



УДК 618.2/.3:614.71]-074

**INFLUENCE OF FORMALDEHYDE AS A FACTOR OF  
THE ENVIRONMENT FOR THE DEVELOPMENT OF HYPOTHYREOSIS  
AND RELATED DISORDERS  
ESTROGEN SYNTHESIS**

**ВПЛИВ ФОРМАЛЬДЕГІДУ ЯК ФАКТОРА  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА РОЗВИТОК ГІПОТИРЕОЗУ І ПОВ'ЯЗАНЕ  
З ЦИМ ПОРУШЕННЯ  
СИНТЕЗУ ЕСТРОГЕНІВ**

Tishkov A.V. / Тішков О.В.

student / студент

Petrianyk S.L. / Петрянник С.Л.

student / студент

Dnipro State Medical University

Dnipro, Vladimir Vernadskiy, 9, 49044

Дніпровський державний медичний університет

Дніпро, Володимира Вернадського, 9, 49044

**Анотація:** у статті проаналізовано вплив якості атмосферного повітря, зокрема присутність такого забруднювача, як формальдегід, на репродуктивну функцію жіночого організму; встановлено зв'язок між наявністю формальдегіду у доквіллі і негативним впливом на щитовидну залозу, що призводить до гіпотиреозу, який, у свою чергу, впливає на синтез пролактину та естрогену.

**Ключові слова:** формальдегід, атмосфера, щитовидна залоза, гіпотиреоз, естрогени, репродуктивна функція.

**Вступ.**

Нині людство живе у світі, що характеризується високим рівнем розвитку різноманітних галузей промисловості, що, як наслідок, призводить до погіршення навколишнього середовища. Зростання забруднення довкілля викликає підвищений ризик виникнення різних захворювань. Так, за даними американських вчених, приблизно 20% усіх захворювань і 60% відхилень у фізичному розвитку пов'язані із забрудненням навколишнього середовища. Атмосферне повітря є одним із середовищ, вплив якого на організм людини найбільш виражений. За статистикою дев'ять із десяти людей у світі дихають недостатньо чистим повітрям. Причому настільки недостатньо чистим, що, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, 7 мільйонів людей щороку передчасно помирають через екологічні проблеми і це є другою за чисельністю причиною смертності від неінфекційних захворювань. Якість повітря визначається наявністю шкідливих речовин та їх концентрацією. Серед широкого спектру різноманітних біологічно небезпечних речовин особливе місце займає така хімічна сполука як формальдегід, який за ступенем впливу на організм відноситься до 1 класу хімічних речовин (безумовно канцерогенних для людини) [1; 2]. Саме тому вважаємо за доцільне дослідити вплив цієї речовини на репродуктивну функцію жінок.

**Основний текст.**

Формальдегід виявляє різноманітну токсичну дію на організм людини.



Ступінь і характер реакції організму залежить від часу впливу, концентрації, способу контакту та індивідуальної чутливості кожного з нас. Він має здатність проникати в усі без винятку органи і тканини і викликати в них патологічні зміни, тому не варто ним нехтувати, навпаки необхідно суворо регламентувати та контролювати як його використання, так і рівень концентрацій у навколишньому середовищі.

Особлива увага приділяється містам з розвинутою промисловістю, де систематично спостерігаються перевищення гранично допустимих концентрацій (далі ГДК) формальдегіду. Одним із таких міст України є Кривий Ріг. Слід зазначити, що місто Кривий Ріг з розвинутою промисловою інфраструктурою є важливим промисловим центром нашої країни. Основним видом діяльності є видобуток і переробка залізної руди, що супроводжується великими викидами шкідливих речовин в атмосферу.

Найбільшим підприємством міста є ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», де здійснюється повний металургійний цикл: видобуток руди, коксу, агломерату, концентрату та виробництво сталі. При такій розвиненій інфраструктурі вплив на навколишнє середовище неминучий. Компанія входить до ТОП-5 найбільших забруднювачів країни за обсягами викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Викиди цього підприємства складають 80% від загального обсягу викидів у м. Кривому Розі та майже 40% у цілому по області [3]. Слід зазначити, що в металургійній промисловості формальдегід використовують як антикорозійну речовину для металів, а в ливарних цехах він входить до складу в'язучих речовин. Крім того, джерелами забруднення повітря формальдегідом є металургійні заводи, печі термообробки та сушіння тощо [4, с. 25].

