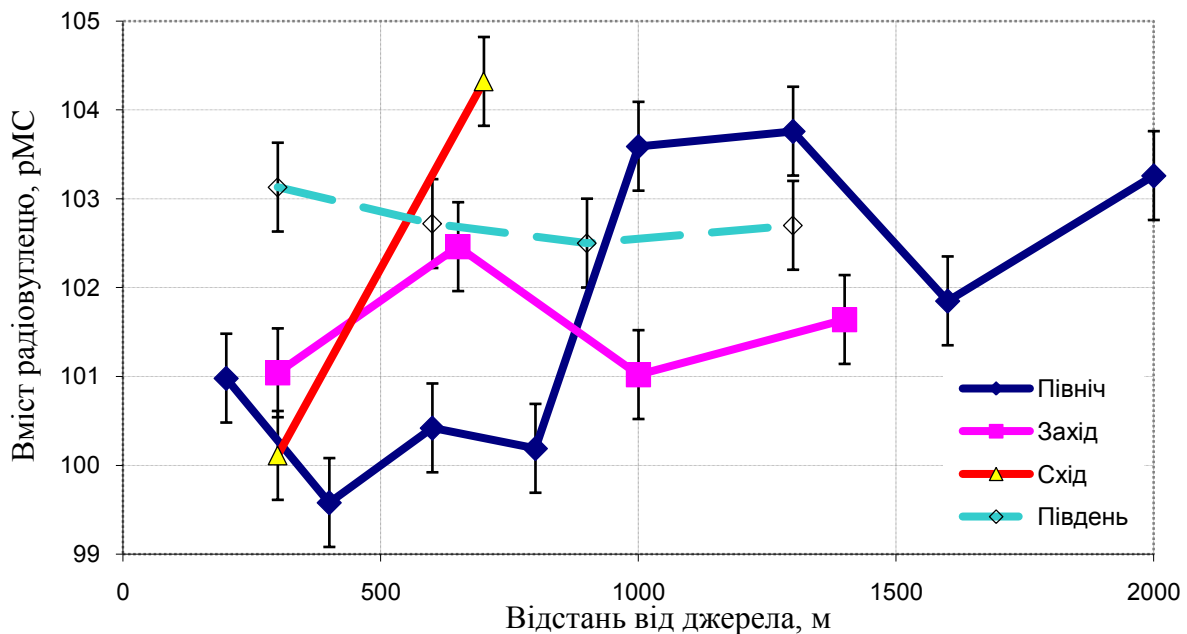


Рисунок 10 - Просторовий розподіл ^{14}C у траві в околицях Трипільської ТЕС за географічними напрямками (весна 2015 р.)

Результати свідчать, що у цьому місці фоновим є рівень ^{14}C , який становить близько 105,7 рМС. Отримані значення вмісту ^{14}C у траві навколо джерела CO_2 нижчі фонових. Збіднення трави на ^{14}C викликане засвоєнням нею із повітря CO_2 , який практично не містить ^{14}C , адже у викопному паливі (вугіллі, мазуті) за період його природного формування ^{14}C розпався. Як видно, просторовий розподіл є різним для різних географічних напрямків. Його визначають переважаючі напрямки вітру та інші умови, відповідальні за формування «факелу» викидів, такі як потужність джерела або висота труби. Також на розподіл ^{14}C в довкіллі впливає склад аерозольних викидів за розміром частинок. Названі фактори сумарно визначають умови, в яких відбувається ріст рослинності. На відміну від миттєвого вимірювання забруднення повітря за допомогою аналізаторів вимірювання вмісту ^{14}C дає інтегральний результат, усереднений за тривалий період.

Таким чином, найбільший вплив викидів CO_2 внаслідок спалювання викопного палива поблизу Трипільської ТЕС спостерігали на відстані 800 та 400 м відповідно для результатів двох відборів (2014 та 2015 рр.) на північ від джерела викиду. Формування зони найбільшого збіднення співпадає з переважаючими напрямками вітру.

При дослідженні викидів районної котельні «Нивки» в умовах суцільної міської забудови (рисунок 11) непросто знайти місця для відбору проб трави. Проте декілька проб було відібрано (проби №№ 22 ÷ 26, таблиця 3.3), а максимальне збіднення ^{14}C зафіксовано на відстані 100 м на захід від джерела, що відповідає найбільш характерному напрямку вітру у цьому місці.

На рисунку 12 подано результати досліджень вмісту ^{14}C у зразках трави, відібраних у 2014 році. Він відображає динамічний діапазон коливань вмісту ^{14}C в траві при дослідженні впливу викидів CO_2 за рахунок спалювання викопного палива на кожному об'єкті дослідження. Ми бачимо підтвердження того, що величину впливу викопного палива на рівень ^{14}C в траві визначає інтенсивність

джерела викиду, відстань від джерела та умови розподілу (поширення), які визначаються рельєфом місцевості та пріоритетними напрямками вітру.

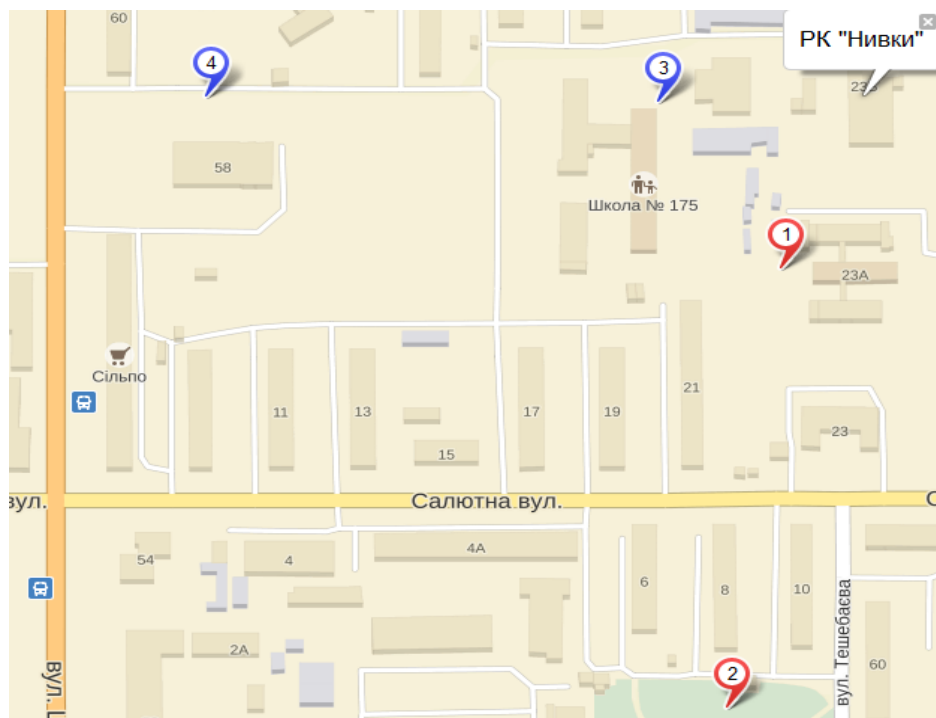


Рисунок 11 - Схема відбору проб трави поблизу РК «Нивки»

Отримані результати показали, що зміни концентрації ^{14}C в атмосфері носять виражений локальний характер поблизу джерела викиду спалюваного викопного палива і залежать від природних факторів, які його зумовлюють. Зрозуміло, що в умовах великого міста має місце одночасний вплив багатьох джерел викидів CO_2 , зумовлених спалюванням викопного палива. За таких умов для визначення впливу певного джерела потрібне якісне визначення фону, зумовленого як природним компонентом, так і впливом інших джерел. У той же час у невеликих населених пунктах (м. Українка) забруднення повітря від спалювання викопного палива значно менше, ніж у м. Києві, що характеризується іншим рівнем фону і дає більш широкий динамічний діапазон у разі впливу локального джерела.

Таким чином, результати виконаної роботи показали перспективність досліджень розподілу ^{14}C в рослинах поблизу джерел викидів викопного CO_2 для

визначення місць найбільшого забруднення відпрацьованими газами автотранспорту, газовими викидами ТЕС і менших теплогенеруючих об'єктів. Для розуміння ефектів, які при цьому мають місце, необхідно вивчати локальні процеси на прикладі однорічних та багаторічних рослин у динаміці та застосовувати моделі вуглецевого циклу для аналізу отриманих результатів для певних територій та для об'єктів, що є джерелами викидів викопного вуглецю.

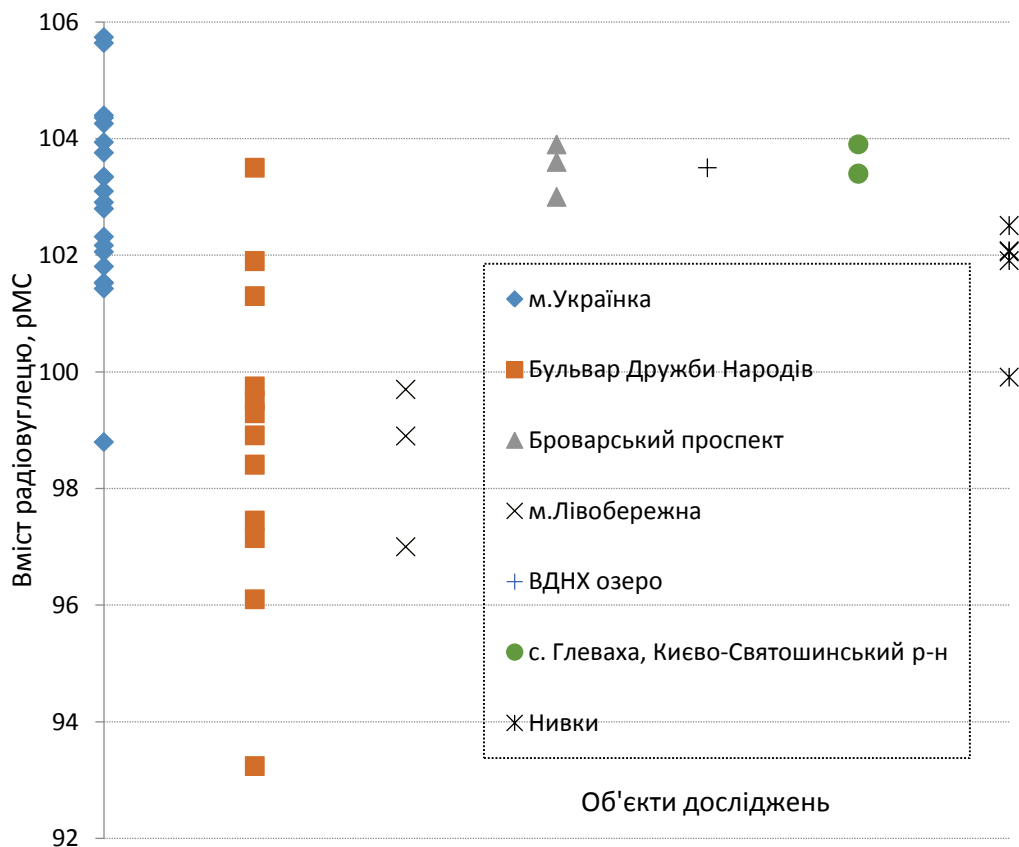


Рисунок 12 - Кумулятивне відображення вмісту радіовуглецю в пробах трави (pMC) за місцями їх відбору

ВИСНОВКИ

1. Вуглець є основним біогенним елементом, а дослідження вмісту його ізотопу ^{14}C в рослинах дає інформацію про техногенні зміни довкілля.
2. Антропогенні фактори (випробування атомної зброї, газові викиди і рідкі скиди АЕС) спричиняють локальне збільшення концентрації ^{14}C в повітрі і

рослинах у зоні впливу. Використання викопного палива на ТЕС і транспорті призводить до відповідного локального зменшення ^{14}C .

3. Засвоєння рослинами радіовуглецю з повітря дає інструмент для вивчення численних процесів у навколишньому середовищі - використання його як маркера та для дослідження радіаційної дії ^{14}C .

5. Просторовий розподіл CO_2 навколо джерел його викиду залежить від інтегральної потужності джерела, висоти труби, напрямку та інтенсивності вітру.

6. Варіації вмісту ^{14}C в рослинах можна використовувати для натурального калібрування моделей просторового розподілу газових викидів від спалювання викопного палива.

7. Застосування методу рідинно-сцинтиляційного лічення і розроблені вимірювальні процедури роблять доступними використання C-14 як еколого-гігієнічного маркера і забезпечують його високу продуктивність, чутливість та інформативність.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Арсланов Х.А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология / Х.А. Арсланов. - Л. : изд-во Ленингр. ун-та, 1987. – 300 с.
2. Сапожников Ю.А. Радиоактивность окружающей среды / Ю.А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. – М : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2006. – 286 с.
3. Бабаев Н.С. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда : науч. пособие / Н. С. Бабаев, В. Ф. Демин, Л. А. Ильин. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 312 с.
4. Рублевский В.П. Радиоактивный углерод в биосфере / В.П. Рублевский, С.П. Голенецкий, Г. Кирдин. – М. : Атомиздат, 1979. – 152 с.

5. Василенко И.Я. Радиоактивный углерод / И.Я. Василенко, В.А. Осипов, В.П. Рублевский // Природа. – 1992. - № 12. – С. 59 – 65.
6. Bonka H. Production and emission of Carbon-14 and its radiological significance / H. Bonka // Res. commun. Congr. int. A / RP. - 1977. - Vol. 3. – P. 945 – 948.
7. Ecological chronology of nuclear fuel cycle sites / M. Buzinny, N. Kovaljukh, I. Likhtarjov et al. // 15th International 14C Conference : proceedings / ed. by G.T. Cook, D.D. Harkness, B.F. Miller, E.M. Scott // Radiocarbon. - 1995. - Vol. 37. - No. 2. - P. 469 - 473.
8. Бузынный М.Г. Ретроспективные исследования радиоуглерода аварийных выбросов Чернобыльской АЭС / М.Г. Бузынный, Н.Н. Талерко // Гигиена населенных мест: сб. науч. трудов. - Киев, 2000 - Вып. 36. - Часть 1. - С. 246 - 260.
9. Бузынный М.Г. Штатні викиди радіовуглецю Чорнобильської АЕС / М.Г. Бузынный, Н.Н. Талерко // Гигиена населенных мест: сб. науч. трудов. - Киев, 2000 - Вып. 36. - Часть 1. - С. 234 - 242.
10. Бузынный М.Г. Уровни выбросов радиоуглерода объектов ядерного топливно-энергетического комплекса на территории бывшего СССР / М.Г. Бузынный // Збірник наукових праць Інституту ядерних досліджень. - 2003. - №1 (9). - С. 110 - 119.
11. Radiocarbon Analysis of Annual Tree Rings from the Vicinity of the Chernobyl NPP / M. Buzinny, I. Likhtarjov, I. Los' et al. // 16th International Radiocarbon Conference : proceedings / ed. by W.G. Mook, J. Van der Plicht // Radiocarbon. – 1998. - Vol. 40. – No 1. - P. 373 - 380.
12. Kaimei D. Bomb-produced 14C in tree rings / D. Kaimei, O. Youneng, C. Y. Fan // 14th International 14C Conference : proceedings / ed. by A. Long, R. S. Kra // Radiocarbon. - 1992. – Vol. – 34. – No 3. - P. 753 -

756.

13. McCartney M. Carbon-14 discharges from the nuclear fuel cycle: global effects / M. McCartney, E. M. Scott // Journal of Environmental Radioactivity. – 1988. – Vol. 8 (2). – P. 143- 155.
14. McCartney M. Carbon-14 discharges from the nuclear fuel cycle: local effects / M. McCartney, E. M. Scott // Journal of Environmental Radioactivity. – 1988. - Vol. 8 (2). – 157 - 171.
15. Skripkin V. Recent developments in the Procedures Used at the SSCER Laboratory for the Routine Preparation of Lithium Carbide / V. Skripkin, N. Kovalyukh // Radiocarbon. – 1998. - Vol. 40. - No.1. - P. 211 - 214.
16. Кузьмин Я.В. Радиоуглеродный метод и его применение в современной науке [Электронный ресурс] / Я.В. Кузьмин. – Режим доступа: <http://antropogenez.ru/article/373/>.
17. Hogg A. G. Assessment of 0.3 - ml minivials for radiocarbon dating by liquid scintillation counting of benzene / A. G. Hogg // Radiocarbon. - 1992. – Vol. 34 (3). – P. 389 - 393.

РАДІАЦІЙНО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЗАЛИШКІВ ВИДОБУТКУ ТА ПЕРЕРОБКИ КОРИСНИХ КОПАЛИН З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ПРИРОДНИХ РАДІОНУКЛІДІВ

Павленко Т.О., Лось І.П., Аксьонов М.В., Фризюк М.А., Тарасюк О.Є., Семенюк Н.Д., Ковтонюк Н.Л., Михайленко О.В., Федоренко О.В., Кушнір Н.К., Біляєв Є.О., Савін Ю.С., Стасюк Р.К., Власюк Н.В., Герман О.О., Оперчук А.П.

Всі мінерали та рудні матеріали містять радіонукліди природного походження. Радіонукліди, що становлять основний інтерес для радіаційного захисту, – це ряди розпаду ^{238}U та ^{232}Th . Для більшості видів виробничої діяльності із залученням мінералів та рудних матеріалів рівні опромінення цими радіонуклідами дещо вищі за нормальні фонові значення. Таке опромінення, як це підтверджено багатьма дослідженнями, не є предметом радіаційного захисту. Однак певні види виробничої діяльності можуть призвести до значних рівнів опромінення людини, що може потребувати регулюючого контролю. Матеріали, що можуть призвести до підвищення рівнів опромінення, відповідно до міжнародної класифікації називаються NORM (*Naturally Occurring Radioactive Material*, радіоактивний матеріал природного походження) [1]. У вітчизняних нормативних документах використовується термін *техногенно-підсилені джерела природного походження (ТПДПП)*. ТПДПП – джерела іонізуючого випромінювання природного походження, які в результаті господарської та виробничої діяльності людини були піддані концентруванню або збільшилися їхня доступність, внаслідок чого утворилося додаткове (до природного радіаційного фону) опромінення [2].

Ряд розпаду ^{235}U менш важливий з позицій опромінення, за винятком ^{227}Ac , який може мати значний внесок в інгаляційне опромінення. Також повсюди

зустрічається в мінералах та рудних матеріалах природний калій, який містить 0,0117 % радіоактивного ^{40}K . Рівні вмісту інших примордіальних радіонуклідів у мінералах та рудних матеріалах (наприклад, ^{87}Rb , ^{138}La , ^{147}Sm та ^{176}Lu) не є, як правило, предметом радіаційного захисту. В звичайних гірських породах та ґрунтах активність радіонуклідів в рядах розпаду ^{238}U та ^{232}Th і ^{40}K непостійна і зазвичай мала. Середні значення активності становлять $0,033 \text{ Бк}\cdot\text{г}^{-1}$ для ^{238}U , $0,045 \text{ Бк}\cdot\text{г}^{-1}$ для ^{232}Th та $0,412 \text{ Бк}\cdot\text{г}^{-1}$ для ^{40}K [3].

Однак, окремі мінерали, включаючи ті, що видобуваються у промислових масштабах, містять радіонукліди рядів урану і/або торію зі значно більшими активностями. Більше того, при видобутку мінералів із земної кори і подальшій фізичній та хімічній їх обробці величини активності радіонуклідів у матеріалах зростають внаслідок технологічного процесу і можуть бути значно вищими ніж у вихідному мінералі та рудних матеріалах. Під час хімічних процесів селективна мобілізація радіонуклідів може порушити природну рівновагу рядів розпаду, що існує у руді. Такі природні рудні матеріали, руди, мінерали, залишки та відходи процесу виробництва містять підвищені концентрації природних радіонуклідів (ПРН), що співпадає з визначенням NORM. Будь-яка діяльність з видобутку або інша промислова діяльність із залученням мінеральної чи рудної сировини може потенційно підвищувати ефективну дозу, отриману людиною від природних джерел як результат опромінення радіонуклідами природного походження, які містяться в таких матеріалах або отримані з них. При значному зростанні дози можуть бути необхідними контрзаходи для захисту населення чи працюючих. Присутність радіонуклідів у підвищених концентраціях є важливим фактором при визначенні, які вимоги щодо радіаційного захисту слід застосувати в термінах Основних Норм Безпеки (BSS) Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ).

У термінах Глосарію МАГАТЕ з питань безпеки [1] радіоактивний матеріал – це матеріал, який у силу своєї радіоактивності визначений в національному

законодавстві або національним регулюючим органом як такий, що підлягає регулюючому контролю.

NORM – окремий вид радіоактивного матеріалу, що не містить значних кількостей радіонуклідів, крім ПРН. Матеріал, у якому концентрації активності ПРН були змінені в результаті здійснення певного процесу (раніше для такого матеріалу використовувався термін TENORM – Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material), включається в категорію радіоактивних матеріалів природного походження.

Залишки NORM (NORM residue) – матеріал, який залишається від процесу і складається з радіоактивних матеріалів природного походження (NORM) або забруднений ними. Залишки NORM можуть бути або не бути відходами. Визначення відходів NORM (NORM waste) більш вузьке – це окремий вид залишків NORM, для яких не передбачено ніякого подальшого використання.

Публікація 103 Міжнародної комісії з радіологічного захисту (МКРЗ) [4] містить вимоги, що відображають поняття ситуацій планованого опромінення, ситуацій аварійного опромінення і ситуацій існуючого опромінення. Опромінення природними джерелами є, як правило, суб'єктом вимог для ситуацій існуючого опромінення, за деякими винятками, які будуть розглядатися в якості ситуацій планованого опромінення.

Використання залишків NORM як відновлювальних ресурсів (або одразу, або після деякої підготовки чи переробки) замість віднесення їх до категорії відходів сьогодні все більше поширюється в світі. Визнається, що кількість відходів NORM повинно бути мінімізована, в т.ч. з міркувань економічного характеру. Регулюючі системи деяких країн наразі окремо передбачають переробку та подальше використання залишків NORM [5].

Щоб гарантувати, що дози від використання залишків NORM знаходяться на допустимих рівнях, відповідні регулюючі органи застосовують та розглядають різні умови [5].

Виробничі об'єкти, які не пов'язані з атомною енергетикою, можуть опромінювати населення у разі наявності в їхній основній чи побічній продукції та відходах виробництва ПРН у підвищених концентраціях. Крім того, опромінення населення ПРН може виникати як результат деяких видів господарської діяльності. Наприклад, це стосується використання в сільському господарстві шлаків, утворених після водопідготовки, або накопичення відходів виробничої діяльності на звалищах, а також внаслідок використання їх у будівництві.

На міжнародному рівні проводиться значна робота щодо оцінки впливу ПРН і розробки стратегії для вирішення ситуації, яка може призвести до негативних наслідків у зв'язку з використанням ПРН у деяких галузях промисловості. Хоча дози для населення, як правило, є низькими, і становлять декілька мікрозіверт, проте деякі критичні групи населення можуть отримати дози в мілізівертовому діапазоні, що може потребувати окремої уваги.

В Україні проблема радіоактивних відходів та залишків виробничої діяльності підприємств стоїть дуже гостро і потребує великої уваги. Відходи підприємств з переробки корисних копалин з підвищеним вмістом ПРН сьогодні неконтрольовані та відкриті до доступу населення. Це призводить до розповсюдження довгоіснуючих ПРН у навколишньому середовищі не тільки природним шляхом – вимиванням з дощами, розвіюванням у сухі періоди року тощо, але і як результат використання шлаків в індивідуальному будівництві для підсипок та фундаментів, золи – як добрив при вирощуванні сільськогосподарської продукції тощо.

На даний час в Україні недостатньо робіт, які відображають детальний аналіз радіаційної обстановки на підприємствах видобутку та переробки корисних копалин України. Є лише окремі дослідження радіоекологічного стану довкілля на ряді об'єктів нафтогазовидобувних підприємств Полтавської області, де надано характеристику радіоактивним залишкам, що утворюються внаслідок

видобування та первинної переробки нафти та газу. Проведено радіаційно-гігієнічну оцінку умов праці робітників таких підприємств та оцінку дозового навантаження на працівників підприємств нафтогазового комплексу за рахунок зовнішнього опромінення [6].

Вітчизняний досвід поводження з матеріалами, забрудненими ПРН, та стан нормативного забезпечення радіаційної безпеки в нафтогазовій галузі [7] свідчить про складність та безсистемність застосування діючих нормативних документів при забезпеченні радіаційної безпеки виробничих об'єктів нафтогазової галузі. Наприклад, матеріали, забруднені NORM, не класифікуються як радіоактивні, поводження з забрудненим обладнанням нафтогазової галузі не регламентується жодним документом. Таким чином, існує необхідність розробки окремого стандарту, який повинен регулювати практичне поводження з NORM на підприємствах нафтогазової галузі України.

Система контролю ПРН практично в усіх галузях промисловості, в тому числі з видобутку та переробки корисних копалин з підвищеним вмістом радіонуклідів природного походження, на сьогодні в Україні відсутня. Обмеження опромінення населення цими джерелами та створення вимог щодо їх ефективного контролю є однією з актуальних та першочергових завдань сучасної системи протирадіаційного захисту.

Мета роботи – наукове обґрунтування заходів щодо зменшення доз опромінення населення України від природних радіонуклідів.

Методи досліджень. У даній роботі застосовувався гамма-спектрометричний метод, який є найбільш розповсюдженим у практиці радіаційного контролю матеріалів, в радіоекології та у багатьох галузях науки, а також найменш трудомістким (наприклад, не потребує озолення проб тощо) та найбільш оперативним [8-11].

В роботі було використано спектрометр енергій гамма-випромінювання VARRO (SILENA, Італія) з напівпровідниковим детектором.

Гарантії якості вимірювань забезпечувались методичними підходами – відбір проб, їх підготовка та зберігання, кодування та реєстрація даних здійснювались за розробленою інструкцією; технічними та експлуатаційними характеристиками вимірювальних засобів – проводились калібрування гамма-спектрометра по ефективності за допомогою робочого еталону (стандартного зразка) з відомим набором гамма-ліній і точно визначеною абсолютною активністю радіонуклідів (фірма AMERSHAM, Німеччина), щоденне енергетичне градування, а також реєструвались результати вимірювань фону і проводився їх статистичний аналіз для відповідної корекції даних; кваліфікаційним рівнем персоналу.

Результати досліджень. У рамках цієї роботи було проведено дослідження проб залишків (відходів) з підвищеним вмістом ПРН, які утворились у результаті виробничої діяльності підприємств з видобутку та переробки корисних копалин.

У пробах залишків (відходів) визначалась питома активність радіонуклідів ланцюгів розпаду рядів урану та торію, зокрема: ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{210}Pb , ^{238}U , ^{235}U , а також ^{40}K . Всього було досліджено 191 пробу з 32 підприємств.

Усі підприємства з видобутку та переробки корисних копалин, які надали зразки для досліджень, були згруповані за видом діяльності:

- нафтогазова промисловість (НАК "Нафтогаз України");
- паливно-енергетичний комплекс (за винятком підприємств нафтогазової галузі);
- гірничо-металургійна галузь (ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг");
- видобування залізної руди;
- чорна металургія;
- кольорова металургія;
- інша діяльність.

Підприємства нафтогазової галузі. По нафтогазовій галузі було досліджено 12 проб з 5 підприємств. З підприємства ПАТ "Укргазвидобування" (Полтавська

область) представлено найбільшу кількість проб (7 зразків) відходів переробки нафтопродуктів.

Вміст свинцю-210 (^{210}Pb), радію-226 (^{226}Ra), торію-232 (^{232}Th) та урану-238 (^{238}U) у відходах переробки нафтопродуктів цього підприємства показано на рисунку 1.

Як видно з рисунка 1, по всіх зазначених ПРН зафіксовано найбільші значення питомої активності у пробі № 3. Ці величини становлять за ^{210}Pb – 11000 Бк·кг $^{-1}$, ^{226}Ra – 8870 Бк·кг $^{-1}$, ^{232}Th – 2860 Бк·кг $^{-1}$, ^{238}U – 7640 Бк·кг $^{-1}$.

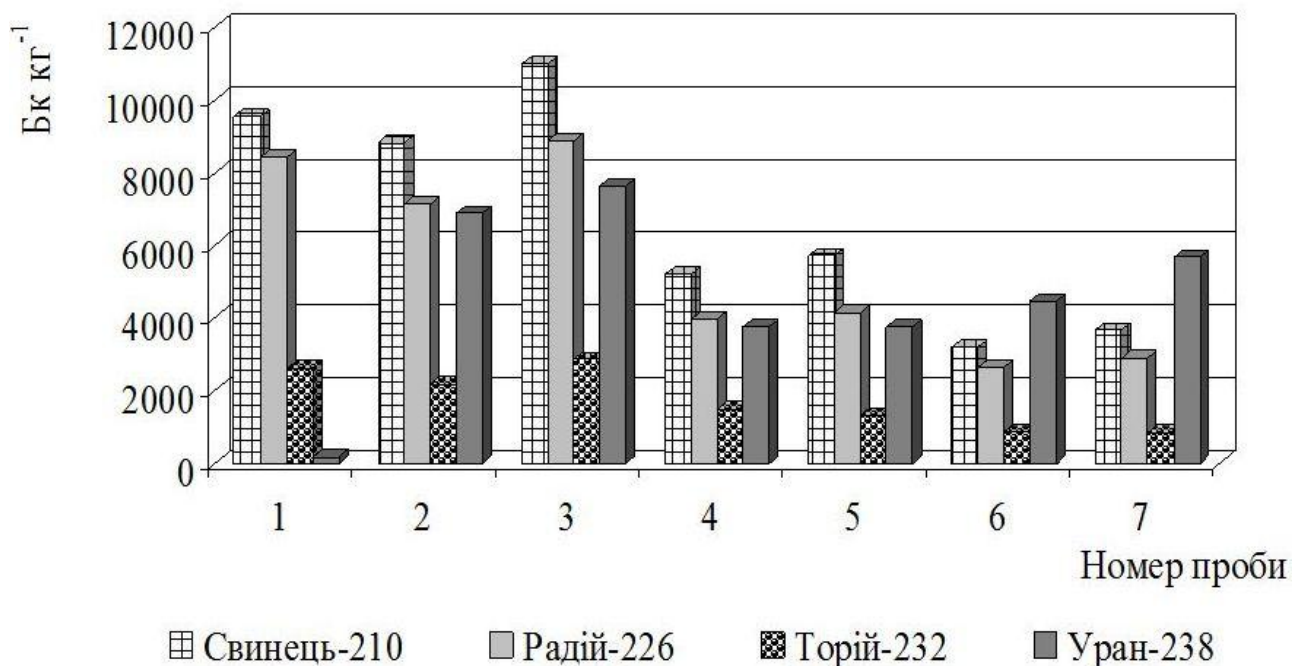


Рисунок 1 – Питома активність ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U у відходах ПАТ "Укргазвидобування"

Встановлено, що максимальний вміст зазначених радіонуклідів перевищує рівень звільнення МАГАТЕ (рівень звільнення від контролю матеріалу за концентрацією активності кожного радіонукліда ланцюгів радіоактивного розпаду урану та торію) 1 Бк·г $^{-1}$ (1000 Бк·кг $^{-1}$) від 3 до 11 разів [3].

На рисунку 2 надано графічне відображення результатів дескриптивної статистики щодо вмісту ПРН ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U у відходах.

З рисунка 2 видно, що навіть усереднений вміст усіх зазначених радіонуклідів перевищує рівень звільнення від контролю МАГАТЕ [3].

Слід зазначити, що у відходах переробки нафтопродуктів ПАТ "Укргазвидобування" було виявлено також ^{227}Th та ^{223}Ra . На рисунку 3 надано вміст цих ПРН, а також ^{40}K у цих відходах.

Як видно з рисунка 3, в усіх пробах вміст ^{40}K незначний. Середнє його значення є меншим у понад 12 разів від середнього вмісту ^{227}Th та ^{223}Ra . Найбільші значення питомої активності зафіксовано у пробі № 3 за ^{227}Th – $520 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, у пробі № 1 – за ^{223}Ra – $500 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$.

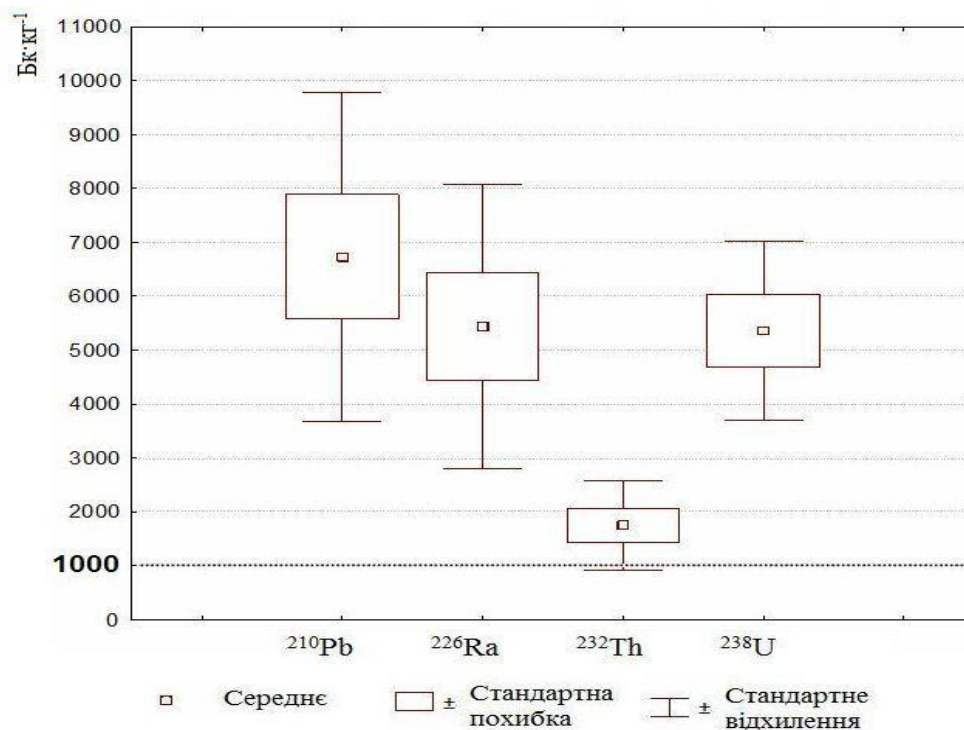


Рисунок 2 – Усереднена питома активність ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U у відходах переробки нафтопродуктів ПАТ "Укргазвидобування"

Таким чином, вміст ^{227}Th , ^{223}Ra та ^{40}K не перевищує рівнів звільнення МАГАТЕ для цих ПРН [3].

З решти підприємств (НГВУ "Долинанафтогаз", НГВУ "Бориславнафтогаз" та НГВУ "Надвірнанафтогаз" – усі ПАТ "Укрнафта") надано по 1 пробі відходів (осад сухий).

По НГВУ "Долинанафтогаз" ПАТ "Укрнафта" встановлено, що вміст ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th та ^{238}U перевищує рівень звільнення МАГАТЕ у 3-12 разів. Значення питомої активності ПРН у відходах становили за ^{210}Pb – 11000 Бк·кг⁻¹, ^{226}Ra – 11740 Бк·кг⁻¹, ^{232}Th – 3250 Бк·кг⁻¹, ^{238}U – 2830 Бк·кг⁻¹. Вміст решти ПРН не перевищує рівень звільнення [3].

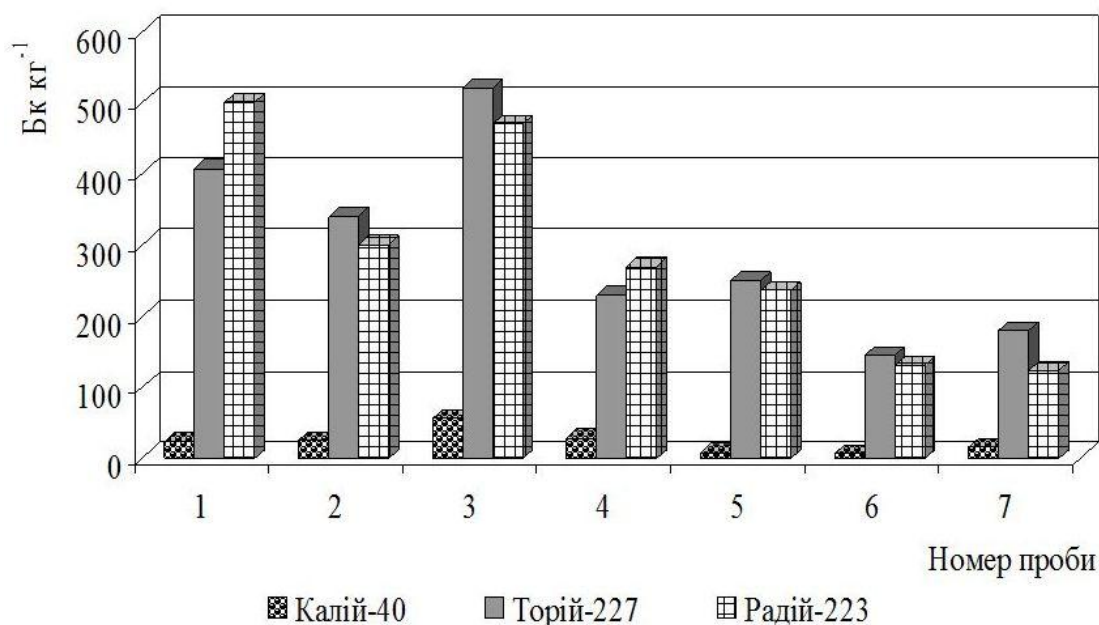


Рисунок 3 – Питома активність ^{40}K , ^{227}Th , ^{223}Ra у відходах переробки нафтопродуктів ПАТ "Укргазвидобування"

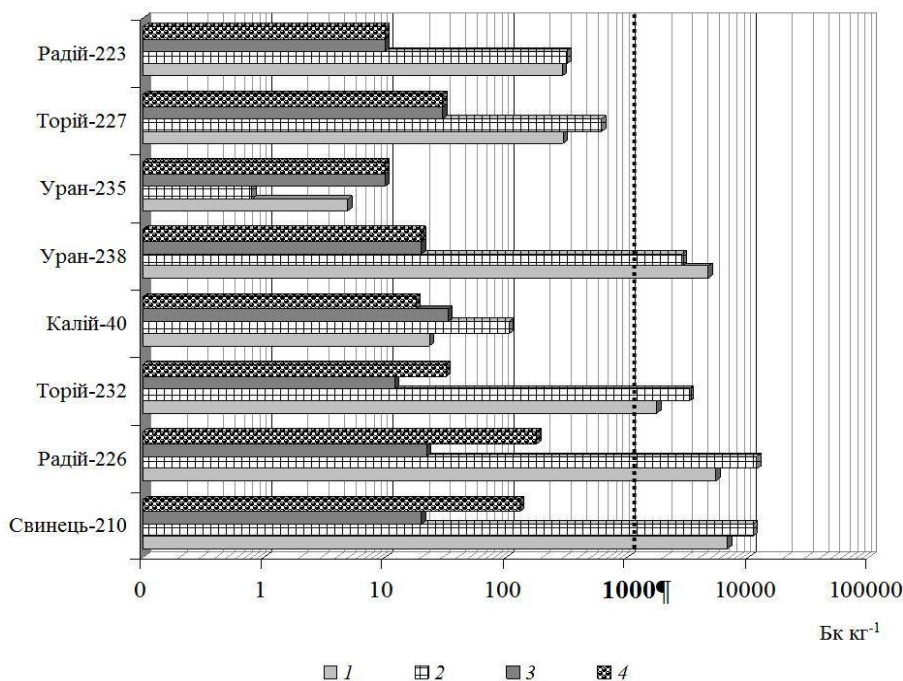
На останніх двох підприємствах (НГВУ "Бориславнафтогаз" та НГВУ "Надвірнанафтогаз" ПАТ "Укрнафта") вміст ^{210}Pb , ^{226}Ra та ^{232}Th у відходах (сухий осад) цих підприємств у 100 разів нижчий, ніж у відходах переробки нафтопродуктів ПАТ "Укргазвидобування" та НГВУ "Долинанафтогаз". Вміст ^{238}U , ^{227}Th та ^{223}Ra становить значення, яке нижче за мінімально детектовану активність (МДА) приладу (< 10 Бк·кг⁻¹). Питома активність ^{40}K знаходиться на

тому ж рівні, що й у пробах ПАТ "Укргазвидобування" даної галузі і складає десятки бекерелів на кілограм.

Слід зазначити, що вміст ^{235}U у пробах всіх підприємств становить $< 10 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Для порівняння на рисунку 4 представлено у логарифмічному масштабі вміст усіх виявлених ПРН у пробах залишків по чотирьох обстежених підприємствах нафтогазової галузі.

Як видно з рисунка 4, питома активність ПРН у відходах різних підприємств відрізняється на декілька порядків. Перевищення рівня звільнення МАГАТЕ $1 \text{ Бк} \cdot \text{г}^{-1}$ ($1000 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$) [3] зафіксовано у відходах з двох підприємств: ПАТ "Укргазвидобування" та НГВУ "Долинанaftогаз" ПАТ "Укрнафта" за ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th та ^{238}U . За іншими ПРН – ^{235}U , ^{40}K , ^{227}Th , ^{223}Ra – перевищення рівня звільнення не зафіксовано.



1 – ПАТ "Укргазвидобування";
 2 – НГВУ "Долинанaftогаз" ПАТ "Укрнафта";
 3 – НГВУ "Бориславнаftогаз" ПАТ "Укрнафта";
 4 – НГВУ "Надвірнанaftогаз" ПАТ "Укрнафта"

Рисунок 4 – Питома активність ПРН у відходах підприємств нафтогазової галузі

Відходи (сухий осад) з підприємств НГВУ "Бориславнафтогаз" та НГВУ "Надвірнанафтогаз" ПАТ "Укрнафта" за жодним із зазначених ПРН не перевищують рівень звільнення.

З підприємства НГВУ "Охтирканафтогаз" ПАТ "Укрнафта", Рибальське родовище, було надано 2 проби шламу з майданчика зберігання обладнання, що забруднене ПРН. Встановлено, що максимальні значення питомої активності ПРН були зафіксовані за ^{226}Ra та ^{232}Th , які склали $29689 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ та $4832 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, відповідно. Перевищення рівня звільнення МАГАТЕ за цими радіонуклідами становить для ^{226}Ra майже 30 разів, для ^{232}Th – майже 5 разів.

Таким чином, по нафтогазовій промисловості (НАК "Нафтогаз України") виявлено перевищення рівня звільнення матеріалу за питомою активністю ПРН [3] у відходах трьох підприємств: ПАТ "Укргазвидобування" (Полтавська область), НГВУ "Долинанфтогаз" ПАТ "Укрнафта" (Івано-Франківська область) та НГВУ "Охтирканафтогаз" ПАТ "Укрнафта" (Полтавська область). Тому, згідно з вимогами МАГАТЕ, ці підприємства підлягають обов'язковому регулюючому контролю.

Однак, слід зазначити, що через малу кількість проб, наданих даними підприємствами, для прийняття остаточного рішення про введення регулюючого контролю необхідно додатково здійснити більш детальні (репрезентативні) дослідження вмісту ПРН у відходах.

Щодо решти досліджених підприємств різних галузей промисловості, де можливий підвищений вміст ПРН у залишках (відходах) виробничої діяльності, то за жодним з ПРН перевищення рівнів звільнення МАГАТЕ не виявлено. Однак для окремих радіонуклідів величини активності можуть значно відрізнятися.

Підприємства паливно-енергетичного комплексу. З аналізу результатів вимірювань наданих проб підприємств ПЕК встановлено, що питома активність

усіх зазначених ПРН у відходах у жодному випадку не перевищує рівня звільнення МАГАТЕ [3].

На прикладі двох підприємств ПЕК (Шахтоуправління "Нововолинське" та ВП "Шахта Бужанська") видно, що у відходах видобутку, сортування та збагачення вугілля вміст ^{40}K від 2 до 4 разів перевищує вміст ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U (рисунок 5).

Підприємство гірничо-металургійної галузі (ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"). Найбільшу активність ПРН виявлено в шлаках доменного та сталеплавильного виробництв, а також у промислових та будівельних відходах.

З аналізу досліджень вмісту ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K (рисунок 6) встановлено, що за ^{226}Ra максимальні усереднені значення зафіксовано у шлаках доменного та сталеплавильного виробництв на об'єктах № 2, № 1.

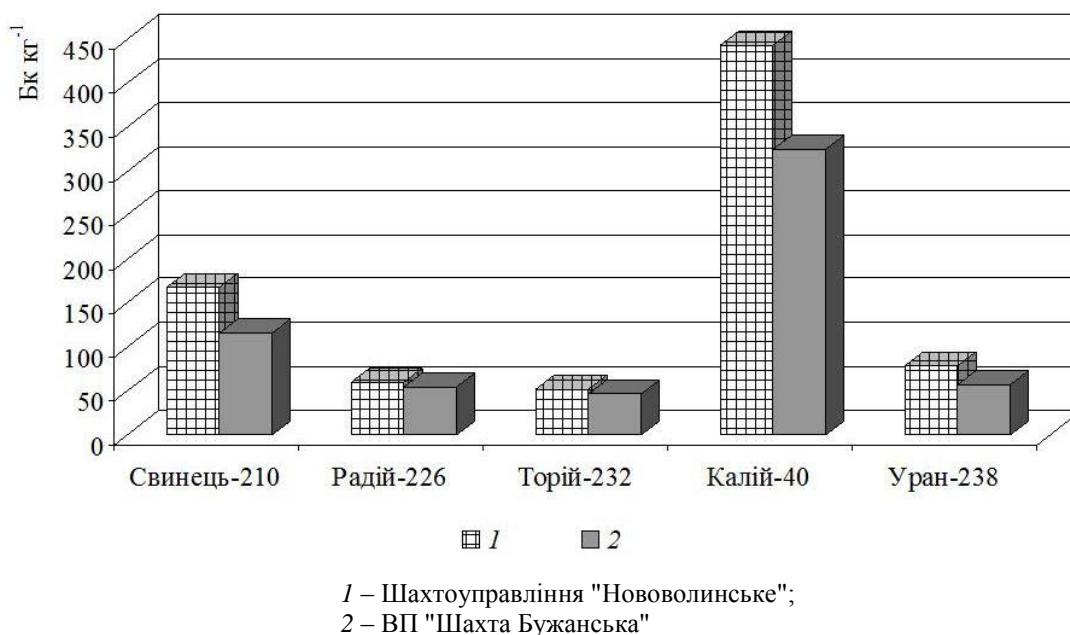


Рисунок 5 – Середні по підприємствах значення питомої активності ПРН у відходах видобутку вугілля

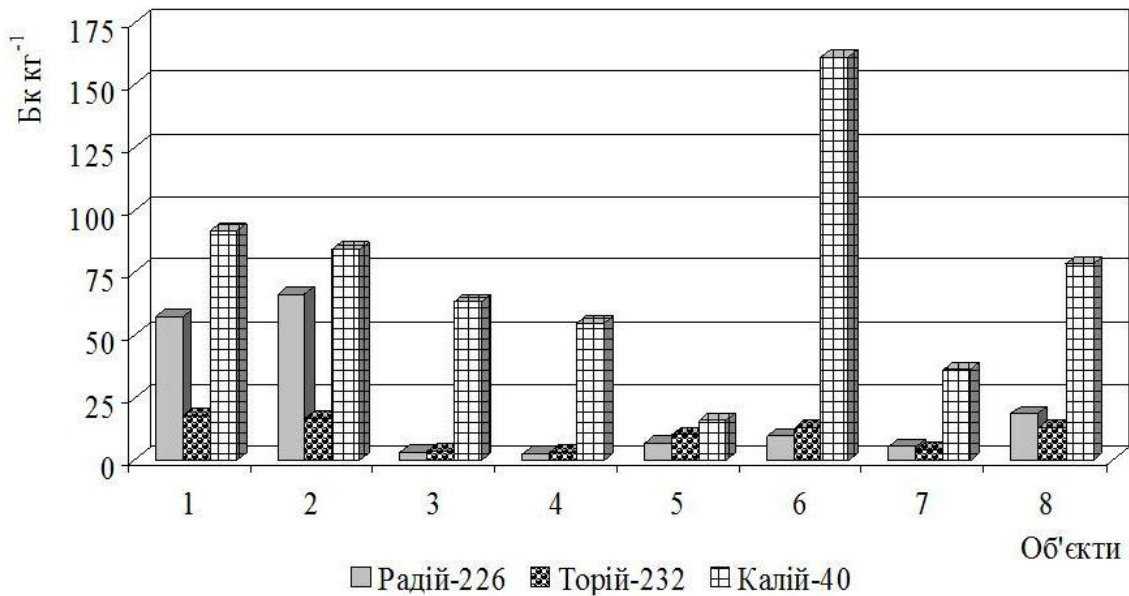


Рисунок 6 – Усереднені значення питомої активності ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K у залишках виробничої діяльності ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"

Підприємства з видобування залізної руди підземним способом. Досліджувались відходи розробки родовищ багаті залізної руди з двох підприємств: ПАТ "ЄВРАЗ СУХА БАЛКА" та ПАТ "Кривбасзалізрудком". Середній вміст по всіх ПРН у пробах відходів з підприємства ПАТ "ЄВРАЗ СУХА БАЛКА" менший від 2 до 6 разів, ніж у відходах з ПАТ "Кривбасзалізрудком", за винятком ^{40}K , вміст якого менший майже в 25 разів (рисунок 7).

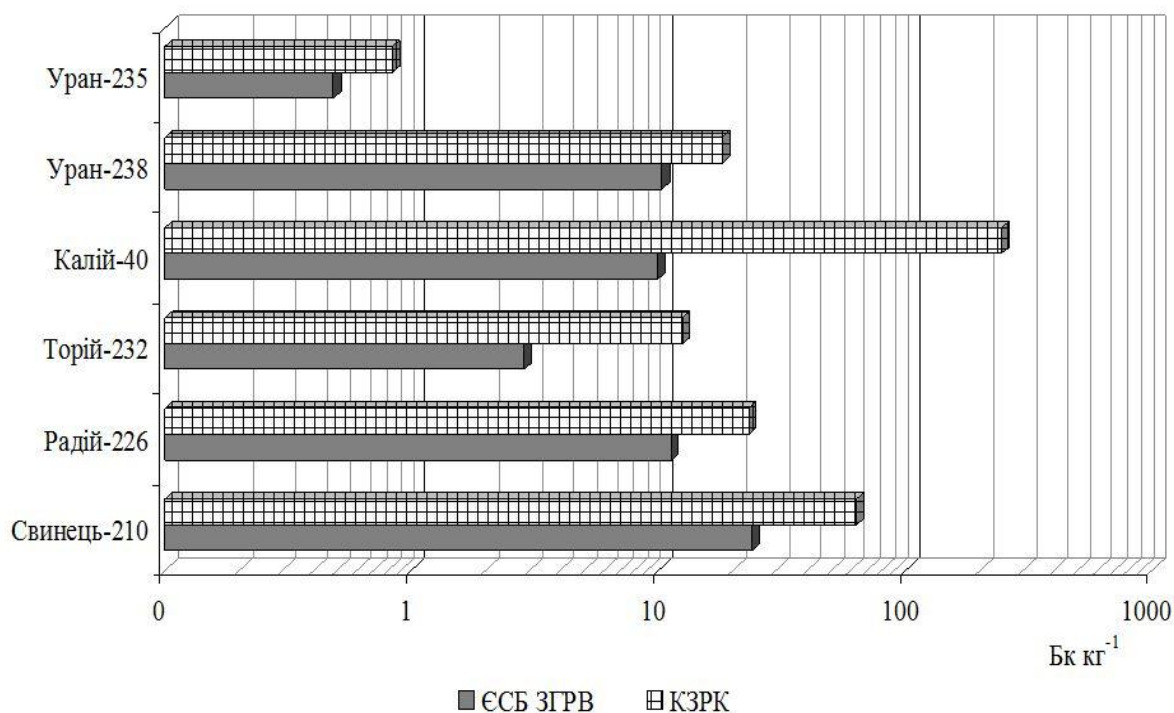


Рисунок 7 – Усереднені значення питомої активності ПРН у відходах підприємств з видобування залізної руди

Підприємства чорної металургії. Інші підприємства (ПАТ "Нікопольський завод феросплавів", ПАТ "Дніпровський металургійний комбінат", ПАТ "Гайворонський тепловозремонтний завод", ПуАТ "Нововолинський ливарний завод", ТДВ "Славутський РМЗ" та ТОВ "Завод ПРОМЛИТ") представлені різноманітними відходами: відходи електротермічного процесу виробництва марганцевих феросплавів, шлаки відвальний доменний, гранульований, ливарного виробництва чавуну, сталеплавильного виробництва тощо; брухт вогнетривкого виробництва, відходи вибивки форм та очистки литва та інші.

Для порівняння представлено вміст ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K та ^{238}U у залишках з підприємства ПАТ "Нікопольський завод феросплавів" (ПАТ НЗФ) (один тип відходів) та інших п'яти підприємств чорної металургії (різні типи відходів) (рисунок 8).

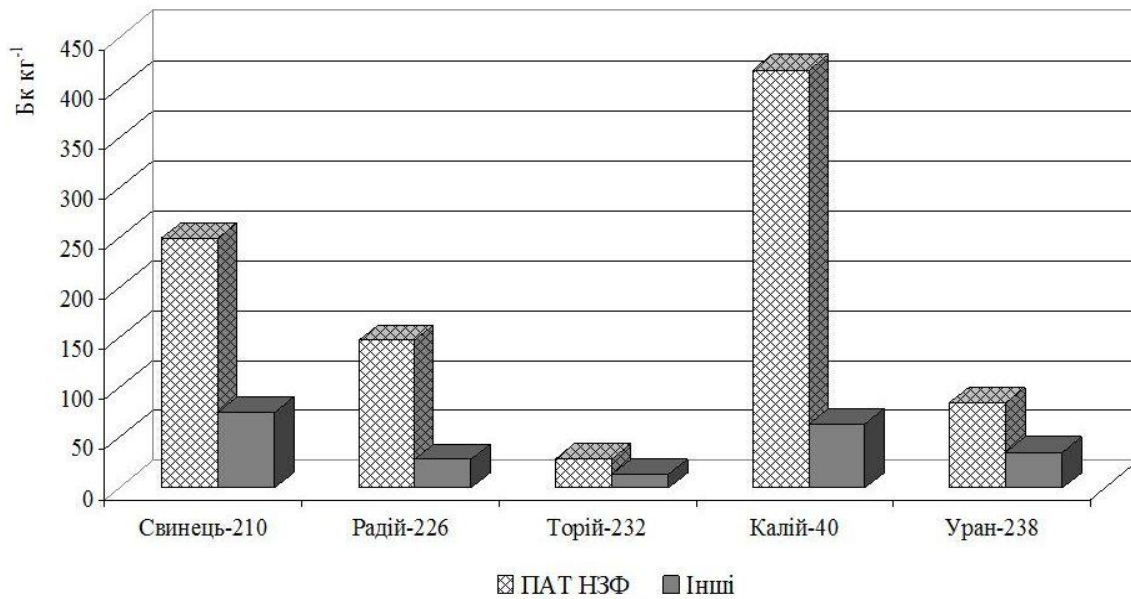


Рисунок 8 – Середні по підприємствах чорної металургії значення питомої активності ПРН у залишках виробництва

Підприємства кольорової металургії. На рисунку 9 представлено порівняння вмісту ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K та ^{238}U у залишках з підприємств Філія "Вільногірський ГМК" ПрАТ "Кримський ТИТАН" (Філія ВГМК) (відходи збагачування пісків руди) та ТОВ з іноземними інвестиціями "Кольорові метали" (ТОВ П КМ) (відходи, які утворилися при гравітаційному збагаченні рудних пісків).

Підприємства інших видів діяльності. До інших видів діяльності віднесено виробництво будівельних матеріалів. З 9 підприємств надано 20 зразків різноманітних відходів. Перевищення рівнів звільнення матеріалів за вмістом ПРН у жодному типі досліджених відходів не виявлено.

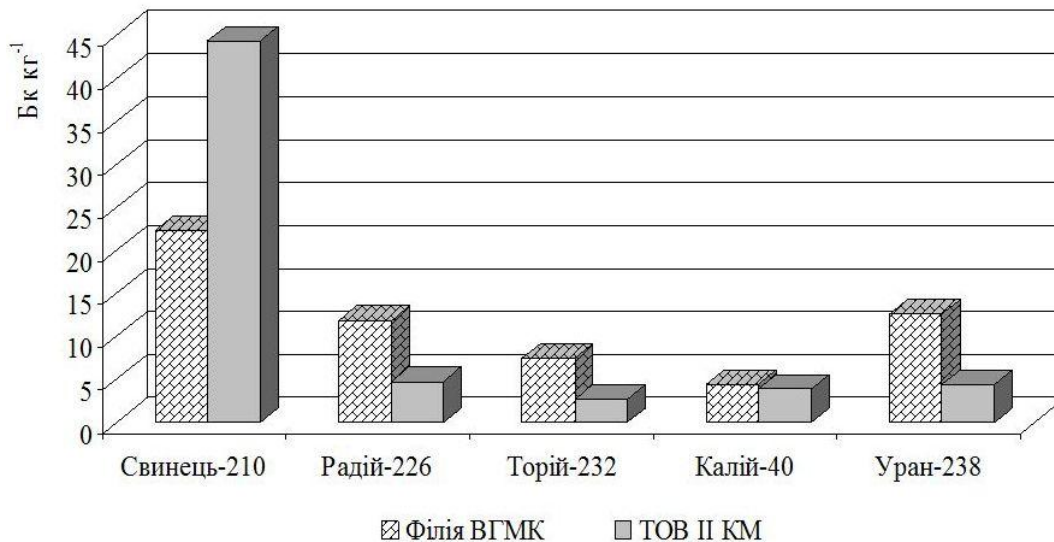


Рисунок 9 – Середні значення питомої активності ПРН у залишках діяльності підприємств кольорової металургії

Таким чином, у результаті аналізу всього масиву даних щодо вмісту ПРН у пробах залишків (відходів) виробничої діяльності досліджених підприємств з видобутку та переробки корисних копалин встановлено, що у 95 % зразків залишків (відходів) величина питомої активності по жодному з ПРН не перевищує рівнів звільнення матеріалу за вимогами МАГАТЕ.

Перевищення рівня звільнення МАГАТЕ $1 \text{ Бк} \cdot \text{г}^{-1}$ ($1000 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$) для радіонуклідів уранового і торієвого рядів [3] виявлено у пробах відходів виробничої діяльності у трьох з п'яти досліджених підприємств нафтогазової галузі: ПАТ "Укргазвидобування", НГВУ "Долинанафтогаз", та НГВУ "Охтирканафтогаз". Встановлено, що рівень звільнення перевищено за ^{226}Ra – у 3-30 разів, ^{210}Pb – у 3-11 разів, ^{238}U – у 3-8 разів та ^{232}Th – до 5 разів. Тому для зазначених підприємств рекомендується запровадити регулюючий контроль.

Міжнародні стандарти та нові підходи щодо контролю опромінення природними джерелами. Історично більшу увагу щодо регулювання було сфокусовано на урановидобувних та -переробних підприємствах, оскільки їх діяльність формує частину ядерно-паливного циклу. Радіаційний захист у

проблемі опромінення природними джерелами розвивався впродовж останніх десятиліть. З 1990-х рр. все більше країн впроваджують заходи щодо регулювання опромінення від широкого кола природних джерел, а саме - мінерали та рудні матеріали, за винятком тих, що пов'язані з екстракцією урану. Було досягнуто широкого міжнародного консенсусу стосовно управління NORM. Двома важливими кроками в цьому напрямку було прийняття документів [3] та [12], в основу яких покладено основні норми безпеки щодо захисту здоров'я працюючих та населення від небезпеки радіаційного опромінення. Ці документи забезпечують захисні заходи від значного збільшення опромінення персоналу і населення від природних джерел.

Однак стандарти та нормативні підходи, прийняті на національному рівні, все ще потребують гармонізації, особливо в країнах з обмеженими регуляторними ресурсами.

Значна робота проводиться на національному та міжнародному рівні для оцінки опромінення NORM та розробки стратегії для існуючих ситуацій опромінення. Переглянуті BSS, опубліковані МАГАТЕ в 2011 р. [3], відображають останні рекомендації МКРЗ. Міжнародні стандарти BSS [3] забезпечують чисельні критерії для вилучення та звільнення для забезпечення регулюючого контролю, а також референтних рівнів для контролю впливу радону на робочих місцях. З глобальної точки зору, нові завдання з радіаційного захисту для природних джерел включають наступне:

- гармонізацію стандартів та підходів до регулювання;
- різноманітний характер промисловості і потребу у специфічному підході до кожної галузі щодо визначення заходів радіаційного захисту;
- виявлення ситуацій, які можуть бути класифіковані як ситуації існуючого опромінення або ситуації планованого опромінення;
- рівень, до якого опромінення повинно бути оптимізоване за допомогою, при необхідності, референтних рівнів та квот дози;

- використання диференційованого підходу в національних правилах;
- реалістичну оцінку індивідуальних доз і оснований на доказах підхід для регулятивного прийняття рішень;
- радон на робочих місцях;
- транспортні проблеми;
- переробку залишків NORM та їх використання в якості побічних продуктів;
- управління залишками та відходами NORM і пов'язані з цим питання.

У нових BSS регулювання діяльності, де можливе опромінення ТПДПП, є аналогічним правилам і вимогам, які висуваються до "штучних" ("індустріальних" за визначенням НРБУ-97) джерел опромінення. Документом визначено список виробництв, де можливе опромінення ТПДПП, а саме [13]:

- видобуток і переробка рідкісноземельних елементів з монациту;
- виробництво торію з продуктів, які містять торій;
- переробка руди танталу і ніобію;
- видобуток та переробка нафти і газу;
- виробництво титанового пігменту;
- термічне виробництво фосфору;
- видобуток і переробка цирконію;
- виробництво фосфатів;
- цементне виробництво;
- коксохімічні заводи;
- виробництво фосфорної кислоти;
- видобуток і переробка залізної руди;
- переробка олова і міді.

Для більшості перерахованих виробництв обмеження існували і раніше [12].

За новими вимогами BSS (розділ 3 – плановане опромінення, пункт 3.4а) пропонуються більш жорсткі підходи щодо обмеження опромінення ТПДПП у

виробничих умовах. МАГАТЕ зобов'язує держави-учасниці ввести регулюючий контроль для галузей промисловості і окремих технологічних процесів, якщо активність радіонуклідів уранового і торієвого ряду перевищує $1 \text{ Бк}\cdot\text{г}^{-1}$ або активність калію-40 перевищує $10 \text{ Бк}\cdot\text{г}^{-1}$. Тобто, для даних виробництв або технологічних процесів вводиться обов'язкове ліцензування [3].

Іншими словами, для матеріалів (крім головних товарів споживання, таких як харчові продукти, вода, добрива та будівельні матеріали), в яких активність будь-якого радіонукліду серії урану або торію перевищує $1 \text{ Бк}\cdot\text{г}^{-1}$, нові міжнародні стандарти радіаційної безпеки вимагають таку ж саму регуляторну систему, як і для практичної діяльності, тобто вимоги планованої ситуації опромінення. В термінах Глосарію з Безпеки МАГАТЕ цей матеріал у такому випадку потрапляє у визначення радіоактивного матеріалу, а саме NORM.

У запропонованому диференційованому підході до регулювання першим кроком є визначення активності таких матеріалів, оцінка величини їх впливу. На практиці - це підґрунтя для визначення необхідності застосування регулюючого контролю чи звільнення від нього. BSS визначає річну дозу 1 мЗв у рік як відповідний критерій для звільнення без подальшого обговорення. Ця величина узгоджується з природним фоновим рівнем, порівнюючи з дозовим критерієм 10 мкЗв у рік для радіонуклідів штучного походження, для яких природний фон, по суті, - нуль. Даний рівень звільнення (1 мЗв у рік) вже впроваджено, принаймні для працюючих, і наразі склалася чітка картина, що діяльність із залученням мінеральної сировини не є підставою для застосування регуляторних ресурсів, якщо дози опромінення не перевищують цю величину.

Ця ж величина 1 мЗв у рік також загальноприйнята як референтний рівень для використання споживчих товарів з підвищеним вмістом ТПДПП, особливо будівельних матеріалів. Ряд країн вважають прагматичний, диференційований підхід до регулювання ТПДПП найбільш прийнятним в якості регулюючої політики. Наприклад, в Швеції, Голландії, Норвегії і Японії повне регулювання

ТПДПП застосовувалося, лише якщо концентрації активності радіонуклідів уранового і торієвого рядів розпаду перевищували $10 \text{ Бк} \cdot \text{г}^{-1}$. Менш суворі форми контролю застосовувалися, коли активності становили $1-10 \text{ Бк} \cdot \text{г}^{-1}$.

В Україні в НРБУ-97 і ОСПУ-2005 наведені вище сценарії опромінення не розглядаються. Згідно з ОСПУ-2005 для ТПДПП визначено тільки вимоги до дозових обмежень опромінення на робочих місцях: "... якщо дози опромінення робітників перевищують 5 мЗв в рік та не можуть бути зменшені, робітники переводяться до категорії персонал". Інших вимог у нормативних документах до регулюючого контролю підприємств України, залишки виробничої діяльності яких мають підвищений вміст ПРН, не визначено [2, 14, 15].

Згідно з виданим КМУ розпорядженням № 110-р від 18.02.2015 р. "Про схвалення розроблених Державною інспекцією ядерного регулювання планів імплементації деяких актів законодавства ЄС", зокрема "Основні норми безпеки для захисту від небезпеки, яка виникає від іонізуючої радіації" [16] для встановлення вимог до регуляторного контролю підприємств з переробки корисних копалин з високим вмістом ПРН повинні використовуватись документи Євроатому та МАГАТЕ [3, 12, 17].

Вимоги до регуляторного контролю підприємств з переробки корисних копалин з високим вмістом ПРН. Залишки (відходи) видобутку та переробки корисних копалин з високим вмістом ПРН відносяться до ситуації існуючого опромінення.

Згідно з документом МАГАТЕ [3] ситуація існуючого опромінення - це ситуація, в якій опромінення вже існує, і потрібно прийняття рішення про необхідність контролю. До ситуацій існуючого опромінення відносяться наступні ситуації:

- опромінення від природного фонового випромінювання;
- опромінення від залишкового радіоактивного матеріалу, що зберігся після попередньої діяльності, яка не підлягала регулюючому контролю;

– після ситуації аварійного опромінення.

Регулюючий орган у ситуації існуючого опромінення повинен розробити стратегії захисту і забезпечити визначення:

- а) цілей, що досягаються за допомогою стратегії захисту;
- б) відповідних референтних (контрольних) рівнів.

Також регулюючий орган повинен впроваджувати певну стратегію щодо радіаційного захисту, а саме:

- а) організацію оцінки наявних захисних заходів з точки зору досягнення поставлених цілей, а також оцінки ефективності запланованих і проведених дій;
- б) інформування населення про потенційні ризики для здоров'я і про існуючі заходи щодо мінімізації опромінення.

Регулюючий орган та інші сторони, відповідальні за здійснення захисних заходів, повинні забезпечити оптимізацію форми, масштабів і тривалості таких заходів. Метою процесу оптимізації є забезпечення оптимізованого захисту для всіх осіб, що зазнають опромінення, однак пріоритетна увага повинна приділятися когортам, у яких залишкова доза перевищує референтний (контрольний) рівень. Для запобігання доз, що перевищують референтні (контрольні) рівні, повинні застосовуватися всі виправдані заходи. Референтні (контрольні) рівні – це, як правило, річна ефективна доза для репрезентативної особи в діапазоні 1-20 мЗв або інша еквівалентна величина, причому фактичне значення цієї дози залежить від можливостей контролювати ситуацію і від досвіду управління подібними ситуаціями, накопиченого в минулому.

Регулюючий орган повинен періодично переглядати референтні (контрольні) рівні з метою забезпечення їх відповідності обставинам, які склались.

Планування, проведення і перевірку захисних заходів повинні здійснювати організації чи особи, які мають дозвіл (ліцензію) на такий вид діяльності. Ці організації чи особи повинні забезпечувати:

а) підготовку та подання регулюючому органу на затвердження плану захисних заходів, підкріпленого результатами оцінки безпеки;

б) націленість плану захисних заходів на своєчасне і поетапне зниження радіаційних ризиків і, в кінцевому рахунку, якщо це можливо, на зняття обмежень на використання території або доступ до неї;

в) обґрунтування, виходячи з чистої користі, що досягається, та з урахуванням послідовного зниження річної дози чи будь-якої додаткової дози, отриманої окремими особами з населення в результаті проведення захисних заходів;

г) при виборі оптимізованого варіанту захисних заходів:

– облік радіологічних впливів на людей і навколишнє середовище, разом з нерадіологічними впливами і впливами технічних, соціальних та економічних чинників;

– повний облік витрат на перевезення радіоактивних відходів та поводження з ними, аналіз ефективних доз опромінення та оцінка ризиків для здоров'я працівників, що здійснюють поводження з відходами, і будь-якого подальшого опромінення населення у зв'язку з захороненням цих відходів;

д) наявність механізму інформування населення та участь зацікавлених сторін, яких стосується ситуація існуючого опромінення, у плануванні, здійсненні та перевірці захисних заходів, включаючи моніторинг та спостереження після завершення цих заходів;

е) розробку і здійснення програми моніторингу;

ж) наявність системи збереження належних реєстраційних записів, що стосуються ситуації існуючого опромінення і дій, вжитих для забезпечення захисту та безпеки;

к) наявність процедур подання регулюючому органу звітів про випадки виникнення будь-яких позаштатних умов, що мають відношення до забезпечення захисту та безпеки.

У той же час, регулюючий орган може надавати звільнення від контролю залишків (відходів) з підвищеним вмістом ПРН у разі конкретних ситуацій опромінення на основі певних критеріїв з урахуванням фізичної або хімічної форми цих залишків (відходів) і їх використання або коштів, що застосовуються для їх захоронення (утилізації). Для вираження таких рівнів звільнення використовуються значення концентрації активності на одиницю маси (питома активність) або на одиницю площі поверхні [18].

Звільнення (від контролю) – це скасування здійснюваного регулюючим органом регулюючого контролю радіоактивних відходів (залишків) чи матеріалу, що використовуються у практичній діяльності. Скасування контролю в даному контексті відноситься до контролю, що застосовується для радіаційного захисту.

Метою звільнення від контролю є визначення залишків (відходів), що підпадають під регулюючий контроль, і які можуть бути звільнені від цього контролю.

Загальні критерії звільнення від контролю [18]:

а) радіаційні ризики, пов'язані зі звільненими залишками (відходами), є досить низькими і не вимагають регулюючого контролю без будь-якої суттєвої ймовірності виникнення сценаріїв опромінення, які могли б призвести до невиконання загального критерію звільнення від контролю; або

б) постійне застосування регулюючого контролю до даних залишків (відходів) не може принести чистої користі, оскільки ніякі виправдані заходи контролю не дадуть результативної віддачі в плані зниження індивідуальних доз або ризиків для здоров'я.

Залишки (відходи) можуть бути звільнені від контролю без подальшого розгляду, якщо у всіх передбачуваних ситуаціях опромінення очікувана ефективна доза, отримана будь-якою особою з населення в цих ситуаціях, становить приблизно 10 мкЗв у рік або менше. Для обліку малоймовірних сценаріїв можна використовувати інший критерій, а саме: що очікувана

ефективна доза, яка отримана будь-якою особою з населення, не перевищує 1 мЗв у рік.

У результаті проведення цілого ряду досліджень у різних країнах світу було визначено окремі рівні звільнення від контролю для твердих матеріалів. Отримані значення питомої активності базуються на багатому досвіді, накопиченому при виконанні цих досліджень, і на незалежних розрахунках, проведених під егідою МАГАТЕ [5, 19-39].

Значення були визначені в результаті розгляду розподілу питомої активності ПРН у земній корі. Отже, вони дійсні для ланцюжків природних розпадів у віковій рівновазі; тобто ланцюжків розпадів рядів ^{238}U , ^{235}U або ^{232}Th із вказаним значенням, яке має застосовуватися до вихідного ізотопу ланцюжка розпадів. Наведені значення можуть також використовуватися індивідуально до кожного продукту розпаду в ланцюжках або до головного ізотопу підгруп ланцюжків, таких як підгрупа з ^{226}Ra в якості її основного ізотопу.

Значення питомої активності для радіонуклідів природного походження, які застосовуються для звільнення від контролю, вказані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Рівні звільнення від контролю матеріалу: за питомою активністю радіонуклідів природного походження [3]

Радіонуклід	Питома активність, Бк·г ⁻¹
^{40}K	10
Кожен радіонуклід ланцюгів радіоактивного розпаду урану та торію	1

Зазначені у таблиці 1 значення питомої активності повинні застосовуватися регулюючим органом для використання при прийнятті рішень щодо вилучення великих кількостей залишків (відходів) видобутку та переробки корисних копалин з високим вмістом ПРН в якості основи для звільнення таких залишків від контролю [3, 18].

За результатами досліджень розроблено проект методичних рекомендацій "Здійснення радіаційно-гігієнічного моніторингу установами Держсанепідслужби України", який затверджено на засіданні Вченої ради ДУ "ІГМЕ НАМНУ" (протокол № 9 від 27.11.2013 р.) і передано для затвердження в МОЗ України 11.08.2014 р.

Результати гамма-спектрометричних досліджень залишків (відходів) підприємств з видобутку та переробки корисних копалин України, а також розроблену в рамках виконання даної НДР інструкцію "Відбір проб із залишків виробничої діяльності підприємств з підвищеним вмістом природних радіонуклідів" впроваджено для вдосконалення норм та правил із регулювання радіаційної безпеки при поводженні з радіонуклідами природного походження, особливо при застосуванні диференційованого підходу (в залежності від ступеня небезпеки) до регулювання цієї діяльності Державною інспекцією ядерного регулювання України з 2013 року, про що складено відповідні акти впровадження.

ВИСНОВКИ

1. Вперше в Україні проведено дослідження залишків (відходів) виробничої діяльності з 32 підприємств, а саме: нафтогазової промисловості, паливно-енергетичного комплексу (за винятком підприємств нафтогазової галузі), гірничо-металургійної галузі, видобування залізної руди, чорної та кольорової металургії та інших видів діяльності.

2. Досліджувався рівень вмісту природних радіонуклідів серії розпаду рядів урану та торію (^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{210}Pb , ^{235}U , ^{223}Ra , ^{227}Th), а також ^{40}K у відходах (залишках) на відповідність їх міжнародним рекомендаціям щодо регулюючого контролю на підприємствах.

3. Встановлено, що величини питомої активності природних радіонуклідів у 95 % проб залишків (відходів) з усіх підприємств не перевищують рівнів звільнення МАГАТЕ для радіонуклідів уранового та торієвого рядів ($1 \text{ Бк}\cdot\text{г}^{-1}$), а також для ^{40}K ($10 \text{ Бк}\cdot\text{г}^{-1}$).

4. Виявлено перевищення рівня звільнення для радіонуклідів уранового та торієвого рядів у залишках (відходах) виробничої діяльності з трьох підприємств нафтогазової галузі: ПАТ "Укргазвидобування" (Полтавська обл.), НГВУ "Долинанафтогаз" ПАТ "Укрнафта" (Івано-Франківська обл.) та НГВУ "Охтирканафтогаз" ПАТ "Укрнафта" (Полтавська обл.). Встановлено, що рівень звільнення перевищено за ^{226}Ra – у 3-30 разів, ^{210}Pb – у 3-11 разів, ^{238}U – у 3-8 разів та ^{232}Th – до 5 разів.

5. Для підприємств нафтогазової промисловості, у відходах яких зафіксовано перевищення рівня звільнення МАГАТЕ, рекомендується запровадити регулюючий контроль.

6. Для прийняття остаточного рішення про введення регулюючого контролю на підприємствах необхідно додатково здійснити більш детальні (репрезентативні) дослідження вмісту ПРН у залишках (відходах).

7. Встановлено вимоги до регуляторного контролю підприємств з переробки корисних копалин з високим вмістом природних радіонуклідів.

8. За результатами досліджень розроблено проект методичних рекомендацій "Здійснення радіаційно-гігієнічного моніторингу установами Держсанепідслужби України".

ЛІТЕРАТУРА

1 IAEA Safety Glossary. Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection. 2007 Edition. – Vienna : IAEA, 2007. – 227 p.

- 2 Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : Державні гігієнічні нормативи : ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. – К., 1998. – 135 с.
- 3 Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. – Vienna : IAEA, 2014. – 436 p. – (General Safety Requirements ; No. GSR Part 3).
- 4 ICRP Publication 103 : Recommendations of the ICRP // Ann. ICRP. – 2008. – Vol. 37. – № 2-4. – 313 p.
- 5 Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VI) : Proceedings of the Sixth International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Marrakesh, Morocco, 22-26 March 2010). – Vienna : IAEA, 2011. – 560 p.
- 6 Саргош О. Д. Гігієнічна оцінка дозового навантаження іонізуючої радіації на працівників нафтогазовидобувних підприємств / О. Д. Саргош, Т. М. Матвієнко // Актуальні проблеми сучасної медицини. – 2013. – Т. 13, вип. 3. – С. 252-255.
- 7 Дригулич П. Г. Аналіз стану нормативної бази з радіаційної безпеки у нафтогазовій галузі України / П. Г. Дригулич // Нафтогазова галузь України. – 2014. – № 1. – С. 42-46.
- 8 Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / под ред. А. И. Марья, А. С. Зыковой. – М. : МЗ СССР, 1980. – 336 с.
- 9 Вимірювання вмісту природних радіонуклідів у ґрунтах, промисловій продукції і сировині, відходах методом напівпровідникової гамма-спектрометрії : методичні рекомендації / М. Г. Бузинний, Л. Л. Михайлова ; Державна установа "Інститут гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва НАМН України", Укрмедпатентінформ МОЗ України. – К., 2012. – 6 с.
- 10 Application of the Gamma Spectrometry Sourceless Efficiency Calibration Method to the Measurement of Radionuclides in Rare Earth Residues / Cheng Zhou, Qihong Zhang, Xiaoxiang Zhu et al. // Naturally Occurring Radioactive Material

(NORM VII) : Proceedings of the 7th International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Beijing, China, 22-26 April 2013). – Vienna : IAEA, 2015. – P. 525-537.

11 Measurement of Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) in Beach Sand Minerals Using HPGe Based Gamma-Ray Spectrometry / S. J. Sartandel, S. V. Bara, S. Chinnaesakki et al. // J Radioanal Nucl Chem. – 2012. – № 294. – P. 447-451.

12 Council Directive 2013/59/EURATOM of 5 December 2013 Laying down Basic Safety Standards for Protection against the Dangers Arising from Exposure to Ionising Radiation, and Repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom // Official Journal of the European Union (II (Non-Legislative Acts)). – 17.1.2014. – 73 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:013:0001:0073:EN:PDF>

13 National Strategy for Regaining Control over Orphan Sources and Improving Control over Vulnerable Sources : Safety Standards for Protecting People and the Environment. Specific Safety Guide No. SSG-19. – Vienna : IAEA, 2011. – 120 p.

14 Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97/Д-2000). Доповнення : Радіаційний захист від джерел опромінення : Державні гігієнічні нормативи : ДГН 6.6.1.-6.5.061.-2000. – К., 2000. – 84 с.

15 Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України : Державні санітарні правила : 6.177-2005-09-02. – К., 2005. – 62 с.

16 Про схвалення розроблених Державною інспекцією ядерного регулювання планів імплементації деяких актів законодавства ЄС : Розпорядження КМУ від 18 лютого 2015 р. № 110-р. – К., 2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/110-2015-p>

17 Серия норм МАГАТЭ по безопасности. Общее руководство по безопасности № GSG-1. Классификация радиоактивных отходов. – Вена : МАГАТЭ, 2014. – 54 с.

18 Применение концепций исключения, изъятия и освобождения от контроля : руководство по безопасности. – Вена : МАГАТЭ, 2006. – 31 с. – (Серия норм МАГАТЭ по безопасности ; № RS-G-1.7).

19 Jacomino V. M. F. Brazilian NORM Industries: Lessons and Challenges / V. M. F. Jacomino // Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VII) : Proceedings of the 7th International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Beijing, China, 22-26 April 2013). – Vienna : IAEA, 2015. – P. 367-378.

20 Hilton J. Comprehensive Extraction: A Key Requirement for Social Licensing of NORM Industries? / J. Hilton, B. Birky, M. Moussaid // Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VII) : Proceedings of the 7th International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Beijing, China, 22-26 April 2013). – Vienna : IAEA, 2015. – P. 129-141.

21 Fan Z. Towards a Sustainable Solution to NORM Residue Management Safety / Z. Fan // Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VII) : Proceedings of the 7th International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Beijing, China, 22-26 April 2013). – Vienna : IAEA, 2015. – P. 569-574.

22 The Worldwide NORM Production and a Fully Automated Gamma-Ray Spectrometer for Their Characterization / G. Xhixha, G. P. Bezzon, C. Broggin et al. // J Radioanal Nucl Chem. – 2013. – № 295. – P. 445-457.

23 Waggitt P. NORM and mineral developments in the Northern Territory of Australia / P. Waggitt // Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VII) : Proceedings of the 7th International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Beijing, China, 22-26 April 2013). – Vienna : IAEA, 2015. – P. 193-199.

24 Vandenhove H. European Sites Contaminated by Residues from the Ore Extracting and Processing Industries / H. Vandenhove // Restoration of Environments with Radioactive Residues. – Vienna : IAEA, 2000. – P. 61-89.

25 Hondros J. Doses from Industrial Processing of NORM / J. Hondros // Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VII) : Proceedings of the 7th International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Beijing, China, 22-26 April 2013). – Vienna : IAEA, 2015. – P. 117-127.

26 Extent of Environmental Contamination by Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) and Technological Options for Mitigation / IAEA. – Vienna : IAEA, 2003. – 198 p. – (Technical Reports Series ; no. 419).

27 Environmental Radiological Impact Associated with Non-uranium Mining Industries: a Proposal for Screening Criteria / M. Pires do Rio, E. Amaral, H. Fernandes, E. Rochedo // J. Environ. Radioact. – 2002. – № 59 (1). – P. 1-17.

28 Wymer D. G. Managing the Environmental Impacts of Low Activity Wastes from the South African Gold Mining Industry / D. G. Wymer, J. C. Botha // Eighth International Conference on Environmental Management. – Bruges, 2001. – P. 156-168.

29 The Use and Management of NORM Residues in Processing Bayan Obo Ores in China / Wu Qifan, Liu Hua, Ma Chenghui et al. // Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VI) : Proceedings of the Sixth International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Marrakesh, Morocco, 22-26 March 2010). – Vienna : IAEA, 2011. – P. 65-78.

30 Birky B. Overview of Industrial NORM in the United States of America with Emphasis on the Phosphate Industry / B. Birky // Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VII) : Proceedings of the 7th International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Beijing, China, 22–26 April 2013). – Vienna : IAEA, 2015. – P. 97-115.

31 Paschoa A. S. The Areas of High Natural Radioactivity and TENORM Wastes / A. S. Paschoa, J. M. Godoy // High Level of Natural Radiation and Radon Areas: Radiation Dose and Health Effects. – Amsterdam: Elsevier Science B. V., 2002. – Vol. 1225. – P. 3-8.

32 Conceicao F. T. Radionuclide Concentrations in Raw and Purified Phosphoric Acids from Brazil and Their Processing Wastes: Implications for Radiation Exposures / F. T. Conceicao, M. L. Pereira Antunes, S. F. Durrant // Environ Geochem Health. – 2012. – № 34. – P. 103-111.

33 Elemental Phosphorus Slag Exposure Study in Southeastern Idaho, USA / J. L. Alvarez, R. Geddes, J. E. Rice et al. // High Level of Natural Radiation and Radon Areas: Radiation Dose and Health Effects. – Amsterdam : Elsevier Science B. V., 2002. – Vol. 1225. – P. 131-138. – (International Congress Series).

34 Radiological Characterization and Treatment of Contaminated Phosphogypsum Waste / H. El-Didamony, M. M. Ali, N. S. Awwad et al. // Radiochemistry. – 2013. – Vol. 55, № 4. – P. 454–459.

35 Radioactivity Assessment in Phosphate Industry Facilities: the OCP Group's Experience / A. Kessab, A. Kossir, M. Belghiti Alaoui, M. Khamlichi // Naturally Occurring Radioactive Material (NORM VI) : Proceedings of the sixth International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (Marrakesh, Morocco, 22-26 March 2010). – Vienna : IAEA, 2011. – P. 51-61.

36 Radiological Impact on the UK Population of Industries Which Use or Produce Materials Containing Enhanced Levels of Naturally Occurring Radionuclides (NBPB-R327). – Part I: Coal-fired Electricity Generation / Health Protection Agency. – 2001. – 156 p.

37 Contamination of Settling Ponds and Rivers as a Result of Discharge of Radium-bearing Waters from Polish Coal Mines / S. Chalupnik, B. Michalik, M. Vysocka et al. // J. Environ. Radioact. – 2001. – № 54 (1). – P. 85-98.

38 Nemeth C. Estimation of External Irradiation of Children due to the Use of Coal-slag as Building Material in Tatabanya, Hungary / C. Nemeth, J. Somlai, B. Kanyar // J. Environ. Radioact. – 2000. – № 51 (3). – P. 371-378.

39 Distribution of Natural Radioactivity in Coal and Combustion Residues of Thermal Power Plants / R. C. Bhangare, M. Tiwari, P. Y. Ajmal et al. // J Radioanal Nucl Chem. – 2014. – № 300. – P. 17-22.

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ БЕЗПЕЧНИХ РІВНІВ НАФТОПРОДУКТІВ У ГРУНТАХ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ

Станкевич В., Коваль Н., Тарабарова С., Какура І., Костенко А., Трахтенгерц Г., Шкуро В., Путивльський В., Теньова І., Соколовський М., Гуменнікова Н., Беньке Л., Паустовський Ю., Голубятников М.

Ґрунт, як полікомпонентне середовище, відіграє надзвичайно важливу роль у взаємодії природних екосистем, діяльності людини та у створенні сприятливих умов її проживання. Складним, але вкрай необхідним завданням є проведення санітарно-епідеміологічної оцінки ґрунту, особливо в нинішніх містобудівних умовах формування населених пунктів. Складність регламентації допустимого навантаження хімічних полютантів на ґрунт обумовила відчутну недостатність та недосконалість існуючої нормативної бази в системі санітарно-епідеміологічного нагляду. До цього часу в Україні практично відсутня нормативна база стосовно оцінки одного з найпоширеніших та найнебезпечніших видів забруднення – вуглеводневого [1].

Відповідно до ГОСТ 17.1.4.01-80 [2], нафтопродукти (НП) – це сума неполярних та малополярних вуглеводнів (аліфатичних, ароматичних, ациклічних), що становлять головну їх частину (70-90 % від суми всіх речовин, присутніх у НП) і визначають їх основні властивості.

Через наявність ароматичних і поліциклічних вуглеводнів та інших сполук НП проявляють токсичний вплив на ґрунтову біоту, що дуже сповільнює процеси самовідновлення ґрунтів. Провідну роль у самоочищенні ґрунту від НП відіграє біологічна деструкція, яка обумовлена мікробіологічними і біохімічними процесами розкладання нафтових вуглеводнів [3].

При забрудненні ґрунтів НП відбуваються порушення структурних та функціональних характеристик ґрунтової екосистеми, зниження продуктивності

земель, зміна морфологічних характеристик та фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Через забруднення ґрунтового покриву НП виникають анаеробні умови, змінюється окисно-відновлювальний потенціал, порушується вуглецево-азотний баланс [4]. Концентрація НП у різних типах ґрунтів залежить від загального вмісту органічних речовин [5].

Органічні речовини ґрунту представлені як власне ґрунтовими органічними (гумінові кислоти, фульвокислоти та ін.) сполуками, що називаються гумусом, так і сторонніми для ґрунту органічними речовинами, які потрапили в ґрунт ззовні.

Маючи складну будову, гумінові речовини зумовлюють ємність поглинання ґрунту, відіграють важливу роль у формуванні його структури, визначають фізичні властивості та родючість [6].

У залежності від типу ґрунтів вміст гумусу буде різним як в його орному шарі (0-20 см), так і по ґрунтовому профілю. Відповідно до [6] та [7], з гігієнічної точки зору за вмістом гумусу та інтенсивністю біохімічних процесів слід виділити такі основні типи ґрунтів: підзолисті та дерново-підзолисті; сірі лісові; чорноземи типові; каштанові; сіроземи.

Беручи до уваги фізико-географічні умови України (клімат, типи і склад ґрунтів, рослинність тощо), а також характер землекористування, які впливають на процеси самоочищення при забрудненні НП середовища, для практики проведення робіт з детоксикації нафтопродуктів у ґрунті геологи пропонують, з урахуванням природного вмісту (кларка), прийняти забруднення ґрунтів нафтою та НП у межах від 1,5 до 25 г/кг з наступною їх градацією:

- слабо забруднені ґрунти - 1,5-5 г/кг;
- середньо забруднені ґрунти - 5-13 г/кг;
- сильно забруднені ґрунти - 13-25 г/кг;
- дуже сильно забруднені ґрунти >25 г/кг [8, 9].

Розвиток і життєздатність зелених насаджень в межах населених пунктів, їх стійкість до високого антропогенного навантаження, обумовленого забрудненням

важкими металами, НП тощо, визначається якістю ґрунту, його здатністю зберігати родючість [10].

За основними хімічними показниками ґрунти населених пунктів (міст) значно відрізняються від природних аналогів непорушених діяльністю людини ґрунтів. Унаслідок антропогенної діяльності порушується ґрунтовий профіль, який складався віками, гине мікрофлора та ґрунтова мезофауна, погіршується водо- та повітропроникність, у ґрунті накопичується значна кількість будівельного сміття (до 50 %).

На прикладі дослідження ґрунтів м. Москва було виявлено близько 26 % ділянок, де максимальний вміст НП перевищував допустимий вміст (300 мг/кг) у 64 рази, що становить 19200 мг/кг [11].

Ґрунти населених місць (переважно у містах), у тому числі парків, скверів та лісів, забруднені важкими металами, одним з основних джерел викидів яких визнано автотранспорт. Негативний вплив на зелені насадження вздовж доріг спричиняють протижелезні реагенти, які викликають засолення ґрунту.

Зростання транспортного навантаження на урбоєкосистеми супроводжується формуванням додаткових джерел забруднення навколишнього середовища у формі підприємств обслуговування, зокрема автозаправних станцій. Скупчення транспортних засобів на обмежених ділянках спричиняє не лише погіршення стану атмосферного повітря й формування ореолів забруднення ґрунтів, які викликають забруднення підземних вод і, як наслідок, впливають на стан здоров'я населення.

Визначення рівня забруднення ґрунту потрібне для вирішення питання про безпеку поширення забруднення в суміжні середовища та про його вплив на людину, а також про доцільність проведення спеціальних робіт із санації ґрунту.

Небезпечним вважається рівень забруднення ґрунту, який перевищує межу потенціалу самоочищення, за якого порушується екологічна рівновага в ґрунтовій екосистемі, гине ґрунтова біота, відбувається зміна морфологічних та фізичних

властивостей ґрунтів, знижується їх родючість, створюється небезпека забруднення підземних і поверхневих вод у результаті вимивання НП з ґрунту та їх розчинення у воді [11].

Мінімальний вміст НП у ґрунті, вище якого настає погіршення якості природного середовища, розглядається як верхній безпечний рівень концентрації та залежить від кліматичних умов та типу землекористування [12].

Полікомпонентність нафти та мінливість її складу обумовлює різнобічність негативної дії на ґрунти. Через забруднення ґрунтового покриву НП створюються анаеробні умови, змінюється окисно-відновний потенціал, порушується вуглецево-азотний баланс, змінюється вміст поглинутих основ кальцію та магнію, внаслідок чого ґрунт втрачає свою родючість, стає гідрофобним, підвищується ерозія, вивітрювання тощо [13].

У якості еколого-геохімічних характеристик основного складу нафти запропоновано прийняти вміст легкої фракції (низькомолекулярні метанові (алкани), нафтенові (циклопарафінові) та ароматичні вуглеводні) метанових вуглеводнів, циклічних вуглеводнів, смол, асфальтенів і сірчистих сполук [14].

Нафта, що містить переважно бензинову фракцію, швидше випаровується та спричиняє на навколишнє природне середовище короточасний вплив. Вуглеводні, температура кипіння яких вища за бензинову фракцію, досить стійкі й очищення від них компонентів довкілля потребує значно більших зусиль [15].

Основним механізмом негативної дії нафтових вуглеводнів є створення стійкої гідрофобної плівки на поверхні ґрунтових часточок. Проте, залежно від ряду факторів (фізико-хімічних властивостей забруднюючої речовини, водного режиму, гранулометричного складу ґрунту, рівня і терміну забруднення) вплив вуглеводнів на властивості ґрунту, як фізико-хімічної та дисперсної системи, значно різниться. Набуті зміни можуть мати сталий характер, можуть зменшуватись з часом, а можуть проявлятись лише в окремі несприятливі за зволоженням роки. Гідрофобні властивості ґрунтів, що зазнали вуглеводневого

забруднення, значною мірою визначені концентрацією забруднюючої речовини та її якісним складом. Зі зменшенням вмісту легкої фракції, токсичність нафти знижується, проте зростає токсичність ароматичних сполук, відносний вміст яких збільшується. Шляхом випаровування з ґрунту видаляється від 20 до 40 % легких фракцій. Гідрофобізуюча дія мазуту та інших важких НП є дуже сильною і не зникає принаймні впродовж п'яти років спостережень [16].

Загальна особливість усіх нафтозабруднених ґрунтів – зміна чисельності та обмеження видового різноманіття педобіонтів (ґрунтової нано-, мікро-, мезофауни і мікрофлори).

Типи реакцій у різних груп педобіонтів на забруднення НП не є однозначними. Найбільш токсичними для неї виявляються легкі фракції нафти. Комплекс ґрунтових мікроорганізмів після короткочасного інгібування відповідає на нафтове забруднення підвищенням валової чисельності і посиленням активності в основному за рахунок вуглецево-окиснювальних бактерій. За будь-якого рівня забруднення інгібуються ґрунтові ферменти: гідролази, протеази, нітратредуктази, дегідрогенази; дещо підвищується уреазна і каталазна активність ґрунтів [16].

Маючи складну будову, гумінові речовини зумовлюють ємність поглинання ґрунту, відіграють важливу роль у формуванні його структури, визначають фізичні властивості та родючість [17, 18].

Небезпечним рівнем забруднення ґрунту вважається рівень, що перевищує межу його потенціалу самоочищення. У деяких зарубіжних країнах прийнято вважати безпечним вміст нафтопродуктів у ґрунті в кількості 1-3 г/кг.