З моніторингових спостережень за станом атмосферного повітря, які проводились у 2020 році на базовій мережі спостережень РЦГМ у Дніпрі [5], слід зазначити, що у період з червня по вересень 2020 року значне підвищення формальдегіду спостерігалось в атмосфері м. Кривий Ріг. Наприклад, середньомісячні концентрації (кратні ГДК) у цей період становили: червень – 7,3 ГДК, липень – 7,7 ГДК, серпень – 8,0 ГДК, вересень – 7,3 ГДК. Слід зазначити, що в окремі періоди (друга декада вересня 2020 року) фіксувалися спалахи, коли фактичне перевищення формальдегіду досягало критичного значення – 9-10 разів від нормативу ГДК.

Аналіз зв'язку між станом здоров'я населення та ступенем забруднення навколишнього середовища дозволив визначити рівні, при яких виникають ті чи інші порушення здоров'я. Наприклад, при підвищенні в 1,5-2 рази ГДК шкідливих речовин фіксуються порушення імунологічних, біохімічних і фізіологічних показників організму людини. Значне зростання захворюваності, у тому числі поширеність та тяжкість перебігу захворювання, спостерігається при перевищенні рівнів забруднення у 2-3 рази від допустимого рівня. Подальше збільшення ступеня забруднення (в 4 і більше разів) викликає зміну захворюваності у бік хронічних видів патологій, а при перевищенні гігієнічних норм у 6 і більше разів зростає захворюваність на множинні та змішані патології [6].



Виходячи з того, що середньодобова ГДК формальдегіду становить 0,003 мг/м<sup>3</sup>, а норматив максимальної разової дози за ГДК становить 0,035 мг/м<sup>3</sup>, можна припустити, що мешканці Кривого Рогу знаходились під впливом майже максимальних разових доз цієї канцерогенної речовини протягом тривалого часу. Безсумнівно можна сказати, що ці обставини негативно впливають на організм людини. Розглянемо можливі механізми впливу на прикладі жіночого організму та зміни, які можуть розвинути в ньому під впливом формальдегіду, зокрема на щитовидну залозу.

Щитовидна залоза є яскравим представником ендокринної системи людини. Вона виробляє тиреоїдні гормони, найважливішими з яких є тироксин і трийодтиронін. Загальновідомо, що гормони щитовидної залози виконують ряд важливих функцій в організмі, починаючи свою дію ще у внутрішньоутробному періоді: вони стимулюють ріст і розвиток організму, диференціацію тканин. Після народження вони продовжують впливати на вже сформовані системи організму: серцево-судинну, нервову, імунну та інші. Але особливо цікавим є зв'язок між щитовидною залозою і жіночою репродуктивною системою: вони можуть впливати одна на одну.

Враховуючи важливість щитовидної залози, не варто забувати, що її захворювання є однією з найпоширеніших патологій ендокринної системи на сьогоднішній день. Водночас слід підкреслити, що, за статистикою, захворювання щитовидної залози переважають у жінок (особливо в репродуктивний період). Відомо, що у жінок захворювання щитовидної залози спостерігаються в 10–17 разів частіше, ніж у чоловіків [7].

До основних факторів, що порушують повноцінне функціонування щитовидної залози, належать: дефіцит йоду, вплив радіації, вікові захворювання, фактори зовнішнього середовища [8, с. 43]. Одним із представників екологічних факторів є формальдегід. Варто підкреслити, що механізми дії формальдегіду на щитовидну залозу ще до кінця не вивчені, але доступна на сьогодні інформація однозначно свідчить про його негативний вплив.

У дослідженнях багатьох авторів підкреслюється, що формальдегід потрапляє в атмосферу не тільки з промислових джерел, але також утворюється як вторинний продукт в результаті комплексу фотохімічних реакцій при взаємодії з метаном, оксидами азоту та іншими вуглеводневими сумішами.

Так, експериментально доведено, що формальдегід (у концентраціях, нижчих за канцерогенні для досліджуваних організмів), взаємодіючи з іншими канцерогенами (наприклад, бензопіреном), активізує канцерогенез не тільки в клітинах-мішенях, а й у віддалених органах, одним з яких є щитовидна залоза. Передбачається, що в реальних умовах тривалого споживання формальдегіду разом з іншими канцерогенами, що містяться в атмосферному повітрі, можуть початися зміни (мутації, імуносупресія, проліферація) в органі та всьому організмі, що в кінцевому підсумку може призвести до раку щитовидної залози [9, с. 9, 12]. Даний патологічний процес може по-різному впливати на роботу органів, але однією з умов є погіршення синтезу тиреоїдних гормонів, що призводить до гіпотиреозу.