В Україні ГДК нафти і продуктів її переробки в ґрунті не визначено, є лише посилення на ОДК 0,2 г/кг у «Методиці визначення шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства». У РД 41-5804046-200-91 «Охорона

навколишнього середовища при будівництві розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту і газ» визначено ОДК для ґрунту – 4,0 г/кг.

За результатами досліджень встановлено, що слабке забруднення може бути ліквідоване у процесі самоочищення ґрунту протягом наступних 2-3 років, середнє – протягом 4-5 років. Початком серйозного екологічного ушкодження є забруднення ґрунту нафтою в концентраціях, що перевищують 13,0 г/кг, оскільки за цих умов починається міграція НП у підземні води, істотно порушується екологічна рівновага в ґрунтовому біоценозі [19].

Наразі в Україні практично відсутня нормативна база оцінки одного з небезпечних видів забруднення ґрунту – вуглеводневого.

Таким чином, основним завданням роботи є визначення фактичних рівнів вуглеводневого забруднення територій різного планувального характеру, включно зі штучними твердими покриттями, з метою встановлення допустимого показника забруднення нафтопродуктами цих категорії ґрунтів для їх еколого-гігієнічної оцінки.

Об'єкти дослідження: різні типи ґрунтів, у т.ч. змет з твердих штучних покриттів, антропогенно забруднених нафтопродуктами і продуктами їх трансформації; підприємства, де синтезують або застосовують метилтретбутиловий ефір (МТБЕ).

Методи дослідження: метод санітарного обстеження, фізико-хімічні методи, в т.ч. ІЧ-спектрометрія, експериментальні дослідження (вивчення фітотоксичності модельного ґрунтового середовища за результатами проросткового тесту; визначення дегідрогеназної активності), санітарно-гігієнічні, статистичні.

Відбір та дослідження проб ґрунту в натурних умовах на вміст у них нафтопродуктів проводились згідно з [17].

Визначення вмісту нафтопродуктів у ґрунті в натурних умовах проводилось за допомогою гравіметричного методу з екстракцією

вуглеводнів хлороформом згідно з методикою [18], а також гравіметричного методу з екстракцією вуглеводнів гексаном згідно з [18].

Бензиново-дизельну фракцію (вуглеводневу забруднювальну суміш) готували із складових у таких пропорціях: бензин А-95 – 50 %, дизельне пальне – 50 % у концентраціях: 5,0; 10,0; 15,0 г/кг проби.

Ґрунтове модельне середовище готували для типу ґрунту з вмістом гумусу 20,0 г/кг (сіроземи).

Санітарно-гігієнічні дослідження проводили на:

ЗАТ «Укртатнафта» (Кременчуцький нафтопереробний завод (НПЗ), м. Кременчук Полтавської області); ТОВ «ЛИНОС» (Лисичанський НПЗ, м. Лисичанськ, Луганська область); ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (Надвірнянський НПЗ, м. Надвірна, Івано-Франківська область).

На цих підприємствах вивчали гігієнічні особливості технологічного процесу, а також важкість та напруженість праці робітників.

Оцінка вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони проводилась згідно з [20]. Було проведено аналіз даних щодо наявності та рівня фізичних чинників на робочих місцях осіб, зайнятих синтезом і застосуванням МТБЕ. Виробничий шум вимірювався відповідно до вимог [22]. Еквівалентні рівні звуку в дБА розраховувалися згідно з [21]. Показники виробничого шуму оцінювалися згідно з вимогами [22].

При вивченні параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях використовували загальноприйняті методи. Заміри проводили на постійних і непостійних робочих місцях згідно з [20] та [23] у теплий і холодний періоди року.

Гігієнічну оцінку мікроклімату проводили відповідно до [23].

Фітотоксичність ґрунту визначалась за зниженням кількості пророслих насінин культури жита та зменшенням довжини проростків (проростковий тест).

Ферментативна активність ґрунту обумовлює його здатність до самоочищення, а найбільш показовим ферментом при цьому є дегідрогеназа. Найбільш поширеним є метод визначення дегідрогеназ, викладений у [25]. Визначення ферментативної активності ґрунту проводили відповідно до [25] з урахуванням її модифікації, розробленої в лабораторії гігієни ґрунту та відходів ДУ «ІГМЕ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ».

Натурні дослідження рівнів забруднення нафтопродуктами територій населених місць та окремих об'єктів. Для визначення фактичних рівнів забруднення ґрунту НП були відібрані проби ґрунту біля специфічних об'єктів, що є безпосередньо джерелами надходження цих забруднювачів у довкілля (ставок-випаровувач Кременчуцького НПЗ АТ «УКРТАТНАФТА»).

Відбір проб також проводився у межах сельбищної території у різних населених пунктах (м. Київ, м. Обухів, м. Васильків, Київська область, заповідна територія «Мис Казантип» АРК, м. Алушта АРК) та на узбіччях автомобільних доріг, біля автозаправних станцій, на проммайданчиках та в межах санітарно-захисних зон підприємств.

Отримані результати виявили, що вміст НП у пробах ґрунту, відібраних біля ставка-випаровувача Кременчуцького НПЗ, який є основним джерелом забруднення довкілля прилеглої до нього території вказаними речовинами, становить 0,305-1,540 г/кг.

Результати визначення вмісту НП у пробах ґрунту виявили в розподілі рівнів забруднення вивчених територій певну тенденцію, яка залежить від призначення та виду діяльності (технологічних процесів) досліджених об'єктів.

Так, рівні забруднення (середні значення) територій м. Києва, прилеглих до автодоріг різної категорії, були одними з найвищих і знаходились у межах від 1269,0 до 8006,0 мг/кг ґрунту. Такі високі показники забруднення цих територій обумовлені викидами від автотранспорту, в т. ч. вантажівок, потік якого особливо щільний на зазначених автомобільних дорогах (Велика кільцева дорога).

Рівні забруднення НП ґрунту придорожніх зелених смуг у межах м. Алушти варіювали в широких межах - від 135,0 до 25900,0 мг/кг ґрунту, що обумовлено навантаженням транспортного потоку в залежності від категорії доріг. Найбільш високий вміст нафтопродуктів (25900,0 мг/кг ґрунту) визначався в пробах ґрунту, відібраного з придорожньої смуги в районі автовокзалу м. Алушти, що підтверджує вплив автотранспортних засобів, як одного з найбільш вагомих сформованих джерел негативного впливу на різні середовища довкілля, у т. ч. ґрунт.

Рівні забруднення територій промайданчиків підприємств населених пунктів різних регіонів України (м. Київ, м. Рівне, АРК) НП становили від 20,0 до 27732,0 мг/кг ґрунту. Слід зазначити, що жодне з цих підприємств не відноситься до нафтопереробної чи нафтовидобувної галуззі, тобто не може розглядатись як специфічне джерело забруднення прилеглої території власне НП та продуктами переробки нафти.

Відносно невисокі показники забруднення (від 90,0 до 172,0 мг/кг ґрунту) територій біля автозаправних станцій (Київська обл.), що відносяться до об'єктів, які безпосередньо займаються прийманням, зберіганням та роздрібним продажем пального (фракційні продукти нафтопереробки), очевидно, пояснюються малою потужністю цих станцій та ефективно організованою роботою щодо безпечного безвідходного обороту паливних матеріалів.

Проведені дослідження забруднення території рекреаційної зони АР Крим – мис Казантип, виявили, що вміст НП у ґрунті (середні значення) у бухті Широкий був у 3,7 рази менший, ніж біля бази нафтовидобувного підприємства «Кримтехаснафта» і становив 70,2 та 260,1 мг/кг відповідно. Необхідно зазначити, що рівень забруднення ґрунту території, прилеглої до нафтобази, як специфічного джерела забруднення довкілля НП, не перевищує отримані показники забруднення територій промайданчиків підприємств населених пунктів різних

регіонів України, які не відносяться до таких джерел, проте є достатньо високим як для заповідної та рекреаційної зони Криму.

Отримані надзвичайно високі показники вмісту НП у пробах ґрунту, відібраних на промайданчиках у м. Києві: в районі метро «Лук'янівська» (колишнє трамвайне депо) та на території декількох відділень підприємства ПАТ «Київенерго» (майданчик розміщення трансформаторів), обумовлені специфічними джерелами забруднення цих ділянок. Зокрема, на дослідженій ділянці ПАТ «Київенерго» в результаті демонтажу застарілого обладнання трансформаторів відбулося протікання трансформаторного масла, що й спричинило такі рівні забруднення – до 27732,0 мг/кг ґрунту.

На ділянці розміщення колишнього трамвайного депо в районі метро «Лук'янівська» максимальні показники вмісту НП характеризували ступінь забруднення земельної ділянки, яка планується під громадське будівництво, як дуже високі.

Таким чином, на досліджених територіях виробничих майданчиків та в межах санітарно-захисних зон підприємств, у межах територій населених місць, в рекреаційних зонах та біля специфічних об'єктів – джерел забруднення НП довкілля, було виявлено неоднозначний за своїм розподілом рівень вуглеводневого забруднення цих територій.

Відтак для територій, різних за своїм функціональним призначенням, та тих, що потребують його зміни, з точки зору санітарно-епідеміологічної безпеки не може бути застосований один нормативний показник вмісту нафтопродуктів, оскільки вихідний рівень забруднення окреслених територій в окремих випадках відрізняється між собою на кілька порядків.

Аналіз отриманих результатів не виявив закономірностей розподілу рівнів забруднення НП ґрунтів окреслених територій рекреаційних зон. Фактичний вміст (середні значення) НП у досліджених пробах ґрунту коливався в межах від 37,5 (мінімальне значення) до 164,3 мг/кг проби ґрунту (максимальне значення).

Відповідно до закордонних норм екологічної оцінки ґрунту в житлових районах, зокрема в Німеччині, для ґрунтів заповідних територій допустимий вміст ароматичних вуглеводнів становить 5,0 мг/кг сухої речовини ґрунту. У Голландії показник допустимого рівня забруднення ароматичними вуглеводнями становить 7,0 мг/кг сухої речовини ґрунту, а такого, що потребує втручання, – 70,0 мг/кг сухої речовини ґрунту. Не зважаючи на те, що мис Казантип, АРК, відноситься до заповідних територій, рівень забруднення проб ґрунту, відібраних у межах цієї території, значно перевищує зазначені допустимі показники: в 14-28 разів відносно норм у Німеччині; у 10-20 разів відносно допустимих норм у Голландії та в 2 рази відносно показника, коли необхідне втручання (70,0 мг/кг сухої речовини ґрунту - Голландія) для проби ґрунту, відібраної на північному схилі контурної гряди мису Казантип, АРК.

В цілому мінімальні та максимальні концентрації нафтопродуктів у пробах ґрунту рекреаційних територій відрізнялись між собою у 4,4 рази. Для лісопаркових зон рекреації населених пунктів середня концентрація вуглеводнів у ґрунті становила 87,3 мг/кг проби ґрунту, що в 12,5 та 17,5 разів більше відносно встановлених допустимих рівнів у Німеччині (для заповідних територій) та Голландії відповідно. Згідно з нормою, прийнятою у Голландії, за якої необхідно проводити втручання, цей показник для лісопаркових зон перевищений у 1,25 рази.

Отримані результати визначення вмісту НП у пробах змету, відібраних з твердих покриттів у межах територій населених місць, не виявили в розподілі рівнів забруднення цими речовинами вивчених територій залежності від величини населеного пункту чи стану розвитку промисловості. Вміст НП у пробах змету з твердих штучних покриттів автошляхів різної категорії, на нашу думку, був обумовлений інтенсивністю руху транспортних засобів, кількість яких, як основних джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, і визначала ступінь забруднення вуглеводнями автодоріг.

Так рівні забруднення (середні значення) твердих покриттів автодоріг у АР Крим коливались від 912,5 мг/кг ґрунту до 17450,0 мг/кг ґрунту, що підтверджує вплив автотранспортних засобів як одного з найбільш вагомих джерел негативного впливу на довкілля, у т. ч. ґрунт.

Рівні забруднення НП штучних покриттів автодоріг міст Полтавської області (мм. Комсомольськ, Кременчук) становили 1156,9 мг/кг ґрунту - для внутрішньоміських доріг та 2197,0-2291,45 мг/кг ґрунту - для магістральних доріг.

Вміст НП у пробах змету коливався: у м. Вінниця - від 858,0 до 1342,0 мг/кг ґрунту; у м. Черкаси - від 683,5 до 1126,5 мг/кг ґрунту.

Рівні забруднення штучних покриттів автошляхів міст Київської області, де були відібрані проби змету, суттєво відрізнялись між собою. Так вміст НП у пробах змету з автодороги в м. Біла Церква (район вул. Леваневського), де відмічається щільний та інтенсивний потік автотранспорту, в т.ч. вантажного, становив 5325,0 мг/кг ґрунту. На територіях автозаправок у м. Васильків та м. Обухів вміст НП у зметі з твердого покриття їх майданчиків становив 1162,5-1382,0 мг/кг ґрунту. Беручи до уваги, що автозаправки є специфічними потенційними джерелами забруднення території НП, виявлені рівні вмісту цих забруднюючих речовин не перевищували середній вміст у пробах, відібраних з автодоріг (крім магістральних). На нашу думку, це пояснюється відносно невеликою потужністю цих автозаправних станцій, обладнаних сучасним обладнанням, та достатньо ефективно організованою роботою щодо безпечного безвідходного обороту паливних матеріалів.

Рівні забруднення (середні значення) автодоріг м. Києва були достатньо високими і коливались у дуже широких межах від 850,5 до 5096,0 мг/кг ґрунту. Високі показники вмісту нафтопродуктів у пробах змету (5055,0-5096,0 мг/кг ґрунту) були характерні для Великої кільцевої дороги та для території біля автотранспортного підприємства, що залежало від кількості автомашин на дорозі та специфіки підприємства з обслуговування автотранспортних засобів.

Проведені дослідження підтверджують, що стан забруднення територій, різних за своїм функціональним призначенням (рекреаційні та штучні тверді покриття), варіює в досить широких межах і не може бути оцінений за одним нормативним показником вмісту нафтопродуктів. Саме тому, з метою забезпечення санітарно-епідеміологічної безпеки середовища проживання людей у населених пунктах необхідно встановлювати різні нормативні показники вмісту НП у ґрунті для вказаних вище територій.

Експериментальні дослідження впливу різних фракцій нафтопродуктів на дегідрогеназну активність мікрофлори ґрунту. Одним з найбільш інформативних показників, який характеризує таку важливу властивість ґрунту як його здатність до самоочищення, є ферментативна активність мікрофлори ґрунту, а найбільш показовим ферментом при цьому є дегідрогеназа.

У лабораторних умовах були проведені дослідження впливу двох найбільш поширених у використанні фракцій світлих НП, бензинової та дизельної, на дегідрогеназну активність мікрофлори ґрунту, яка вивчалась на двох модельних середовищах ґрунту з різним вмістом гумусу.

На рис. 1 видно, що при внесенні бензинової фракції НП у концентрації 1,0 г/кг проби у модельне середовище ґрунту з вмістом гумусу 20,0 г/кг виявлялась стимулююча дія забруднювача на ферментативну активність мікрофлори впродовж всього терміну експерименту. Так, на 3-ю добу дослідження рівень дегідрогеназної активності мікрофлори ґрунту становив 0,21 абс. од. та практично не відрізнявся від контрольного значення (0,24 абс. од.). На 21-у добу дегідрогеназна активність дещо підвищилась – до 0,25 абс. од. відносно цього показника на 3-ю добу, проте була в 1,92 рази нижчою від контрольного показника на цей термін дослідження.

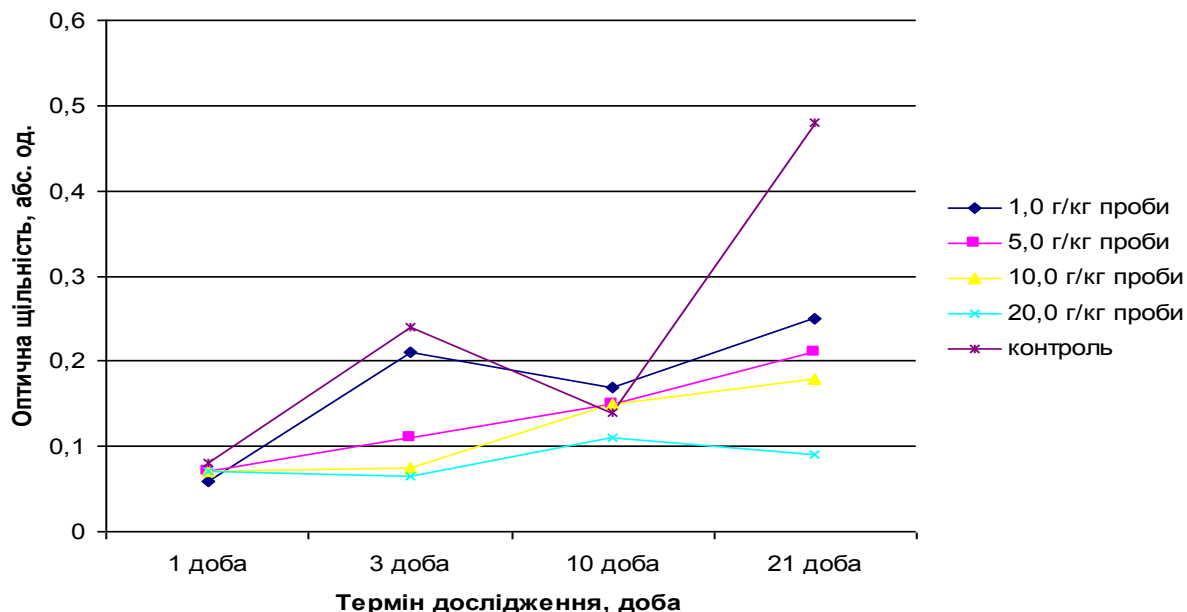


Рисунок 1 – Вплив бензинової фракції НП на дегідрогеназну активність мікрофлори ґрунту з вмістом гумусу 20,0 г/кг

Позитивна динаміка щодо зростання показника ферментативної активності мікрофлори ґрунту в модельному середовищі з вмістом гумусу 20,0 г/кг відмічалась впродовж всього експерименту при навантаженні бензиновою фракцією в концентрації 5,0 г/кг проби.

Концентрація бензинової фракції НП 20,0 г/кг у модельному середовищі виявляла різку пригнічуючу дію на показник дегідрогеназної активності як в порівнянні з меншими концентраціями забруднювача, так і відносно контролю. Так на 3-ю добу експерименту при концентраціях НП (бензинова фракція) 10,0 та 20,0 г/кг рівні дегідрогеназної активності відносно контролю та відносно проби з навантаженням бензиновою фракцією 1,0 г/кг були в 2,63-3,43 раза менші.

Як видно з рис. 1, на 10 добу експерименту незалежно від концентрації внесеного забруднювача ферментативна активність мікрофлори модельного середовища ґрунту практично знаходилась на одному рівні з контролем і становила 0,11-0,17 абс. од. (контроль – 0,14 абс. од.).

На кінець дослідження виявлялась чітка залежність рівнів дегідрогеназної активності мікрофлори ґрунту від вуглеводневого навантаження (концентрації бензинової фракції): зі збільшенням вмісту забруднювача різко знижувався показник ферментативної активності відносно контролю – в 1,92-2,29 раза (при концентрації 1,0 та 5,0 г/кг проби), в 4,86 раза (при концентрації 10,0 г/кг проби), в 5,3 раза (при концентрації 20,0 г/кг проби).

Отже, отримані результати дослідження на 21-у добу експерименту виявили різке пригнічення ферментативної активності мікрофлори модельного ґрунтового середовища під впливом бензинової фракції світлих НП у порівнянні з контролем.

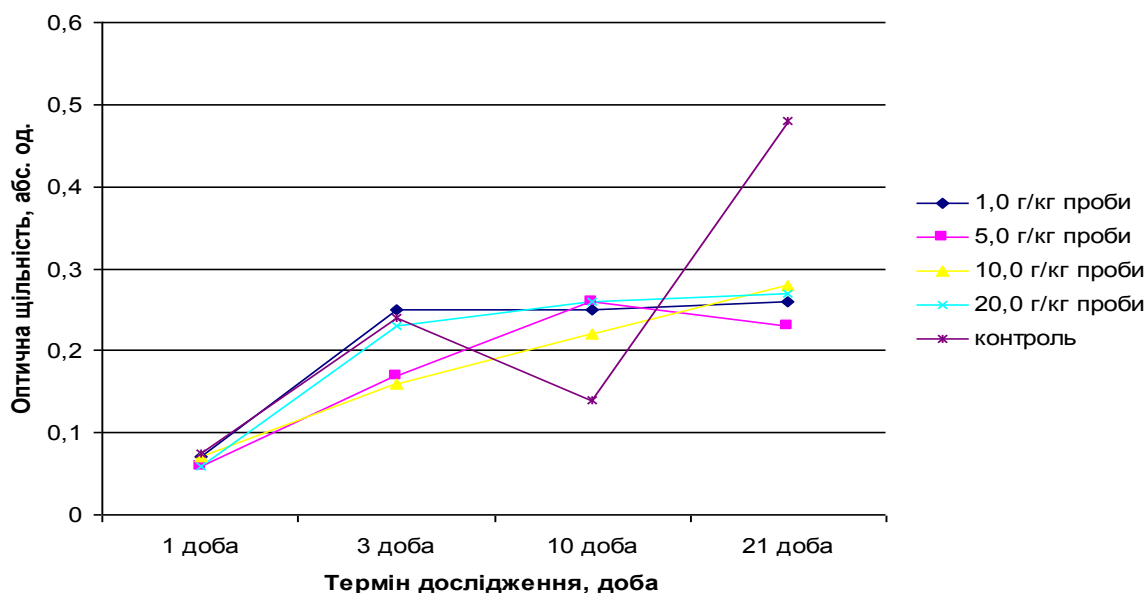


Рисунок 2 – Вплив дизельної фракції НП на дегідрогеназну активність мікрофлори ґрунту з вмістом гумусу 20,0 г/кг

На рис. 2 представлено динаміку показника ферментативної активності мікрофлори ґрунтового модельного середовища з вмістом гумусу 20,0 г/кг від концентрації в ньому дизельної фракції нафтопродуктів. Дизельна фракція світлих нафтопродуктів (рис. 2) при додаванні в модельне середовище ґрунту незалежно від концентрації на 10 добу експерименту виявляла стимулюючий

вплив на показник дегідрогеназної активності, який був вище контрольного значення в 1,57-1,86 рази.

Динаміка дегідрогеназної активності на кінець дослідження (21-а доба) залишалась практично незмінною в порівнянні з показниками, які фіксувались на 10-у добу експерименту. Проте, відносно контролю цей показник був нижчий у 1,71-2,09 рази.

При внесенні дизельної фракції у кількості 1,0-20,0 г/кг до модельного середовища з вмістом гумусу 20,0 г/кг на 10-у добу дослідження виявляли стимулюючу дію на ферментативну активність мікрофлори ґрунту відносно контролю, тоді як при внесенні бензинової фракції у цих же кількостях рівні дегідрогеназної активності мікрофлори модельного середовища залишались практично на одному рівні з контрольним значенням.

Порівнюючи динаміку змін показника дегідрогеназної активності мікрофлори модельного середовища з вмістом гумусу 20,0 г/кг на 21-у добу експерименту при внесенні різних фракцій нафтопродуктів, можна зробити висновок, що бензинова фракція проявляла більш токсичний вплив на мікрофлору ґрунту, ніж дизельна при навантаженні 20,0 г/кг. При цьому дегідрогеназна активність при внесенні бензинової фракції в кількості 20,0 г/кг була нижчою в 3 рази у порівнянні з цим показником при внесенні дизельної фракції в такій же кількості.

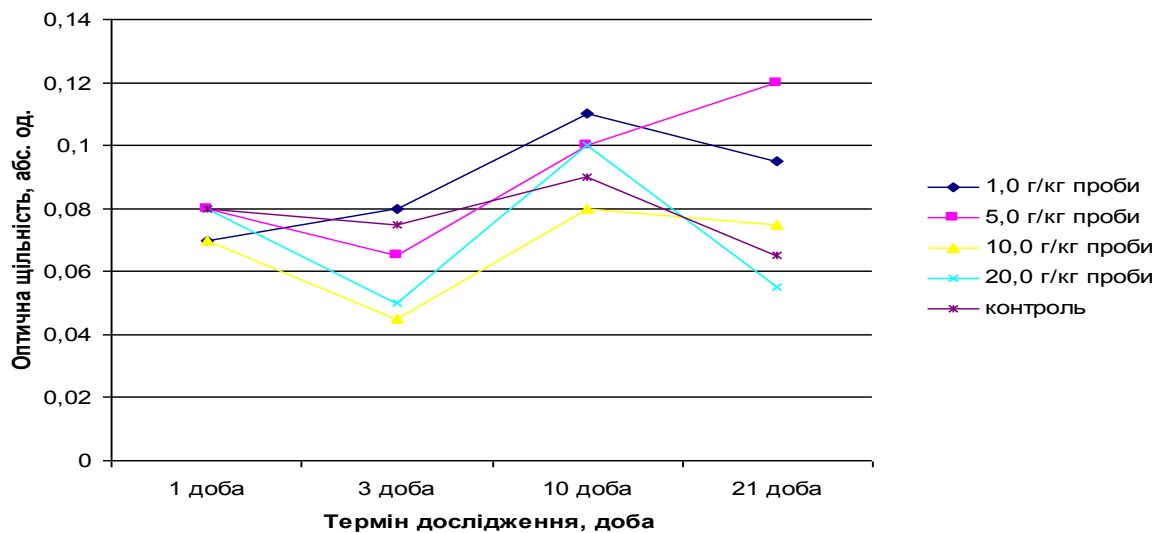


Рисунок 3 – Вплив бензинової фракції НП на дегідрогеназну активність мікрофлори ґрунту з вмістом гумусу 50,0 г/кг

За результатами дослідження дегідрогеназної активності (рис. 3) при навантаженні бензиновою фракцією проб модельного середовища ґрунту з вмістом гумусу 50,0 г/кг легкий стимулюючий вплив вуглеводнів на мікрофлору ґрунту виявлявся при концентраціях забруднювача 1,0-5,0 г/кг відносно контрольних значень на 10-у та 21-у добу експерименту. При цьому кратність перевищення показника дегідрогеназної активності в контролі відносно проб з навантаженнями становила для цих концентрацій 1,11-1,22 раза на 10-у добу та 1,43-17,1 раза на 21-у добу.

Не дивлячись на більший вміст гумусу в ґрунтового модельного середовищі, ферментативна активність мікрофлори ґрунту залишалась практично на рівні контрольних значень впродовж всього терміну дослідження і практично не залежала від концентрацій вуглеводневого (бензинова фракція) навантаження.

Порівнюючи отримані результати (рис. 1, 2), можна зробити висновок, що модельне ґрунтового середовище з вищим вмістом гумусу забезпечує більшу стійкість мікрофлори до токсичного впливу бензинової фракції НП, що проявляється на показнику дегідрогеназної активності.

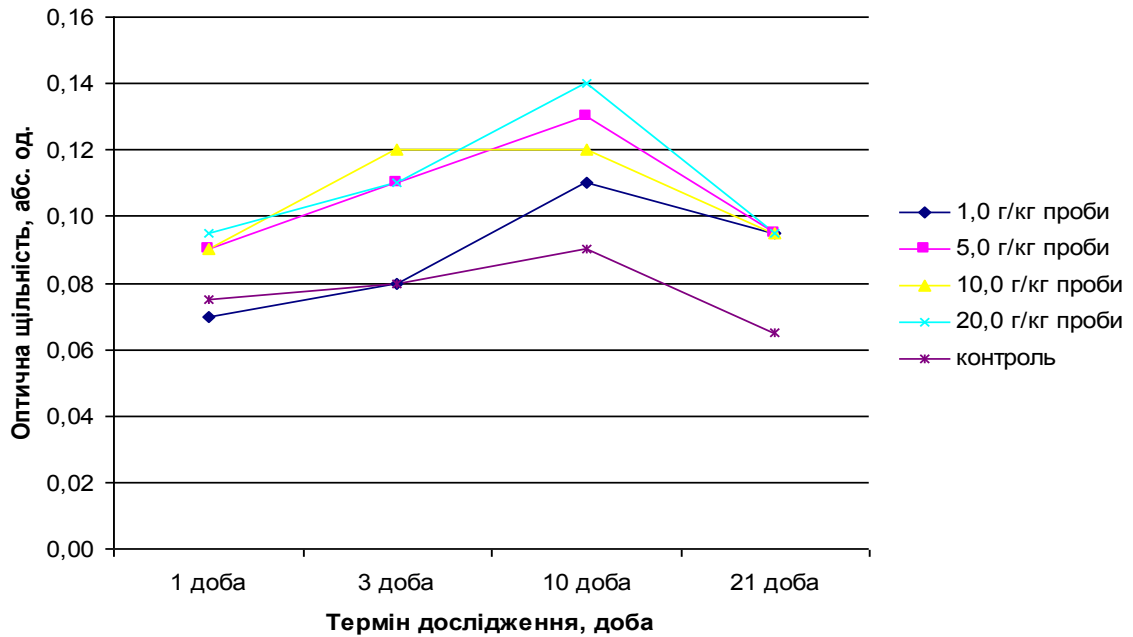


Рисунок 4 – Вплив дизельної фракції НП на дегідрогеназну активність мікрофлори ґрунту з вмістом гумусу 50,0 г/кг

За результатами дослідження дегідрогеназної активності (рис. 4) при навантаженні дизельною фракцією проб модельного середовища ґрунту з вмістом гумусу 50,0 г/кг незначний стимулюючий вплив вуглеводнів на мікрофлору ґрунту виявлявся для всіх концентрацій забруднювача відносно контрольних значень на 10-у добу експерименту. При цьому кратність перевищення показника дегідрогеназної активності в контролі відносно проб з навантаженнями становила для цих концентрацій 1,22-1,56 раза на 10-у добу експерименту.

На кінець дослідження (21-а доба), незалежно від концентрації внесеного забруднювача, показник дегідрогеназної активності мікрофлори ґрунтового середовища був на одному рівні і перевищував контрольне значення в 1,11 раза.

На підставі експериментальних даних було встановлено, що динаміка та величина показників дегідрогеназної активності виявляється у більшій мірі на модельному середовищі ґрунту з нижчим вмістом гумусу (20,0 г/кг) у порівнянні з ґрунтовим середовищем, яке містить 50,0 г/кг гумусу.

Навантаження вуглеводнями (бензиною та дизельною фракціями) у концентрації 1,0 г/кг виявляло позитивну динаміку впродовж всього терміну експерименту, незалежно від типу модельного середовища та виду забруднювача.

Бензинова фракція світлих нафтопродуктів виявляє більш пригнічуючу дію на дегідрогеназну активність мікрофлори ґрунту в порівнянні з дизельною фракцією, що чітко простежується на модельному середовищі з меншим вмістом гумусу (20,0 г/кг проби ґрунту). Дегідрогеназна активність при внесенні бензинової фракції у кількості 20,0 г/кг була нижчою в 3 рази у порівнянні з цим показником при внесенні дизельної фракції в такій же кількості на 21-у добу експерименту.

Експериментальні дослідження фітотоксичної дії на культури рослин при навантаженні нафтопродуктами ґрунтів різних типів. У лабораторних умовах були проведені дослідження фітотоксичної дії різних типів ґрунтів при їх навантаженні бензиною та дизельною фракціями НП на процес проростання насіння жита.

Як видно з табл. 1, на модельному середовищі з вмістом гумусу 20,0 г/кг ґрунту величина показника проростання насінин жита прямо залежала від кількісного навантаження бензинової фракції НП.

При концентрації бензинової фракції НП на рівні 1,0 г/кг кількість пророслих насінин становила 60 % від висіяних (30 шт.), а кількість пророслого насіння відносно контролю становила 100 %. При збільшенні навантаження бензинової фракції НП на цей тип ґрунту чітко зменшувалась кількість пророслого насіння жита: при 5,0 г/кг – 66,7 % від контролю; при 10,0 г/кг – 61,1 % від контролю. При навантаженні НП у кількості 20,0 г/кг жодна з насінин жита не проросла.

Таблиця 1 – Фітотоксичність модельного середовища сіроземів з вмістом гумусу 20,0 г/кг ґрунту з навантаженням бензинової фракції НП (за результатами проросткового тесту для жита)

Навантаження, культура	Кількість пророслого насіння	Кількість пророслого насіння відносно висіяного, %	Кількість пророслого насіння відносно контролю, %
1,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	18	60,0	100,0
5,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	12	40,0	66,7
10,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	11	36,7	61,1
20,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	0	0	0
Контроль (дистильована вода)			
Жито (30 шт.)	18	60,0	-

Як видно з табл. 2, на модельному середовищі з вмістом гумусу 50,0 г/кг ґрунту, динаміка показника проростання насінин жита також виявила пряму залежність від кількісного навантаження бензинової фракції НП.

Таблиця 2 – Фітотоксичність модельного середовища сірих лісових ґрунтів із вмістом гумусу 50,0 г/кг ґрунту з навантаженням бензинової фракції НП (за результатами проросткового тесту для жита)

Навантаження, культура	Кількість пророслого насіння	Кількість пророслого насіння відносно висіяного, %	Кількість пророслого насіння відносно контролю, %
1,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	18	60,0	150,0
5,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	14	46,7	116,7
10,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	5	16,7	61,1
20,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	2	6,7	41,7
Контроль (дистильована вода)			
Жито (30 шт.)	12	40,0	-

При концентрації бензинової фракції НП на рівні 1,0 г/кг кількість пророслих насінин складала 60 % від висіяних (30 шт.), а показник кількості пророслого насіння відносно контролю був вищим і становив 150 %. Зі збільшенням навантаження бензинової фракції НП на цей тип ґрунту кількість пророслого насіння жита відносно висіяних насінин зменшувалась: при 5,0 г/кг – 46,7 % (116,7 % від контролю); при 10,0 г/кг – 16,7 % (61,1 % від контролю); при 20 г/кг – 6,7 % (41,7 % від контролю).

Отримані результати показали вищу стійкість до максимальної концентрації НП ґрунту з більшим вмістом гумусу (50,0 г/кг).

Таблиця 3 – Фітотоксичність модельного середовища сіроземів з вмістом гумусу 20,0 г/кг ґрунту з навантаженням дизельної фракції НП (за результатами проросткового тесту для жита)

Навантаження, культура	Кількість пророслого насіння	Кількість пророслого насіння відносно висіяного, %	Кількість пророслого насіння відносно контролю, %
1,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	17	56,7	94,4
5,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	14	46,7	77,8
10,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	11	36,7	61,1
20,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	4	13,3	22,2
Контроль (дистильована вода)			
Жито (30 шт.)	18	60,0	-

вуглеводневого навантаження (бензинової фракції НП) – 20,0 г/кг, аніж ґрунт з меншим вмістом гумусу (20,0 г/кг).

Як видно з табл. 3, на модельному середовищі з вмістом гумусу 20,0 г/кг ґрунту величина показника проростання насінин жита прямо залежала від кількісного навантаження дизельної фракції НП.

При концентрації бензинової фракції НП на рівні 1,0 г/кг кількість пророслих насінин становила 56,7 % від висіяних (30 шт.), а кількість пророслого насіння відносно контролю становила 94,4 %. При збільшенні навантаження дизельної фракції НП на цей тип ґрунту простежувалась негативна динаміка щодо кількості пророслого насіння жита: при 5,0 г/кг – 77,8 % від контролю; при 10,0 г/кг – 61,1 % від контролю; при 20,0 г/кг - 22,2 %.

Таблиця 4 – *Фітотоксичність модельного середовища сірих лісових ґрунтів із вмістом гумусу 50,0 г/кг ґрунту з навантаженням дизельної фракції НП (за результатами проросткового тесту для жита)*

Навантаження, культура	Кількість пророслого насіння	Кількість пророслого насіння відносно висіяного, %	Кількість пророслого насіння відносно контролю, %
1,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	26	86,6	216,7
5,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	21	70,0	175,0
10,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	17	56,7	141,7
20,0 г/кг ґрунту проби			
Жито (30 шт.)	13	43,3	108,3
Контроль (дистильована вода)			
Жито (30 шт.)	12	40,0	-

Як видно з табл. 4, на модельному середовищі з вмістом гумусу 50,0 г/кг ґрунту впродовж всього експерименту простежувалась позитивна динаміка зростання показника проростання насінин жита. При цьому для всіх навантажень дизельної фракції НП показник кількості пророслого насіння відносно контролю був вище за контроль і становив: при 1,0 г/кг – 216,7 %; при 5,0 г/кг – 175,0 %; при 10,0 г/кг – 141,7 %; при 20 г/кг – 108,3 %.

З результатів, поданих у табл. 4, видно, що для ґрунту з більшим вмістом гумусу (50,0 г/кг) навантаження дизельної фракції у концентраціях 1,0 та 5,0 г/кг виявляли виражений стимулюючий вплив на проростання насіння жита.

Натурні дослідження ефективності застосування препарату «ЕКОЛАН» для рекультивації території виробничих майданчиків, забруднених нафтопродуктами. Ефективність застосування біосорбенту «Еколан» досліджувалась на території виробничих об'єктів (м. Київ) шляхом порівняння вмісту НП у пробах ґрунту до та після внесення біосорбенту. Проби забрудненого НП ґрунту, а також контрольні проби ґрунту відбирались у різних районах м. Києва в межах проммайданчиків.

Контрольні проби ґрунту відбирались у межах цих проммайданчиків на умовно чистих територіях (зелені газони; територія для відпочинку, засаджена деревами).

Фактичний вміст НП (трансформаторне масло, мазут тощо) на ділянках, що досліджувались, коливався в межах 1,862 до 122,934 г/кг проби ґрунту. Такі надзвичайно високі рівні забруднення обумовлені безпосереднім надходженням зазначених НП з обладнання (застаріле обладнання трансформаторів, яке демонтувалось) на поверхню ґрунту впродовж тривалого періоду (до 10-15 років).

При цьому глибина проникнення забруднюючих речовин по вертикальному розрізу ґрунту фіксувалась на рівні до 50 см. Оскільки вказані НП відносяться до важких фракцій НП, для яких нехарактерні вертикальні міграційні процеси, то вони затримуються у його верхньому шарі, формуючи пляму забруднення з горизонтальним поширенням.

З метою очищення ґрунту вказаних проммайданчиків був застосований вітчизняний біосорбент «Еколан», що виготовляється за ТУ У 24.6-30572733-005-2004. «Еколан» - екологічно чистий сорбент із розвиненою питомою поверхнею, що дозволяє ефективно і швидко усувати наслідки розливів сирої нафти і продуктів її переробки, а також світлих нафтопродуктів із поверхні відкритих водоймищ, ґрунтів тощо. До складу «Еколану» входять мікроорганізми (*G. rubropertinctus* ІМВ Ас-5005; *R. Erythropolis* ІМВ В-7012 (у співвідношенні 1:1); кількість життєздатних клітин $\geq 10^8$ кл/г); сорбент – деревне вугілля; мінеральне добриво (2-3 %) – нітроамофоска марки «А». Для біодеструкції нафтових забруднювачів препарат вносили в ґрунт у кількості 1 г

Таблиця 5 – Фактичний вміст нафтопродуктів у пробах ґрунту (середні значення), відібраних на території об'єктів (майданчиках №№ 1-9) у м. Києві

№ проби	Показники	Результати аналізів
Майданчик № 1		
1	Вміст нафтопродуктів, г/кг	122,934
2	Вміст нафтопродуктів, г/кг	27,732
контроль	Вміст нафтопродуктів, г/кг	0,240
Майданчик № 2		
1	Вміст нафтопродуктів, г/кг	26,200
2	Вміст нафтопродуктів, г/кг	17,560
контроль	Вміст нафтопродуктів, г/кг	0,146
Майданчик № 3		
1	Вміст нафтопродуктів, г/кг	20,084
Майданчик № 4		
1	Вміст нафтопродуктів, г/кг	116,280
Майданчик № 5		
1	Вміст нафтопродуктів, г/кг	8,640
Майданчик № 6		
1	Вміст нафтопродуктів, г/кг	35,548
Майданчик № 7		
1	Вміст нафтопродуктів, г/кг	70,946
Майданчик № 8		
1	Вміст нафтопродуктів, г/кг	1,862
Майданчик № 9		
1	Вміст нафтопродуктів, г/кг	10,784

на 1% вмісту нафтопродуктів у пробі ґрунту та перемішували із забрудненим ґрунтом на глибину до 30 см. Вологість ґрунту була близько 60 %.

Таблиця 6 – Вміст нафтопродуктів у пробах ґрунту, обробленого препаратом «Еколан», відібраних на території об'єктів (майданчиках №№ 1-9) у м. Києві

№ проммайданчика	Вміст НП у пробі ґрунту, г/кг	
	До обробки препаратом «Еколан»	Після обробки препаратом «Еколан»
1	122,934	0,280
	27,732	1,040
2	26,200	0,682
	17,560	1,160
3	20,084	0,840
4	116,280	1,145
5	8,640	0,186
6	35,548	0,984
7	70,946	1,028
8	1,862	0,150
9	10,784	0,176

Для встановлення ефективності препарату проби відбирались на 10-у добу після обробки ґрунту препаратом.

Отримані результати (табл. 6) підтверджують достатньо високу ефективність препарату-біодеструктора НП «Еколан», після внесення якого рівень забруднення знизився в 39 разів. Таким чином, отримані результати (табл. 6) дають підставу стверджувати, що вітчизняний препарат «Еколан» виявив достатньо високу ефективність стосовно деструкції НП у ґрунті і може

застосовуватись за призначенням при проведенні рекультиваційних робіт при вуглеводневому забрудненні навіть при дуже високих його рівнях (більше 100 г/кг ґрунту).

Гігієнічна характеристика умов праці робітників, зайнятих синтезом і застосуванням метилтретбутилового ефіру (МТБЕ). Характерною особливістю виробництва МТБЕ є автоматизація і безперервність усього технологічного процесу синтезу цієї хімічної речовини, який відбувається на герметичному обладнанні. Це обумовлює відносно невисокий рівень забруднення шкідливими хімічними речовинами (МТБЕ, метиловим спиртом, вуглеводнями) повітря робочої зони.

На всіх підприємствах МТБЕ використовується для додавання до бензинів як антидетонаційна добавка.

Основними професійними групами осіб, які контактують з МТБЕ на ЗАТ «Укртатнафта», є оператори товарно-сировинного господарства та оператори синтезу МТБЕ. Робочі місця операторів на ЗАТ «Укртатнафта» розміщуються в приміщеннях, а технологічне обладнання (реактори і ректифікаційні колони) - на відкритому просторі.

Всі робітники, які контактують зі шкідливими хімічними речовинами (бензин, МТБЕ тощо), забезпечуються відповідним спецодягом та спеціальним взуттям.

Під час виконання своїх професійних обов'язків оператори перебувають у вільній зручній позі сидячи і можуть за бажанням її змінювати. Біля виробничого обладнання оператори перебувають лише 1-2 рази за зміну під час відбору технологічних проб МТБЕ та коригування ходу технологічного процесу.

Згідно з [24], за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу умови праці операторів ТСГ та синтезу МТБЕ в цілому можуть бути віднесені до 2-го класу (допустимих).

На *ТОВ «ЛИНОС»* на дільниці синтезом МТБЕ зайняті такі професійні групи: начальник дільниці, механік дільниці та оператори технологічної установки. За результатами хронометражного спостереження встановлено, що час контакту зі шкідливими виробничими чинниками впродовж робочої зміни (480 хв.) у операторів становить 412 хв. (85,8 % тривалості робочої зміни), механіка дільниці – 385 хв. (80,2 %), начальника дільниці – 384 хв. (80,0 %).

Параметри мікроклімату в приміщеннях на робочих місцях начальника, механіка дільниці та операторів знаходяться в межах допустимих у теплий і холодний період року згідно з [23].

Рівні шуму на всіх робочих місцях працюючих, які контактують з МТБЕ, відповідають допустимим гігієнічним регламентам згідно з [22].

Згідно з [24] за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу умови праці начальника, механіка та операторів дільниці № 500 в цілому можуть бути віднесені до 2-го класу (допустимих).

Основна професійна група робітників, що контактують з МТБЕ на *ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття»*, є оператори товарні, які виконують операції з обслуговування обладнання розподільної нафтобази і керування усіма видами робіт. Крім операторів товарних, впливу МТБЕ можуть зазнавати лаборанти, в обов'язки яких входить відбір проб МТБЕ з резервуарів за допомогою спеціального пробовідбірника та проведення досліджень з визначення якості цього продукту, нафтопродуктів тощо.

Хронометражні спостереження показали, що тривалість робочої зміни операторів товарних становить 12 годин з перервою на обід. При виконанні своїх обов'язків робітники перебувають у вимушеній робочій позі 5,6 % зміни, в нахиленому положенні з кутом нахилу 10-30° – 12,3 % тривалості робочої зміни. Тривалість зосередження – 77,7 % робочого часу.

Збільшення концентрації вуглеводнів нафти в повітрі робочої зони відбувається при операціях зі зливання-наливання, перекачування пального та МТБЕ в резервуари, цистерни інші ємності. При цих роботах порушується герметичність технологічного обладнання, ємностей тощо, що призводить до утворення значних поверхонь випаровування летких хімічних речовин і надходження їх у повітря робочої зони працівників. Підвищенню концентрацій вуглеводнів також сприяє розлиття і подальше випаровування пального та МТБЕ з поверхонь технологічного обладнання, підлоги, спецодягу тощо.

Параметри мікроклімату в приміщеннях на робочих місцях операторів товарних та лаборантів ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» відповідають допустимим гігієнічним регламентам згідно з [23] у теплий і холодний періоди року.

Рівні шуму в деяких випадках на робочих місцях операторів товарних досягають 83 дБА, що перевищує ДР для цієї категорії працюючих на 3 дБА (тривалість дії шуму становить 10 % робочого часу).

Узагальнені дані щодо вмісту шкідливих хімічних речовин у повітрі робочої зони працівників, зайнятих синтезом та застосуванням МТБЕ на всіх досліджуваних НПЗ, наведено в табл. 7.

Таблиця 7 - Концентрації хімічних речовин (межі коливань) у повітрі робочої зони на досліджуваних НПЗ України, мг/м³

Хімічні речовини	ГДК в повітрі робочої зони	Підприємства		
		ЗАТ «Укртатнафта»	ТОВ «ЛИНОС»	ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття»
МТБЕ	100,0	–	3,6-138,0 (перевищення ГДК до 1,4 раза)	–
Метиловий спирт	5,0	0-4,7	0,64-13,70 (перевищення ГДК до 2,7 раза)	–
Вуглеводні	300,0	0-148,2	–	332,2-1888,1 (перевищення ГДК до 6,3 раза)

Таким чином, згідно з [24] за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу умови праці робітників, які контактують з МТБЕ на НПЗ України, що досліджувались, в цілому можуть бути віднесені до 2-го класу (допустимих) – 3-го класу 3-го ступеню (концентрації вуглеводнів перевищують ГДК у повітрі робочої зони у 6,29 раз, МТБЕ та метилового спирту в ряді випадків – у 1,1 та 2,3 раз відповідно).

Під час синтезу і застосування МТБЕ створюються умови, за яких на робітників можуть діяти несприятливі чинники виробничого середовища – хімічні (МТБЕ, метиловий спирт, вуглеводні) та фізичні (виробничий шум), концентрації та рівні яких знаходяться в межах допустимих гігієнічних регламентів, чи в певних випадках перевищують їх до 6,3 раз. Збільшення концентрацій хімічних речовин, що перевищують ГДК в повітрі робочої зони, пов'язано з порушенням герметичності технологічного обладнання, ємностей тощо, що призводить до утворення значних поверхонь випаровування летких хімічних речовин і надходження їх у повітря робочої зони працівників. Підвищенню концентрацій хімічних речовин також сприяє розлиття і подальше випаровування пального та МТБЕ з поверхонь технологічного обладнання, підлоги, спецодягу тощо.