Згідно з іншими дослідженнями, ще раз доведено вплив формальдегіду на загальне погіршення здоров'я, особливо імунної системи. У цьому експерименті самці щурів-альбіносів піддавалися впливу різних доз формальдегіду протягом 30 днів. Підсумовуючи, відзначається зменшення маси самої залози, регресія фолікулів, а також зниження рівня трийодтироніну та дефіцит тироксину [9, с. 11-12].

Отже, можна зробити висновок, що негативний вплив формальдегіду на щитовидну залозу проявляється пригніченням синтезу та виділення тиреоїдних гормонів, що в свою чергу викликає патологічний стан організму людини – гіпотиреоз. Слід сказати, що особливо небезпечні ці процеси для жіночого організму, так як гіпотиреоз є важливою ланкою в ланцюжку патологічних змін, що розвиваються під впливом формальдегіду.

Продовжуючи дослідження даної проблематики, розглянемо вплив гіпотиреозу на синтез пролактину та естрогену. Щитовидна залоза відіграє важливу роль у підтримці нормального функціонування організму жінки, особливо її репродуктивного здоров'я. Цей ефект характеризується широким спектром різноманітних механізмів, які вивчалися багатьма вченими. Набагато цікавіші зміни у функціонуванні репродуктивної системи при гіпотиреозі, що є наслідком дії формальдегіду на щитовидну залозу. За даними досліджень, вважається, що гіпотиреоз є частою причиною ановуляції та маткової кровотечі [10, с. 20-21].

У свою чергу В.Н. Бабічев та В.М. Самсонова описує вплив гіпотиреозу на репродуктивну систему через наступні зміни. При дефіциті гормонів щитовидної залози відбувається посилений ріст тиреотрофів, які виробляють підвищену кількість тиреотропного гормону; пригнічується функціональна активність клітин гіпофіза, що виробляють лютеїнізуючий гормон; знижується чутливість рецепторів гіпофіза до гальмівної дії естрогену на фолікулостимулюючий гормон, що призводить до його гіперпродукції [11].

Також доведено, що дефіцит гормонів щитовидної залози призводить до пригнічення функціонування яєчників і сприяє посиленню дегенеративних змін, що відбуваються в них. Експериментально встановлено, що у щурів, яким видалили щитовидну залозу, спостерігалось збільшення кількості зрілих кістозних фолікулів в яєчниках за відсутності елементів лютеїнізації. В яєчниках спостерігаються дегенерація зернистого шару фолікулів, зміна кількості третинних і дозріваючих фолікулів, дистрофічні зміни, утворення білих тілець. Але найцікавіше, що при гіпотиреозі відбувається зниження вироблення як естрогену, так і прогестерону [11].

Дефіцит тиреоїдних гормонів порушує периферичний метаболізм естрогенів: замість звичайного шляху через 2-гідроксилювання та утворення активних катехолестрогенів відбувається 16-гідроксилювання та синтез естріолу, тобто найменш активної фракції естрогенів [12]. Через ці порушення в організмі жінки розвивається естрогенна недостатність. Однак існують й інші наслідки гіпотиреозу для гормонального здоров'я. Є дослідження, які свідчать про те, що при тривалому дефіциті гормонів щитовидної залози підвищується рівень пролактину, що може призвести до розвитку гіперпролактонемії.



Підвищення рівня пролактину, у свою чергу, перешкоджає метаболізму естрогену [13].

На підставі цього можна зробити висновок, що окрім недостатнього рівня естрогенів, виникаючого в результаті прямого впливу гіпотиреозу, існує ще і непрямий вплив: при підвищенні рівня пролактину синтез естрогенів гальмується. Це, в свою чергу, призводить до розвитку стійкого дефіциту естрогенів і цей патологічний стан стає ще однією важливою ланкою в нашому ланцюжку патологічних змін в жіночому організмі, яка буде предметом подальших досліджень.

#### **Висновки.**

Провівши аналіз статистичних показників з приводу концентрації формальдегіду в атмосферному повітрі на підставі даних Дніпропетровської області, розглянувши подібні наукові праці з експериментальними дослідженнями, можна зробити висновок про негативний вплив даної речовини на організм людини і провести ланцюжок цього впливу, починаючи від щитовидної залози і дійшовши до гормональної складової репродуктивного здоров'я кожної жінки. Подальші наукові роботи стануть продовженням цього етапу.