Згідно з критеріями [24], умови праці робітників, що контактують з МТБЕ на досліджуваних НПЗ України, в цілому можуть бути віднесені до 2-го класу – 3-го класу 3-го ступеню (концентрації вуглеводнів перевищують ГДК у повітрі робочої зони у 6,29 раз, МТБЕ та метилового спирту в окремих випадках – у 1,4 та 2,7 раз відповідно).

ВИСНОВКИ.

1. Встановлено, що рівень забруднення НП територій населених місць має значні коливання в концентраціях НП та корелює з певними планувальними рішеннями по зонуванню територій населених місць. Так, у межах території комунально-складської зони фактичний вміст НП визначався на рівні 1,520-2,018

г/кг проби ґрунту; виробничої території – 12,022-25,600 г/кг проби ґрунту; території рекреаційного призначення, зон масового відпочинку (без доступу автотранспорту) - 0,5-1,8 г/кг ґрунту; на територіях сельбищної зони в залежності від рівнів навантаження автотранспорту - 1,0-3,0 г/кг ґрунту на прибудинкових зелених зонах та 3,0-10,0 г/кг ґрунту в зонах паркування автомобілів. Найбільш забрудненими територіями у великих населених містах є траси проходження рейкового транспорту з рівнями забруднення від 50,0 до 150,0 г/кг ґрунту та більше.

2. Доведено, що сучасні автозаправочні комплекси не є суттєвими джерелами забруднення довкілля, зокрема ґрунтів, оскільки при їх облаштуванні використовують високотехнологічне обладнання.

3. Встановлено, що нафтопереробні підприємства (на прикладі Кременчуцького НПЗ) є потужними джерелами забруднення довкілля продуктами переробки нафти, що обумовлено недосконаліми або застарілими технологіями, при яких частина НП потрапляє в довкілля та накопичується. Одним з таких об'єктів є ставок-випарник Кременчуцького НПЗ, що використовується як технологічна водойма для довготривалого накопичення виробничих нафтомістких стічних вод і є джерелом забруднення НП включно з важкими металами в радіусі 4-5 км як ґрунтів, так і підземних водоносних горизонтів, атмосферного повітря та рослинності. При цьому максимальний вміст НП становив: 1,320-1,760 г/кг у ґрунтах прилеглих територій, у воді технологічної водойми – від 1,5 до 5000 мг/дм³, у підземних водах – від 3 до 15 і більше частки ГДК в.в.

4. Встановлено, що рівні забруднення НП штучних ґрунтів (твердих покриттів) території населених місць, особливо вуличного змету, є високими (від 5,0 до 15,0 г/кг), що обумовлено викидами автотранспорту. Враховуючи швидкі темпи збільшення площі штучних покриттів території населених місць у зв'язку з порушенням норм щільності забудови, постійно збільшується рівень забруднення НП зливових стічних вод від 1,0 до 5,0 г/дм³, що потребує обов'язкового

будівництва локальних очисних споруд у місцях скиду зливових стічних вод у поверхневі водойми.

5. Експериментальними дослідженнями встановлено, що бензинова фракція нафтопродуктів виявляє більш пригнічуючу дію на дегідрогеназну активність мікрофлори ґрунту в порівнянні з дизельною фракцією, що чітко простежується на модельному середовищі з меншим вмістом гумусу (20,0 г/кг проби ґрунту). Малі концентрації нафтопродуктів, особливо дизельна фракція, при меншому вмісті гумусу в ґрунтовому середовищі виявляє стимулюючу дію на дегідрогеназну активність ґрунтів, особливо у більш пізніх фазах експерименту. Було встановлено, що більший вміст гумусу в ґрунтовому середовищі зменшує фітотоксичний вплив НП на рослини, а навантаження дизельної фракції в концентраціях 1,0 та 5,0 г/кг виявляли виражений стимулюючий вплив на проростання насіння жита.

6. В експериментальних умовах доведено достатньо високу ефективність препарату-біодеструктора «Еколан» стосовно деструкції нафтопродуктів у ґрунті, який може застосовуватись за призначенням при проведенні рекультиваційних земляних робіт при вуглеводневому забрудненні навіть при дуже високих рівнях (більше 50 г/кг ґрунту та вище).

7. Встановлено, що МТБЕ слід розглядати як найбільш достовірний маркер присутності НП антропогенного походження в ґрунтах населених місць.

8. Науково обґрунтовано наступні допустимі рівні вмісту НП в ґрунтах населених місць у залежності від планувальної зони:

- до 1,5 г/кг – у зметі з твердих покриттів (автостоянки, під'їзні шляхи) рекреаційних територій;

- до 1,0 г/кг – на території зелених насаджень рекреаційних територій; на дитячих майданчиках та майданчиках відпочинку дорослого населення житлової території;

- до 3,0 г/кг – у зметі з твердих покриттів (прибудинкові автостоянки, під'їзні шляхи); комунально-складська зона;
- до 10,0 г/кг - промислові зони;
- до 15,0 г/кг – в межах трас проходження рейкового транспорту.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Мірошніченко М.М. Стійкість ґрунту як основа педоекологічного нормування забруднення : автореферат дис... д-ра біол. наук : 03.00.18 / М.М. Мірошніченко. – Х., 2005. – 37 с.
2. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах : ГОСТ 17.1.4.01-80. – М. : Госком СССР по стандартам, 1980. – 4 с.
3. Выбор активного микроорганизма-деструктора углеводородов для очистки нефтезагрязненных почв / Е.В. Стабникова, М.В. Селезнева, О.Н. Рева и др. // Прикл. биохимия и микробиология. – 1995. – Том 31, № 5. – С. 534-539.
4. Проблемы загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами: геохимия, экология, рекультивация / Н.П. Солнцева, Ю.И. Пиковский и др. // Докл. симп. VII делегатского съезда Всесоюз. об-ва почвоведов. – Ташкент, 1985. – С. 246-254.
5. Особенности определения нефтепродуктов в почвах и донных отложениях [Электронный ресурс] / С.М. Чивилев, М.В. Прозорова, И.В. Матвеев и др. – Режим доступа : [http : // esopro.spb.ru](http://esopro.spb.ru).
6. Комунальна гігієна : підручник / Є.Г. Гончарук, В.Г. Бардов, С.І. Гаркавий та ін.; за ред. Є.Г. Гончарука. – К. : Здоров'я, 2003. – С. 340-341.
7. Классификация и диагностика почв СССР. – М. : Изд-во Колос, 1977. – 221 с.

8. Ліквідування забруднень ґрунтів і водних об'єктів нафтою і нафтопродуктами : СОУ 74.2-20077720:2004 / НАК „Нафтогаз України”. – К., 2004. – 13 с.
9. Соловьев В.И. Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв / В.И. Соловьев, Г.А. Кожанова // Мир экологии. – 2004. - № 2. – С. 21-25.
10. Курбатова А.С. Городские почвы – объект исследования и нормирования [Электронный ресурс] / А.С. Курбатова. - Режим доступа [http : // ria-stk.ru](http://ria-stk.ru).
11. Франчук Г.М. Оцінювання забруднення ґрунтів нафтопродуктами внаслідок діяльності автозаправних станцій / Г.М. Франчук, М.М. Радомська // Вісник НАУ. – 2009. - № 1. – С. 46-49.
12. Органические загрязнители [Электронный ресурс]. - Режим доступа [http : // www.ipdn.ru](http://www.ipdn.ru).
13. Глазовская М.А. Факторы устойчивости биогеоценозов к техногенным воздействиям и критерии экологического нормирования / М.А. Глазовская // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. – Пущино, 1984. – 426 с.
14. Глазовская М.А. Комплексное районирование территории СССР по типам возможных изменений природной среды при нефтедобыче / М.А. Глазовская, Ю.И. Пиковский, Т.И. Коронцевич // Ландшафтно-геохимическое районирование и охрана среды. – М. : Мысль, 1983. – 395 с.
15. Аكوпова Т.С. Экология, нефть и газ / Т.С. Аكوпова, А.Н. Гриценко, В.М. Максимов. - М. : Наука, 1997. – 366 с.
16. Водянова М.А. Эколого-гигиеническая оценка способов биоремедиации нефтезагрязненных почв селитебных территорий : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / М.А. Водянова. – М., 2013. – 26 с.
17. Потапов М.П. Определение нефтепродуктов в почве / М.П. Потапов, Л.А. Лукас // Гигиена и санитария. – 1976. - № 9. – С. 58.

18. Леонов И.И. Методы определения нефтепродуктов в водах и других объектах окружающей среды (обзор) / И.И. Леоненко, В.П. Антонович, А.М. Андрианов // Методы и объекты химического анализа. – 2010. – Т. 5, № 2. – С. 58-72.
19. Миграция нефтяных углеводородов в профиле прирусловых пойменных почв / И.Р. Галинуров, А.М. Сафаров, Ф.Х. Кудашева и др. // Вестник Башкирского университета. – 2011. – Т. 16. - № 1. - С. 47-52.
20. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве : МР № 2609-82. – М., 1982. – 46 с.
21. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны : ГОСТ 12.1.005-88. - М. : Госком СССР по стандартам, 1989. – 47 с.
22. ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах : ГОСТ 12.1.050-86. - М. : Госком СССР по стандартам, 1987. – 6 с.
23. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99. - К.: МОЗ України, 2000. – 8 с.
24. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН 3.3.6.042-99. - К.: МОЗ України, 2000. – 10 с.
25. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу : ГН 3.3.5-3.3.8; 6.6.1-083-2001. – К., 2001. – 27 с.

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ПОБУТОВИХ ФІЛЬТРІВ ТА КОЛЕКТИВНИХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛІННЯ, ЩО ПРОПОНУЮТЬСЯ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ПИТНОЇ ВОДИ, ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЇХ ВИБОРУ І ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ РІЗНИХ РЕГІОНІВ КРАЇНИ

**Прокопов В.О., Липовецька О.Б., Зоріна О.В., Труш Є.А.,
Куліш Т.В., Соболев В.А.**

В Україні склалася непроста ситуація з якістю питної води як з централізованих, так і децентралізованих систем водопостачання. В середньому по країні питна вода з централізованих систем водопостачання не відповідає гігієнічним нормативам у 12-14% проб за санітарно-хімічними та у 4-6% за мікробіологічними показниками [1-4]. Ще гірша ситуація з питною водою у децентралізованому водопостачанні. Такий стан з якістю питної води створює ризик виникнення як інфекційних, так і неінфекційних захворювань. Щоб кардинально змінити ситуацію в централізованому питному водопостачанні на краще, потрібно перш за все оздоровити стан джерел питного водопостачання, удосконалити застарілі технології водопідготовки та поліпшити санітарно-технічний стан водопровідних мереж. Найближчим часом централізованими заходами це реалізувати практично нереально, оскільки це потребує значних коштів, розробки сучасних водоочисних технологій, впровадження нових систем транспортування питної води тощо. Тому у всьому світі основною тенденцією поліпшення якості питної води є її доочищення безпосередньо у водокористувача за допомогою побутових та колективних водоочисників [5-12]. Цей напрямок в колишньому СРСР та донедавна і в Україні в науковому плані не вивчався і в прикладному - не розроблявся. Перші дослідження за цим напрямком щодо оцінки побутових водоочисників були розпочаті в 90-х роках минулого століття в нашому Інституті, навіть були підготовлені ДСанПіН, які стосувались лише

вивчення та оцінки побутових фільтрів, що тільки-но почали з'являтися в нашій країні, - простих за конструкцією та зазвичай на основі сорбційних методів очистки [13-15]. У подальшому такі роботи продовжувались в Інституті, а також почали проводитися в інших науково-практичних установах [6, 16]. Попри все, в науковому плані напрямок доочищення питної води залишається ще недостатньо вивченим. Окремі роботи щодо використання водоочисників для доочищення питної води носять регіональний характер і не узагальнюють напрацювання у цій сфері, що могло б стати науковою основою для розробки гігієнічних рекомендацій щодо вибору і використання водоочисників для доочищення питної води.

Мета роботи – розробка санітарних норм та правил щодо вибору та використання нових сучасних побутових та колективних систем для доочищення питної води в місцях безпосереднього її споживання населенням з урахуванням регіональних особливостей складу вихідної води.

Для досягнення мети було розроблено програму досліджень, яка включала вирішення таких **завдань**:

- ❖ Дати сучасну характеристику якості водопровідної питної води з поверхневих та підземних джерел.
- ❖ Розробити анкету та провести соціологічне опитування населення щодо їх ставлення до якості водопровідної питної води
- ❖ Провести експериментальні дослідження із вивчення особливостей біологічної дії на організм тварин наднормативних рівнів окремих хімічних речовин у некондиційній питній воді .
- ❖ В епідеміологічних спостереженнях вивчити вплив довготривалого споживання некондиційної за мінеральним складом питної води на стан здоров'я населення.
- ❖ Провести аналіз та узагальнення світового та вітчизняного досвіду використання сучасних водоочисних пристроїв та систем доочищення питної

води. Скласти перелік та визначити основні методи та технологічні рішення, які використовуються у водоочисних установках, що впроваджуються в нашій країні.

❖ Дослідити ефективність сучасних побутових водоочисних фільтрів в реальних умовах експлуатації.

❖ Дати гігієнічну оцінку колективним водоочисним системам нового покоління з різними технологіями водопідготовки, що пропонуються для поліпшення якості питної води.

❖ Розробити гігієнічні рекомендації щодо вибору та використання водоочисників побутового та колективного призначення для доочищення питної води з урахуванням особливостей її складу в різних регіонах країни.

У процесі виконання досліджень було проаналізовано якість води з 413 водозаборів артезіанських водопроводів, з яких, за відсутності установок кондиціонування, надають населенню питну воду з відхиленнями від нормативних вимог.

Для отримання неупередженої оцінки щодо стану та якості питної води, що використовується у побуті, а також пропозицій стосовно заходів із покращення водопостачання було проведено анкетне опитування міського та сільського населення різних областей України. Використано метод індивідуального опитування користувачів за розробленою нами анкетною, яка містить 18 запитань, об'єднаних у дві групи: перша – питання стосовно ставлення респондентів до якості водопровідної питної води, друга – питання до осіб, які використовують водоочисники для її доочищення у побуті. Всього було зібрано та проаналізовано біля 700 анкет від респондентів, що мешкають в різних адміністративно-територіальних регіонах країни.

На підставі отриманих даних нами було сплановано проведення токсиколого-гігієнічних досліджень та епідеміологічних спостережень з визначення довготривалого впливу некондиційної за мінеральним складом питної води на організм піддослідних тварин та здоров'я населення.

Хронічний санітарно-токсикологічний експеримент з вивчення комбінованої дії мінеральних речовин питної води передбачав вивчення стану біохімічних процесів, що протікають в організмі піддослідних тварин, функціональних змін обміну речовин тощо. В комбінацію були взяті такі показники мінерального складу питної води: сухий залишок, загальна жорсткість, сульфати, хлориди, залізо, оскільки їх вміст у некондиційній артезіанській воді найчастіше не відповідає допустимим рівням для питної води. Для створення модельних водних розчинів використовували стандартну питну воду з артезіанської свердловини, в яку додавали мінеральні речовини. Концентрації речовин підібрано з урахуванням реальних діапазонів їх перевищень гігієнічних нормативів у питній воді артезіанських водопроводів.

Експериментальні дослідження проведено разом з лабораторією токсикології Інституту з використанням щурів лінії Wistar масою 160-170 г, які утримувались на стандартному раціоні віварію та за вільного доступу до води та їжі. Тварини (по 10 осіб в групі) були розділені на 5 груп: 1 – контрольна (вживала стандартну артезіанську воду) та 4 дослідні групи, тварини яких споживали питну воду з вмістом кожної із взятих у дослід мінеральної речовини на рівні 1, 3, 5 та 10 ГДК відповідно.

Медико-біологічні дослідження включали використання широкого спектру тестів, що характеризують зміни в організмі тварин з боку різних органів та систем. Білковий обмін оцінювався за вмістом загального білку з використанням реактиву Фоліна за методом Lowry в модифікації Peterson [17], сечовини та креатиніна – за [18-20]. Також проводилось визначення рівня глюкози в крові [21]. Для оцінки функції печінки визначали вміст аланінової (АЛАТ) та аспарагінової (АСАТ) амінотрансфераз у сироватці крові кінетичним методом [22]. Вивчали загальний вміст холестерину та лужної фосфатази [19].

Стан перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) оцінювали за інтенсивністю накопичення низькомолекулярних продуктів, які реагують з тіобарбітуровою

кислотою, так звані ТБК-активні продукти, а саме малоновий діальдегід (МДА), рівень якого визначали за показниками фонового вмісту, спонтанного накопичення та аскорбатзалежного накопичення [23]. Визначення функції антиоксидантної системи (АОС) здійснювали за показником відновленого глутатіону [23].

Визначали також морфологічний склад периферичної крові на клітинному рівні [24] та концентрацію гемоглобіну в крові [21].

Стан імунної системи, що оцінювався за вмістом циркулюючих імунних комплексів, визначали за допомогою реакції преципітації їх 3,5% та 7% розчином поліетиленгліколю (ПЕГ) з наступним виміром оптичної щільності досліджуваних зразків на КФК-2 МП при довжині хвилі 440 нм [17].

Експериментальні дослідження проводили відповідно до національних «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», які узгоджуються з положеннями «European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes (1985)» [25].

Ретроспективне епідеміологічне спостереження виконувалось методом когорт на популяціях досліджуваних міст – м. Херсона (дослід) та Чернігова (контроль). В обох містах питна вода отримується з підземних джерел, не проходить додаткової обробки, але відрізняється за показниками якості: в Херсоні вона нестандартна за мінеральним складом, а в Чернігові – повністю відповідає нормативним вимогам. Для характеристики якості водопровідної питної води в досліджуваних містах використано дані хіміко-бактеріологічних лабораторій МКП «ВУВКГ м. Херсона», КП «Чернігівводоканал», Головних управлінь Держсанепідслужби у Херсонській та Чернігівській областях, а також результати власних досліджень цієї води в різні роки (всього проаналізовано близько 2000 проб питної води).

Показники первинної захворюваності вивчали за даними Державної служби статистики України, Департаменту охорони здоров'я Херсонської обласної

державної адміністрації та Управління охорони здоров'я Чернігівської обласної державної адміністрації. Аналізу підлягали всі випадки вперше зареєстрованих неінфекційних захворювань в цілому та за окремими нозологіями – хвороби системи кровообігу, органів травлення та сечостатевої системи. З огляду на непрямий вплив мінеральних речовин питної води на організм людини та беручи до уваги довготривале споживання населенням некондиційної питної води незмінної якості, було обрано десятирічний період спостережень (2004-2013 рр.). У рамках даної роботи ретроспективний аналіз охоплював доросле населення від 18 років і старше. Для запобігання спотворення результатів оцінки громадського здоров'я через демографічні відмінності досліджуваних контингентів виконано пряму стандартизацію медико-статистичних показників. За стандарт обрано стандартну європейську популяцію загальною чисельністю 100 000 населення та проведено розрахунок основних статистичних показників захворюваності. Первинна обробка даних проводилась методами описової статистики: визначення середньоарифметичних, середнього квадратичного відхилення та середньоарифметичної помилки [26].

Для вивчення причинно-наслідкових зв'язків між рівнем показників мінерального складу питної води й порушеннями стану здоров'я когорт, а також для прогнозування рівня окремих захворювань проведено кореляційний та регресійний аналіз. Вірогідність отриманих результатів визначалась шляхом обчислення критерію вірогідності Ст'юдента. Математичну обробку даних епідеміологічних досліджень виконано під керівництвом професора Антонова Михайла Юрійовича [26]. Статистичний аналіз був виконаний на персональному комп'ютері з використанням стандартного пакета програм Microsoft Office Excel 2007 та STATISTICA 8.0.

У рамках виконання НДР нами проведено комплексну гігієнічну оцінку окремих сучасних побутових (9 зразків) та колективних (7 зразків) водоочисників вітчизняного та зарубіжного виробництва за схемою, що включала 2 етапи

досліджень. Перший етап передбачав вивчення (на основі наданих виробниками документів, паспортів) відомостей щодо конструкції, методу очистки, ефективності щодо хімічних речовин та мікроорганізмів, продуктивності, ресурсу роботи водоочисників тощо. Наступний етап включав проведення власних досліджень з метою встановлення фактичної їх ефективності в межах робочого ресурсу стосовно заявлених виробником показників.

Дослідження ефективності побутових водоочисників проводились у лабораторних умовах на київській водопровідній воді з дотриманням умов експлуатації, встановлених їх розробниками. Окремі дослідження проводились на модельному водному розчині, в якому штучно створювалися різні концентрації тих хімічних речовин, по відношенню до яких водоочисники є найбільш ефективними згідно технічної документації. Ефективність побутових водоочисників у межах робочого ресурсу оцінювалась за результатами 4-6 разового відбору та дослідження проб доочищеної питної води, з яких для кожного показника розраховувалось середнє значення. Всього було досліджено біля 60-80 проб води.

Гігієнічна оцінка колективних водоочисних установок, що експлуатуються на пунктах розливу питної води, базувалась на результатах досліджень їх ефективності стосовно конкретної питної води міст, в яких ці пункти розташовані. В процесі роботи водоочисних установок проводилось дослідження вихідної та доочищеної питної води. Кількість проб доочищеної питної води для кожної установки становила 3-5, а в окремих випадках і більше. Всього було досліджено не менше 50-70 проб води.

Ефективність видалення домішок з водопровідної питної води на побутових та колективних водоочисниках у межах робочого ресурсу оцінювалась за розробленою нами шкалою: до 50 % (часткове), 51-95 % (глибоке), 96-99 % (практично повне).

Дослідження природної води, а також води до та після доочищення проводились за загальноприйнятими атестованими методиками і в залежності від поставленого завдання включали визначення від 15-20 до 30 санітарно-хімічних показників.

Для обґрунтування гігієнічних рекомендацій щодо вибору та використання фільтрів та систем доочищення питної води нами було опрацьовано дані щодо 26 побутових водоочисників (11 сорбційно-іонообмінних, 10 мембранних, 4 електрохімічних та 1 водоочисника на основі методу бульбашково-плівкової екстракції) та щодо 20 колективних водоочисних установках (14 мембранних та 6 сорбційно-іонообмінних). Ці матеріали стали науковою основою для розробки гігієнічних рекомендацій щодо вибору та використання водоочисників для різних регіонів країни з урахуванням вихідної якості питної води.

Основні наукові результати

В Україні водопровідна питна вода виробляється як з поверхневих водойм, так і з підземних джерел. Пріоритетними забруднювачами питної води для річкових водопроводів є органічні речовини (ПО), залізо, марганець та токсичні хлорорганічні сполуки у разі хлорування води. Для артезіанських водопроводів, що експлуатують водоносні горизонти некондиційної води, характерними є солі загальної жорсткості, сухий залишок, сульфати, хлориди, нітрати, залізо, марганець, фтор тощо (таблиця 1).

Таблиця 1 – Якість водопровідних питних вод України

З поверхневих джерел водопостачання	З некондиційних підземних джерел водопостачання
<i>Пріоритетні забруднювачі (за традиційною технологією водопідготовки):</i>	<i>Пріоритетні забруднювачі (за частотою та рівнем відхилень від нормативу):</i>
– органічні речовини (за перманганатною окиснюваністю перевищення нормативу в 1,5-2 рази)	– солі загальної жорсткості – перевищення нормативу в середньому в 2-4 рази
– хлорорганічні речовини (за хлороформом перевищення нормативу в 2 і більше разів)	– сухий залишок – перевищення нормативу в середньому в 2-3 рази
– марганець (перевищення нормативу в 3-5 разів)	– сульфати – перевищення нормативу в середньому в 2-3 рази
– алюміній (перевищення нормативу в 1,5-2 рази)	– залізо – перевищення нормативу в середньому в 3-5 разів
– залізо (перевищення нормативу в 3-5 разів)	– нітрати – перевищення нормативу в середньому в 1-2 рази
	– марганець – перевищення нормативу в середньому в 3-5 разів
	– фтор – перевищення нормативу в середньому в 1-2 рази
<i>Перевищення нормативів зазначених речовин у питній воді є, переважно, тимчасовим або періодичним</i>	<i>За відсутності промислових вітчизняних систем кондиціювання забруднення питної води є постійним</i>

Концентрації цих речовин у підземній питній воді можуть перевищувати ГДК в 3-5 і навіть 10 разів та бути присутніми в комбінаціях від 2-3 до 5-7 показників (таблиця 2).

Таблиця 2 – *Варіанти пріоритетних комбінацій хімічних речовин у підземній воді, що не відповідають гігієнічним нормативам*

Комбінація гідрохімічних показників	
кількість показників	найменування інгредієнтів
2	загальна жорсткість - залізо
	залізо - марганець
3	загальна мінералізація - загальна жорсткість - сульфати
	загальна мінералізація - хлориди - залізо
	загальна мінералізація - загальна жорсткість - хлориди
4	загальна мінералізація - загальна жорсткість - сульфати - хлориди
	загальна мінералізація - загальна жорсткість - сульфати - залізо
5	загальна мінералізація - загальна жорсткість - сульфати - хлориди - залізо
	загальна мінералізація - загальна жорсткість - сульфати - хлориди-нітрати
6	загальна мінералізація - загальна жорсткість - сульфати - хлориди - залізо - марганець
	загальна мінералізація - загальна жорсткість - сульфати - хлориди - залізо - нітрати
7	загальна мінералізація - загальна жорсткість - сульфати - хлориди - залізо - марганець - нітрати

Питні води підземних водозаборів Кіровоградської, Миколаївської, Одеської, Львівської, Івано-Франківської областей не відповідають нормативам в основному за 2-3 показниками. Відхилення від нормативів у мінеральному складі питної води за 4-7 показниками найчастіше зустрічаються у підземних водах східних та південно-східних (Донецькій, Луганській, Дніпропетровській, Херсонській) областей країни. Крім того, підземна вода часто не відповідає нормативам за вмістом фтору. На жаль, за відсутності промислових вітчизняних систем кондиціонування підземної води, забруднення питної води мінеральними речовинами є постійним.

Результати наших досліджень якості водопровідної питної води підтверджуються даними соціологічного опитування населення, що проводилось за розробленою нами анкетною. Узагальнення цих даних свідчить про значний відсоток населення, незадоволеного якістю питної води (70 %), при чому не тільки за органолептичними ознаками, але і за її мінеральним складом, особливо в регіонах півдня та південного сходу. Актуальність даної проблеми для населених пунктів, в яких вони мешкають, відмітили 85 % опитаних (рисунок 1).

Респонденти вважають, що некондиційна питна вода, зокрема за мінеральним складом, може створювати передумови для виникнення окремих захворювань серця, печінки, нирок тощо.

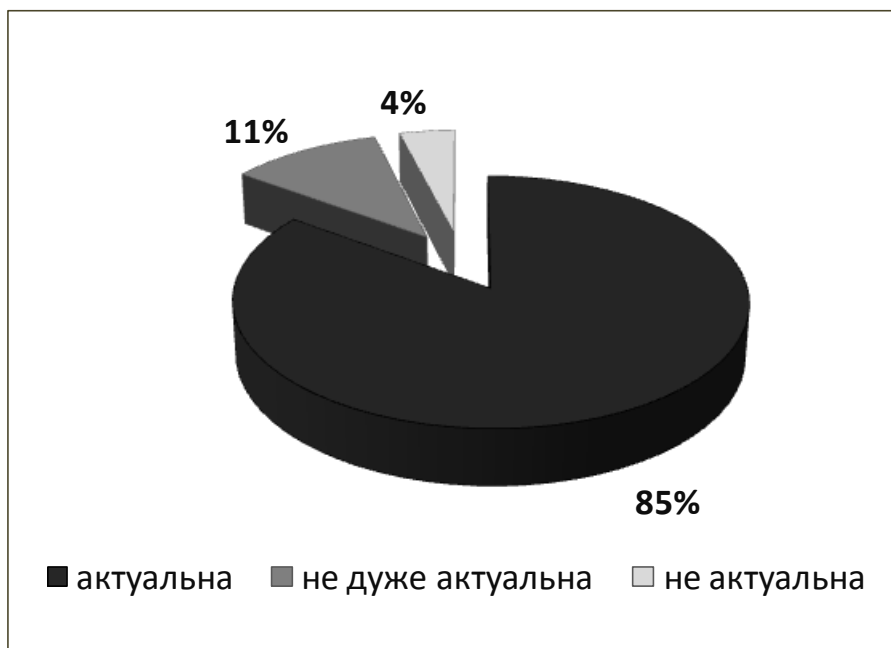


Рисунок 1 – Актуальність проблеми якості водопровідної питної води

Враховуючи таке ставлення населення до якості водопровідної питної води, було поставлено ряд питань, щоб встановити, які із заходів поліпшення її якості вони вважають найбільш пріоритетними. Понад половина опитаних зазначила, що найбільш ефективним заходом є удосконалення технологій водопідготовки на водопроводах (61 %). 35 % респондентів вважають, що лише доочищення питної води за допомогою побутових чи колективних водоочисних систем дозволить вже найближчим часом поліпшити якість питної води в населених пунктах України (рисунок 2).

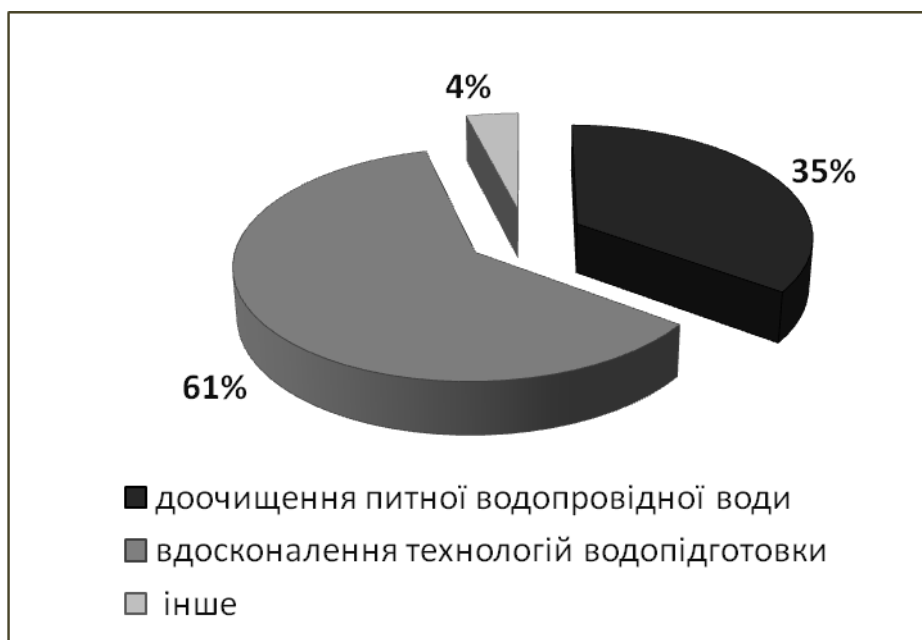


Рисунок 2 – Найбільш доцільні заходи поліпшення якості водопровідної питної води

Більше половини опитаних (55,8 %) зазначили, що вони використовують побутові фільтри для доочищення водопровідної питної води, з яких найбільш популярним є ємнісний фільтр-глечик (рисунок 3). Також поширеними є побутові сорбційні (з активованим вугіллям) фільтри «Бар'єр» (34,0 %), «Аквафор» (15,5 %), «Бріта» (6,1 %) тощо. При цьому 76,3 % опитаних регулярно застосовують водоочисник для поліпшення якості водопровідної питної води.

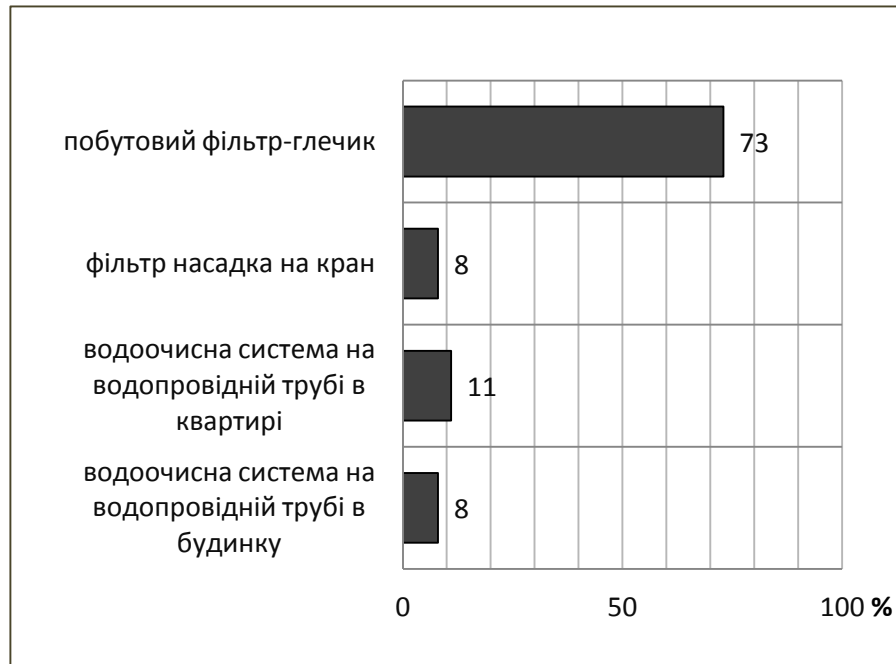


Рисунок 3 – Види водоочисників, що використовують респонденти

Практично 80 % опитаних задоволені якістю доочищеної питної води, що може вказувати на відповідність обраного водоочисника тим показникам якості водопровідної питної води, які потребували корекції. При цьому 67,6% опитаних використовують доочищену воду не лише для пиття, але й для інших потреб (приготування їжі, напоїв тощо).

Враховуючи, що значна частина населення України роками споживає некондиційну за мінеральним складом питну воду, за відсутності вітчизняних промислових установок кондиціонування такої води, було сплановано та виконано разом з лабораторією токсикології Інституту медико-біологічне дослідження для встановлення комбінованої дії мінеральних речовин питної води на організм тварин. Тварин було розподілено на 5 груп по 10 тварин у кожній. Контрольна група отримувала артезіанську питну воду. Досліджувані групи – вживали питну воду з комбінаціями мінеральних речовин питної води (сухий залишок, солі жорсткості, сульфати, хлориди, залізо) на рівні кожної з них по відношенню до нормативів 1, 3, 5 та 10 ГДК.

Стан біохімічних процесів, що протікають в організмі піддослідних тварин, оцінювався за гематологічними, імунологічними та біохімічними показниками, що характеризують функціональні зміни обміну речовин, які обумовлені дією чинників навколишнього середовища.

Таблиця 3 – *Зміни показників у піддослідних тварин при споживанні некондиційної питної води стосовно контролю*

Показники	1 група (1 ГДК)				2 група (3 ГДК)				3 група (5 ГДК)				4 група (10 ГДК)			
	1 міс.	3 міс.	6 міс.	1 рік	1 міс.	3 міс.	6 міс.	1 рік	1 міс.	3 міс.	6 міс.	1 рік	1 міс.	3 міс.	6 міс.	1 рік
Біохімічні:																
Глюкоза	↑	↓	–	↑	↑	↓	–	↑	↑	↓	↑	↑	–	↑	↑	↑
Білок	–	↓	↑	↑	–	↓	↑	↑	–	↓	↑	↑	–	↓	↑	↑
Холестерин	–	–	–	↑	–	↑	–	↑	↑	↑	↑*	↑*	↑	↑*	↑*	↑*
Сечовина	↓	↓	–	↓	↓	↑	–	↓	↓	↑	–	↓	↓	↑	–	↓
Креатинін	↑	↑	–	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↓*	↓*
Лужна фосфатаза	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↑		↓	↑	↑*	↑	↓	↑*	↑*
АСАТ	–	↑	–	–	–	↑	–	–	–	↓	–	–	–	–	–	–
АЛАТ	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑*	↑	↑	↑	↑*
ЦК з 3,5% ПЕГ	↓	↑	↑	–	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	–	↓	↓	↓	–
ЦК з 7% ПЕГ	↓	↓	↓	–	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	–

Гематологічні:																
Лейкоцити	↑	↑	↓	↓	↑	–	↓*	↑	↓	↓	↓	↓	↓*	↓	↓	↓*
Лімфоцити	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↑*	↓*	↓	↓	↑*	↓*	–	↓	↑*
Гранулоцити	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓*	↑	↓*	↑	↓*	↓	↑*	↑*
Моноцити	–	–	↓	–	–	–	–	–	–	–	↓	–	–	–	↑	–
Гемоглобін	–	↓	↓	↓*	↑	↓	↓	↓*	↓*	↓	↓*	↓*	↓*	↓*	↓*	↓*
Еритроцити	–	↑	↓	↓*	–	↑	↓	↓*	↑	↑	↓	↓*	↑	↑	↑	↓*

Примітки: ↑ - зростання показника (недостовірне по відношенню до контролю);

↓ - зниження показника (недостовірне по відношенню до контролю);

*- достовірна зміна показника по відношенню до контролю;

– відсутність зміни показника по відношенню до контролю.

Було підтверджено, що питна вода із вмістом мінеральних речовин на рівні ГДК не має несприятливого впливу на організм тварин. У той же час некондиційна питна вода негативно впливає на процеси гомеостазу організму, що підпорядковується залежності «доза-час-ефект» та приводить до погіршення деяких показників (особливо це простежується в 3-ій та 4-ій групах). Виявлено зміни в показниках ліпідного обміну (зростання холестерину в сироватці крові), обміну ферментів у печінці (зростання лужної фосфатази та АЛАТ) у тварин 3-ої та 4-ої груп, ці зміни є достовірними по відношенню до контрольної групи (рисунок 3 та 4).

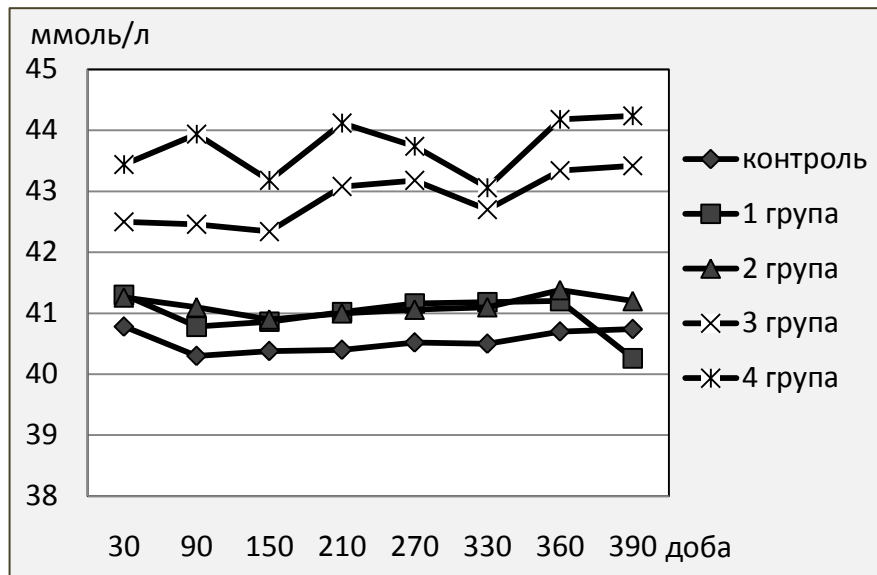


Рисунок 3 – Вміст холестерину в сироватці крові

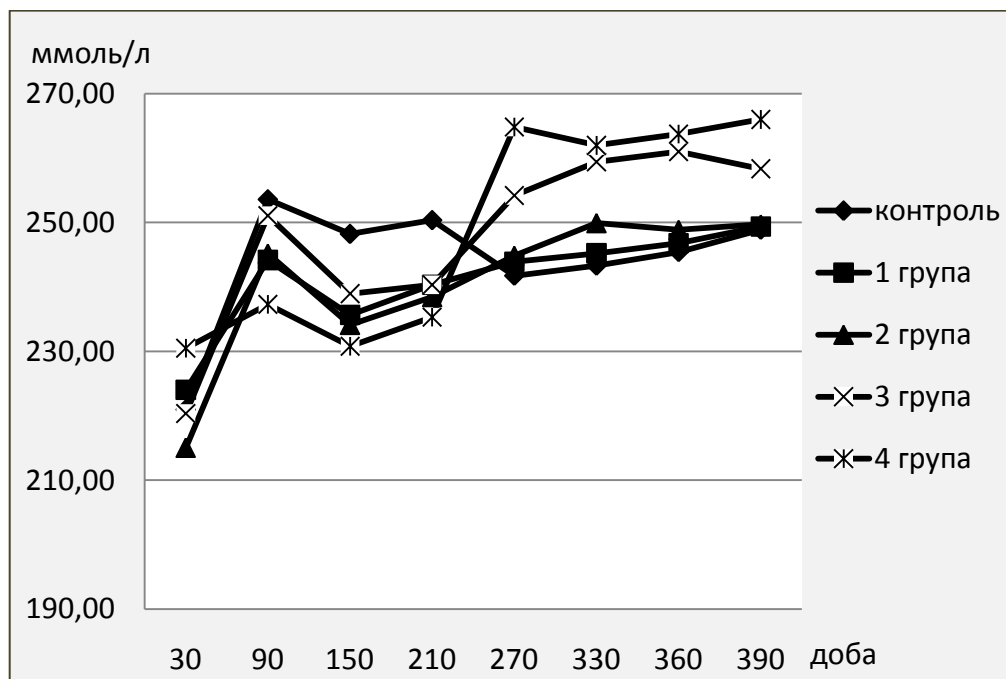


Рисунок 4 – Вміст лужної фосфатази в сироватці крові

В усіх групах виявлено тенденцію до статистично достовірного розвитку гіпохромної анемії у тварин. Також відмічається посилення ПОЛ паралельно з недостатньою активністю глутатіонової системи. Розвиток зрушень в організмі тварин у більш пізній період спостережень (10-12 місяців), зокрема в групах 3 та 4

(5 та 10 ГДК), може бути проявом зниження функціональних резервів підтримки гомеостазу, що є помірним захисним ефектом під впливом потенційно несприятливої дії фактора.

Виявлена тенденція до дисбалансу обмінних процесів може бути своєрідним індикатором метаболічних компенсаторних перебудов в організмі під впливом тривалої дії несприятливих умов, що в подальшому може проявлятися патологічними змінами в окремих органах (серце, нирки тощо).

Відповідно до поставлених завдань нами було проведено ретроспективне епідеміологічне спостереження на когортах м. Херсона, де населення, на відміну від м. Чернігова (контроль), споживає некондиційну за мінеральним складом питну воду (рисунок 5).

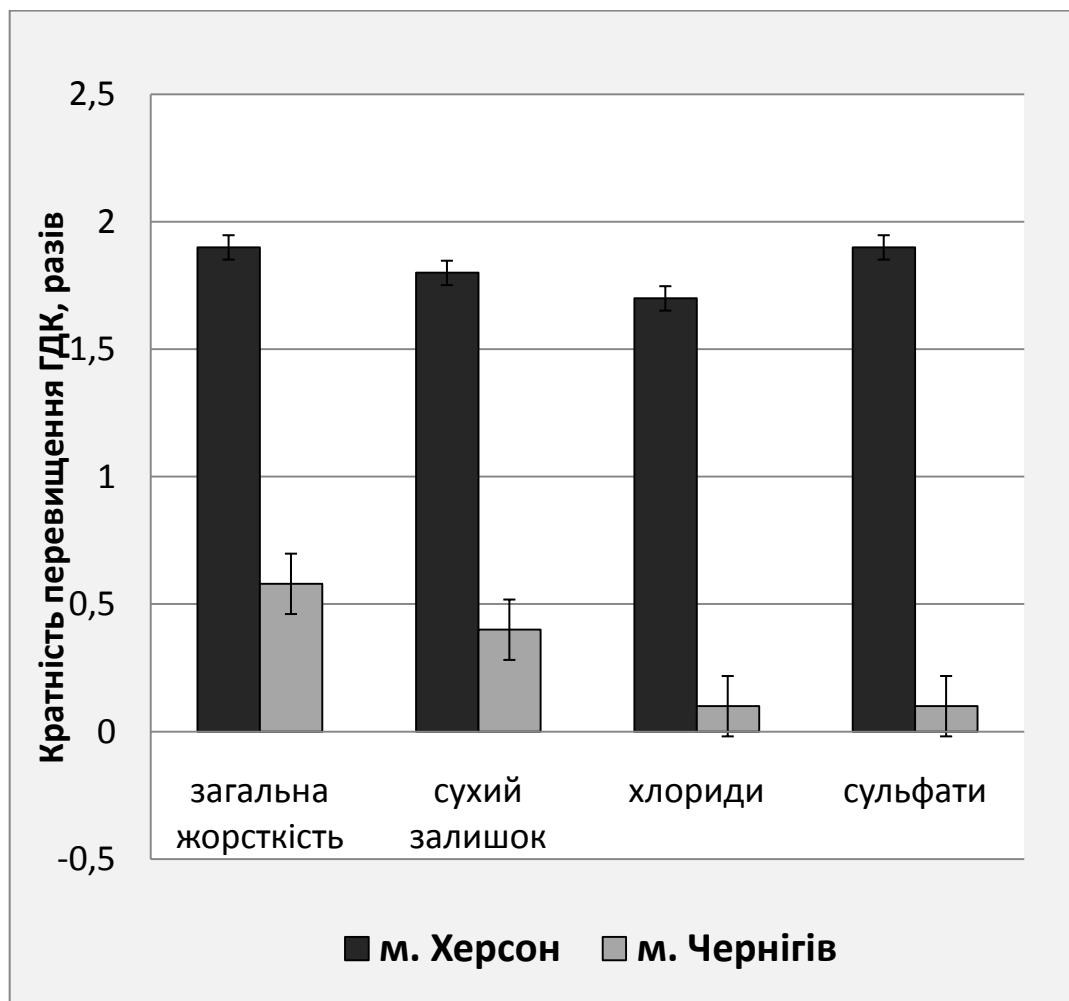


Рисунок 5 – Характеристика мінерального складу питної води досліджуваних населених пунктів

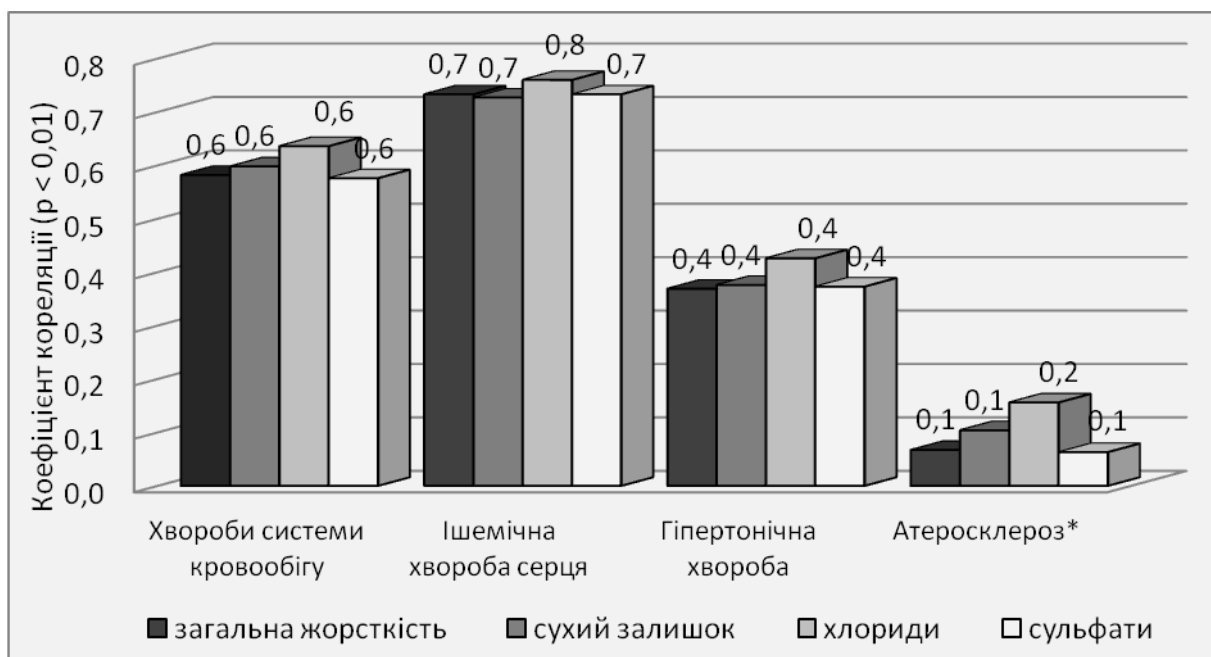
Інтегральним відображенням впливу якості об'єктів навколишнього середовища на здоров'я населення вважається показник загальної захворюваності, оскільки в основі даної залежності лежить неспецифічна дія на організм причинних факторів малої інтенсивності [27]. Оскільки мінеральний склад питної води як досліджуваного, так і контрольного населених пунктів є незмінним на протязі багатьох десятиків років, тому для вивчення захворюваності було взято доросле населення (старше 18 років). Проведена порівняльна оцінка рівня та динаміки первинної захворюваності населення досліджуваних населених пунктів, а також Херсонської та Чернігівської областей та України дала змогу розподілити їх рангові місця в порядку убутання: м. Херсон > м. Чернігів > Чернігівська область > Херсонська область > Україна.

В якості фактору ризику розвитку хвороб системи кровообігу, органів травлення та сечостатевої системи серед населення м. Херсона обрано загальну мінералізацію питної води (перевищення нормативу за сухим залишком в середньому у 1,8 рази), вміст солей загальної жорсткості (перевищення нормативу в середньому в 1,9 разів), хлоридів (перевищення нормативу в середньому в 1,7 рази) та сульфатів (перевищення нормативу в середньому в 1,9 рази). Згідно з науковими даними [28-34], найбільш залежними від мінерального складу питної води з хвороб системи кровообігу є ішемічна хвороба серця (ІХС), гіпертонічна хвороба (ГХ) та атеросклероз, які й було обрано для проведення епідеміологічних досліджень. Рівень захворюваності на хвороби системи кровообігу у населення досліджуваного міста суттєво відрізняється від аналогічної захворюваності контрольного міста Чернігова ($p < 0,05$). Встановлено, що всі досліджувані нами мінеральні речовини питної води мають сильний позитивний кореляційний зв'язок із хворобами системи кровообігу в цілому ($p < 0,01$). Солі загальної жорсткості питної води досліджуваного населеного пункту, що знаходяться на рівні $(13,46 \pm 1,57)$ ммоль/дм³, мають сильний позитивний кореляційний зв'язок не лише із ХСК ($r = 0,58$, $p < 0,01$), але і з окремими нозологіями, зокрема, ІХС ($r = 0,73$, $p < 0,01$) та ГХ ($r = 0,37$, $p < 0,01$). Ішемічна хвороба серця також має сильний позитивний кореляційний зв'язок з показником загальної мінералізації ($r = 0,73$, $p < 0,01$), а також хлоридами ($r = 0,76$, $p < 0,01$) та сульфатами ($r = 0,73$, $p < 0,01$) питної

води. Крім того, в результаті проведеного дослідження виявлено позитивний кореляційний зв'язок середньої сили і між гіпертонічною хворобою населення м. Херсона та мінеральними компонентами питної води ($p < 0,01$). Ці дані повністю узгоджуються з існуючими даними наукової літератури [31-34]. При проведенні дослідження щодо зв'язку рівня атеросклерозу у дорослого населення та якісного складу питної води, зокрема надлишкового вмісту в ній солей жорсткості, статистично достовірної різниці не було отримано ($p > 0,05$).

За даними наукової літератури [29-31], надлишок у питній воді солей загальної жорсткості, сухого залишку, сульфатів та хлоридів, як це має місце в м. Херсоні, може впливати на захворюваність населення хворобами органів травлення в цілому та за окремими нозологіями: гастритом, виразковою хворобою шлунку, холециститом, жовчно-кам'яною хворобою.

Проведено кореляційний аналіз для вивчення можливості зв'язку між хворобами органів травлення серед дорослого населення м. Херсона та мінеральним складом питної води (рисунок 6).



Примітка: * – $p > 0,05$

Рисунок 6 – Вплив довготривалого (2004-2013 рр.) споживання населенням некондиційної за мінеральним складом питної води на окремі хвороби органів травлення

Встановлено сильний позитивний зв'язок ($p < 0,01$) солей загальної жорсткості, сухого залишку, хлоридів, сульфатів питної води та виразковою хворобою шлунку ($r = 0,75$, $r = 0,71$, $r = 0,71$, $r = 0,75$ відповідно). Позитивний зв'язок ($p < 0,05$) між цими речовинами та гастритом був помірної сили ($r = 0,47$, $r = 0,43$, $r = 0,43$, $r = 0,46$ відповідно). Кореляційним аналізом не було встановлено достовірного зв'язку мінеральних речовин питної води та хвороб жовчного міхура і жовчовивідних шляхів у дорослого населення м. Херсона ($p > 0,05$).

Виявлено статистично достовірний ($p < 0,01$) зв'язок захворюваності населення м. Херсона на сечокам'яну хворобу із тривалістю споживання некондиційної питної води ($r = 0,48-0,57$). Найбільш високі рівні коефіцієнтів кореляції встановлені між пієлонефритом та мінеральними речовинами питної води ($r = 0,84-0,87$, $p < 0,01$).

Ситуація, що склалася в Україні із якістю питної води, викликає занепокоєння у населення і потребує прийняття ефективних заходів з покращення стану питного водопостачання та якості питної води. В умовах сьогодення досягнення цієї мети можливо за рахунок впровадження системи доочищення питної води за допомогою побутових фільтрів або установок колективного призначення. Загальнодержавною програмою «Питна вода України» на 2006-2020 рр., що тепер виконується в країні, доочищення питної води в місцях безпосереднього її використання розглядається як один із найефективніших заходів поліпшення якості питної води [35].

З позицій гігієни саме такому шляху слід надавати перевагу, оскільки централізовано в короткий строк поліпшити якість питної води, що вимагатиме і удосконалення технологій водопідготовки, і покращення санітарно-технічного стану мереж водночас, практично неможливо. В той же час, впровадження локальних водоочисних установок, насамперед колективного призначення, не потребує багато часу, коштів і може швидко забезпечити якісною питною водою

перш за все такі об'єкти як дитячі заклади, школи, лікарні, будинки відпочинку, санаторії тощо.

На сьогодні існує значна кількість конструкцій побутових фільтрів та колективних установок доочищення питної води. Принцип їх дії засновано на різних фізико-хімічних процесах. У сучасних фільтрах та водоочисних системах використовуються мембранні, сорбційні, іонообмінні та електрохімічні технології, озонування, ультрафіолетове знезараження і обробка води сріблом та інші [8, 9, 11, 13-15].

У колишньому СРСР напрямок з доочищення питної води не отримав практичної реалізації. На той час в СРСР та в Україні зокрема доочищення питної води в місцях безпосереднього її споживання не проводилось, а виробництво вітчизняних водоочисників не було налагоджено. Але вже на початку 90-х років минулого століття в Україну почали ввозити зарубіжні водоочисники: спочатку прості побутові малопродуктивні фільтри, а пізніше – багатофункціональні водоочисні системи колективного призначення середньої продуктивності. Пізніше в Україні з'явилися водоочисники російського виробництва, а також вітчизняні моделі водоочисників, найчастіше зібрані із зарубіжних комплектуючих деталей.

За принципом роботи всі побутові водоочисники можна розподілити на 4 основні групи:

- ◆ установки, що мають тільки механічний фільтруючий елемент;
- ◆ установки сорбційного типу (в якості сорбенту використовують активоване вугілля, активоване вугілля у комбінації з іонообмінними смолами, природні сорбенти – цеоліти та шунгіти);
- ◆ установки мембранного та мембранно-сорбційного типу;
- ◆ установки електрохімічного типу.

Загальною особливістю побутових водоочисників усіх цих груп є мала продуктивність (від 10 до 3600 л/добу), низька швидкість фільтрації (від 0,2 до 2,5 л/хв), використання змінних елементів (картриджів, мембран тощо). Методи

очистки, що застосовуються у побутових водоочисниках різних виробників, є типовими і відрізняються лише марками сорбційних та іонообмінних матеріалів, активованого вугілля, мембран тощо.

Значну частину з представлених в країні побутових водоочисників складають ємнісні (безнапірні фільтри типу глечиків) та проточні фільтри з підключенням до водомережі (фільтри-насадки на кран та фільтри з окремим краном для доочищеної води).

Всебічні гігієнічні дослідження з оцінки ефективності та надійності використання різних побутових фільтрів та колективних водоочисних систем, як найбільш раціонального заходу поліпшення якості питної води в сучасних умовах, розпочато з аналізу матеріалів, наданих виробниками по 26 побутових водоочисниках різних типів (ємнісні і проточні). Гігієнічну оцінку було дано для дев'яти основних представників побутових фільтрів, що використовуються для доочищення водопровідної питної води в Україні: ємнісним сорбційним фільтром («Аквафор», «Бріта», «Бар'єр»), проточним сорбційно-іонообмінним («Віта-Евро», «Струмок»), проточним мембранним («Confidence RO 300», «АТОЛЛ») та фільтром на основі електрохімічних методів «Elis». Встановлено, що ефективність водоочисників практично не залежить від способу обробки води (проточний або непроточний) і є найкращою в разі використання фільтрів з подвійною засипкою (сорбент та іонообмінна смола) або на основі мембранних технологій (рисунок 7).

Показано недоцільність використання мембранних фільтрів для доочищення питної води з нормативним солемістом, оскільки практично повне видалення солей цим методом зробить воду фізіологічно неповноцінною та потребує її домінералізації.

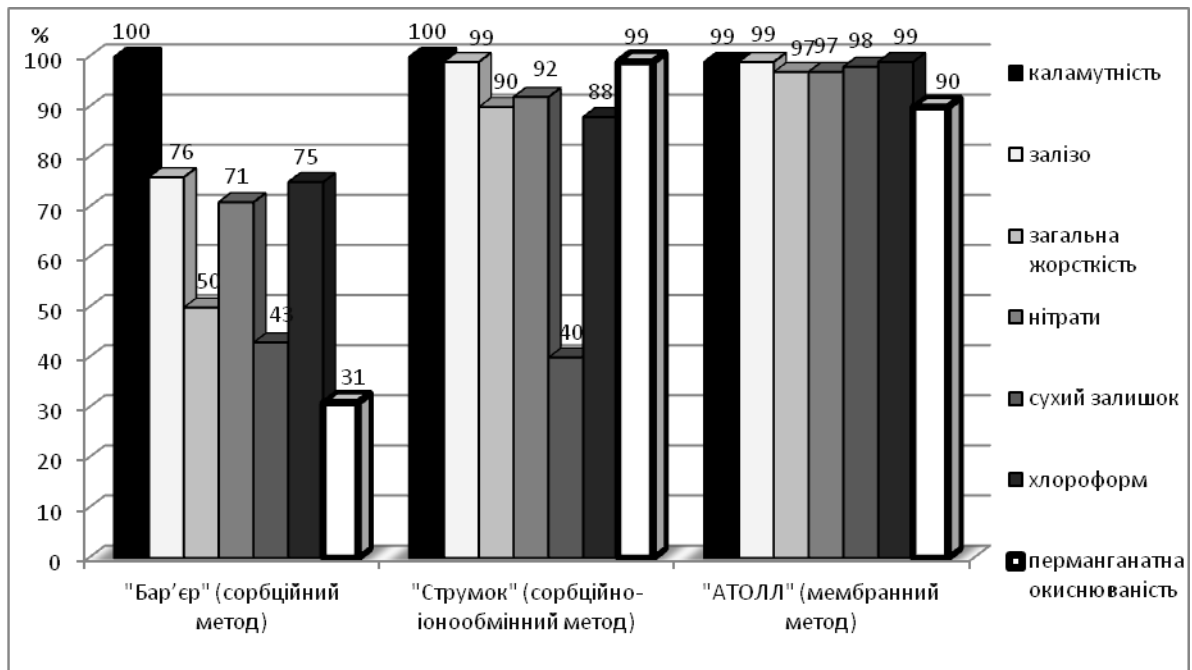


Рисунок 7 – Порівняльна гігієнічна оцінка ефективності побутових водоочисників на основі різних методів очистки.

Колективні водоочисні системи по суті є малими водопровідними станціями, але, на відміну від останніх, можуть мати значно більшу кількість стадій водоочистки і, що найголовніше, на них для доочищення води не використовуються реагенти (коагулянти, флокулянти) та хімічні знезаражувальні засоби. Локальні водоочисні системи пропонується використовувати для доочищення водопровідної питної води та очищення некондиційної природної підземної води і встановлювати в місцях безпосереднього її споживання.

Загальною особливістю досліджуваних колективних водоочисних установок є висока продуктивність (від 0,1 до 10 м³/добу), висока швидкість фільтрації (до 7 л/хв), використання різних змінних функціональних елементів (картриджів, мембран тощо) та методів очистки, що є типовими і для водоочисників інших виробників.

За принципом будови колективні водоочисні установки можна розподілити на 2 основні групи:

- ◆ установки мембранного типу, що мають у своєму складі мембранний модуль (мембрану зворотного осмосу, нанofільтраційну чи ультрафільтраційну мембрану);
- ◆ установки сорбційного типу, головним модулем яких є фільтри-сорбенти (в якості сорбенту використовують активоване вугілля, активоване вугілля в комбінації з іонообмінними смолами, природні сорбенти – цеоліти, шунгіти, керамзити тощо).

Основними напрямками застосування колективних водоочисних установок для доочищення водопровідної води є:

- ◆ використання водоочисної установки у громадських будівлях для колективу споживачів (розташування установки на вході в будинок, школу, садочок, лікарню тощо);
- ◆ використання водоочисної установки у пунктах розливу з подальшим розливом доочищеної питної води у тару споживача;
- ◆ використання водоочисної установки у виробництві фасованої питної води з подальшим розливом у тару одно- чи багаторазового використання.

На рисунку 8 представлено схему будови найбільш поширених мембранних колективних водоочисних установок.



Рисунок 8 – Принципова схема будови мембранних колективних водоочисних установок

В таких водоочисних установках кожен модуль виконує функцію самостійного простого фільтра, а їх кількість та різноманіття визначається якістю

вихідної води. Переважна більшість мембранних водоочисників містять у своєму складі модуль із мембраною зворотного осмосу. Для запобігання забруднення її поверхні відкладеннями малорозчинних солей і мікрочастинками встановлюють передфільтр (поєднання механічного та вугільного фільтрів). Крім того, для знезараження доочищеної питної води використовують модуль знезараження води (ультрафіолетову лампу або генератор озону). Метод зворотного осмосу є найбільш універсальним та високоефективним методом доочищення води, перевагами якого є малі енерговитрати, простота конструкцій установок та їх експлуатації, малі габарити тощо. Але цей метод має і певні недоліки: необхідна ретельна передпідготовка води для запобігання зниження продуктивності мембран і терміну їх служби; утворюється значна кількість концентрату, скидання якого потребує витрат вихідної води тощо.

Набули використання в країні також і колективні водоочисні установки, в яких основним модулем є сорбційний та іонообмінний фільтри (рисунок 9).

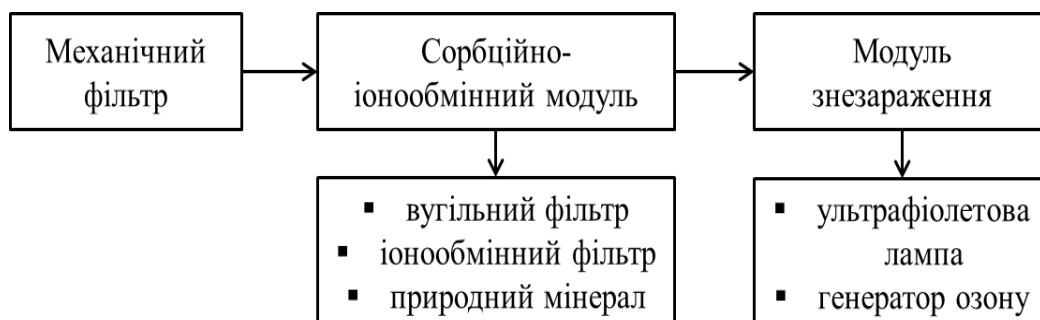


Рисунок 9 – *Принципова схема будови колективних водоочисників сорбційно-іонообмінного типу*

Водоочисні системи колективного призначення мають ряд переваг перед побутовими фільтрами, а саме: вони можуть бути функціональними та забезпечувати не лише поліпшення якості води, але і збагачення її макро- та мікроелементами, насичення киснем, озonom, зміну структури води тощо. Можливо забезпечити їх кваліфіковану експлуатацію, а також належний контроль як за технологічним процесом доочищення, так і за якістю отриманої води.

Нами досліджено матеріали 20 колективних установок з різною кількістю модулів та дано гігієнічну оцінку 7 представникам, що використовуються на пунктах розливу доочищеної питної води в Україні.

На рисунку 10 представлено результати порівняння ефективності доочищення водопровідної води колективними установками різних груп (мембранними та сорбційно-іонообмінними) – АППВ-2 та АППВ-К. Встановлено, що обидві ці багатомодульні установки в процесі доочищення води призводили до поліпшення її якості за багатьма показниками.

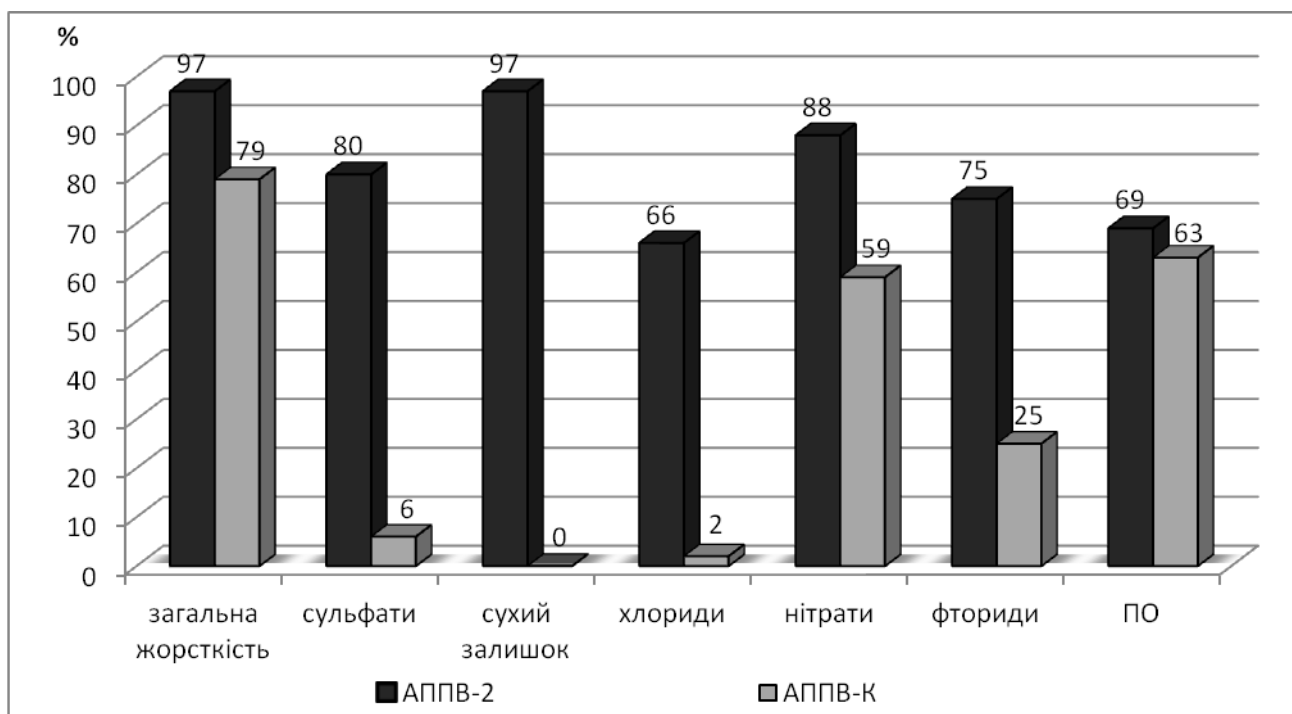


Рисунок 10 – Ефективність доочищення водопровідної води на установках АППВ-2 та АППВ-К (усереднені дані)

На установці АППВ-2, у складі якої є зворотноосмотична мембрана, на відміну від установки АППВ-К, де її немає, ефекти доочищення води за усіма показниками були значно вище. Після установки АППВ-К вміст у вихідній воді сухого залишку, сульфатів, хлоридів практично не змінювався, тобто іонообмінний фільтр не забезпечив поліпшення якості води за мінеральним складом. У той же час цей модуль в установці ефективно видаляє солі жорсткості (на 80%), а разом із сорбційним фільтром (активоване вугілля) ще й органічні

речовини, нітрати (на 60 %). Після проходження установок АППВ-2 та АППВ-К у водопровідній воді поліпшувались й інші показники.

У цілому узагальнені результати досліджень дозволяють зробити наступні

ВИСНОВКИ :

1. Встановлено, що водопровідна питна вода як з поверхневих, так і, на окремих територіях, підземних джерел, не завжди має задовільну якість, що пов'язано, в основному, з забрудненням її хімічними речовинами. Аналіз даних моніторингу (413 підземних водозаборів) засвідчив, що у некондиційній водопровідній питній воді з підземних джерел, особливо на півдні та південному сході нашої країни, відхилення від гігієнічних нормативів мають від 2-3 до 4-7 показників (сухий залишок, хлориди, сульфати, загальна жорсткість, залізо, марганець, нітрати, фтор), перевищуючи ГДК у 2-10 разів.

2. Соціологічне опитування населення за запропонованою нами анкетною (біля 700), яке проводилося в різних регіонах країни, показало, що 70 % респондентів не задоволені якістю водопровідної питної води, передусім за органолептичними показниками та мінеральним складом, пов'язуючи з останнім можливість виникнення неінфекційних захворювань людей. Найбільш оптимальним заходом поліпшення якості питної води вважають запровадження її доочищення в місцях безпосереднього споживання за допомогою побутових чи колективних водоочисників.

3. Експериментальними дослідженнями встановлено, що при тривалому, упродовж 12 місяців, споживанні тваринам питної води з вмістом комбінації з 5-ти пріоритетних для некондиційної води малотоксичних мінеральних сполук (сухий залишок, солі жорсткості, сульфати, хлориди, залізо) на рівні кожної з них 1, 3, 5 та 10 ГДК, реакції відповіді організму з боку метаболічного гомеостазу, морфологічного складу крові та функціонального стану імунокомпетентних

клітин проявляються у залежності «доза-час-ефект». При хронічній дії малих доз малотоксичних хімічних сполук ефективність підтримання гомеостазу та формування резистентності організму тварин обумовлені адаптивно-компенсаторними механізмами загальних неспецифічних реакцій відповіді в дозо-часовій залежності.

4. Розвиток зрушень в організмі тварин у більш пізній період спостережень (10-12 місяців), зокрема, в групах, що споживали воду з 5 та 10 ГДК хімічних речовин, може бути проявом зниження функціональних резервів підтримки гомеостазу, що є помірним захисним ефектом під впливом потенційно несприятливої дії фактора. Зрушення в організмі цих груп тварин стосуються функціональних змін метаболічних систем гомеостазу (за маркерами білкового, вуглеводного, ліпідного, нуклеїнового обміну), що з часом створює потенційну загрозу розвитку патологічних процесів в окремих органах (серце, печінка, нирки).

5. Несприятливий вплив мінералізованої водопровідної питної води на організм тварин підтверджений на популяції (період спостереження 2004-2013 рр.) м. Херсона, населення якого упродовж багатьох років споживає питну воду з підвищеним вмістом солей загальної жорсткості, сухого залишку, хлоридів та сульфатів:

– встановлено позитивний кореляційний зв'язок ($r=0,43-0,76$, $p<0,01$) мінеральних речовин питної води, переважно хлоридів, із хворобами системи кровообігу в цілому та з окремими нозологіями (ішемічна хвороба серця та гіпертонічна хвороба);

– показано наявність статистично достовірного позитивного кореляційного зв'язку солей загальної жорсткості, сухого залишку, хлоридів, сульфатів питної води із окремими хворобами органів травлення: сильного з виразковою хворобою шлунку ($r=0,75$, $r=0,71$, $r=0,71$, $r=0,75$ відповідно, $p<0,01$) та помірної сили ($r=0,47$, $r=0,43$, $r=0,43$, $r=0,46$ відповідно, $p<0,05$) – з гастритом;

– виявлено позитивний статистично достовірний ($p < 0,01$) кореляційний зв'язок між мінеральними речовинами питної води та захворюваннями сечостатевої системи, зокрема сечокам'яною хворобою ($r = 0,48-0,57$) та пієлонефритом ($r = 0,84-0,87$).

6. Проведені епідеміологічні дослідження засвідчили, що довготривале споживання населенням м. Херсона, на відміну від м. Чернігова (контроль), некондиційної за мінеральним складом водопровідної питної води є несприятливим фактором ризику у розвитку окремих неінфекційних захворювань, а саме хвороб системи кровообігу, органів травлення та сечостатевої системи, які є залежними від хімічного складу питної води. Окрім довгострокових централізованих заходів, якими найближчим часом змінити ситуацію практично нереально, в тому числі щодо надлишку мінеральних домішок, для поліпшення якості водопровідної питної води запроваджено та науково обґрунтовано використання локальних заходів доочищення питної води в місцях її безпосереднього споживання за допомогою побутових фільтрів або колективних водоочисних систем.

7. Дано гігієнічну оцінку 9-ти побутовим фільтрам та 7-ми колективним установкам доочищення питної води, в яких застосовуються сорбційні, іонообмінні, мембранно-осмотичні, електрохімічні та інші методи або їх комбінації. Ці дослідження дозволили вперше запропонувати оціночну шкалу ефективності водоочисників щодо видалення з водопровідної питної води різних домішок: часткове (до 50 %), глибоке (51-95 %), практично повне (96-99 %) та за цією критеріальною шкалою протестувати усі водоочисники, що підлягали вивченню.

8. За результатами досліджень визначено параметри ефективності водоочисників стосовно видалення з води різних домішок, яке для більшості речовин для побутових фільтрів знаходиться в межах 51-95 %, для колективних водоочисних систем, що мають більшу кількість функціональних елементів з

використанням різних методів на відміну від побутових фільтрів, - переважно в межах 95-99 %, їм також дано порівняльну гігієнічну оцінку та визначено позитивні та негативні конструктивні та технологічні їх сторони.

9. На підставі опрацювання наукових даних стосовно 26 побутових фільтрів та 20 колективних водоочисних систем (з яких біля 40 % підлягали поглибленому вивченню в наших дослідженнях) уперше розроблено та науково обґрунтовано гігієнічні рекомендації щодо вибору та використання водоочисників для різних регіонів країни із урахуванням особливостей якості вихідної водопровідної питної води та вмісту домішок, що потребують корекції. Вони стали науковою основою підготовленого за цим напрямом проекту ДСанПіН, увійшли доповненням до ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», оприлюднені у двох інформаційних листах МОЗ України та у двох розділах монографії «Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти» (К., Медицина, 2016).

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2009 році / Міністерство охорони навколишнього природного середовища. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 383 с.
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2010 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. – К., 2012. – 258 с.

4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2012 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. – К., 2013. – 415 с.
5. Доочистка водопровідної питної води – актуальна проблема сьогодення / В. О. Прокопов, О. М. Кузьмінець, Н. В. Сахно та інші // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. – Київ, 2010. – С. 117-118.
6. Стрикаленко Т. В. Дополнительная очистка водопроводной воды: альтернатива или дополнение централизованному водоснабжению? (позиция гигиениста) / Т. В. Стрикаленко // Водопостачання та водовідведення. – 2009. – № 5. – С. 28-34.
7. Псахис Б. И. Доочистка водопроводной воды – будущее водоснабжения / Б. И. Псахис // Матеріали наук.-практ. конф. «IV Міжнародний Водний Форум «Аква-Україна 2006». – Київ, 2006. – С. 236-238.
8. Современные системы очистки питьевой воды / А. А. Поворов, Н. В. Корнилова, Н. А. Шиненкова, О. Ю. Логунов // Водоснабжение и канализация – 2009. – № 5-6. – С. 130-134.
9. Ярошевская Н. В. Сопоставительная оценка загрузок водоочистительных фильтров / Н. В. Ярошевская, В. Р. Муравьев // Химия и технология воды. – 2002. – Т. 24. – № 1. – С. 71-78.
10. Гігієнічна оцінка нової сучасної технології доочистки питної води / В. О. Прокопов, Н. В. Чирська, В. А. Соболев та інші // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. – К., 2008. – Вип. 52. – С. 70-74.
11. Первов А. Г. Новейшие технологии подготовки воды в централизованном водоснабжении на основе мембранных технологий / А. Г. Первов, Ю. В. Павлов, Г. Г. Жабин // Сантехника. – 2003. – № 1. – С. 21-24.
12. Гігієнічний аналіз стану використання систем доочищення питної води в Україні / В. О. Прокопов, О. В. Зоріна, С. В. Гуленко, О. Б. Липовецька //

Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії: матер. XV з'їзду гігієністів України. – Львів, 2012. – С. 299-302

13. Гигиеническое обоснование применения бытовых водоочистителей «Джерело» для доочистки питьевой воды / И. А. Тетенева, Н. В. Миронец, В. А. Чехович и др. // Гигиена населенных мест: сб. науч. тр. – К., 1992. – Вып. 31. – С. 58-62.

14. Гигиеническое изучение активированного углеродного волокнистого материала в составе сорбирующего фильтрующего элемента, предназначенного для доочистки питьевой воды в быту / В. О. Прокопов, Н. В. Миронец, Р. К. Гакал и др. // Гигиена и санитария. – 1993. – № 10. – С. 21-22.

15. Сравнительная гигиеническая оценка устройств по доочистке водопроводной воды в быту / В. О. Прокопов, И. А. Тетенева, Э. Д. Мактаз и др. // Актуальные вопросы гигиены окружающей среды: сб. научных трудов. – К., 1995. – Вып. 1. – С.143-147.

16. Кліментьєв І. М. Гігієнічне обґрунтування впровадження локальних водоочисних пристроїв колективного використання для оптимізації забезпечення населення питною водою: дис... канд. мед. наук : 14.02.01 / І. М. Кліментьєв. – К., 2010. – 144 с.

17. Сепіашвілі Р. І. Введение в иммунологию / Р. І. Сепіашвілі. – Цхалтубо-Кутаиси, 1987. – 230 с.

18. Барабой В. А. Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии / В. А. Барабой, Д. А. Сутовой. – Киев : Наук. Думка, 1997. – 420 с.

19. Покровский А. А. Биохимические методы исследования в клинике / А. А. Покровский. – М. : Медицина, 1969. – 652 с.

20. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. – в 2-х т. / В. С. Камышников. – Т. 2. – Минск : Беларусь, 2000. – 495 с.

21. Руководство по клинической лабораторной диагностике / под ред. М. А. Базарновой. – К. : Вища школа, 1982. – С. 5-51.
22. Peterson G. L. Simplification of protein assay method of Lowry et al. – which is more generally applicable / G. L. Peterson // Anal. Biochem. – 1977. – Vol. 83. – № 2. – P. 346-356.
23. Белоусова З. П. Токсичность химических соединений / З. П. Белоусова, П. П. Пуригин – Самара : Самарский университет, 2004. – 111 с.
24. Клінічна біохімія / за ред. О. П. Тимошенко. – К. : Професіонал, 2005. – 288 с.
25. Резников О.Г. Загальні етичні принципи експериментів на тваринах / О.Г. Резников // Ендокринологія. – 2001. – Т. 8. – № 1. – С. 142–145.
26. Антомонов М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М. Ю. Антомонов. – К., 2006. – 558 с.
27. Куценко С.А. Основы токсикологии / С. А. Куценко. – Санкт-Петербург, 2002 – Т. 4. – 419 с.
28. Фадеева В. К. Изучение влияния высокоминерализованных хлоридных питьевых вод на состояние сердечно-сосудистой системы (экспериментальные и клиничко-физиологические исследования) : автореф. дисс... канд. биол. наук / В. К. Фадеева. – Москва, 1972. – 72 с.
29. Ворохта Ю. М. Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: автореф. дис... канд. мед. наук / Ю. М. Ворохта – Київ, 2007. – 23 с.
30. Дичка Л. В. Вплив мінеральної води різних типів при використанні як питної на стан здоров'я населення: автореф. дис...канд. мед. наук / Л. В. Дичка – Київ, 2008. – 20 с.
31. Шандала М. Г. Окружающая среда и здоровье населения / М. Г. Шандала, Я. И. Звизняцковский. – Киев : Здоровье, 1988. – 150 с.

32. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения / Е. А. Борзунова, С. В. Кузьмин, Р. Л. Акрамов, Е. Л. Киямова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3 – С. 32-34.
33. Лутай Г. Ф. Химический состав питьевой воды и здоровье населения / Г. Ф. Лутай // Гигиена и санитария. – 1992. – № 1. – С. 13-15.
34. Капранов С. В. Влияние природного химического состава питьевой воды на здоровье населения / С. В. Капранов, О. М. Титамир. – Луганск : Вода и здоровье, 2006. – 213 с.
35. Загальнодержавна цільова програма «Питна вода України» на 2006-2020 роки: Закон України; редакція від 03.03.2005 р. № 2455-IV // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2005. – № 15. – С. 243.

РОЗРОБКА ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ КОМПОНЕНТІВ ДІЄТИЧНИХ ДОБАВОК

*Останіна Н.В., Корзун В.Н., Кузнецова О.М., Лисенко Ю.І., Очеретяна Н.М.,
Брязкало В.В., Череменко А.М., Фузик Є.М., Гінкул І.Г., Іщенко Н.В., Тарасенко
Н.Л., Левін М.Г.*

В останнє десятиліття в всьому світі одночасно з розвитком фармацевтичної галузі активно розвивається ринок дієтичних добавок (ДД) - продуктів, які широко представлені в аптеках, але не є лікарськими засобами [1]. Нині характерною є тенденція до зростання споживання ДД як в усьому світі, так і в Україні зокрема. Темпи приросту доходів від їх продажів у різних територіальних сегментах світу коливаються у межах від 5 до 15 %. Найбільш динамічно розвиваються ринки США, ЄС, Китаю, Індії та Японії.

Все більше поширення використання ДД у світі та Україні призводить до виникнення нових проблем щодо контролю їх виробництва, обігу та вживання з метою запобігання нанесення шкоди здоров'ю населення. Як зазначено в [2], доступність ДД на вітчизняному фармацевтичному ринку пояснюється тим, що процедура реєстрації ДД у нашій країні значно спрощена в порівнянні з такою ж для лікарських засобів. При реєстрації ДД, тобто, проведенні санітарно-епідеміологічної експертизи, перевіряються тільки показники їхньої безпеки.

Відповідно до вимог законодавства України [3,4] інформація та маркування спеціальних харчових продуктів (до яких відносяться ДД) не повинні містити тверджень про їх лікувальні властивості, перелік показань у вигляді хвороб чи симптомів. Однак, як зазначено в [5], виявлено випадки, коли в рекомендаціях до застосування спеціальних харчових продуктів (СХП) зустрічається детальний опис лікувальних властивостей продукту та перелік хвороб та симптомів, при

яких необхідно його застосовувати. У статті [6] Городецька І.Я. та співавтори зазначають, що протягом 2002-2012 рр. в Україні зареєстровано понад 14 тисяч СХП (з них 127 – продукти мікробіологічного походження), що перевищує кількість аналогічних зареєстрованих лікарських засобів.

Недостатність у споживачів інформації про товари даної групи впливає на формування стереотипу про їх лікувальні властивості, що, в свою чергу, сприяє розвитку конкуренції між ДД та лікарськими засобами, до складу яких входять рослинні компоненти: валеріана, гінкго білоба, женьшень, кінський каштан, розторопша, чорниця, часник, шавлія, ехінацея та інші. Виявлено напрями конкуренції, які виникають між ДД та лікарськими засобами [7], визначено складові конкуренції, спільні риси та відмінності між даними групами товарів.

Виникає питання кваліфікованих фахівців, які б могли працювати в сфері обігу ДД. Як вважають в [8], враховуючи широке розповсюдження дієтичних добавок та стабільний попит на товари цієї групи у населення, є доцільним включити питання щодо їх аналізу та контролю якості до обов'язкової навчальної програми підготовки провізорів.

Як зазначається в [9], близько 60 % дегенеративних хвороб, на які страждає наше суспільство, безпосередньо залежать від того, що ми їмо. Адже відомо, що їжа здатна не тільки підвищувати запас життєвої енергії, надавати необхідні поживні речовини, а ще й, в окремих випадках, негативно впливати на обмін речовин.

Гоцуля Т. С. та співавтори в [10] зазначають, що розповсюдження отримала реалізація ДД за системою багаторівневого маркетингу, коли розповсюдженням ДД займаються люди, не завжди компетентні у питаннях медицини. На жаль, у цій системі велике значення відіграє фінансова зацікавленість розповсюджувачів, адже їх основне завдання полягає у реалізації якомога більшої кількості продукції. Споживач став об'єктом діяльності численних комерційних компаній, фірм і часто майже «кустарних» виробництв, не достатньо визнаних офіційною медициною.

Добавки до їжі, як і раніше, мають двозначне, а часто й помилкове тлумачення серед лікарів, пацієнтів і широкої громадськості. Така ситуація, з одного боку, несправедлива, а з іншого, може призводити до серйозних проблем і помилкових організаційних висновків і дій. Як показує досвід, у більшості випадків оздоровчі й профілактичні властивості цієї продукції фахівці визначають здебільшого за хімічним складом, що не може бути основою оцінки біологічної дії та фармакологічного ефекту

Аналіз обігу дієтичних добавок щодо можливості вмісту в них заборонених компонентів показав, що результати дослідження розвитку ринку ДД дозволяють розробити класифікацію основних видів ризиків, з якими стикаються його суб'єкти. Більшість з них виникають внаслідок непрозорої конкуренції та несумлінної підприємницької діяльності, а також внаслідок постійних змін у політичній та економічній ситуації в країні. Для ринку ДД в Україні характерними є і специфічні види ризиків: нормативно-правові, ризик поширення фальсифікованих товарів, ризик конкуренції з лікарськими засобами, ризик недовіри з боку лікарів та населення [11].

Окремою групою ризиків ринку ДД є просування та поширення фальсифікованих та неякісних товарів даної групи. Аналіз літературних джерел показав, що дана проблема гостро стоїть не лише в нашій країні, але і в усьому світі [12-14].

24 квітня 2014 в Державній Думі Російської Федерації відбулися парламентські слухання, присвячені нормативному регулюванню ринку БАД. Учасники слухань відзначили активний розвиток ринку БАД в Росії за минулий рік - зростання в сегменті БАД склало 19,1 % порівняно з 2012 роком. Також було відзначено активний розвиток нормативного регулювання галузі в минулому році, основними векторами якого стали: гармонізація законодавства Росії з нормами міжнародного права, а також захист споживачів від недобросовісної реклами та шахрайських дій.

У ході слухань учасники порушили актуальні для ринку біологічно активних добавок проблеми, зокрема, розповсюдження фальсифікованих БАД. Було відзначено необхідність прийняття проекту закону «Про внесення змін в окремі законодавчі акти Російської Федерації в частині протидії обороту фальсифікованих, контрафактних, недоброякісних та незареєстрованих лікарських засобів, медичних виробів і фальсифікованих біологічно активних добавок».

Управління з контролю за харчовими продуктами і лікарськими засобами США (Food and Drug Administration - FDA) опублікувала рекомендації споживачам щодо декількох біодобавок, які можуть бути небезпечні для здоров'я. Всі вони продавались в американських магазинах та на веб-сайтах, і, отже, були доступні для споживачів.

В поле зору FDA потрапив засіб Black Storm для підвищення потенції у чоловіків. Лабораторний аналіз підтвердив, що Black Storm містить силденафіл, активний інгредієнт, дозволений FDA для застосування в лікарських засобах «Віагра», які відпускаються за рецептом, але заборонений в ДД.

«Віагра» використовується для лікування еректильної дисфункції, її застосування повинно контролюватися лікарем", - йдеться в повідомленні FDA. Силденафіл може взаємодіяти з нітратами, що входять до складу деяких ліків (наприклад, нітрогліцерин), які відпускаються за рецептом, і може знизити кров'яний тиск до небезпечного рівня. Тим часом, нітрати часто призначають для постійного прийому пацієнтам з діабетом, гіпертонією, високим рівнем холестерину, хворобами серця.

«Це повідомлення має інформувати громадськість про зростаючу тенденцію виробництва ДД або звичайних харчових продуктів, які містять приховані препарати і хімічні речовини. Як правило, мова йде про препарати, які сприяють сексуальній активності, про засоби для схуднення, добавки, що допомагають

наростити м'язовий каркас, які зазвичай підносяться покупцям як «повністю натуральні», - йдеться в офіційному повідомленні FDA [15].

При цьому в контролюючій службі чесно визнають: «FDA не в змозі перевірити і виявити всі продукти, які продаються в якості харчових добавок, та які потенційно можуть мати шкідливі приховані інгредієнти. Споживачі повинні проявляти обережність перед покупкою будь-якого продукту з зазначених вище категорій».

FDA виступило проти використання ряду ДД та попереджає споживачів про небезпеку їх застосування для лікування еректильної дисфункції. Ці продукти продавалися через мережу Інтернет і позиціонувалися на деяких сайтах як засоби сексуальної стимуляції і терапії еректильної дисфункції, однак фактично вони є незаконними продуктами, які містять потенційно небезпечні для здоров'я інгредієнти. До складу зазначених препаратів входять деякі компоненти, подібні або ідентичні активним речовинам, які застосовуються в деяких інших засобах цього ряду, раніше схвалених FDA та які поширюються через аптечні мережі за рецептами. Так, результати хімічного аналізу, проведеного FDA, свідчать, що, наприклад, Zimaxx містить силденафіл, який є активним фармацевтичним компонентом Віагри. Інші продукти містять хімічні компоненти, які є аналогами або силденафілу, або варденафілу (діючої речовини препарату Левітра). Однак в анотаціях зазначених незаконних ДД немає жодної згадки ні про один з цих компонентів.

FDA направило фірмам-виробникам листи з попередженням про неприпустимість подальшого поширення продуктів, що не відповідають вимогам, які висуваються до лікарських засобів та їх компонентів, а також мають завідомо неправдиві та неповні анотації. Крім того, FDA вжило заходів для припинення імпорту в США ДД Libidus і 4EVERON та має готовність посилити свої дії для недопущення потенційно небезпечних незареєстрованих засобів на фармацевтичний ринок країни.

Слід зазначити, що цей крок FDA був першим дослідженням 17 харчових добавок, призначених для лікування еректильної дисфункції та які продаються через мережу Інтернет. Оскільки у складі деяких добавок виявлено речовини, що є компонентами лікарських засобів і не дозволені до використання в ДД, це дозволяє розглядати такі засоби як незареєстровані лікарські засоби. FDA має намір захищати інтереси населення, видаляючи подібні незареєстровані і небезпечні продукти з ринку.

У 2013 році FDA опублікувало 11 застережень споживачів про наявність у складі згаданих «продуктів для сексу» інгредієнтів, які не санкціоновані фармацевтичною промисловістю і FDA .

Кемпбелл і його колеги [16] зробили контрольні закупівлі цих добавок у магазинах і АЗС в районі Атланти та Балтімора, а потім проаналізували 91 зразок з 58 ринкових позицій цієї категорії продукції. Незважаючи на те, що в анотаціях до 57 продуктів стверджувалося, що «всі складові добавок - натурального походження», 81 % з них містили силденафіл або тадалафіл, які входять до складу Віагри і Сиаліса, або аналогічні інгредієнти, які не отримали дозволу FDA для використання.

У ході дослідження також було виявлено порушення маркування, які полягали у зазначенні неточного складу, неіснуючих сертифікатів, неправильного терміну придатності та іншої інформації, яка не відповідала дійсності, внаслідок чого виробників даної продукції так і не вдалося ідентифікувати. Ніл Кемпбелл заявив, що, враховуючи можливі побічні ефекти і небезпеку для здоров'я даних препаратів, чоловіки при їх вживанні ризикують не тільки власним здоров'ям, але й життям.

Згідно з даними дослідження Кемпбелла і його групи, опублікованими в «Sexual Medicine» [16], сім проаналізованих зразків взагалі містили тільки невідомі речовини. «Як правило, постраждалі пацієнти повідомляють щось на зразок: «Препарат спочатку діяв, як годиться, а потім чомусь перестав». Ніл

Кемпбелл рекомендує тим, хто зацікавлений у прийомі згаданих добавок, в першу чергу проконсультуватися зі своїм лікарем. Основною підставою, чому постраждалі пацієнти обирали цю продукцію, була її відносна дешева вартість.

У Республіці Вірменія при інспекції аптек було виявлено 13 випадків фальсифікації рослинних продуктів [17]. Із застосуванням нового методу було проведено експертизу БАД "Yong Gang" виробництва "Feng Tai Industry", КНР, на наявність наступних субстанцій: варденафіл, силденафіл, тадалафіл, тестостерон. У результаті дослідження в БАД було виявлено 30-34 мг тадалафілу (вміст, що перевищує в 1,5 рази лікувальну дозу), який не було заявлено в якості інгредієнта ні на упаковці, ні в рекламних матеріалах. Крім того, в рекламних матеріалах містилися запевнення про лікувальні властивості БАД, що є неприпустимим.

Аналіз вітчизняного законодавства щодо реєстрації, контролю якості та обігу в Україні ДД свідчить, що в нашій країні створено умови для надходження на ринок продукції, яка може містити в своєму складі незаявлені та/або недозволені компоненти [18-19].

Іншим важливим моментом якості дієтичних добавок є визначення в них заявлених компонентів, зокрема вітамінів та мінералів.

Як зазначено в [20], найпоширенішими методами кількісного визначення вітамінів є хроматографічні методи аналізу: іон-парна хроматографія, високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ) обернених фаз, міцелярна рідинна хроматографія, колонкова рідинна хроматографія з мас-спектрометричною детекцією, також відомими є методи ВЕРХ з УФ- та кулонометричною детекцією. Для аналізу вітамінів групи В використовують також електрохімічні методи, такі як циклічна вольтамперометрія (наприклад, для аналізу тіаміну, піридоксину, ціанкоболаміну, аскорбінової кислоти в катодній ділянці на ртутному та гладкому карбоновому електродах), для аналізу мультивітамінних сумішей – метод диференційної вольтамперометрії.