#### **Література:**

1. Дышите – не дышите. Почему ВОЗ назвала воздух угрозой человечеству. URL: <https://nv.ua/ukraine/zn/dyshite-ne-dyshite-pochemu-voz-nazvala-vozduh-ugrozoy-chelovechestvu-50031571.html>
2. Экспертное заключение о токсичности и опасности химического продукта. URL: <http://www.rpohv.ru/blend/pdf/reacide-3006.pdf>
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області у 2019 році. URL: [https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/uploaded-files/region\\_dopov\\_ecology\\_2019.pdf](https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/uploaded-files/region_dopov_ecology_2019.pdf)
4. Шевченко О., Яценко Ю., Данілова Н. Особливості часових змін концентрацій формальдегіду в атмосферному повітрі міст України // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2016. – № 2(35). – С. 24-29.
5. Дані Дніпропетровського регіонального центру з гідрометеорології. URL: <https://adm.dp.gov.ua/file-storage/dani-dnipropetrovskogo-regionalnogo-centru-z-gidrometeorologiyi>
6. Методичний посібник “Здоров’я населення і навколишнє середовище”. Розділ в системі “Соціально-гігієнічного моніторингу”. URL: [https://translate.google.com/translate?hl=uk&sl=ru&u=http://www.geol.vsu.ru/ecology/ForStudents/Documentarium/Metod.%2520rekomendacii%2520%27%27Ko\\_mpleksnaya%2520gigienicheskaya%2520ocenka%2520stepeni%2520napryajennosti%2520mediko-ekol.%2520situacii%27%27.doc&prev=search&pto=aue](https://translate.google.com/translate?hl=uk&sl=ru&u=http://www.geol.vsu.ru/ecology/ForStudents/Documentarium/Metod.%2520rekomendacii%2520%27%27Ko_mpleksnaya%2520gigienicheskaya%2520ocenka%2520stepeni%2520napryajennosti%2520mediko-ekol.%2520situacii%27%27.doc&prev=search&pto=aue)
7. Влияние патологии щитовидной железы на течение беременности и родов. Литературный обзор. URL: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=21112>





8. Штандель С.А., Хазиев В.В., Гопкалова И.В. Заболевания щитовидной железы и факторы, влияющие на их распространенность в популяции // Экологическая генетика человека. – 2010. – Т. VIII. – № 1. – С. 42-49;

9. Черниченко І.О., Баленко Н.В., Цимбалюк С.М., Осташко О.М. Про можливі механізми впливу атмосферних забруднень формальдегідом на формування захворюваності населення на рак щитоподібної залози // Environment and health. – 2016. – № 2. – С. 9-13.

10. Багрянцев В.Н., Киселева С.М., Гудков А.В. Значение скрининга нарушений функции щитовидной железы в изучении патологии репродуктивной системы у женщин в Приморском крае // Сб. науч. тр. Псков. – 1994. – С. 20-21.

11. Горин В.С. Налбандян И.В., Болдырева С.Н., Фишер Т.Э. Значение нарушений функции щитовидной железы в генезе гиперпластических процессов эндометрия (обзор).

URL: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/4968/4-%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

12. Есина Маргарита Михайловна. "Система репродукции при гипотиреозе" Архив акушерства и гинекологии им. В. Ф. Снегирева, изд. 4, № 2, 2017, С. 77-83.

13. Франциянц Е.М., Бандовкина В.А., Моисеенко Т.И., Мягкова Т.Ю., Чалабова Т.Г., Адамян М.Л., Черникова Н.В. Изменения функциональной активности щитовидной железы у пациенток с опухолями оставленного после гистерэктомии яичника // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 8-1. – С. 59-62;

***Abstract.** The article analyzes the impact of atmospheric air quality, in particular the presence of such a pollutant as formaldehyde, on the reproductive function of the female body; established a connection between the presence of formaldehyde in the environment and a negative effect on the thyroid gland, which leads to hypothyroidism, which, in turn, affects the synthesis of prolactin and estrogen.*

***Key words:** formaldehyde, atmosphere, thyroid gland, hypothyroidism, estrogens, reproductive function.*

Статтю відправлено: 16.12.2023 г.

© Тішков О.В., Петряник С.Л.