В [21] проведено критичний аналіз фармакопейної процедури валідації методик атомно-абсорбційної спектрофотометрії та показано її метрологічну некоректність. Також розроблено метрологічно обгрунтовану стандартизовану процедуру валідації методик кількісного визначення за допомогою атомно-абсорбційної спектрофотометрії у варіанті калібрувального графіка. Додатково показано, що більш надійним є підхід, заснований на припущенні рівності невизначеностей калібрування і випробуваної проби; показано також, що для досить вузьких аналітичних діапазонів (не ширше 70 - 130 % від номінального значення) може застосовуватися також і метод стандарту.

Спиридонов С. В. та співавтори в [22] зазначають, що невід'ємною частиною роботи зі створення препарату є розробка методик кількісного визначення основних груп біологічно активних речовин. На даний момент існує чимало методів визначення кількісного вмісту біологічно активних речовин у лікарській рослинній сировині. Серед них фізико-хімічні методи, такі, як гравіметричні (вагові), титриметричні, хроматоденситометричні; електрохімічні методи, до яких відноситься потенціометрія; полярографічні методи, капілярний електрофорез. Однак, в останні роки все більшого поширення отримали різні інструментальні методи аналізу, які здатні швидко і точно виявити навіть незначні кількості біологічно активних речовин. До таких методів належать газова хроматографія і вискоефективна рідинна хроматографія.

Згідно з даними, опублікованими у звіті "Global Vitamins, Minerals&Supplements Review 2011" компанії "Nicholas Hall", обсяг світового ринку вітамінів, мінералів і ДД у 2010 році збільшився на 3,9 % у порівнянні з 2009 роком. Але при цьому на деяких локальних ринках відмічається зменшення обсягу продажів, наприклад в Японії, основною причиною якого стало зниження доходів від продажів ДД у формі рідини. Є підстави зазначити, що основними драйверами росту світового ринку вітамінів, мінералів та ДД виступили продажі кальцієвмісних добавок і засобів на основі риб'ячого жиру. Збільшення обсягу

продажів було відмічено для імуномодуляторів рослинного походження, продуктів для покращення стану суглобів і більшості полівітамінів.

Однак, загальне зростання ринку вітамінів, мінералів і ДД було забезпечене продажами останніх, оскільки зросла зацікавленість споживачів у збереженні свого здоров'я, підвищенні працездатності та зменшенні кількості часу, проведеного на лікарняному. Крім того, піклуючись про своє здоров'я, споживачі прагнули заощадити кошти та надавали перевагу ДД на противагу лікарським засобам. Підвищення попиту на цю продукцію серед споживачів старшого віку має значний вплив на збільшення обсягу її продажів. Особливої уваги також заслуговує той факт, що посилення контролю та обов'язкова реєстрація, які відмічаються у всьому світі, сприяють росту довіри споживачів до цієї продукції.

Ще 10 років тому основними виробниками ДД були західні компанії. При цьому на ринку простежувався значний рівень консолідації. На сьогодні це змінилось, і більша частина ДД виробляється в Китаї та Індії. Посилення конкуренції в цьому сегменті сприяло зміні маркетингових стратегій. Виробники зробили ставку на отримання доходу за рахунок більших обсягів продаж та надання додаткових послуг. Більшу увагу компанії продовжують приділяти зниженню виробничих витрат, що дало б їм змогу підвищити свою конкурентоздатність на ринку. Деякі з них переглянули основні технологічні підходи для виробництва вітамінів. Все вищенаведене надає можливість значно знизити вартість зазначеної продукції, особливо тієї, яка виготовляється китайськими компаніями. Виробники з країн Азії домінують на ринку водорозчинних вітамінів, у тому числі вітамінів групи В і С.

У розрізі структури ринку споживання ДД найбільшу частку обсягу продаж займають ДД, основним компонентом якого є вітамін Е. Однак, за прогнозами, до 2015 року очікується значне збільшення обсягу продажів мультивітамінних комплексів.

На даний час європейський ринок вітамінів є найбільшим у світі. Другу позицію посідає США. При цьому прогнозується, що подальше зростання світового ринку ДД буде забезпечено за рахунок азійсько-тихоокеанського регіону, який має найбільші перспективи росту до 2020 року.

Згідно з інформацією, опублікованою аналітичною компанією "TABS Group Inc.", ринок вітамінів, мінералів і ДД у США у 2008-2010 рр. збільшився більш ніж на 20 %. При цьому його обсяг оцінюється в 11 млрд дол. США. Однак, деякі аналітичні компанії оцінюють цей показник на рівні, який перевищує 20 млрд дол. Причиною збільшення обсягів продажу продукції цього сегменту послужило розширення асортименту товарів.

Сучасний ринок ДД України функціонує в умовах суперечливості нормативно-правової бази, що в свою чергу зумовлює певні ризики щодо безпеки та якості ДД.

У рамках виконання науково-дослідної роботи вивчався закордонний досвід організації державного контролю якості ДД [23] на прикладі Національного інституту лікарських препаратів Польщі, завдання якого полягає у забезпеченні якості та безпеки лікарських препаратів та медичних виробів.

У Польщі за перевірку безпеки та якості лікарських препаратів, медичних виробів і ДД відповідно до законодавства відповідає у першу чергу Національний інститут лікарських препаратів (НІЛП), в якому на підставі постанови Міністра охорони здоров'я було створено Національну лабораторію контролю лікарських препаратів, медичних виробів та біоцидної продукції (НЛКЛПМіБП), відповідно Official Medicines Control Laboratory (OMCL). Контроль певної продукції відповідно до повноважень виконує також Національний інститут громадського здоров'я - Державне гігієнічне управління (сироватки і щеплення), Інститут гематології (кров і препарати з крові), Державний інститут ветеринарії (сироватки та ветеринарні щеплення), а також Інститут продовольства і харчування, які співпрацюють з НІЛП у рамках державного контролю, здійснюваного

Міністерством охорони здоров'я та реалізованого Державною фармацевтичною інспекцією та Державною санітарною інспекцією. Ці організації виконують функції державної служби в системі охорони здоров'я, реалізуючи, таким чином, певні завдання політики держави в галузі охорони здоров'я.

Національний інститут лікарських препаратів бере участь у держконтролі лікарських препаратів та медичних виробів та експертизі реєстраційної документації з 1951 року, а з середини дев'яностих років минулого століття щільно співпрацює з Європейським директором якості лікарських препаратів в Страсбурзі. Він дуже швидко при цьому зміг продемонструвати свою компетентність при дослідженнях якості лікарських препаратів (дослідження компетентності - це визначення дослідницької ефективності лабораторії шляхом порівняння результатів з іншими лабораторіями) і довів, що може бути повноцінним членом мережі OMCL. Контакти з EDQM та мережею OMCL дали Інституту можливість швидше модернізувати організаційну структуру, розробити необхідні процедури і Книгу якості, а також ввести систему управління якістю на підставі норми PN-EN ISO/IEC 17025.

У даний час OMCL Інституту проводить лабораторно-контрольні дослідження та експертизу за заявками поліції, прокуратури та митних служб.

У групі нелегальної продукції, призначеної для охорони здоров'я, у країнах ЄС найчастіше допускаються до реалізації фальшиві біодобавки (в основному рекомендовані при дисфункції ерекції і для схуднення), у тому числі в першу чергу в галузі традиційної китайської медицини - Traditional Chinese Medicine (TCM). У цю групу входить в основному продукція на основі лікарських трав, трав і мінералів або містить документально не підтвержені діючі речовини. Більші ускладнення для правильної класифікації такої продукції створює відсутність визначення фальшивої біодобавки в європейському та польському законодавстві. У зв'язку з цим не зрозуміло, чим повинна вважатися біодобавка, що містить незадекларовану фармацевтичну діючу речовину - фальшивим

лікарським препаратом чи, якщо не відповідає задекларованому на упаковці складу, харчовим продуктом. Безумовно, наслідки для здоров'я та юридичні наслідки в обох випадках принципово відрізняються. У мережі OMCL і в НІЛП така продукція вважається фальшивим лікарським препаратом, тому небезпека, яка загрожує пацієнтам, є набагато більшою - вони вірять, що вживають натуральну продукцію (найчастіше декларовану як продукцію цілком рослинного походження), безпечну і позбавлену побічної дії та взаємодії з іншими прийнятими препаратами. Тому проблеми зі здоров'ям, які виникли внаслідок цього, вони не асоціюють з цією продукцією, що додатково збільшує ризик серйозної загрози для їх здоров'я та життя.

Роль та важливість державного контролю лікарських препаратів постійно зростають, що підтверджує аналіз ринку ДД в країнах Європейського Союзу загалом і в Польщі зокрема. Це пов'язано у першу чергу з правовим зобов'язанням національних та європейських органів, що забезпечують безпеку та ефективність лікарських препаратів і медичних виробів шляхом повного нагляду над продукцією від її виробництва до поставки пацієнтові. З іншого боку, зростаючі ціни на препарати, проблеми зі страховим поверненням витрачених коштів або труднощі в доступі до лікаря-фахівця призводять до розвитку напівлегального (сірого) і нелегального (чорного) ринку лікарських препаратів, медичних виробів і ДД, що починає створювати в багатьох європейських країнах серйозну загрозу для громадського здоров'я.

За останнє десятиріччя втричі зросла кількість зафіксованих випадків ураження печінки, причиною яких стало вживання дієтичних добавок. У більшості випадків подібні наслідки спричинили дієтичні добавки спортивного призначення. Серед наслідків також зафіксовано і смертельні випадки. Одна третя частина таких добавок містила нелегальні стероїди. Токсичні отруєння різного ступеня тяжкості також були зафіксовані як наслідок вживання фальсифікованих

дієтичних добавок, навіть у випадках, коли в якості активних інгредієнтів були поживні речовини, такі як вітаміни, мінерали або амінокислоти [8].

Питання щодо того, яким має бути склад дієтичних та харчових добавок, не втратило актуальності для регулюючих органів, оскільки все ще трапляються випадки погіршення здоров'я громадян, які приймали дієтичні добавки, що містили у складі не заявлені інгредієнти. Актуальною є і проблема продажу таких продуктів через Інтернет [9].

Серед речовин, дозволених законодавством ЄС для використання у ДД, передбачено лише мінерали та вітаміни.

За 2014 рік найчастіше серед виявлених заборонених інгредієнтів траплялись речовини мінерального походження або амінокислоти, заявлені у директиві (2002/46/ЕС) як ті, що не можуть використовуватись у складі ДД. Такі продукти часто є американського виробництва і доступні для продажу в мережі Інтернет. Зазвичай такі компоненти заявлені на етикетці і є легальними для продажу на території США.

Дієтичні добавки, до складу яких входять силденафіл або аналогічні сполуки, задекларований ефект приписують дії натуральних екстрактів. Такі продукти, зазвичай, виробляють у Китаї.

У 2014 році виявили нові інгредієнти, що раніше не зустрічали у дієтичних добавках. Літій - один із них (як відомо, літій використовують при психіатричному лікуванні). Але досі не проведено оцінку ризиків щодо кількості літію у дієтичних добавках.

Тетрагідроканабінол (ТГК) є активним компонентом канабісу і тому йому не місце у дієтичних добавках. Зафіксовано випадок виявлення даної сполуки у ДД з екстрактом *Tribulus terrestris*. У Чехії також зафіксовано випадок виявлення анаболічних стероїдів у дієтичних добавках, вироблених у Болгарії.

Система законодавчого та нормативно-правового регулювання у сфері обігу ДД в Україні на даний час знаходиться в стані адаптації законодавства України про безпечність та якість харчових продуктів до європейського законодавства.

Так, 27 липня 2008 року на засіданні Ради підприємців при КМУ Лігою виробників харчових продуктів було представлено проект закону «Про засади продовольчого законодавства і офіційний контроль, що виконується з метою перевірки його виконання». Частина положень цього законопроекту стала частиною Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо харчових продуктів».

З 20.09.2015 р. набрав чинності Закон України від 22.07.2014 №1602-VII «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо харчових продуктів» (далі – Закон), яким внесено зміни до Кодексу України про адміністративні правопорушення, Законів України «Про забезпечення санітарно та епідеміологічного благополуччя населення», «Про захист прав споживачів» та ін.

Прийнятий Закон не передбачає повноваження Держсанепідслужби з надання експлуатаційних дозволів та висновків державної санітарно-епідеміологічної експертизи харчових продуктів.

Однією із законодавчих новацій нового Закону стало створення єдиного державного органу (компетентний орган), який здійснюватиме контроль харчових продуктів, інших об'єктів санітарних заходів. А саме, Положенням про Державну ветеринарну та фітосанітарну службу України, затвердженим Указом Президента України від 13 квітня 2011 року № 464 Держветфітослужбі надано повноваження щодо забезпечення реалізації державної політики у галузі ветеринарної медицини, безпечності харчових продуктів та в інших визначених сферах. Тобто, якщо раніше головним регулятором було Міністерство охорони здоров'я України і безпосередньо санітарно-епідеміологічна служба, то на сьогодні таким органом затверджено Кабінет Міністрів України та новостворений компетентний орган -

Державну службу України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів (далі - Держпродспоживслужба). Цій службі надано значні повноваження. Зокрема, вона встановлює порядок затвердження експортних потужностей, внесення та виключення їх з реєстру та відповідає за проведення постійних консультацій з відповідними органами інших країн щодо визнання еквівалентності всіх або окремих санітарних заходів з метою подальшого підписання відповідних угод. Також дана служба:

- організовує та здійснює державний контроль;
- видає документи дозвільного характеру;
- здійснює державний контроль за впровадженням постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках (НАССР);
- уповноважує лабораторії та референс-лабораторії на проведення досліджень (випробувань) об'єктів санітарних заходів для цілей державного контролю тощо.

Також, виходячи з вимог нового Закону, вводиться обов'язкова акредитація відповідно до стандарту ДСТУ ISO 17025 всіх лабораторій, які здійснюють випробування для цілей державного контролю. Новий Закон передбачає створення мережі референс-лабораторій, якими можуть бути тільки акредитовані лабораторії.

Ще однією новацією стало те, що тепер оператори ринку мають розробляти, запроваджувати та використовувати постійно діючі процедури, які базуються на принципах системи НАССР на всіх стадіях виробництва та обігу, але в той же час сертифікація постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи НАССР, не є обов'язковою, окрім випадків, коли законом № 771 передбачено видачу міжнародного сертифіката. Однак на сьогодні немає сталого визначення поняття «міжнародний сертифікат». Зазвичай під цим терміном розуміють документи, які мають юридичну силу під час міжнародної торгівлі в рамках

Всесвітньої організації торгівлі і видаються органами країн походження продукції, які на це уповноважені. Як правило, це сертифікати на тваринну, рослинну продукцію тощо, які видаються органами ветеринарної та фітосанітарної служби.

Що стосується термінології, то наразі змінено визначення поняття «Дієтична добавка». У новій редакції закону № 771 - це харчовий продукт, що споживається у невеликих визначених кількостях додатково до звичайного харчового раціону, який є концентрованим джерелом поживних речовин, у тому числі білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин (цей перелік не є виключним) і виготовлений у вигляді таблеток, капсул, драже, порошків, рідин або в інших формах. Однак таке поняття наразі не є прийнятним, оскільки у більшості випадків дієтичні добавки містять у своєму складі продукти рослинного (лікарські та пряно-ароматичні трави) або тваринного походження (продукти бджільництва тощо). Однак такі продукти не було включено в поняття «дієтичної добавки», що може призвести до неможливості віднесення добавок, виготовлених з використанням такої продукції, до цієї категорії. При цьому постає питання: що ж ще можуть містити дієтичні добавки, якщо вони не включені в перелік речовин, передбачених цим законом?

У новій редакції Закону ряд категорій спеціальних харчових продуктів взагалі випав з правового поля. Це функціональні харчові продукти, спеціальні продукти дієтичного споживання, але з'явилися нові категорії продуктів: харчовий продукт для спеціальних медичних цілей і харчовий продукт для контролю ваги. В новому Законі визначено поняття «харчові продукти для спеціальних медичних цілей» — це виключно харчові продукти для ентерального (зондового) харчування, тобто для харчування пацієнтів у критичних станах. Усі інші продукти, які потребують медичного нагляду, відтепер не регулюються. Із правового поля зовсім випало питання харчування під час різних функціональних станів (період вагітності, підвищені фізичні навантаження), захворювань (діабет

тощо), а також харчування для хворих з непереносимістю окремих харчових інгредієнтів (фенілкетонурія, целиакія тощо). Не передбачено законом, яким документом буде встановлюватися сфера реалізації цих продуктів: через аптечну мережу або спеціалізовані відділи торговельної мережі. Закон також не передбачає погодження етикетки на вказані види харчових продуктів.

Отже, прийняття нового Закону викликало багато запитань. Рівень його адаптації залишається дуже низьким. Відмінено старі механізми контролю за безпекою та якістю ДД, які знаходяться в обігу. При подальшій гармонізації законодавства України до міжнародних вимог щодо реєстрації та обігу ДД виникає необхідність більш поглибленого контролю безпеки та якості цієї продукції.

Поняття «ДД» і «лікарський засіб» достатньо чітко розділені в законодавствах розвинених країн на підставі наявності або відсутності медичних показань. У деяких країнах, наприклад, США, на ДД, в основному, поширюються ті ж вимоги і норми, що і на харчові продукти. Однак, маркування ДД не повинне вводити споживача в оману. У нашій країні не ведеться збір даних про наявність шкідливих домішок у продуктах, що продаються у якості ДД, і не ведеться контроль невідповідності вказівок на етикетках фактичним концентраціям діючих речовин. Саме тому виникла необхідність створення додаткового розділу «Дієтичні добавки» у Державній Фармакопеї України.

18 липня 2012 р. у Києві відбувся круглий стіл, присвячений питанню створення додаткового розділу “Дієтичні добавки” у Державній Фармакопеї України. Організаторами заходу виступили ДУ “Інститут гігієни і медичної екології ім. О.М. Марзеева НАМН України” (нині ДУ «Інститут громадського здоров’я ім. О.М. Марзеева НАМН України»), ДП “Науково-експертний фармакопейний центр” і Національний фармацевтичний університет. На засіданні були присутні спеціалісти МОЗ України в галузі ДД. Фахівці фармації у галузі контролю якості продукції, гігієни та епідеміології харчування, керуючись тим,

що на сьогоднішній день ситуація у сегменті контролю якості дієтичних добавок (ДД) вимагає істотних змін, обговорили питання необхідності внесення додаткового розділу “ДІЄТИЧНІ ДОБАВКИ” до ДФУ. За результатами зустрічі фахівці одноголосно визнали доцільність введення в ДФУ окремого розділу, присвяченого контролю якості ДД. У результаті засідання було вирішено доручити ДУ «ІГМЕ НАМНУ» за участі ДП «Науково-експертний фармакопейний центр» і Національного фармацевтичного університету розробку загальної вступної статті «Дієтичні добавки», що буде мати статус рекомендацій.

У рамках науково-дослідної роботи ДУ "ІГМЕ НАМНУ" звернулась із запитом до державного підприємства, якому доручено ведення електронного реєстру висновків державної санітарно-епідеміологічної експертизи, стосовно можливості отримання додаткових відомостей щодо кількості зареєстрованих ДД для окремих груп. У відповіді було надано загальну кількість зареєстрованих ДД, а також зазначено, що використовуючи всі дані, які є в реєстрі, неможливо здійснити аналіз щодо їх розподілу за різними групами.

Аналіз структури ДД, які при державній реєстрації проходили санітарно-епідеміологічну експертизу в ДУ "ІГМЕ НАМНУ", показав, що 60% ДД відносяться до групи, яка є джерелами водорозчинних вітамінів. Відповідно, вважається за доцільне звернути першочергову увагу на саме цю групу ДД при розробці та впровадженні в ДФУ методів контролю якості для ДД.

У 2007 році FDA затвердили документ стосовно сучасної Належної Виробничої Практики (cGMPs) для дієтичних добавок (ДД). Згідно з цим документом, виробники ДД мають встановити та належним чином задокументувати свої особисті стандарти якості для процесів виробництва, пакування, зберігання та контролю якості складових інгредієнтів. Також виробники ДД мають вжити всіх можливих заходів для запобігання забрудненню своїх продуктів.

Важливою вимогою даного документу є вимога щодо підтвердження виробником придатності використовуваних методів випробувань.

Так, виробники ДД добровільно можуть користуватись послугами контролю якості своєї продукції третьою стороною - фармакопеею США, яка є всесвітньо визнаною, неурядовою та неприбутковою організацією, яка впроваджує стандарти щодо ідентифікації, складу, якості та чистоти лікарських засобів, харчових інгредієнтів і дієтичних добавок. Деякі зі стандартів USP використовуються FDA на законодавчому рівні.

Нині в Україні наявна дуже суттєва проблема щодо можливості визначення вітаміну В12 у вітамінних ДД. Ця проблема пов'язана з тим, що велика кількість нормативних документів передбачає визначення даного інгредієнту мікробіологічним методом. Неодноразово проведені попередні дослідження з кількісного визначення ціанкобаламіну в різних зразках методом дифузії в агар засвідчили, що методика з використанням тест-штаму *E.coli* 113-3, рекомендованого для тестування фахівцями Національної колекції мікроорганізмів (Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України) замість визначеного в АНД до лікарського засобу штаму *E.coli* ATCC 11105, не верифікується через те, що цей штам, придбаний із вказаної колекції, не має чутливості до ціанкобаламіну. Нажаль, і в інших українських національних колекціях немає штамів, рекомендованих Європейською Фармакопеею для застосування при визначенні ціанкобаламіну.

Визначення ціанкобаламіну в деяких інших зразках, які надходили до лабораторії, передбачає застосування іншого, турбідиметричного методу з використанням тест-штаму *Lactobacillus leichmanii* ATCC 7830. На запит щодо придбання штаму в Українській колекції мікроорганізмів депозитарію було надано відповідь про його відсутність у колекції, що підтверджується інформацією на офіційному сайті зазначеного вище інституту.

Таким чином, на сьогоднішній день виконання досліджень з визначення цианокобаламіну (вітаміну В12) мікробіологічним методом є неможливим. У зв'язку з вище зазначеним було проведено експериментальні дослідження щодо можливості визначення зазначеного інгредієнту іншими методами. Дослідження доводять, що метод ВЕРХ, рекомендований Фармакопеею США, може бути застосованим при визначенні вітаміну В12 у концентраціях понад 4 мкг/мл. Однак, чисельні дослідження показали, що можливість визначення вітаміну В12 у полівітамінних ДД залежить не лише від його концентрації, а й від повного складу досліджуваних зразків, оскільки деякі компоненти можуть заважати такому визначенню, а наявність у комплексах заліза, міді та цинку в певних формах не лише унеможлиблює таке визначення, а й може впливати на наявність вітаміну В12 у кінцевому продукті.

На сьогоднішній день гостро стоїть проблема контролю якості ДД за кількісними та якісними показниками, а також систематизація підходів щодо методів контролю якості, їх стандартизація та можливість незалежного оцінювання в компетентних лабораторіях, виконання яких дасть змогу гарантувати якість даних ДД та їх безпечність та унеможливить негативний вплив на споживача.

Значний інтерес викликали хроматографічні методи досліджень, оскільки за їхньою допомогою можна чітко ідентифікувати у ДД водорозчинні вітаміни групи В (зокрема, нікотинамід (РР), піридоксину гідрохлорид (В6), рибофлавін (В2) та тіамін (В1) та визначити кількісний вміст кожного вітаміну окремо.

Ми розглянули методика, які пропонує нам Фармакопея США і обрали для досліджень в лабораторії дві рівноцінні: Методика 1 (*Method 1*) та Методика 3 (*Method 3*) - з використанням методу ВЕРХ, як одного з найефективніших і найрезультативніших для отримання достовірних результатів.

Фармакопея США також містить Методику 2 (*Method 2*), де вказано визначення кожного вітаміну окремо. Але дане рішення потребує більших

трудоу, часових та матерiальних затрат. Тому бiльшу зацiкавленiсть викликали методики 1 i 3, де є можливiсть визначати декiлька водорозчинних вiтамiнiв групи В одночасно.

Метою проведеного нами дослiдження було:

- аналiз великої кiлькостi ДД обома методиками для отримання репрезентативної вибiрки результатiв;
- перевiрка та пiдтвердження можливостi контролю ДД, що мають зовсiм рiзний склад, наприклад, мiстять рослинну сировину чи автолизат дрiжджiв;
- одержання результатiв, що дадуть змогу рекомендувати унiверсальну методику контролю вiстуну зазначених вiтамiнiв у ДД.

Перший етап контролю проведений для чотирьох ДД (Ундевiт, Акневiт, Полiвiт, В-комплекс) за двома методиками.

Методика 1.

Розчинник: ацетонiтрил, льодяна оцтова кислота, вода (5:1:94).

Рухома фаза: сумiш метанолу, льодяної оцтової кислоти, води (27:1:73), що мiстить 140 мг натрiю 1-гексансульфонату на кожнi 100 мл.

Вихiдний стандартний розчин нiацину: у мiрнiй колбi готують розчин нiацину в розчиннику таким чином, щоб кiнцева концентрацiя вiтамiну становила 1 мг/мл.

Вихiдний стандартний розчин пiридоксину гiдрохлориду: у мiрнiй колбi готують розчин пiридоксину гiдрохлориду в розчиннику таким чином, щоб кiнцева концентрацiя вiтамiну становила 1 мг/мл.

Вихiдний стандартний розчин рибофлавіну: у мiрнiй колбi готують розчин рибофлавіну у розчиннику таким чином, щоб кiнцева концентрацiя вiтамiну становила 1 мг/мл.

Вихідний стандартний розчин тіаміну: у мірній колбі готують розчин тіаміну в розчиннику таким чином, щоб кінцева концентрація вітаміну становила 1 мг/мл.

Стандартний розчин: у мірну колбу на 25 мл переносять необхідний об'єм вихідного стандартного розчину кожного вітаміну з розрахунку, щоб кінцева концентрація кожного вітаміну приблизно дорівнювала концентрації відповідного вітаміну у випробовуваному розчині. Додають 15 мл розчинника і перемішують. Колбу занурюють у гарячу водяну баню з температурою 65-70°C на 10 хв, регулярно струшуючи або використовуючи вихровий змішувач. Швидко охолоджують у холодній водянній бані протягом приблизно 10 хв до кімнатної температури, доводять розчинником до мітки і перемішують.

Випробовуваний розчин: При приготуванні випробовуваного розчину орієнтуються на вміст тіаміну (вітаміну В1) у препараті. Зважують не менше 30 таблеток (капсул, драже, вмісту саше), розтирають до однорідної маси. Переносять точну наважку порошку у мірну колбу на 25 мл. Додають 15 мл розчинника і перемішують з використанням вихрового змішувача протягом 30 с для повного суспендування порошку. Занурюють колбу у гарячу водяну баню з температурою 65-70 °С приблизно на 5 хв і перемішують на вихровому змішувачі протягом 30 с. Повертають колбу в гарячу водяну баню, нагрівають протягом ще 5 хв і перемішують на вихровому змішувачі протягом 30 с. Швидко охолоджують у холодній водянній бані приблизно 10 хв до кімнатної температури, доводять розчинником до мітки і перемішують.

Прилад: рідинний хроматограф Agilent 1200.

Детектор: Ультрафіолетовий, або інший з можливістю регулювати довжину хвилі. Для проведення випробування використано діодно-матричний детектор.

Довжина хвилі детектування: 280 нм.

Колонка: Для проведення випробування використано колонку Dionex Acclaim 120 C18 4.6×150mm, 5-micron, packing L1.

Швидкість потоку: 1.0 мл/хв.

Об'єм інжекції: 5 мкл.

Температура колонки: кімнатна. Для проведення випробування встановлено температуру 25 °С.

Методика: Інжектують рівні об'єми стандартного та випробовуваного розчину, реєструють хроматограми, вимірюють площі піків ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну та розраховують їх вміст за формулою (1):

$$X = \frac{r_u}{r_s} \cdot \frac{C_s}{C_u} \cdot 100 \quad (1)$$

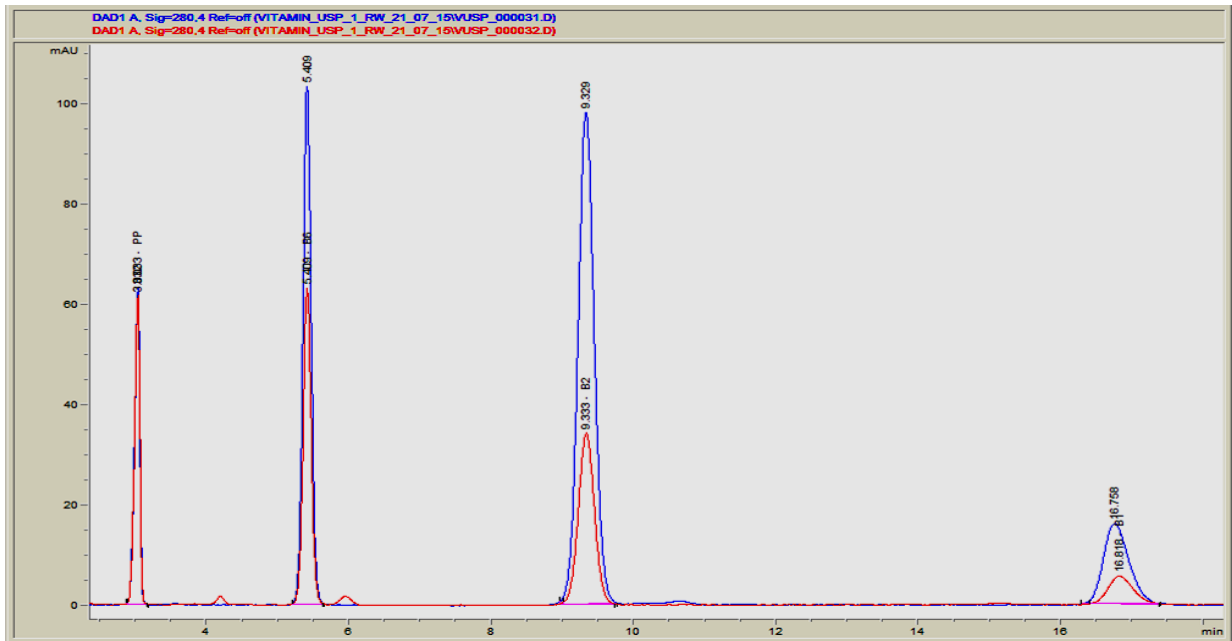
де: r_u – площа піку ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну у випробовуваному розчині;

r_s - площа піку ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну у стандартному розчині;

C_u – концентрація ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну у випробовуваному розчині мг/мл;

C_s - концентрація ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну у стандартному розчині мг/мл;

Приклади хроматографічних профілів різних ДД, одержаних з використанням даної методики, можна бачити на рисунку 1.



— Стандартний розчин

— Ундевіт, драже

Рисунок 1 - Хроматографічний профіль ДД Ундевіт по нікотинаміду (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1)

Результати кількісного визначення нікотинаміду (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1) у різних ДД, отриманих з використанням даної методики, можна бачити у таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати кількісного визначення нікотинаміду (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1) (методика 1, USP)

№ п/ п	Назва препарату	Заявлений вміст, мг				Одержаний результат, мг (методика 1)			
		B1	B2	B6	PP	B1	B2	B6	PP
1	Ундевіт, драже	2,00	2,00	3,00	20,00	1,82	1,87	2,72	20,28

2	Акневіт, капсули	2,00	2,00	2,00	-	9,45	3,29	7,27	-
3	Полівіт, капсули	1,80	2,10	2,40	19,60	2,33	2,07	2,60	19,27
4	В- комплекс, таблетки	4,46	5,00	4,60	25,00	5,44	5,87	4,88	24,22

Методика 2

Розчинник: 25 мг/мл динатрію едетату у воді.

Рухома фаза: 0,4 мл триетиламіну, 15,0 мл льодяної оцтової кислоти і 350 мл метанолу вміщують у мірну колбу об'ємом 2000 мл. Доводять до мітки 0,008 М розчином натрію гексансульфонату.

Розчин 0,008 М натрію гексансульфонату: 3,28 г натрію гексансульфонату моногідрату вміщують у мірну колбу об'ємом 2000 мл. Потім розчиняють у 1900 мл води. Доводять до мітки водою.

Вихідний стандартний розчин ніацину: у мірній колбі готують розчин ніацину у розчиннику таким чином, щоб кінцева концентрація вітаміну становила 1 мг/мл.

Вихідний стандартний розчин піридоксину гідрохлориду: у мірній колбі готують розчин піридоксину гідрохлориду у розчиннику таким чином, щоб кінцева концентрація вітаміну становила 1 мг/мл.

Вихідний стандартний розчин рибофлавіну: у мірній колбі готують розчин рибофлавіну у розчиннику таким чином, щоб кінцева концентрація вітаміну становила 1 мг/мл.

Вихідний стандартний розчин тіаміну: у мірній колбі готують розчин тіаміну у розчиннику таким чином, щоб кінцева концентрація вітаміну становила 1 мг/мл.

Стандартний розчин: у мірну колбу на 10 мл переносять необхідний об'єм вихідного стандартного розчину кожного вітаміну з розрахунку, щоб кінцева концентрація кожного вітаміну приблизно дорівнювала концентрації відповідного вітаміну у випробовуваному розчині, доводять розчинником до мітки і перемішують. Переносять 5,0 мл одержаного розчину у 100 мл конічну колбу з притертою пробкою. Додають 10,0 мл суміші метанолу та оцтової кислоти льодяної (9:1) та 30,0 мл суміші метанолу та етиленгліколю (1:1). Закривають пробкою, перемішують за допомогою магнітного змішувача протягом 15 хв у водяній бані при 60 °С та охолоджують. Фільтрують, відкидаючи перші декілька мл фільтрату.

Випробовуваний розчин: при приготуванні випробовуваного розчину орієнтуються на вміст тіаміну (вітаміну В1) у препараті. Зважують 30 таблеток (капсул, драже, вмісту саше), розтирають до однорідної маси. Переносять точну наважку порошку у мірну колбу на 25 мл. Додають 15 мл розчинника і перемішують з використанням вихрового змішувача протягом 30 с до повного суспендування порошку, доводять розчинником до мітки і перемішують. Переносять 5,0 мл одержаного розчину у 100 мл конічну колбу з притертою пробкою. Додають 10,0 мл суміші метанолу та оцтової кислоти льодяної (9:1) та 30,0 мл суміші метанолу та етиленгліколю (1:1). Закривають пробкою, перемішують за допомогою магнітного змішувача протягом 15 хв у водяній бані при 60 °С та охолоджують. Фільтрують, відкидаючи перші декілька мл фільтрату.

Прилад: рідинний хроматограф Agilent 1200.

Детектор: Ультрафіолетовий або інший з можливістю регулювати довжину хвилі. Для проведення випробування використано діодно-матричний детектор.

Довжина хвилі детектування: 270 нм.

Колонка: Для проведення випробування використано колонку Dionex Acclaim 120 C8 4.6×250mm, 5-micron, packing L7.

Швидкість потоку: 2.0 мл/хв.

Об'єм інжекції: 5 мкл.

Температура колонки: 50 °С.

Методика:

Інжектують рівні об'єми стандартного та випробуваного розчину. Реєструють хроматограми, вимірюють площі піків ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну та розраховують їх вміст за формулою 2:

$$X = \frac{r_u}{r_s} \cdot \frac{C_s}{C_u} \cdot 100 \quad (2)$$

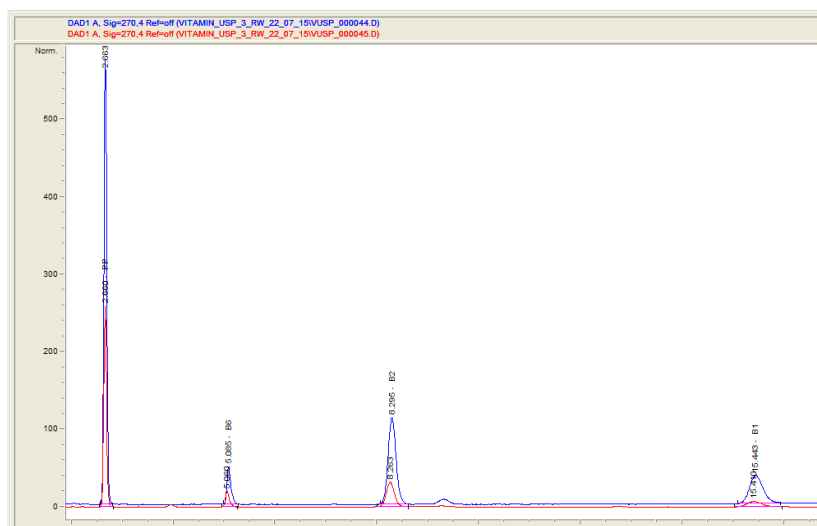
де: r_u – площа піку ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну у випробуваному розчині;

r_s - площа піку ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну у стандартному розчині;

C_u – концентрація ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну у випробуваному розчині мг/мл;

C_s - концентрація ніацину, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну у стандартному розчині мг/мл;

Приклади хроматографічних профілів по різних ДД, одержаних з використанням даної методики, можна бачити на рисунку 2.



— Стандартний розчин

— Ундевіт, драже

Рисунок 2 - Хроматографічний профіль ДД Ундевіт по нікотинаміді (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1)

Результати кількісного визначення нікотинаміду (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1) різних ДД, одержаних з використанням даної методики, можна бачити у таблиці 2.

Таблиця 2 - Результати кількісного визначення нікотинаміду (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1) (методика 3, USP)

№ п/ п	Назва препарату	Заявлений вміст, мг				Одержаний результат, мг (методика 3)			
		B1	B2	B6	PP	B1	B2	B6	PP
1	Ундевіт, драже	2,00	2,00	3,00	20,00	1,81	2,01	2,57	18,7,
2	Акневіт, капсули	2,00	2,00	2,00	-	10,09	4,13	13,74	-
3	Полівіт, капсули	1,80	2,10	2,40	19,60	2,26	2,61	2,34	19,48
4	В- комплекс, таблетки	4,46	5,00	4,60	25,00	5,15	5,23	4,41	27,37

У результаті проведених досліджень при хроматографуванні випробовуваних розчинів ми зіткнулися з проблемами різного характеру, наслідком яких може бути неоднозначна інтерпретація отриманих результатів.

Однією з основних є проблема завищення результату кількісного визначення по деяким вітамінам, наприклад по тіаміну в препаратах Полівіт та В-комплекс, а також по рибофлавіну в препараті Полівіт. Вихід результату за норми нашою хує на питання, що саме відбувається з готовим продуктом та чому показники не співпадають із заявленими на етикетці. Поясненням у даній

проблемній ситуації може бути багатоконпонентність і різноманітність складу ДД, які окрім водорозчинних вітамінів групи В містять додаткову кількість жиророзчинних вітамінів, мінералів, мікроелементів та інших допоміжних речовин, що ускладнюють процес пробопідготовки та виділення потрібних комплексів із відомими концентраціями.

Дану проблему можна розв'язати удосконаленням пробопідготовки ДД з максимальним акцентом на виділення саме тих вітамінних комплексів, які потрібно відшукати в конкретній методиці, з додатковим очищенням від великої кількості допоміжних речовин, що містяться в ДД. Ще одним шляхом вирішення даного питання є проведення кількісного визначення нікотинаміду, піридоксину гідрохлориду, рибофлавіну, тіаміну не в комплексних методиках ВЕРХ, а окремо для кожного компоненту, що дасть змогу більш повно проаналізувати багатоконпонентну ДД, адаптувати для кожного конкретного вітаміну відповідну методику ВЕРХ, ліквідувати вплив інших складових ДД.

Але одночасно з багатоконпонентністю та різноманітністю ДД виникла ще одна суттєва проблема, зокрема з вітамінним комплексом Акневіт, у якому отримано завищений у кілька разів результат по всіх вітамінах групи В.

Дана проблема виникла через те, що основним компонентом препарату Акневіт є автолізат дріжджів, що у свою чергу є природним джерелом необхідних організму амінокислот, білків, макро- і мікроелементів, полісахаридів та пептидів і, зокрема, суттєвої кількості вітамінів групи В.

Дріжджі мають дуже мінливий хімічний склад. З таблиці 3 можна бачити, наскільки широким може бути діапазон вмісту вітамінів у дріжджах.

Таблиця 3 – Вміст деяких вітамінів у дріжджах

№ п/п	Назва вітаміну	Вміст вітаміну, мкг на 1 г сухих дріжджів
1	Тіамін (В1)	20-100
2	Рибофлавін (В2)	30-62
3	Пантотенова кислота	118-198
4	Нікотинамід (РР)	190-585
5	Піридоксин (В6)	25-100
6	Біотин	0,5-1,8
7	Фолієва кислота	19-35

Таким чином, при виробництві ДД, до складу яких входить, наприклад, автолізат дріжджів, виробник не враховує кількість вітамінів у сировині та невірно зазначає склад ДД на упаковці, вводячи таким чином в оману споживача.

Для підтвердження достовірності отриманих результатів було прийнято рішення провести дослідження на однакових зразках ДД різними фахівцями паралельно в однакових умовах, щоб зробити висновок про відтворюваність методики та збіжність результатів.

Отже, другим етапом стало дослідження інших чотирьох ДД (Вітамол, Оковіт, Алфавіт, Супрадин) трьома фахівцями за тими ж фармакопейними методиками. Умови проведення досліджень ті самі, що і на першому етапі, з незначними модифікаціями. Для методики 1 використано колонки Zorbax Eclipse Plus C18 4.6×150mm, 5-micron, packing L1 та Dionex Acclaim 120 C18 4.6×150mm, 5-micron, packing L1. Для методики 3 використано колонку Dionex Acclaim 120 C8 4.6×250mm, 5-micron, packing L7, швидкість потоку встановлено 1,5 мл/хв. При цьому особливу увагу було приділено нюансам пробопідготовки, а саме відбору та способу подрібнення зразка, його розведенню та фільтруванню.

Результати кількісного визначення нікотинаміду (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1), одержаних з використанням методики 1, представлено в таблиці 4.

Таблиця 4 - Результати кількісного визначення нікотинаміду (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1) (методика 1)

№ п/ п	Назва препарату	Вітамін	Заявлений вміст, мг/таб.	Одержаний результат, мг/таб. (методика 1)		
				Виконаве ць 1	Виконаве ць 2	Виконаве ць 3
1	Вітамол, таблетки	B6	1,5	1,48	1,66	1,42
		B2	1,1	1,15	1,49	1,19
		B1	1,0	0,70	1,00	0,75
2	Оковіт, таблетки	PP	1,2	0,86	1,54	0,87
		B6	0,15	0,10	0,14	0,09
		B2	0,13	0,05	0,09	0,05
		B1	0,11	0,02	0,04	0,03
3	Алфавіт, таблетки	PP	30	27,9	43,7	30,6
		B6	3	2,8	3,9	3,0
		B2	3	2,7	4,8	3,2
		B1	4	4,7	5,8	4,7
4	Супрадин, таблетки	PP	48	58,76	59,529	54,490
		B6	2	2,70	2,757	2,684
		B2	4,20	4,19	4,199	4,57
		B1	3,30	5,24	5,291	5,027

Результати кількісного визначення нікотинаміду (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1), одержаних з використанням методики 3, наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 - Результати кількісного визначення нікотинаміду (PP), піридоксину гідрохлориду (B6), рибофлавіну (B2), тіаміну (B1) (методика 2)

№ п/п	Назва препарату	Вітамін	Заявлений вміст, мг/таб.	Одержаний результат, мг/таб. (методика 3)		
				Виконавець 1	Виконавець 2	Виконавець 3
1	Вітамол, таблетки	B6	1,5	1,78	1,81	1,80
		B2	1,1	2,04	1,65	1,81
		B1	1,0	0,94	0,98	0,95
2	Оковіт, таблетки	PP	1,2	0,74	0,80	0,77
		B6	0,15	0,13	0,11	0,12
		B2	0,13	0,11	0,08	0,09
		B1	0,11	0,04	0,05	0,05
3	Алфавіт, таблетки	PP	30	34,8	46,4	33,3
		B6	3	3,4	3,9	3,3
		B2	3	2,8	4,0	3,2
		B1	4	5,5	5,6	5,2

Виходячи з аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що одержані результати входять в межу нормування 90-150 %. Отже дані методики цілком придатні для контролю ДД на ринку України і можуть бути рекомендовані для використання.

Оскільки група ДД для покращення еректильної функції є дуже популярною в Україні та широко представлена в торгівельній мережі, то продукція цієї групи була вибрана для проведення досліджень щодо наявності в них речовин, які недозволені для використання в ДД. У рамках виконання даної науково-дослідної роботи було проведено контрольну закупку зразків ДД для підвищення потенції. Всі закуплені зразки були перевірені на наявність в них незадекларованих

компонентів, а саме силденафілу та його аналогів. Визначення силденафілу цитрату можливе за допомогою мас-спектрометрії [30-33].

Силденафіл цитрат (СЦ) є речовиною погано і дуже погано розчинною в чистих органічних розчинниках [30], сумісних з мас-метричним детектором (вода, ацетонітрил, спирти насичені). Однак він у достатній мірі розчиняється в суміші вода - спирт етиловий (експериментально показано, що в системі вода – 96 % етанол (50:50 за обсягом) розчинність СЦ становить не менше 5 мг/мл при 20 °С. Тому ця суміш і була використана в якості екстрагента проби (далі «розчинник»). Розчинник виявився і ефективним носієм для МС у режимі проточно-інжекційного аналізу з достатньою ефективністю формування іонів у газовій фазі в режимі хімічної іонізації при атмосферному тиску.

Пробопідготовка була проведена наступним чином: якщо препарат являв собою тверді капсули, вміст однієї капсули переносився у флакон і розглядався; якщо вміст являв собою порошок, то від нього відбирали пробу в 100 мг (98 - 102 мг). Якщо препарат являв собою таблетки, то одну таблетку розтирали в ступці і відбирали пробу в 100 мг (98 - 102 мг). Якщо препарат являв собою м'які капсули з маслянистим вмістом, то вміст однієї капсули гомогенізували в ступці і потім за допомогою скляної палички відбирали проба в 100 мг (90 - 110 мг). Якщо препарат являв собою рідину, то відбирали пробу в 100 мкл. Проба (зазвичай приблизно 1 доза, наприклад, вміст капсули або одна таблетка) переносили у флакон об'ємом 10-20 мл, додавали 10 мл розчинника, флакон закривали пластиковою кришкою та розміщували в ультразвуковій бані протягом 10 хвилин при кімнатній температурі. Потім пробу фільтрували через мембранний фільтр 0,45 мкм, відкидали перші 2 мл фільтрату, отриманий фільтрат оглядали на предмет утворення конуса Тільдаля, при наявності якого проводилося додаткове фільтрування (очікувана концентрація силденафілу цитрату близько 500 мкг/мл). 100 мкл отриманого фільтрату переносили у флакон місткістю 10-20 мл та додавали 10,0 мл розчинника, перемішували. Отриманий розчин являв собою

аналітичну пробу, яку вводили до мас-спектрометра (очікувана концентрація силденафілу цитрату близько 5 мкг/мл).

Проведення процедури. За допомогою шприца Гамільтон місткістю 100 мкл аналітичну пробу вводили в режимі повного заповнення в петлю ємністю 20 мкл (п'ятикратне перевищення), після чого проводилось інжектування в джерело іонів АРСІ у режимі позитивних іонів. На рисунку 3 представлено основні параметри джерела іонів

Source Type <i>APCI</i>		
Setpoints	Readbacks	
Polarity	+	
Capillary Temperature	250	259.1 Deg C
Capillary Voltage	150	162.3 Volts
Source Voltage Offset	40	
Source Voltage Span	0	
Source Gas Temperature	250	262.3 Deg C
APCI Corona Discharge	4	4.5 uA

Рисунок 3 - Основні параметри джерела іонів

Основні параметри інтерфейсу представлені на рисунку. 4.

Pirani Pressure	3.92E-3 mbar
Turbo Speed	99.5 %
Capillary Temperature	250.0 Deg C
Source Gas Temperature	250.5 Deg C
Capillary Voltage	162.3 Volts
Source Voltage	68.2 Volts
Extraction Electrode	9.06 Volts

Рисунок 4 - Основні параметри інтерфейсу

Основні параметри мас-спектрометра представлено на рисунку 5.

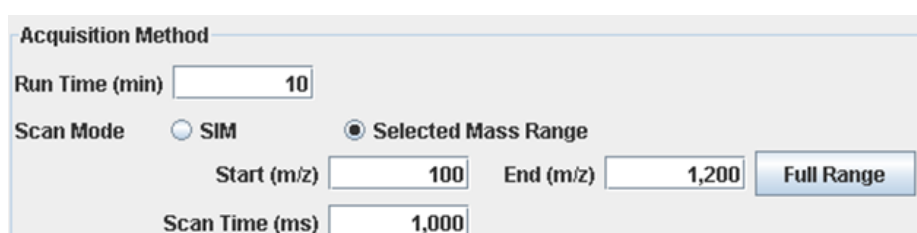
Hexapole Bias	8.44 Volts
Pole Bias	-4.79 Volts
Hexapole RF	303.4 Volts
Rectified RF	7.79 Volts
DC 1	-118.72 Volts
DC 2	139.90 Volts
Detector	-1.16 kV
Dynode	-10.02 kV

Рисунок 5 - Основні параметри мас-спектрометра

У режимі АРСІ «+» головний моноізотопний іон силденафіла (SILDENEFIL, H⁺) має масу:

$$\frac{m}{z} = \frac{475}{1} = 475 \quad (3)$$

Сканування проводилося в діапазоні 100 – 1200 m/z, одночасно формувалась база для пошуку інших нелегальних афродизіаків (рисунок 6).



Acquisition Method

Run Time (min)

Scan Mode SIM Selected Mass Range

Start (m/z) End (m/z)

Scan Time (ms)

Рисунок 6 - Параметри сканування діапазону m/z для пошуку нелегальних компонентів

Перевірка хибнопозитивних результатів проводилася за допомогою інжектування в джерело іонів бланк-проби (розчинник). Контроль хибнонегативних результатів проводився за допомогою інжектування розчину силденафіла цитрату в розчиннику, концентрація 5 мкг/мл.

Типовий мас-спектр силденафілу цитрату, отриманий в зазначених вище умовах, представлено на рисунку 7.

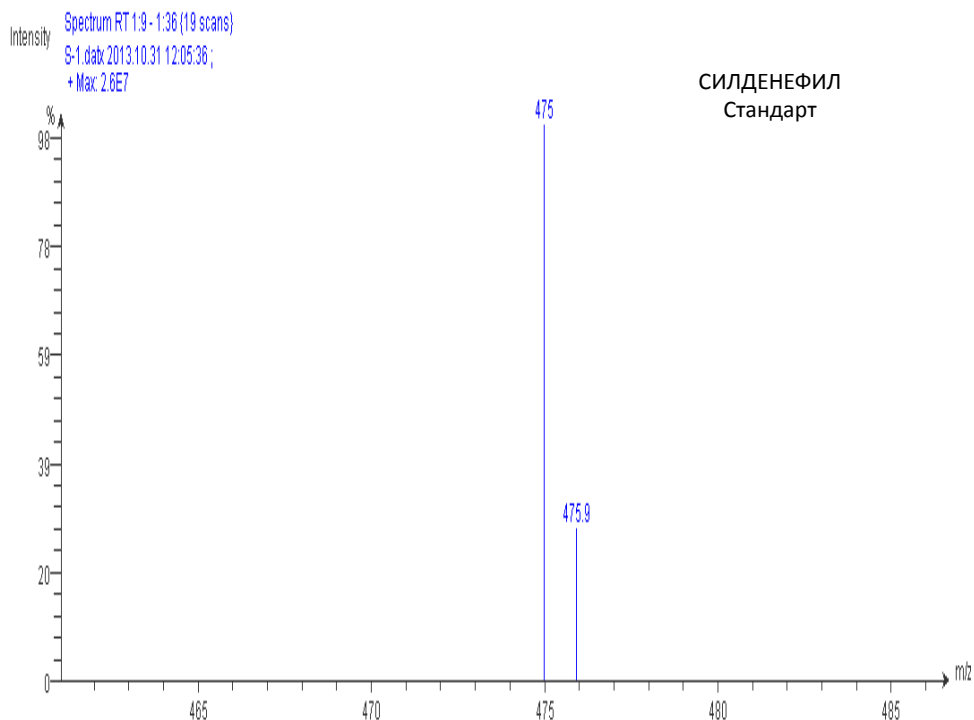


Рисунок 7 - Типовий мас-спектр силденафілу цитрату

Визначення силденафілу в ДД проводилось відповідно до методики, представленої в п. 4.1. Розроблена методика визначення силденафілу цитрату може бути запропонована для ви значення наявності нелегального силденафілу в харчових добавках та лікарських засобах. Наявність піку силденафілу є 100 % доказом його присутності в даному об'єкті (крім тих рідкісних випадків, коли один з «легальних компонентів» має масу протонowanego іона, яка дорівнює 475. У цьому випадку для з'ясування ситуації слід досліджувати тонку структуру кластера ізотопомерів або, що бажано, використовувати MS/MS (тандемна мас-спектроскопія) та досліджувати спектр дочірніх іонів.

Аналіз літературних джерел показав, що кількісний вміст селену можна визначити за допомогою різних методів.

В лабораторії визначення селену було проведено двома методами - методом інверсійної вольтамперометрії та методом атомно-абсорбційної спектрометрії.

При проведенні дослідження були отримані результати, що знаходяться у межах однієї статистичної вибірки. Однак слід зазначити, що метод інверсійної

вольтамперометрії не розрахований на визначення селену в складних сумішах, оскільки підготовка проби займає 7 днів. Отже для визначення селену в полівітамінних ДД цей метод є занадто складним. На сьогоднішній день для ДД більш придатним є метод атомно-абсорбційної спектрометрії, який не потребує спеціальної пробопідготовки і може бути проведений за умови наявності атомно-абсорбційного спектрофотометра.

ВИСНОВКИ

1. Доведено, що існуюча концепція контролю якості ДД не відповідає сучасним вимогам, які пред'являються до ДД, що й обумовило необхідність розробки та внесення до Державної Фармакопеї України окремого розділу - «Дієтичні добавки».

2. Науково обгрунтовано необхідність розробки методів ідентифікації та кількісного визначення основних компонентів ДД, які є джерелами водорозчинних вітамінів.

3. Обгрунтовано та розроблено методики визначення водорозчинних вітамінів групи В у полівітамінних ДД для внесення їх у ДФУ.

4. Доведено, що рівень виробництва впливає на якість ДД, тому повинно бути обов'язковим впровадження вимог GMP або НАССР на підприємствах з виробництва ДД.

5. Встановлено, що до перевищення в ДД заявленої кількості вітамінів може призводити природна сировина, яка входить до складу ДД і є джерелом вітамінів.

6. Аналіз існуючих методів визначення вмісту вітаміну В12 показав, що мікробіологічний метод не може бути відтворений у зв'язку з відсутністю в Україні відповідних тест-штамів, а метод вискоєфективної рідинної хроматографії не дозволяє визначати мікрокількості зазначеного вище компоненту.

7. Доведено необхідність контролю якості ДД, призначених для підвищення потенції, на вміст силденафілу та його аналогів.

8. Науково обґрунтовано, що метод визначення селену за допомогою методу атомно-абсорбційної спектроскопії має переваги над методом вольт-амперометрії, і є більш ефективним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Останіна, Н.В. Створення додаткового розділу "Дієтичні добавки" Державної Фармакопеї України - шлях до забезпечення населення України якісною продукцією / Н. В. Останіна, О. М. Кузнецова // Фармацевтичний журнал. - 2013. - № 1. - С.16-20.

2. Диетические добавки - место в Государственной Фармакопее Украины [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.apteka.ua/article/152990>

3. Про безпечність та якість харчових продуктів: закон України №771/97-ВР від 23.12.1997 р. із змінами і доповненнями [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80>.

4. Про рекламу: закон України № 271/96-ВР від 03.07.1996 р. із змінами доповненнями [Електронний ресурс]. - Режим доступу: – <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/270/96-%D0%B2%D1%80>

5. Городецька, І.Я. Проблемні питання позиціонування дієтичних добавок з пробіотиками на вітчизняному фармацевтичному ринку / І.Я. Городецька, І.Л. Чухрай // Український медичний альманах – 2012. – Т. 15, № 5. – С. 63-65.

6. Городецька, І.Я. Дослідження фармацевтичного сегменту ринку спеціальних харчових продуктів мікробіологічного походження / І.Я. Городецька, І.Л.Чухрай, І.М. Марків // Український медичний альманах. – 2012.– Т. 15, № 6. – С. 36-38.

7. Пошук біологічно-активних речовин як потенційних складових нових лікарських засобів / О. В. Вельчинська, Н. І. Шарикіна, Н. Є. Чумак та ін. //

Український журнал клінічної та лабораторної медицини . - 2011. - Т. 6, № 3. - С.106-110.

8. Дієтичні добавки: доцільність вивчення питань щодо їх аналізу та контролю якості на додипломному етапі підготовки провізорів / І.І Геращенко, О.Ю. Коновалова, Т.К. Шураєва, О.Ю. Шевчук // Фітотерапія. - 2013. - № 1. - С. 80-82.

9. Депураліна - дієтична добавка чи лікарський засіб? / В.Д. Лук'янчук, І. І. Тернинко // Фітотерапія. - 2010. - № 3. - С. 39-42.

10. Гоцуля, Т. С. Дієтичні добавки у фармації / Т. С. Гоцуля, А. В. Самко, В. В. Галиця // Запорозький медичинський журнал . - 2011. - Т. 13, № 2. - С.33-37.

11. Сметаніна, К. І. Фармацевтичні аспекти профілактичного використання біологічно активних добавок рослинного походження / К. І. Сметаніна, О. В. Рибак // Запорозький медичинський журнал . - 2011. - Т. 13, № 4. - С.72-75.

12. Бредікін, Л. Чому українську продукцію в ЄС не вважають безпечною / Л. Бредікін, М. Самаріна // Пропозиція. - 2011. - № 7. - С. 126-127

13. Вдовенко, Н. Перспективи виробництва екологічно чистої продукції на Україні: погляд на проблему / Н. Вдовенко // Культура безпеки, екології та здоров'я. - 2011. - № 10. - С. 30-33.

14. Гребенюк, М. Правове регулювання фізіологічних норм харчування як основи забезпечення продовольчої безпеки / М. Гребенюк // Право України. - 2010. - № 6. - С. 154-160.

15. Литвинець, Є.А. Дослідження ефективності комбінованого лікування еректильної дисфункції у пацієнтів з артеріальною гіпертензією / Є. А. Литвинець, О. Р. Вінтонів // Актуальні проблеми сучасної медицини . - 2013. - Т. 13, Вип. 4. - С.43-46.

16. Adulteration of Purported Herbal and Natural Sexual Performance Enhancement Dietary Supplements with Synthetic Phosphodiesterase Type 5 Inhibitors

/ N. Campbell, P. Clark, J. Vera et al. // J. Sex. Med. 2013. –Vol. 10(7). – P. 1842-1849.

17. К оценке препаратов традиционной медицины растительного происхождения в Армении [Электронный ресурс] / Э. А. Амроян, Л. Казарян, А.А. Айрапетян и др. - Режим доступа : <http://www.medlib.am/articles/Amroyan%28AMRJ-6%29.pdf>

18. Немченко, А.С. Дослідження проблеми застосування біологічно-активних добавок в Україні / А. С. Немченко, В. І. Міщенко // Управління, економіка та забезпечення якості в фармації. - 2009. - № 1 (3).

19. Казаков, Г.П. Погляд експертів на питання якості та безпеки біологічно активних добавок на вітчизняному ринку / Г. П. Казаков, К. М. Даньшина, В. О. Грудько // Провизор. – 2010. - № 22.

20. Панасюк, Н. Фізико-хімічні дослідження органічних катіонів водорозчинних вітамінів групи В та біотину / Н. Панасюк, В. Ткач // Вісник Львівського університету. Сер. : Хімічна. - 2014. - Вип. 55(1). - С. 213–225.

21. Гризодуб, А.И. Стандартизованная процедура валидации методик атомно-абсорбционного количественного определения лекарственных средств в варианте калибровочного графика / А.И. Гризодуб, О.Л. Левашова, Г.И. Борщевский // Фармаком. - 2011. - № 4. - С. 5-26.

22. Спиридонов, С.В. Кількісне визначення основних груп речовин в гранулах на основі лікарської рослинної сировини для лікування захворювань шлунково-кишкового тракту [Електронний ресурс] / С. В. Спиридонов, А. Г. Котов // Анналі Мечниковського інституту. - 2014. - № 4. - С. 39-43. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ami_2014_4_7.pdf

23. Zbigniew Fijałek. Rola Narodowego Instytutu Leków w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa produktów leczniczych i wyrobów medycznych [Electronic resource] : Narodowego Instytutu Leków w Warszawie // Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie Rzeszów. - 2010. - Vol.

3. - P. 259–270. – Mode of access:
<http://www.pmurz.rzeszow.pl/PDF/2010/3/02z32010.pdf>

24. Про внесення змін до Закону України "Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини" : Закон України від 24 жовтня 2002 року N 191–IV [Електронний ресурс]. - Режим доступу:
<http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2809-15>

25. Про затвердження Порядку віднесення харчових продуктів до категорії харчових продуктів для спеціального дієтичного споживання, функціональних харчових продуктів і дієтичних добавок та їх державної реєстрації [Електронний ресурс]: Постанова КМУ від 7 серпня 2013 року N 767. - Режим доступу:
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/767-2013-%D0%BF>

26. Про затвердження Тимчасового порядку проведення державної санітарно-гігієнічної експертизи [Електронний ресурс]: Наказ МОЗ України від 09.10.2000 N 247. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0004-01>

27. Про внесення змін до наказу МОЗ України від 09.10.2000 N 247 [Електронний ресурс]: Наказ МОЗ України від 14.03.2006 N 120. - Режим доступу:
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0362-06>

28. Сучасні методи аналізу в контролі якості БАД [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <http://vertex.ua/ua/articles/sovremennyye-metodyi-analiza-v-kontrole-kachestva-bad.html>

29. Oil and Water-Soluble Vitamins Capsules // USP 37-NF 32. – 2014. - Vol. 4. - P. 5625-5671.

30. Simultaneous microdetermination of bosentan, ambrisentan, sildenafil, and tadalafil in plasma using liquid chromatography / tandem mass spectrometry for pediatric patients with pulmonary arterial hypertension / Y. Yoshinari, M. Tomatsuri, H. Hayashi, K. Hirai et al. // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. – 2014 - Vol. 89. - P. 227-23215.

31. Chahbouni A. Quantitative analysis of sildenafil and desmethylsildenafil in human serum by liquid chromatography–mass spectrometry with minimal sample pretreatment / A . Chahbouni, A. Sinjewel, E.L. Swart // Journal of Chromatography B. – 2008. - Vol. 876. - Issue 2. – P. 283-287.

32. Simultaneous determination of sildenafil and its active metabolite UK-103,320 in human plasma using liquid chromatography–tandem mass spectrometry / J. Kim, H. Ji, S.L. Kim et al. // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. – 2013 - Vol. 32, Issue 2 - P. 317-322.

33. Identification of sildenafil, tadalafil and vardenafil by gas chromatography–mass spectrometry on short capillary column / C. Man, N. Md Nor, R. Lajis, G. Harn // Journal of Chromatography A. – 2009 - Vol. 1216, Issue 47, 20. - P. 8426-8430.

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПРОВЕДЕННЯ ДЕЗІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХОДІВ У ДИТЯЧИХ ЗАКЛАДАХ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Таран В.В., Карпенко Л.В., Осіпова О.Е.

Дитячі заклади є джерелом підвищеного ризику зараження різними інфекційними захворюваннями, серед яких кір, епідемічний паротит, скарлатина, гострі респіраторні вірусні інфекції (ГРВІ), гострі кишкові інфекції (ГКІ), зокрема харчові токсикоінфекції, тощо. Джерелами інфекцій можуть бути діти із невстановленим діагнозом та діти, що захворіли безпосередньо у закладі, або носії збудників, а також персонал та відвідувачі закладів. Найбільшу небезпеку становлять діти у початковій стадії хвороби (кір, кашлюк) та хворі із важко розпізнаваними атиповими формами інфекції (скарлатина, дифтерія, кашлюк, епідемічний паротит, дизентерія тощо). Джерелами інфекції можуть бути також реконвалесценти-носії збудника та дорослі носії із безсимптомними формами [1-4].

Заразливість хворого триває до того моменту, поки організм ще продовжує виділяти збудника. Цей термін неоднаковий при різних інфекціях. За деяких хвороб (дифтерія, скарлатина, дизентерія тощо) заразливість може зберігатися протягом певного часу (іноді тривалого) після повного одужання і зникнення всіх ознак хвороби [5-7]. Джерелами інфекції можуть бути також хворі з найлегшими і нерозпізнаними формами інфекції. Дорослі люди нерідко переносять властиві дітям інфекції у легкій, стертій формі або у вигляді носійства. Носії патогенних мікроорганізмів, які близько спілкуються з дітьми або беруть участь у приготуванні їжі, можуть стати джерелами масового зараження інфекційною хворобою [8-9].

Способи зараження інфекційними хворобами від хворого або від носія

різноманітні. Але для кожної інфекції властиві лише певні шляхи передачі збудника. Ці способи перебувають у прямій залежності від шляхів виділення збудника з організму, а також від ступеня стійкості його у зовнішньому середовищі. Деякі мікроорганізми, збудники інфекційних хвороб, є стійкими до впливу факторів навколишнього середовища і можуть довго існувати поза людським організмом. До таких належать збудники дифтерії, дизентерії, поліомієліту та інших ентеровірусних інфекцій, збудники харчових токсикоінфекцій [10-12], зокрема бактерії роду *Salmonellae* [13]. Останні характеризуються підвищеною стійкістю до дії біоцидів, зокрема дезінфектантів [14-17]. Стійкі мікроорганізми зберігаються протягом більш-менш значного часу на об'єктах зовнішнього середовища, які можуть у цих випадках брати участь у механізмі зараження. Найбільш простий спосіб передачі інфекції - безпосередній контакт здорової людини із хворим. Інфекції, викликані мікроорганізмами, які протягом більш-менш значного часу зберігаються в зовнішньому середовищі (дифтерія, дизентерія тощо), можуть передаватися через різні предмети, якими користувався хворий (білизна, посуд, іграшки, книги, предмети догляду і т. і.) [6].

Мікроорганізми розповсюджуються повітряно-крапельним, фекально-оральним, контактним шляхами та через укуси кровосисних членистоногих переносників [6].

Повітряно-крапельний механізм зараження зазвичай здійснюється лише в безпосередній близькості від хворого або носія (на відстані кількох метрів). За деяких інфекцій (кір, вітряна віспа) таке зараження відбувається з особливою легкістю і на більш значній відстані [6]. Серед інфекцій із повітряно-крапельним механізмом передачі найбільш чисельною є група ГРВІ, що нараховує велику кількість різновидів вірусів, які до того ж постійно видозмінюються. Це риновіруси, аденовіруси, респіраторно-синтиціальні віруси, віруси грипу, парагрипу тощо [18-19]. І здебільшого ГРВІ уражають дітей в організованих колективах. У період епідемій, пов'язаних із появою нових антигенних варіантів

вірусу грипу, кількість захворювань сягає максимального рівня. Грипом можна заразитися також через предмети, якими користується хворий (рушник, посуд, іграшки, книги тощо), через руки хворих [20-22].

Більш складні і різноманітні способи передачі збудника при кишкових інфекціях, до яких належать такі небезпечні захворювання, як черевний тиф, дизентерія, холера, сальмонельози, вірусний гепатит А, бруцельоз, харчові токсикоінфекції тощо. Усі вони мають однаковий шлях зараження і подібну симптоматику. За цих інфекцій збудник виділяється в зовнішнє середовище з кишковими виділеннями хворого або носія, якими забруднюються різні об'єкти і нерідко руки. Брудними руками заражаються різні предмети: посуд, іграшки, дверні ручки, сходові поручні, електричні вимикачі і т. д. Здорова людина, торкаючись цих предметів, забруднює руки, і при прийомі їжі збудник потрапляє до рота [6, 23-26]. Цей спосіб зараження особливо легко відбувається у маленьких дітей. У поширенні кишкових інфекцій чималу роль відіграють мухи. Вони сідають на кишкові виділення хворого, на забруднені випорожненнями предмети, а потім перелітають на харчові продукти, посуд і заражають їх. Механічними переносниками збудників кишкових інфекцій є також таргани. Визначено роль тарганів у якості екологічного резервуару *S. typhimurium*, що потребує проведення дезінсекції приміщення в комплексі протиепідемічних заходів при спалахах сальмонельозів [27].

За умов перебування великої кількості дітей в обмеженому просторі при недотриманні санітарно-гігієнічних норм вихованцями та персоналом створюються умови для швидкого розповсюдження інфекцій у дитячих закладах. Цьому активно сприяють особливості дитячого організму, однією з яких є підвищена чутливість до різноманітних видів впливу оточуючого середовища, де дитина контактує з іграшками, ручками, олівцями, книгами, торкається ручок дверей та інших предметів, які забруднені слиною, мокротинням, слизом, фекаліями та слугують факторами передачі інфекцій.

Проведена комплексна оцінка ефективності протиепідемічних заходів у приміщеннях дошкільних навчальних закладів та у спальних приміщеннях оздоровчих закладів м. Києва за показниками бактеріологічного контролю виявила наявність бактерій групи Enterobacteriaceae, бактерій групи кишкової палички (БГКП), інших умовно патогенних мікроорганізмів, зокрема *K. pneumoniae*, *P. vulgaris*, грибів роду *Candida* на об'єктах середовища зазначених закладів [28]. Це є свідченням неефективності гігієнічних та дезінфекційних заходів, що в них проводяться, а також неналежного дотримання правил особистої гігієни персоналом та дітьми.

Потенційну небезпеку виникнення інфекційних захворювань у дитячих закладах становлять синантропні гризуни, які слугують джерелами та переносниками інфекцій. Об'єкти для дітей можуть заселятися гризунами при порушеннях санітарно-гігієнічного режиму і дефектах санітарно-технічного обладнання, коли гризуни поселяються у приміщеннях харчоблоку [29]. Актуальною залишається також проблема педикульозу у дитячих закладах.

Підсумовуючи, слід зазначити, що основою профілактики інфекційних захворювань у дитячих закладах є проведення на належному рівні санітарно-протиепідемічних заходів, чільне місце серед яких належить дезінфекції, яка включає знезараження предметів догляду за дітьми, меблів, посуду, іграшок, постільної білизни, різноманітних поверхонь приміщень, прибирання ділянок навколо споруд, проведення дезінсекції і дератизації. Тобто особливої ваги у боротьбі з інфекціями набуває удосконалення системи проведення дезінфекційних заходів у дитячих закладах, які скеровані на знищення або знешкодження збудників та переносників інфекції на шляхах їх розповсюдження.

Метою цієї науково-дослідної роботи є розробка науково-методичних засад проведення дезінфекційних заходів, як ефективного засобу епідеміологічного контролю в дитячих закладах.

Матеріали і методи досліджень. При виконанні науково-дослідної роботи проведено збір даних щодо динаміки захворюваності на інфекційні хвороби дітей дошкільного і шкільного віку в Україні протягом 2005-2014 рр. З метою аналізу та оцінки захворюваності на інфекційні хвороби використано метод ретроспективного епідеміологічного аналізу. На підставі опрацювання статистичних даних річних звітів обласних СЕС, СЕС Автономної Республіки Крим, міст Києва та Севастополя – "Звіт про окремі інфекційні захворювання" (ф. 2-річна) - за 2005-2014 рр. шляхом визначення екстенсивних та інтенсивних показників досліджено багаторічну динаміку захворювань на інфекційні хвороби дітей в Україні, структуру захворюваності, віковий розподіл захворювань серед дітей дошкільного і шкільного віку. Проаналізовано річні звіти обласних дезстанцій та дезвідділу СЕС м. Києва за формою 40-здоров за 2005-2014 роки та шляхом визначення інтенсивних показників проаналізовано дані щодо ураженості педикульозом дітей в організованих дитячих колективах (дитячі дошкільні заклади (ДДЗ), загальноосвітні заклади (ЗОЗ), школи-інтернати та інші навчальні заклади) та дані, що стосуються бактеріологічного контролю заходів з поточної дезінфекції у дитячих закладах та дані щодо ентомологічних обстежень дитячих закладів за різними групами членистоногих за формою 40-здоров за 2005-2014 роки.

Проведено вивчення структури дозволених до застосування в Україні станом на 01.07.2015 р. дезінфекційних засобів вітчизняного і зарубіжного виробництва за даними Державного реєстру дезінфекційних засобів, який налічував на зазначений період 1263 дезінфектанти [30-33]. За результатами аналізу даних реєстру визначено кількісний склад та здійснено оцінку розподілу зареєстрованих в Україні дезінфекційних засобів (ДЗ) за хімічною структурою діючих речовин та заявленою сферою їх застосування. Вивчено та проаналізовано 150 методичних указівок та 50 інструкцій із застосування дезінфікуючих засобів, діючі речовини яких належать до основних груп хімічних сполук, а також засобів

для дезінфекції рук, інсектицидів, репелентів, родентицидів, які запропоновані для дезінфекції об'єктів середовища дитячих дошкільних та навчальних закладів.

За результатами опрацювання даних щодо хімічної структури, спектру біоцидної дії, токсикологічних та фізико-хімічних властивостей, ефективних режимів застосування, цільового призначення проведено аналіз епідеміологічної доцільності використання зазначених дезінфекційних засобів у дитячих закладах з метою здійснення заходів з профілактичної і вогнищевої дезінфекції та профілактичної дезінсекції і дератизації.

Досліджено відлякувальну дію чотирьох репелентних та специфічну біологічну активність двох інсектицидних засобів, які можуть використовуватись для боротьби із синантропними комахами у дитячих закладах.

Відлякувальну дію засобів визначали за тривалістю репелентної дії (ТРД), год, та коефіцієнтом відлякувальної дії (КВД), %. У якості біологічного матеріалу в експериментах використовували комарів зі стандартних лабораторних культур: жовтогарячкового *Aedes aegypti* L. та малярійного *Anopheles maculipennis atroparvus* Van.Thiel.

Для оцінки специфічної біологічної активності та ефективності засобів проти тарганів і мурашок використовували показники гострої та залишкової інсектицидної дії (нокдаун, незворотний нокдаун, загибель комах). У якості біологічного матеріалу в лабораторних експериментах використовували культуру рудого таргана *Blattella germanica*. Натурні експерименти проводили на природних популяціях синантропних тарганів і рудих хатніх мурашок *Monomorium pharaonis* у житлових квартирах.

Експерименти в лабораторії проводили методом вільного гуртового годування комах у контейнерах з можливістю вибору альтернативної їжі.

Основні наукові результати. Проведений аналіз стану захворюваності на інфекційні хвороби дітей дошкільного і шкільного віку в Україні протягом

2005-2014 років засвідчив, що на тлі сталих показників захворюваності на сальмонельози і шигельози стабільно високими протягом останніх 5 років залишаються показники захворюваності на гострі кишкові інфекції, викликані іншими встановленими та невстановленими збудниками (рис. 1).

Що стосується етіологічної структури захворювань на ГКІ, викликаних встановленими збудниками (окрім сальмонельозів та шигельозів), то найбільшу частку в структурі захворювань на ГКІ у дітей дошкільного та шкільного віку складають бактерії родів *Klebsiellae*, *Staphylococcus*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Citrobacter*, а також ентеропатогенна кишкова паличка та ротавіруси (рис. 2). Часто ГКІ реєструються у вигляді спалахів в організованих дитячих колективах. Зокрема, у літній період 2013 року в країні зареєстровано 10 спалахів гострих кишкових інфекцій, з яких 2 - у дошкільних навчальних закладах міст Києва та Миколаєва, під час яких постраждало 55 дітей. Збудником спалахів гострих кишкових інфекцій була *Salmonella enteritidis*.

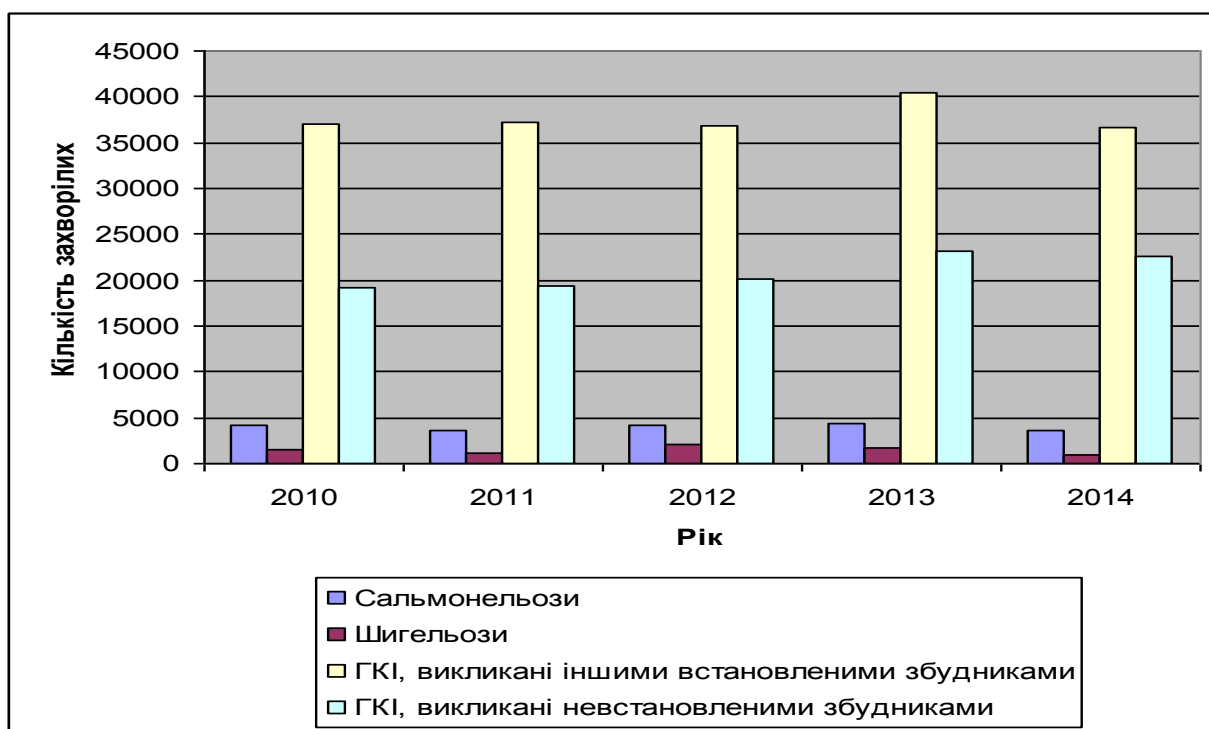


Рисунок 1 - Динаміка кількості зареєстрованих випадків ГКІ у дітей до 17 років в Україні протягом 2010-2014 років

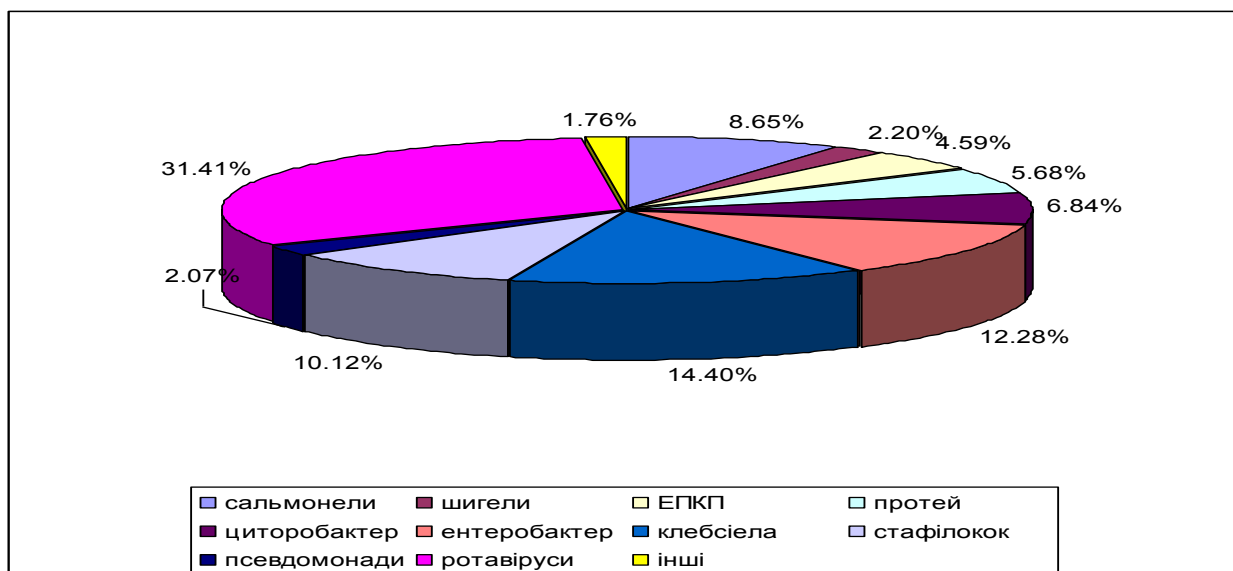


Рисунок 2 - Етіологічна структура ГКІ у дітей у 2014 році

Значною є поширеність вірусних гепатитів в Україні серед дітей (табл. 1), що викликає занепокоєння з огляду на високу вірогідність переходу у хронічну форму захворювання печінки, особливо це небезпечно для дітей віком 4-6 років. Як свідчать дані таблиці 1, загальний рівень захворюваності дітей на вірусні гепатити в Україні в останні два роки підвищився більше ніж удвічі, за рахунок значного підвищення захворюваності дітей на гепатит А.

Таблиця 1 – Показники захворюваності на вірусні гепатити дітей в Україні протягом 2005-2014 років

Рік	Показники захворюваності по роках дітей до 14/17* років на			
	гепатит А	гепатит В	гепатит С	усього
2005	83,70	2,26	0,51	87,20
2006	45,31	1,97	0,29	48,23
2007	35,73	1,18	0,10	37,37
2008	21,69	0,97	0,08	23,10
2009	13,54	1,01	0,17	14,94

2010	12,46	1,88	1,58	16,29
2011	7,76	1,77	0,15	11,87
2012	6,65	1,30	0,14	10,30
2013	18,94	1,48	0,20	22,49
2014	20,09	1,00	0,16	23,58

Примітка. * з 2010 року реєструються показники захворюваності дітей віком до 17 років.

Найбільше хворіють на гепатит А діти молодшого та середнього шкільного віку (рис. 3).

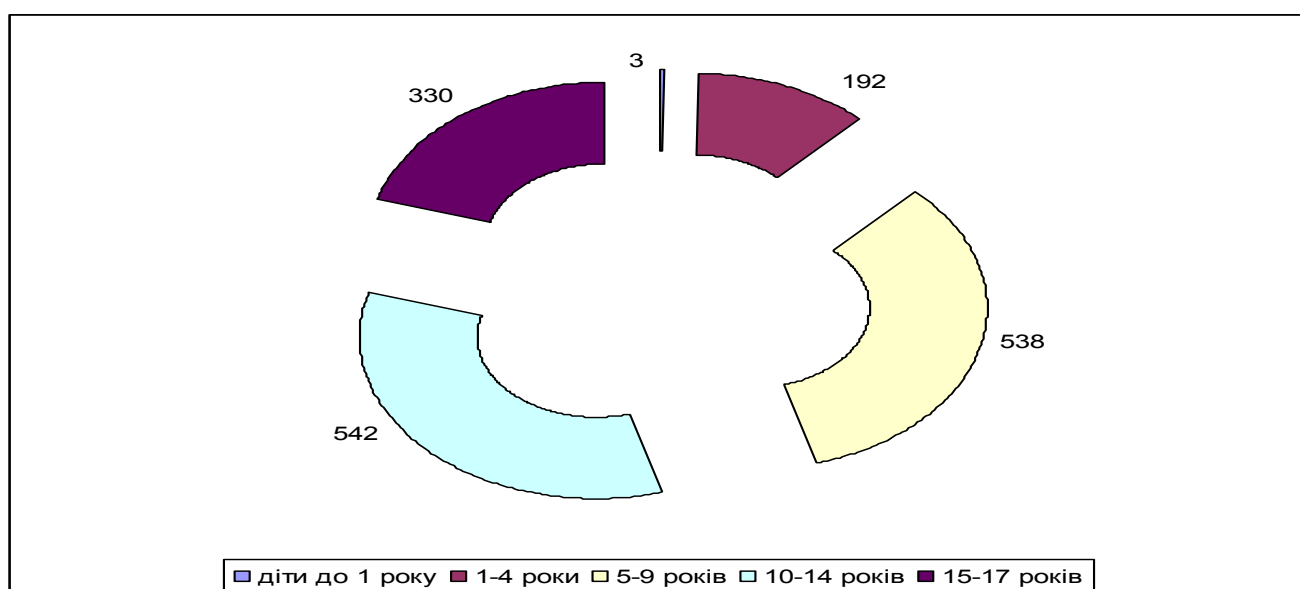


Рисунок 3 – Віковий розподіл захворювань на вірусний гепатит А серед дітей у 2014 році

Серед так званих "дитячих" інфекцій найчисельнішою є група інфекцій з повітряно-крапельним механізмом передачі вірусної і бактеріальної етіології. Бактеріальні інфекції, для яких актуальним є проведення дезінфекційних заходів, - дифтерія, скарлатина, кашлюк, менінгіт. Протягом останніх 2 років

спостерігається зниження захворюваності на скарлатину та менінгококову інфекцію, у 2014 році підвищилась захворюваність на кашлюк, протягом останніх шести років реєструються спорадичні випадки захворювань на дифтерію серед дітей (рис. 4).

Не зважаючи на зниження показників захворюваності на бактеріальні менінгіти протягом останніх років, вони заслуговують уваги медичних працівників через тяжкі ускладнення, які вони викликають, та високий рівень летальності. Бактеріальні менінгіти мають поліетіологічну структуру. Серед встановлених збудників у захворілих на бактеріальні менінгіти у 2014 році переважають пневмококи та стафілококи, дещо меншою є частка стрептококів.

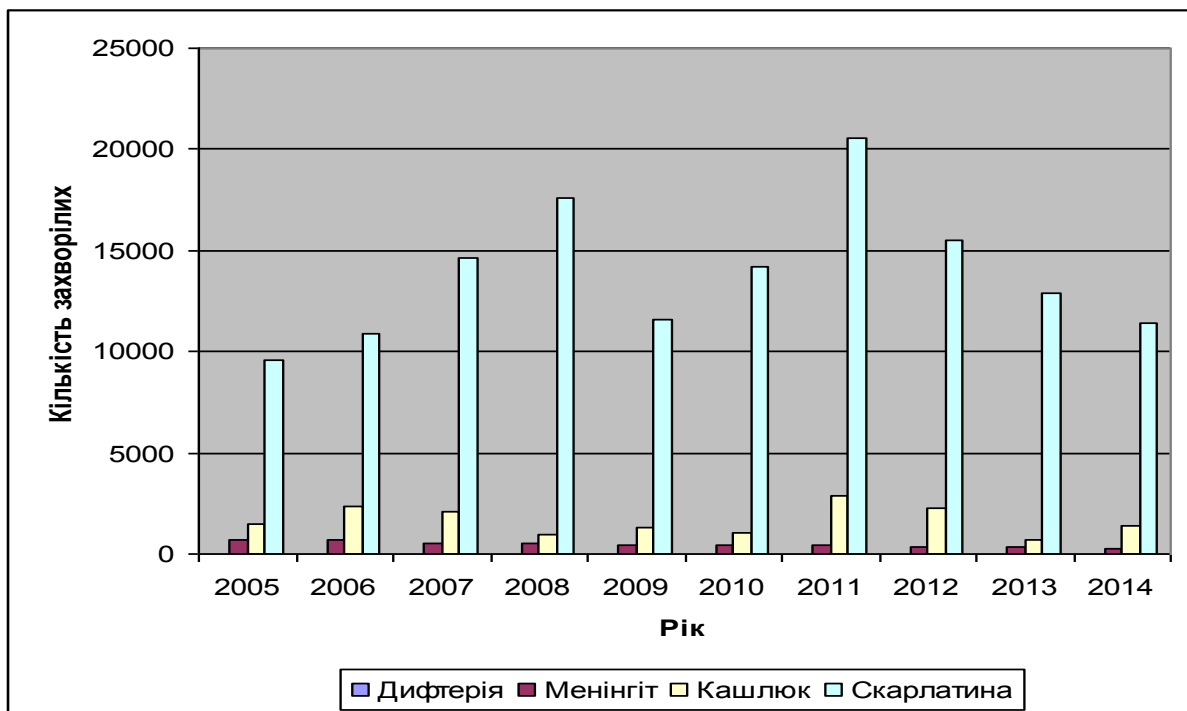


Рисунок 4 – Динаміка кількості зареєстрованих випадків бактеріальних інфекцій з повітряно-крапельним механізмом передачі у дітей в Україні протягом 2005-2014 років

Слід зазначити, що збудники скарлатини, дифтерії та менінгітів є помірно стійкими у навколишньому середовищі, відповідно серед заходів неспецифічної профілактики цих інфекцій обов'язковим є проведення дезінфекційних заходів.

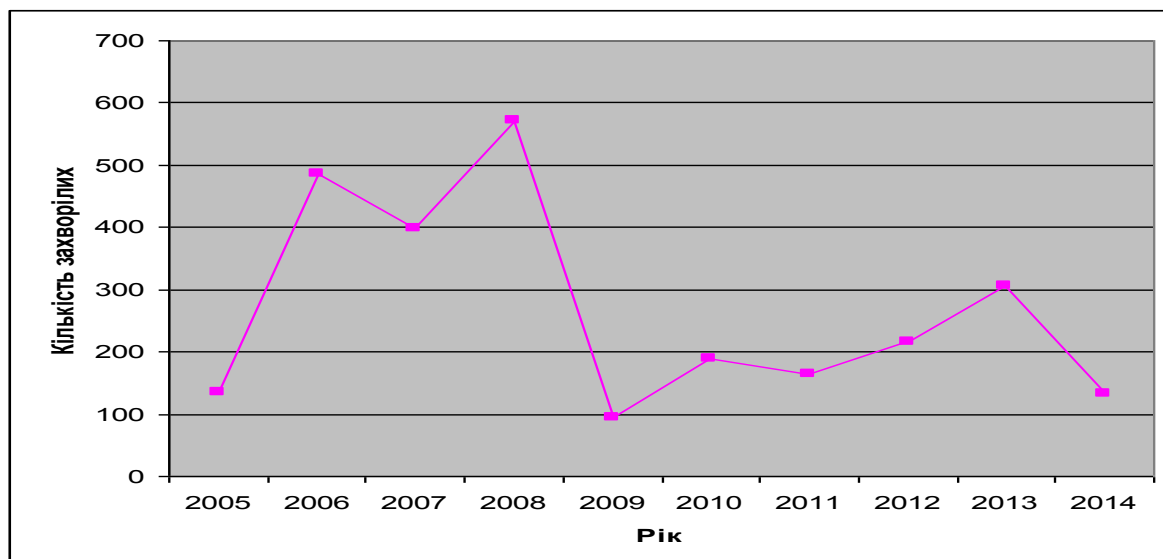


Рисунок 5 – Динаміка кількості зареєстрованих випадків вірусних менінгітів у дітей в Україні протягом 2005-2014 років

Після спаду захворюваності у 2009 році протягом 2010-2013 років спостерігалось поступове підвищення рівня захворюваності дітей на вірусні менінгіти, які викликають спалахи інфекцій у дитячих дошкільних та літніх оздоровчих закладах (рис. 5).

Педикульоз становить серйозну санітарно-епідеміологічну проблему. Вона є актуальною для дітей у дошкільних та загальноосвітніх навчальних закладах (рис. 6).

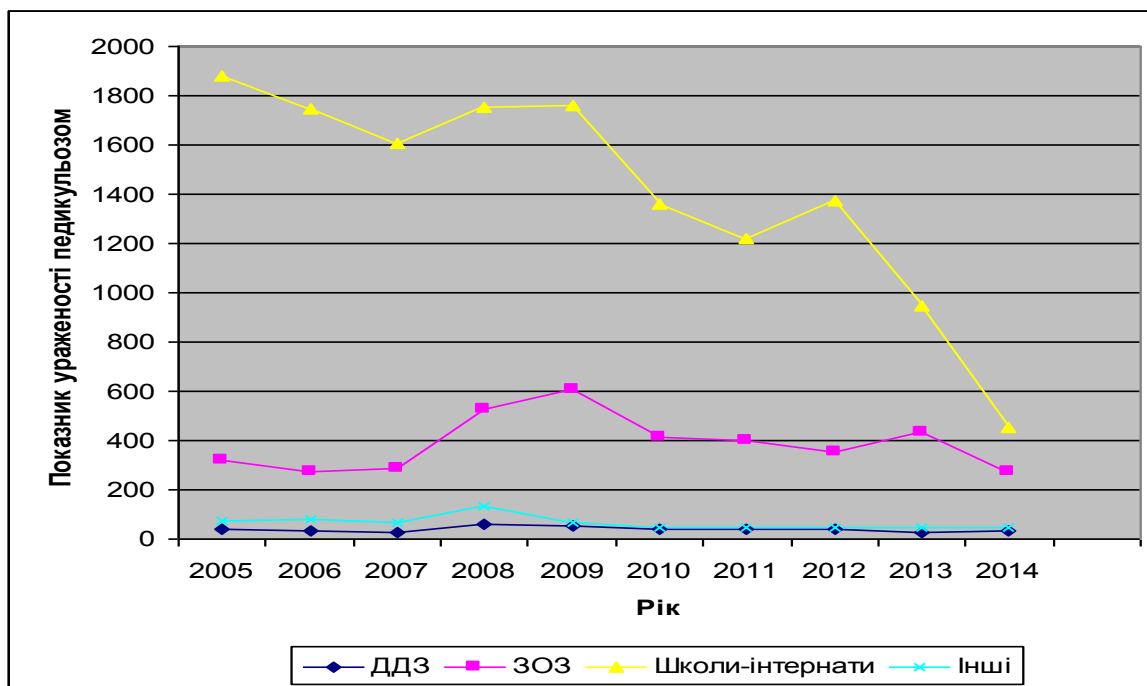


Рисунок 6 – Динаміка ураженості педикульозом дітей в організованих колективах протягом 2005-2014 років

Слід зазначити, що найвищий рівень ураженості дітей педикульозом спостерігався у 2008-2009 роках. Не зважаючи на зниження контрольованих показників протягом останніх трьох років, рівень ураженості педикульозом вихованців дитячих закладів залишається високим. Найвищі показники ураженості педикульозом спостерігаються у вихованців шкіл-інтернатів, де навіть у найблагополучніший 2014 рік рівень ураженості дітей становить 453,20 на 100 тис. відповідного населення, дещо нижчий показник ураженості педикульозом в учнів загальноосвітніх навчальних закладів – 275,30 на 100 тис. відповідного населення. Зазначене вимагає удосконалення проведення заходів боротьби з педикульозом у дитячих закладах та визначення умов до застосування протипедикульозних засобів для дітей.

Аналіз ефективності проведення заходів з поточної дезінфекції у дитячих закладах (табл. 2) показав, що кількість об'єктів, обстежених із застосуванням бактеріологічного методу останніми роками зменшується, зокрема у 2014 році у

порівнянні із 2005 роком кількість таких обстежень зменшилась удвічі. Не зважаючи на зменшення кількості обстежень, найбільша питома вага незадовільних результатів бактеріологічного контролю спостерігалась у 2013-2014 роках і становила 3,5 % та 3,44 % відповідно, що свідчить про зменшення ефективності дезінфекційних заходів, що проводяться у дитячих закладах.

Таблиця 2 - Ефективність проведення заходів з поточної дезінфекції у дитячих закладах за результатами бактеріологічного контролю

Рік	Загальна кількість охоплених контролем закладів	Питома вага закладів, охоплених контролем, %	Проведено обстежень із застосуванням бактеріологічного методу	Питома вага незадовільних результатів бактеріологічного контролю, %
2005	19080	57,11	310289	2,90
2006	19185	61,78	301263	2,93
2007	19609	61,98	352139	3,09
2008	19218	60,99	313411	2,81
2009	19772	64,37	305117	2,56
2010	19509	67,95	308271	2,54
2011	20445	70,68	326977	2,61
2012	16205	56,82	225321	2,49
2013	14108	59,81	144486	3,50
2014	13213	47,66	155450	3,44

З метою профілактики захворювань у дитячих закладах поряд із заходами боротьби зі збудниками інфекцій необхідно приділяти достатню увагу і заходам боротьби із переносниками інфекцій, тобто заходам із дезінсекції та дератизації.

Аналіз результатів обстежень дитячих дошкільних і навчальних закладів та дитячих зон відпочинку за групами членистоногих у період 2005-2014 років (табл. 3) засвідчив, що не зважаючи на суттєве зменшення кількості обстежень, питома вага заселених комахами дитячих дошкільних та навчальних закладів значно збільшилась в 2014 році, особливо це стосується показників заселеності дитячих закладів не малярійними комарами та іксодовими кліщами – 10,26 % (найвищий показник за 10 років спостережень) та 7,48 % відповідно. Найвищими за період спостережень виявилися також показники заселеності дитячих закладів мухами (19,41 %) та алергенними кліщами (20,49 %). Одним із найвищих за 10 років спостережень виявився і показник заселеності дитячих закладів малярійними комарами, він склав у 2014 році 3,10 %.

Таблиця 3 - Результати обстежень дитячих та навчальних закладів України за групами членистоногих у 2005-2014 роках

Рік	Питома вага об'єктів, заселених:					
	Комарами малярійними	Комарами не малярійними	Москі-тами	Мухами	Кліщами іксодовими	Кліщами алергенними
2005	2,4	5,6	0	14,2	0	9,2
2006	2,8	6,8	0,3	14,5	0	6,6
2007	2,8	7,0	0,3	14,3	2,3	7,7
2008	3,0	8,7	0,1	15,1	0,8	7,2
2009	2,8	7,2	0,2	16,5	1,6	6,8
2010	3,5	8,2	0	16,0	5,7	10,0
2011	3,2	8,5	0,2	15,3	13,7	10,6
2012	2,7	9,1	0,3	14,5	0,7	10,4
2013	1,9	4,3	0	16,04	2,68	14,81
2014	3,1	10,26	-	19,41	7,48	20,49

Відповідно заселеність комарами, мухами, москітами, кліщами дитячих зон відпочинку, закономірно, є вищою, хоча зменшення кількості обстежених об'єктів стосувалось і дитячих зон відпочинку. Зокрема кількість обстежень щодо малярійних і не малярійних комарів, мух у 2014 році зменшилась майже у 10 разів. Відповідно у 2013-2014 роках питома вага об'єктів, заселених малярійними і не малярійними комарами та мухами збільшилась більше ніж удвічі порівняно із 2012 роком.

Спостережень за заселеністю дитячих закладів гризунами не ведеться, але щодо рівня їх заселення опосередковано можна судити за кількістю об'єктів, у яких проводилась обробка проти гризунів (табл. 4). Як свідчать наведені в таблиці 4 дані, частка дитячих дошкільних закладів, де проводилась дератизація, становить від 69 % до 82 %, для дитячих навчальних об'єктів вона коливається у межах 76 - 84 %. Питома вага, звільнених від гризунів дитячих дошкільних та навчальних закладів, протягом досліджуваного періоду становить від 92 % до 97 %.

Таблиця 4 - Ефективність заходів боротьби із синантропними гризунами у дитячих дошкільних та навчальних закладах України протягом 2005-2014 років

Рік	Дитячі дошкільні заклади			Навчальні заклади		
	Питома вага об'єктів, підданих обробці, %	Число звільнених від гризунів об'єктів	Питома вага об'єктів, звільнених від гризунів	Питома вага об'єктів, підданих обробці, %	Число звільнених від гризунів об'єктів	Питома вага об'єктів, звільнених від гризунів
2005	69,49	9463	93,27	78,99	16227	92,98

2006	70,31	8976	92,66	76,36	16506	92,01
2007	78,49	12080	96,39	79,80	16551	93,08
2008	82,32	12251	96,59	60,62	16895	94,59
2009	81,89	12137	95,82	83,65	18064	94,98
2010	78,49	11006	97,36	84,33	17518	95,34
2011	79,29	10452	96,69	84,34	15901	94,36
2012	79,80	9791	96,59	82,82	14856	95,99
2013	77,82	6231	94,55	78,03	8473	92,55
2014	78,49	11006	97,35	84,33	17518	95,34

Таким чином, досить високі показники заселення дитячих дошкільних і учбових закладів та зон відпочинку для дітей комарами, мухами, кліщами, а також велика питома вага дитячих закладів, де проводилась дератизація, свідчить про необхідність встановлення критеріїв відбору ефективних інсектицидів, репелентів та родентицидів та визначення безпечних умов їх застосування у дитячих дошкільних та навчальних закладах.

З метою розробки науково-методичних засад проведення дезінфекційних заходів, як ефективного засобу епідеміологічного контролю в дитячих закладах, нами проведено вивчення структури офіційно дозволених до застосування в Україні станом на 01.07.2015 р. дезінфекційних засобів. Державний реєстр офіційно дозволених ДЗ в Україні станом на 01.07.2015 року налічував 1263 препарати (рис. 7). Найбільшу кількість серед зареєстрованих складають ДЗ, призначені для дезінфекції об'єктів навколишнього середовища – 759 дезінфектантів різного функціонального призначення. До діючого на сьогодні Державного реєстру дезінфекційних засобів входять також 326 засобів для знищення переносників збудників інфекційних хвороб та синантропних комах у середовищі життєдіяльності людини (інсектициди); 108 засобів для відлякування комах (репеленти) та 36 засобів для знищення гризунів, які є джерелами та

переносниками збудників інфекційних хвороб (родентициди). В Україні на сьогодні зареєстровано 19 засобів для знищення вошей, які, враховуючи їх соціальну та медичну значимість, відокремлено від решти інсектицидів. До Державного реєстру ДЗ входять також 15 засобів для боротьби із кліщами - переносниками небезпечних геморагічних лихоманок.

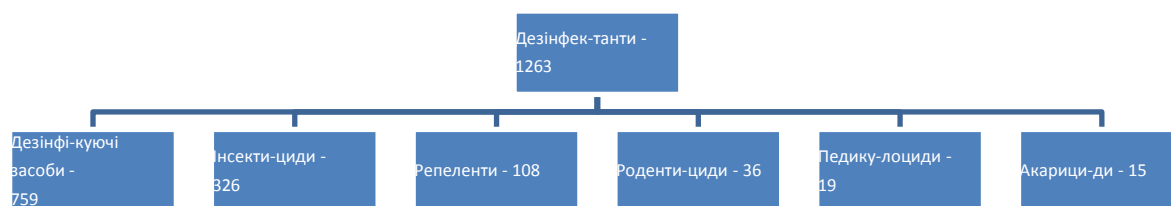


Рисунок 7 – Структура зареєстрованих в Україні станом на 01.07.2015 року дезінфекційних засобів за їх цільовим призначенням

Серед 759 зареєстрованих на сьогодні в Україні дезінфікуючих засобів, призначених для дезінфекції об'єктів навколишнього середовища, 373 засоби, призначені для дезінфекції об'єктів середовища різноманітних закладів, 148 засобів для деконтамінації шкіри рук та 45 засобів для миття та очищення у побуті з дезінфікуючими властивостями.

У якості об'єктів для використання цих засобів рекомендуються і дитячі заклади, тому зазначена група стала предметом подальшого детального аналізу. Переважна більшість дезінфектантів, призначених для дезінфекції об'єктів середовища дитячих закладів – це складні композиції, що складаються із однієї або кількох діючих речовин та функціональних домішок. Останні надають засобам мийних, очищувальних, антикорозійних властивостей, стабілізують необхідний рівень рН, поліпшують фізико-хімічні та органолептичні властивості

засобів. Розподіл дезінфікуючих засобів, призначених для знезараження об'єктів середовища дитячих закладів, за хімічною належністю діючої речовини представлено на рис. 8.

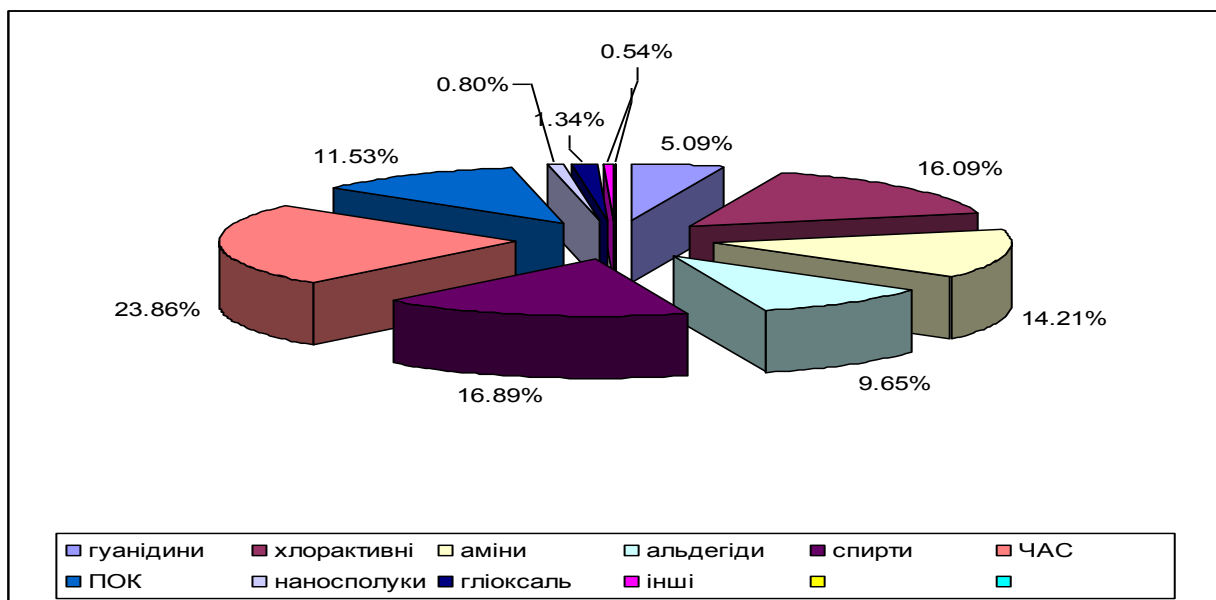


Рисунок 8 – *Питома вага дезінфектантів, що за діючою речовиною належать до різних груп хімічних сполук*

Результати аналізу цієї групи засобів за належністю переважаючої у складі засобу діючої речовини до певної групи хімічних сполук свідчать про те, що переважаюча кількість засобів належить до групи четвертинних амонієвих сполук (ЧАС) - (23,86 %). Композиційні засоби на основі ЧАС містять в якості діючих речовин алкілдиметилбензиламоній хлорид, дидецилдиметиламоній хлорид, октилдецилдиметиламоній хлорид, діоктилдиметиламоній хлорид та інші ЧАС, а також гуанідини та спирти.

Частка спиртовмісних засобів становить 16,89 %. Спиртовмісні засоби містять в якості діючих речовин етиловий, пропіловий, ізопропіловий спирти, пропіленгліколь та в невеликих кількостях алкіламіни, глутаральдегід, ЧАС та похідні гуанідинів, що підсилюють специфічну дію основних діючих речовин та пом'якшують негативний вплив спиртів на об'єкти знезараження. Композиції

містять також корисні добавки, які надають засобам сприятливих фізико-хімічних властивостей відповідно до цільового призначення засобу.

Частка хлорактивних засобів становить 16,09 %. Серед зареєстрованих хлорактивних засобів найбільшу частку становлять засоби на основі солей дихлорізоціанурової і трихлорізоціанурової кислот (44 засоби), значно менше засобів на основі гіпохлориту натрію (2). Серед зареєстрованих хлорактивних засобів лише 3 засоби на основі дихлор- та дибромдиметигідантоїну із широким спектром протимікробної дії є найбільш сприятливими за своїми фізико-хімічними властивостями. Два зареєстровані хлорактивні засоби виробляються установками для електрохімічного синтезу мийних, дезінфікуючих та стерилізуючих розчинів і містять хлорнуватисту кислоту, високоактивні кисневі сполуки хлору, вільні радикали хлору та кисню, серед зареєстрованих хлорактивних засобів є також хлорамін Б.

Чисельну групу дезінфектантів становлять засоби на основі алкіламінів – 14,21 %. До складу композицій на їх основі входять також ЧАС, спирти, пероксисполуки та похідні гуанідинів.

Частка засобів на основі пероксисполук становить 11,53 %. Засоби, що містять у якості діючих речовин пероксисполуки, переважно надоцтову кислоту та пероксид водню, подеколи мають у своєму складі також алкіламіни, ЧАС, похідні гуанідинів. Дещо менше зареєстровано засобів на основі альдегідів – 9,65 %. Альдегідовмісні засоби, як правило, являють собою складні композиції на основі глутарового, ортофталевого, сукцинальдегіду та ЧАС, а також гліюксалу, похідних гуанідинів та спиртів. Частка засобів на основі гуанідинів складає 5,09 %. Прогресивні форми засобів на основі похідних гуанідинів (полігексаметиленгуанідин гідрохлориду та полігексаметиленгуанідин фосфату), як правило, мають у своєму складі ЧАС, що підвищує їх протимікробну активність та поліпшує фізико-хімічні властивості засобів.

Аналіз методичних указівок із застосування офіційно зареєстрованих в Україні дезінфекційних засобів свідчить про те, що переважно більшість їх пропонується використовувати для дезінфекції однакового кола об'єктів практично у всіх закладах, установах, організаціях без урахування особливостей їх діяльності; контингенту осіб, які в них перебувають; епідеміологічних ризиків, що існують у тому чи іншому закладі; мікробного пейзажу, рівня контамінації об'єктів, а також спектру протимікробної дії; токсичності та шкідливого впливу на об'єкти засобів знезараження. Отже, за більш ніж широкого асортименту дезінфекційних засобів маємо практику науково необґрунтованого нецільового застосування дезінфектантів. Внаслідок зниження наукового рівня санітарно-епідеміологічної експертизи в останні роки виникла проблема заниження концентрацій і експозицій пропонованих до використання дезінфекційних засобів, науково необґрунтованого подовження термінів придатності робочих розчинів, що сприяє формуванню стійкості мікроорганізмів до дії дезінфектантів.

На основі результатів аналізу стану захворюваності дітей на інфекційні захворювання, оцінки ефективності проведення дезінфекційних заходів стосовно об'єктів середовища дитячих закладів та аналізу епідеміологічної доцільності використання в них дезінфекційних засобів розроблено наукові підходи щодо проведення дезінфекційних заходів у дитячих закладах.

Наукову основу забезпечення ефективності дезінфекційних заходів у дитячих закладах має складати їх епідеміологічне обґрунтування, а саме вид збудників і переносників, їх властивості, персистентність у середовищі закладів в умовах впливу різноманітних факторів з урахуванням шляхів передачі збудника. Тобто вибір обсягу і спрямованості дезінфекційних заходів, методів, засобів та режимів знезараження об'єктів у кожному випадку має визначатись епідемічною ситуацією (рівнем захворюваності, шляхами та факторами передачі збудників та їх видовим складом і біологічними властивостями), основними нозологічними формами інфекцій, рівнем мікробної контамінації та забруднення об'єктів

органічними речовинами, функціональним призначенням приміщень, призначенням та конструктивними особливостями об'єктів знезараження.

Дезінфекційні заходи у дитячих дошкільних та навчальних закладах проводяться із застосуванням дезінфектантів різної хімічної природи. Адекватний епідемічній ситуації вибір дезінфекційного засобу є запорукою ефективності дезінфекційних заходів. За ступенем впливу на механізм передачі інфекційних захворювань з позицій кінцевого результату можна виокремити:

- стерилізацію – повне знищення всіх форм живих мікроорганізмів;
- дезінфекцію високого рівня, яка передбачає знищення всіх вегетативних форм мікроорганізмів та частини спорових форм;
- дезінфекцію проміжного рівня – знищення всіх вегетативних форм мікроорганізмів, включаючи мікобактерії, всіх грибів і більшості вірусів;
- дезінфекцію низького рівня – знищення вегетативних форм мікроорганізмів (за винятком мікобактерій туберкульозу), деяких вірусів та грибів.

Для проведення профілактичних дезінфекційних заходів у дитячих закладах є придатними ДЗ, що забезпечують дезінфекцію низького рівня, для вогнищевої дезінфекції – засоби, що забезпечують дезінфекцію проміжного рівня. Для дезінфекції низького рівня рекомендується застосовувати засоби на основі ЧАС та гуанідинів. Галогеновмісні сполуки, алкіламіни рекомендується застосовувати для дезінфекції проміжного рівня.

До дезінфектантів, які використовуються у дитячих закладах, висуваються специфічні вимоги, пов'язані із властивостями збудників інфекцій, що в них виникають, та особливостями дитячого організму. Так, спектр протимікробної дії зазначених дезінфікуючих засобів має включати бактерицидні (щодо умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів), віруліцидні та фунгіцидні (щодо грибів роду *Candida*) властивості. У разі появи у закладі випадків поверхневих дерматомікозів для вогнищевої дезінфекції мають використовуватись засоби,

ефективні щодо зазначених збудників. Наявність туберкулоцидних властивостей у ДЗ, що застосовуються для профілактичної дезінфекції у дитячих закладах, є не обов'язковою. Засоби зі здатністю знищувати мікобактерії туберкульозу використовують лише для заключної дезінфекції та у відповідних закладах для хворих на туберкульоз дітей. Для засобів з проведення профілактичної дезінфекції у дитячих закладах бажаним є невеликий діапазон бактеріостатичних концентрацій.

Іншим обов'язковим важливим критерієм для ДЗ, що застосовуються у дитячих закладах, є їх безпечність для дітей, тобто відсутність шкідливого впливу на дитячий організм, як під час приготування робочих розчинів засобів та їх застосування, так і після закінчення дезінфекційних робіт. Для застосування у дитячих закладах придатні лише засоби, які належать до 3 класу помірно небезпечних або до 4-го класу мало небезпечних (за ГОСТ 12.1.007-76) речовин. Дезінфекційні заходи проводять за відсутності у приміщеннях дітей та персоналу, дезінфекцію здійснюють методами протирання, занурення та замочування. Після проведення дезінфекції проводять вологе прибирання та провітрювання приміщень. Відповідно персонал, що виконує дезінфекційні заходи, має суворо дотримуватись усіх вимог безпеки, наведених у методичних вказівках із застосування окремих ДЗ.

До інших вимог, що висуваються до ДЗ для дитячих закладів, належать нетривалі експозиції дії; низька агресивність щодо різноманітних об'єктів знезараження; сприятливі фізико-хімічні властивості, зокрема відсутність неприємного запаху та здатності фіксувати забруднення органічного походження на поверхні виробів, хороша розчинність у воді, сприятливий для об'єктів знезараження рівень рН; наявність мийних та очищувальних властивостей, здатність добре змиватись з поверхонь; доступність та зручність у застосуванні за умов проведення дезінфекції способами протирання та занурення.

Ефективність дезінфекції із застосуванням обраного ДЗ визначається

наступними умовами:

- застосування ДЗ у вигляді водних розчинів, які швидко адсорбуються оболонкою мікробної клітини і проникають всередину її;
- використання рекомендованих способів дезінфекції щодо об'єктів знезараження із забезпеченням кожного разу повного змочування поверхонь, що піддаються дезінфекції;
- суворе дотримання передбачених методичними документами режимів дезінфекції об'єктів (концентрацій дезінфектантів, необхідних експозицій їх дії та рекомендованих норм витрат);
- використання спеціальних, наведених у методичних указівках режимів для дезінфекції об'єктів за наявності на них забруднень органічного походження;
- недопущення багаторазового використання робочих розчинів ДЗ;
- дотримання термінів та умов зберігання дезінфектантів та їх робочих розчинів.

Сучасні форми випуску ДЗ – рідкі концентрати, таблетки, гранули, готові до застосування розчини, гелі, серветки, просякнуті дезінфікуючими розчинами. Враховуючи те, що максимальний бактерицидний ефект дезінфікуючих засобів досягається при використанні їх у рідкому стані, найбільш прогресивною формою застосування є стабілізовані рідкі концентрати.

Враховуючи те, що членистоногі та гризуни є переносниками збудників небезпечних інфекційних хвороб, наукового обґрунтування вимагає також і тактика проведення заходів із дезінсекції і дератизації у специфічних умовах дитячих закладів. Встановлено, що високим залишається рівень ураженості педикульозом вихованців дитячих закладів в Україні, що вимагає удосконалення проведення педикулоцидних заходів у дитячих організованих колективах.

Для знищення членистоногих – переносників або резервуарів інфекцій - у медичній дезінсекції використовують інсектициди, які виробляють у препаративних формах на основі токсиканту з додаванням допоміжних речовин,

які, з одного боку, зменшують токсичність, з іншого – сприяють поліпшенню якості дезінсекції. Для знищення членистоногих у дитячих закладах необхідно застосовувати тільки ті засоби, що дозволені для використання для дітей та у дитячих закладах, та вибирати максимально безпечні і щадні методи дезінсекції.

Дитячі заклади заселяються тарганами, рудими фараоновими мурашками, мухами, іноді постільними блошицями, вошами. Можливе занесення бліх та у літню пору заліт комарів, які є переносниками малярійних плазмодіїв.

Основні місця знаходження та укриття комах у приміщеннях дитячих закладів – це ліжка та інші меблі в спальних та ігрових кімнатах, в адміністративних приміщеннях – у шафах та шухлядах столів, а також на території харчоблоку (кухні, комори).

Синантропні таргани (руді *Blattella germanica* L., чорні *Blatta orientalis* L., американські *Periplaneta Americana* L.) є механічними переносниками збудників інфекцій, серед яких: бактерії – *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Salmonella* spp., *S. typhimurium*, *Schigella* spp., *K. pneumoniae*, *P. vulgaris*, *J. pestis*; віруси – збудники гепатитів; спори грибів; ооцисти найпростіших; яйця гельмінтів *Enterobios verticulatus*, *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenata*. Крім того, таргани можуть бути джерелами алергенів, які викликають atopічний риніт, atopічний дерматит, астму.

Винищувальні заходи проти тарганів у дитячих закладах проводять із кратністю обробок приміщень від 4 до 12 разів на рік у залежності від ступеня заселеності тарганами. За високої чисельності комах обробку проводять фахівці з дезінфекційної справи. Такі обробки можливі лише за умови відсутності дітей та персоналу. Обробки проводять рідкими засобами (КЕ і КС), аерозолями та дустами. ДР рідких засобів є піретроїди (лямбда-цигалотрин, циперметрину) та ФОС. Аерозолями на основі піретроїдів (дельтаметрин, циперметрин, сумітрин, тетраметри), а також неонікотиноїдів можна обробляти тільки невеликі за розмірами поверхні. Після проведення обробки обов'язково проводять

провітрювання та вологе прибирання, під час якого видаляють засіб з поверхонь. Препарати тривалої дії (дусти, гелі) необхідно наносити в місцях, недоступних для дітей. Порошками, дустами на основі піретроїдів обробляють сухі приховані місця, електропроводку.

Синантропні мухи, які можуть потрапляти до дитячих закладів, механічно переносять більше 40 збудників різних захворювань. Епідеміологічне значення синантропних мух визначається їх біологічними особливостями. Контактуючи з відходами, фекаліями, послідом тварин та їжею людини, мухи переносять збудників кишкових інфекцій, включаючи дизентерію, холеру, черевний тиф, паратифи і сальмонельоз, а також яйця гельмінтів, цисти найпростіших, ентеровіруси і аденовіруси.

При проведенні профілактичної дезінсекції для запобігання зальоту мух вікна, квартирки закривають сіткою з розміром отворів не більше 1,2 – 2,0 мм. Під час винищувальних заходів для боротьби з окриленими мухами обробку поверхонь інсектицидами проводять обмежено. Обробляють (за показами) місця посадки мух, сміттєзбірники. Більшість засобів в аерозольних балонах для знищення літаючих комах, у тому числі мух, основана на піретроїдах. Для знищення імаго мух у дитячих закладах можна з обережністю застосовувати отруйні принади на основі інсектицидів і атрактантів. Такі принади виготовляють у вигляді гранул. У якості ДР використовують карбамати або неонікотиноїди. Доцільним для використання в дитячих закладах є застосування липких поверхонь, які розміщують у місцях скупчення мух, головним чином – у харчоблоках.

Блохи можуть потрапляти у дитячі заклади з підвальних приміщень або випадково з тварин – кішок та собак. Дезінсекцію проти бліх проводять силами фахівців дезслужби, використовуючи емульсії емульгуючих концентратів, або суспензіями порошків, що змочуються, на основі ДР із груп ФОС, карбаматів, піретроїдів, неонікотиноїдів.

При виявленні побутових комах у медичних відходах проводять їх обробку інсектоакарицидними засобами, що мають широкий спектр дії щодо синантропних комах (тарганів, блох, мурашок, вошей, постільних клопів).

Комарі роду *Anopheles* - переносники малярійного плазмодія при кровосанні – можуть викликати захворювання на малярію та деякі арбовірусні інфекції. Поряд з іншими кровосисними членистоногими комарі можуть бути механічними переносниками збудників туляремії.

Для боротьби з окриленими комарами, які залітають у приміщення дитячих закладів, спеціально для дітей розроблено електрофумігуючі засоби у вигляді рідини або пластин до електрофумігаторів. ДР цих засобів є високолеткі піретроїди: пралетрин, трансфлутрин, есбіотрин у поєднанні з натуральними піретринами.

На свіжому повітрі для індивідуального захисту дітей від комарів використовують репелентні засоби. В якості ДР репелентних засобів використовують ДЕТА. В останні роки в якості ДР у репелентах використовують нову субстанцію IR 3535[®]. Засоби на основі цієї субстанції є значно безпечнішими, завдяки чому їх можна використовувати для захисту дітей у дитячих закладах та зонах відпочинку для дітей.

За результатами досліджень специфічної біологічної активності запропоновано для проведення профілактичної дезінсекції у дитячих закладах два нові вітчизняні ефективні та безпечні інсектицидні засоби на основі піретроїду лямбда-цигалотрину у вигляді гелю та принади у контейнері (пастки). За результатами лабораторного дослідження відлякувальних властивостей запропоновано для захисту дітей від кровосисних комах два репелентних засоби на основі ДЕТА та два нових інсекторепелентних засоби IR 3535[®] на основі (3-(N-ацетил-N-бутил) етилового ефіру амінопропіонової кислоти).

В Україні протягом останніх років спостерігається високий рівень захворюваності головним педикульозом серед дітей. Поряд із санітарно-

гігієнічними заходами основним методом боротьби з вошами залишається хімічний метод. ДР педикулоцидних засобів є перметрин, ефірні олії, диметикон.

Тактика проведення дезінсекційних робіт у дитячих закладах має свої особливості. При виборі інсектицидних засобів для застосування у дитячих закладах необхідно враховувати особливості приміщень, що підлягають обробці, біологічні особливості комах (видова приналежність, стадія розвитку, резистентність до інсектицидів) та властивості інсектицидних засобів (специфічна біологічна активність, цільове призначення, препаративна форма і спосіб застосування, безпека, вплив на об'єкти щодо яких проводиться обробка). При проведенні заходів із дезінсекції необхідно суворо дотримуватись заходів безпеки, зазначених в інструкціях із застосування засобів.

Невичищені сміттєпроводи і неприбране сміття – місце розмноження гризунів, особливо сірих пацюків, які, в свою чергу, є годувальниками таких небезпечних переносників інфекцій як блохи та пацюкові кліщі. Останні можуть спричиняти дерматити і, крім того, бути переносниками збудників жовтушного лептоспірозу, лімфоцитарного хоріоменінгіту, поворотного (щурячого) тифу, лихоманки Ку, везикульозного рикетсіозу тощо.

У дитячих закладах не допускається застосування дератизаційних засобів, які містять отруту гострої дії. Дератизацію у дитячих закладах проводять у місцях, недоступних для дітей: у підвалах, приміщеннях для зберігання продуктів та інвентарю, підсобних приміщеннях на прилеглий території. Заборонено розкладати принаду у приміщеннях, в яких знаходяться діти.

У випадку застосування отруйних принад їх розкладають на підкладинки та в спеціальні, доступні тільки для гризунів ємності, що виключає рознесення отрути гризунами та її попадання на продукти харчування, медикаменти тощо.

Боротьбу з гризунами проводять із застосуванням зернових, гранульованих принад, парафінованих і сухих брикетів, паперових і капсульних контейнерів,

галет, м'яких брикетів. Широко використовують фізичні методи – клейові пастки, давилки «Геро», відлякувальні пристрої різного типу.

Підсумовуючи, слід зазначити, що організація системи проведення дезінфекційних заходів у дитячих закладах має враховувати мету їх проведення (генеральні прибирання, профілактична чи вогнищева дезінфекція). Обсяг і направленість дезінфекційних заходів має визначатись профілем закладу, механізмом розвитку в ньому епідемічного процесу при різних інфекційних захворюваннях, етіологічною структурою та біологічними властивостями збудників та переносників, їх чутливістю/стійкістю до дії дезінфектантів, характером, конструктивними особливостями, мікробною контамінацією і ступенем забруднення об'єктів знезараження. Особливе значення має вибір засобів дезінфекції, дезінсекції, дератизації, який має бути епідеміологічно вмотивованим та науково обґрунтованим.

ВИСНОВКИ

1. В останні 10 років в Україні спостерігаються стабільно високі показники захворюваності дітей на гострі кишкові інфекції, викликані умовно патогенними мікроорганізмами, найбільшу частку серед яких складають бактерії родів *Klebsiellae*, *Enterobacter*, *Staphylococcus* та *Salmonellae*, які характеризуються підвищеною стійкістю до впливу факторів навколишнього середовища та біоцидів, зокрема дезінфектантів. Часто ГКІ реєструються у вигляді спалахів в організованих дитячих колективах. Протягом останніх років спостерігається підвищення рівня захворюваності на ротавірусні інфекції та вірусні менінгіти, етіологічним чинником останніх є ентеровіруси, які викликають спалахи інфекцій у дитячих дошкільних та літніх оздоровчих закладах. Постійно підвищуються показники захворюваності дітей на вірусний гепатит А, на який найбільше хворіють діти молодшого та середнього шкільного віку.

2. Що стосується інфекцій із повітряно-крапельним механізмом передачі, то останніми роками спостерігається зниження рівня захворюваності на скарлатину та бактеріальні менінгіти. Серед встановлених збудників у захворілих на бактеріальні менінгіти у 2014 році переважають пневмококи, стафілококи та стрептококи. Періодично відбуваються епідемічні підйоми захворюваності на грип. За останні 8 років найбільші епідемії грипу спостерігались у 2005 та у 2007 роках.

3. За результатами аналізу етіологічної структури захворювань на інфекційні хвороби дітей дошкільного та шкільного віку визначено, що спектр протимікробної дії дезінфектантів, призначених до застосування у дитячих закладах, має обов'язково включати бактерицидні (щодо умовно патогенних мікроорганізмів), фунгіцидні (щодо грибів роду *Candida*) та віруліцидні властивості.

4. Встановлено, що більшість збудників інфекцій вірусної та бактеріальної природи належать до мікроорганізмів з підвищеною стійкістю до дії факторів навколишнього середовища, у т.ч. до дії дезінфектантів, що вимагає розробки вимог та умов застосування дезінфікуючих засобів у дитячих закладах з метою забезпечення ефективності та безпечності проведення в них дезінфекційних заходів.

5. Високим залишається рівень інвазованості дітей гельмінтами та найпростішими, які є найвищими у дитячих будинках та школах-інтернатах, де показники інвазованості гельмінтами становлять від 5,60 до 8,65, показники інвазованості найпростішими – від 1,71 до 4,83 на 100 тис. відповідного дитячого населення. Серед гельмінтів, що уражають дітей в організованих дитячих колективах, переважають гострики, аскариди, волосоголовці; серед найпростіших – найбільше інвазованих лямбліями.

6. Не зважаючи на зниження показників ураженості педикульозом протягом останніх трьох років, рівень ураженості педикульозом вихованців

дитячих закладів залишається високим. Найвищі показники ураженості педикульозом спостерігаються у вихованців шкіл-інтернатів, де навіть у найблагополучніший 2014 рік рівень ураженості дітей становив 453,20 на 100 тис. відповідного населення, дещо нижчий показник ураженості педикульозом в учнів ЗОЗ – 275,30 на 100 тис. відповідного населення.

7. Не зважаючи на зменшення в останні 2 роки кількості обстежень дитячих дошкільних і загальноосвітніх закладів та дитячих зон відпочинку за основними групами комах (комарі, мухи, москіти, кліщі), питома вага заселених комахами дитячих закладів значно збільшилась у 2014 році. Зокрема показники заселеності дитячих закладів не малярійними комарами, мухами, алергенними кліщами виявились найвищими за 10 років спостережень, а іксодовими кліщами та малярійними комарами - одними з найвищих. У 2013-2014 роках питома вага дитячих зон відпочинку, заселених малярійними і не малярійними комарами, мухами, іксодовими і алергенними кліщами збільшилась більше ніж удвічі порівняно із 2012 роком.

8. Аналіз структури зареєстрованих в Україні станом на 01.04.2014 р. дезінфекційних засобів свідчить про достатній у кількісному та якісному відношенні асортимент дезінфектантів, які за своїми властивостями та цільовим призначенням можуть повністю забезпечити потреби дитячих дошкільних та навчальних закладів у проведенні дезінфекції об'єктів їх середовища, які слугують факторами передачі збудників інфекційних хвороб. У той же час проведений аналіз методичних указівок та інструкцій із застосування офіційно зареєстрованих в Україні дезінфекційних засобів показав, що майже всі вони мають однакову, не обґрунтовану фізико-хімічними властивостями, особливостями специфічної біоцидної дії та відповідними токсикологічними властивостями засобів сферу застосування.

9. За результатами проведених досліджень розроблено наукові підходи щодо проведення дезінфекції у дитячих закладах, які передбачають

епідеміологічне обґрунтування системи проведення дезінфекційних заходів. Епідеміологічно вмотивований вибір засобів знезараження для дитячих закладів передбачає врахування цілого ряду чинників, найважливішими з яких є мета проведення дезінфекційних заходів, видовий склад збудників інфекцій та їх переносників, специфічна біологічна активність, що визначає цільове призначення засобу, токсичність для теплокрівних і безпеку при застосуванні. Із урахуванням зазначених чинників визначено та рекомендовано для проведення профілактичної та вогнищевої дезінфекції у дитячих закладах дезінфекційні засоби, що належать до певних груп хімічних сполук.

10. За результатами досліджень специфічної біологічної активності для проведення профілактичної дезінсекції у дитячих закладах запропоновано два нові вітчизняні ефективні та безпечні інсектицидні засоби на основі піретроїду лямбда-цигалотрину у вигляді гелю та принади у контейнері (пастки). За результатами лабораторного дослідження відлякувальних властивостей для захисту дітей від кровосисних комах запропоновано два репелентні засоби на основі ДЕТА та два нові інсекторепелентні засоби IR 3535[®] на основі (3-(N-ацетил-N-бутил) етилового ефіру амінопропіонової кислоти).

11. За результатами проведених досліджень розроблено проект методичних указівок з проведення дезінфекційних заходів у дитячих закладах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Марабян Р.В. Стан інфекційної та неінфекційної захворюваності серед дітей закритого дитячого колективу на моделі Харківського обласного спеціалізованого будинку дитини № 1 / Р.В. Марабян, А.Ю. Пеньков // Клініко-епідеміологічні аспекти боротьби та профілактики інфекційних і неінфекційних хвороб серед дітей і дорослих: тез. доп. міжн. наук.–практ. конф. (8-9 квітня 2010 р.). – Харків, 2010. – С. 40-42.

2. Бочков Ю.А. Вопросы профилактики гельминтозов / Ю.А. Бочков, Н.А. Романенко // Актуальные проблемы дезинфектологии в профилактике инфекционных и паразитарных заболеваний: тез. докл. Всероссийской научн. конф., посв. 100-летию со дня рождения В.М. Вашкова (15-16 октября 2002 г.). – Москва, 2002. – С. 106-108.
3. Паничев В.О. Спостереження щодо захворюваності на кір у м. Тернополі / В.О. Паничев, С.В. Маціпура, У.В. Ільницька // Епідеміологічні та клінічні аспекти профілактики, діагностики та лікування розповсюджених інфекційних хвороб сучасності: тез доп. наук.-практ. конф. (26-27 вересня 2012 р.). – Харків, 2012. – С. 94-95.
4. Епідеміологічний нагляд за кашлюком: методичні рекомендації. – Київ, 2009. – 24 с.
5. Инфекционные болезни и эпидемиология: учебник / В.И. Покровский, С.Г. Пак, Н.И. Брико, Б.К. Данилкин. – М. : ГЭОТАР-МЕД, 2003. – 816 с.
6. Громашевский Л.В. Особенности эпидемиологии "детских" инфекций // Избранные труды. - К., 1987. – Т. 2. – С. 125-146.
7. Чудна Л.М. До проблеми дитячих інфекцій / Л.М. Чудна, В.Г. Оксіюк // Пам'яті Л.В. Громашевського (до 110-річчя від дня народження). – Київ, 1997. - С. 56-64.
8. Учайкин В.Ф. Инфекционные болезни у детей / В.Ф. Учайкин, Н.И. Нисевич, О.В. Шамшева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 688 с.
9. Инфекционные болезни. Национальное руководство / под ред. акад. РАМН Н.Д. Ющук, акад. РАЕН Ю.Я. Вегерова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 1056 с.
10. Доан С.І. Ентеровірусні інфекції (Епідеміологія, клініка, діагностика, профілактика) / С.І. Доан. – Київ : ДІА, 2010. – 208 с.
11. Петренко Т.Е. Профилактика энтеровирусной инфекции в организованном коллективе / Т.Е. Петренко // Епідеміологічні та клінічні аспекти

- профілактики, діагностики та лікування розповсюджених інфекційних хвороб сучасності: тез доп. наук.-практ. конф. (26-27 вересня 2012 р.). – Харків, 2012. – С. 111-113.
12. Засипка Л.З. Епідеміологічний нагляд за ротавірусною інфекцією / Л.З. Засипка, Н.Д. Вегержинська, Л.В. Красницька // Епідеміологічні та клінічні аспекти профілактики, діагностики та лікування розповсюджених інфекційних хвороб сучасності: тез доп. наук.-практ. конф. (26-27 вересня 2012 р.). – Харків, 2012. – С. 109-111.
 13. Грешило М.С. Сальмонельози у дітей / М.С. Грешило, В.І Руда, Л.В. Пипа. – Хмельницький : Цюпак, 2011. – 211 с.
 14. Serotype distribution and antimicrobial resistance of *Salmonella enterica* from patients with gastroenteritis in Crete, Greece / S. Maraki, G. Samonis, E. Mantadakis et al. // *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* - 2006. - Vol. 25. - P. 116-119.
 15. Таран В.В. Проблема розвитку резистентності мікроорганізмів до дії дезінфекційних засобів / В.В. Таран // Матеріали наради-семінару з актуальних питань дезінфекційної справи: тез. доп. (14-16 вересня 2010 р.). – Полтава – Київ, 2010. – С. 119-124.
 16. Chapman J.S. Biocide resistance mechanisms / J.S. Chapman // *International Biodeterioration & Biodegradation.* - 2003. -Vol. 51, Is. 2. - P. 133-138.
 17. Таран В.В. Чутливість мікроорганізмів до дії дезінфекційних засобів / В.В. Таран // СЕС. Профілактична медицина. - 2008. - № 1. – С. 50-51.
 18. Гострі респіраторні вірусні інфекції / за ред. проф. М.А. Андрейчина і проф. В.П. Малога. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2011. – 304 с.
 19. Москалюк В.Д. Респіраторно-синтиціальна інфекція в організованому колективі: клініко-епідеміологічна характеристика / В.Д. Москалюк // *Інфекційні хвороби.* – 2006. - № 3. – С. 36-38.

20. Малий В.П. Грип (сезонний і пандемічний): методичні рекомендації / В.П. Малий, О.К. Полукчи, М.А. Андрейчин. - Харків, 2010. – 54 с.
21. Киселев О.И. Грипп и другие респираторные инфекции: эпидемиология, профилактика, диагностика и терапия / О.И. Киселев, И.Т. Маринец, А.А. Сомишина. – СПб. : Боргес, 2003. – 244 с.
22. WHO. Global influenza Surveillance Network [Електронний ресурс]. -- 2009. - Режим доступу // <http://www.who.int/csr/disease/influenza/surveillance/en/>.
23. Dale D.C. Infectious Diseases: The Clinical Guide to Diagnosis, Treatment and Prevention / Web MD Corporation, 2009. – 310 p.
24. Pathogens associated with persistent diarrhea in children in low and middle income countries: systematic review / K. Abba, R. Sinfield, C.A. Hart, P. Garner // BMC Infect Dis. – 2009. - № 9. – P. 88.
25. Инфекционные болезни у детей / под ред. Д. Мари; пер. с англ. под ред. Н.А. Федоровой. – М. : Практика, 2005. – 600 с.
26. Kaszzak-Bergman I. Atlas chorob zakaznych dzieci / I. Kaszzak-Bergman, L. Szenborn. – Wroclaw: Urban & Partner, 2009. – 103 с.
27. Донец А.В. Проведение дезинсекции в ЛПУ с целью профилактики ВБИ / А.В. Донец // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2008. – Т. 12, № 2. – С. 267-280.
28. Гигиенические проблемы качества воздушной среды детских дошкольных учреждений / Н.С. Польша, Н.Я. Яцковская, Е.В. Сурмашева и др. // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. – Минск, 2011. - Вып. 18. - С. 164-168.
29. Денисенко І.В. Проведення дератизаційних робіт за програмою Пестконтроль (Pest control) на категорійних об'єктах: харчових, лікувальних, дитячих / І.В. Денисенко // Матеріали наради-семінару з актуальних питань дезінфекційної справи: тез. доп. (14-16 вересня 2010 р.). – Полтава – Київ, 2010. – С. 87-92.

30. Державний реєстр дезінфекційних засобів з 12.01.2009 року. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: dsesu.gov.ua/ua/normativna-pravova-baza/bazi-ta-reestri/category/3-reiestr-dezinfektsiinykh-zasobiv - DezZasob_24.01.2011.zip. – заголовок з екрану.
31. Державний реєстр дезінфекційних засобів за 2011 рік [Електронний ресурс]. - Режим доступу: dsesu.gov.ua/ua/normativna-pravova-baza/bazi-ta-reestri/category/3-reiestr-dezinfektsiinykh-zasobiv - DezZasob_2011.xls. – заголовок з екрану.
32. Державний реєстр дезінфекційних засобів 2012-2013 років [Електронний ресурс]. - Режим доступу: dsesu.gov.ua/ua/normativna-pravova-baza/bazi-ta-reestri/category/3-reiestr-dezinfektsiinykh-zasobiv - DezZasob_2012-13. xls. – заголовок з екрану.
33. Державний реєстр дезінфекційних засобів 2014 рік [Електронний ресурс]. - Режим доступу: dsesu.gov.ua/ua/normativna-pravova-baza/bazi-ta-reestri/category/3-reiestr-dezinfektsiinykh-zasobiv - DezZasob_2014-02_1. xls. – заголовок з екрану.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОЗПОДІЛУ РАДІОВУГЛЕЦЮ В ОБ'ЄКТАХ ДОВКІЛЛЯ З МЕТОЮ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ЯК ЕКОЛОГІЧНОГО МАРКЕРА	7
<i>Сердюк А.М., Бузинний М.Г., Михайлова Л.Л., Симович С.В., Сахно В.І., Романченко М.О., Чирков В.С.</i>	
РАДІАЦІЙНО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЗАЛИШКІВ ВИДОБУТКУ ТА ПЕРЕРОБКИ КОРИСНИХ КОПАЛИН З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ПРИРОДНИХ РАДІОНУКЛІДІВ	30
<i>Павленко Т.О., Лось І.П., Аксьонов М.В., Фризюк М.А., Тарасюк О.Є., Семенюк Н.Д., Ковтонюк Н.Л., Михайленко О.В., Федоренко О.В., Кушнір Н.К., Біляєв Є.О., Савін Ю.С., Стасюк Р.К., Власюк Н.В., Герман О.О., Оперчук А.П.</i>	
НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ БЕЗПЕЧНИХ РІВНІВ НАФТОПРОДУКТІВ У ГРУНТАХ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ	62
<i>Станкевич В., Коваль Н., Тарабарова С., Какура І., Костенко А., Трахтенгерц Г., Шкуро В., Путивльський В., Тетеньова І., Соколовський М., Гуменнікова Н., Беньке Л., Паустовський Ю., Голубятников М.</i>	
ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ПОБУТОВИХ ФІЛЬТРІВ ТА КОЛЕКТИВНИХ СИСТЕМ НОВОГО ПОКОЛІННЯ, ЩО ПРОПОНУЮТЬСЯ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ПИТНОЇ ВОДИ, ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЇХ ВИБОРУ І ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ РІЗНИХ РЕГІОНІВ КРАЇНИ	97
<i>Прокопов В.О., Липовецька О.Б., Зоріна О.В., Труш Є.А., Куліш Т.В., Соболь В.А.</i>	

**РОЗРОБКА ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА
КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ КОМПОНЕНТІВ
ДІЄТИЧНИХ ДОБАВОК131**

*Останіна Н.В., Корзун В.Н., Кузнецова О.М., Лисенко Ю.І.,
Очеретяна Н.М., Брязкало В.В., Череменко А.М., Фузік Є.М.,
Гінкул І.Г., Іщенко Н.В., Тарасенко Н.Л., Левін М.Г.*

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПРОВЕДЕННЯ
ДЕЗИНФЕКЦІЙНИХ ЗАХОДІВ У ДИТЯЧИХ ЗАКЛАДАХ У СУЧАСНИХ
УМОВАХ173**

Таран В.В., Карпенко Л.В., Осіпова О.Е.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ
ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ**

Випуск 2

(результати наукових розробок 2015 р.)

За редакцією

академіка Сердюка Андрія Михайловича

Підписано до друку 31.05.2016. Формат 60×84/16. Ум.друк.арк.

Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Тираж 300 прим.. Зам.№ ____.

Видавництво: «Рекламне агентство TR Studio», 01019, м.Київ, а/с – 164

тел.: (044) 408-41-45, e-mail: info.trstudio@gmail.com