

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ВИДАННЯ:

Вченою радою ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» від 31.10.2022 р. (протокол № 4).

ДП «Комітет з питань гігієнічного регламентування МОЗ України» (протокол спільного засідання комісії з гігієнічного регламентування дезінфекційних засобів та комісії з гігієнічного нормування хімічних речовин в атмосферному повітрі № 2 від 11.10.2023 р.).

УСТАНОВА-РОЗРОБНИК:

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

УПОРЯДНИКИ:

Сурмашева О.В. д.мед.н., завідувач лабораторією санітарної мікробіологією та дезінфектології ДУ «ІГЗ НАМНУ»

Молчанець О.В. к.б.н., старший науковий співробітник лабораторії санітарної мікробіології та дезінфектології ДУ «ІГЗ НАМНУ»

Черниш О.О. науковий співробітник лабораторії санітарної мікробіології та дезінфектології ДУ «ІГЗ НАМНУ»

Полька О.О. к.мед.н., провідний науковий співробітник лабораторії санітарної мікробіології та дезінфектології ДУ «ІГЗ НАМНУ»

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Щербінська А.М. пров.н.с., професор, доктор медичних наук, Заслужений діяч науки та техніки, ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В. Громашевського» НАМНУ

Петросян А.А. пров.н.с., д.мед.наук, ДУ «Інститут громадського здоров'я ім.О.М.Марзєєва НАМН України»

Зміст

	Стр.
1. Загальні положення.....	4
2. Відбір, зберігання і транспортування проб повітря.....	6
3. Мікробіологічне дослідження повітря.....	7
4. Знезараження повітря.....	8
Перелік рекомендованої літератури.....	12

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

За даними ВООЗ та ЄС рівень забруднення та токсичності повітря всередині приміщень у 4-10 разів вище, ніж атмосферне повітря. На якість повітря приміщень житлових і громадських будинків безпосередньо впливають як зовнішні, так і внутрішні джерела забруднення (формування біоаерозолів), а також характеристики та обладнання будинків. Оскільки біоаерозолі пов'язані з негативними наслідками для здоров'я людей, які зазнають впливу, а навколишнє середовище всередині приміщень є унікальною структурою впливу, в останні роки зросла занепокоєність стосовно біоаерозолів, які формуються в середовищі приміщень.

Щорічно населення Європи втрачає до 3,4 млн. життів за рахунок додаткових випадків смертей від забрудненого повітря приміщень. Це є так звані «зворотні» випадки смертей, які можна скоротити за рахунок удосконалення підходів та якісних і кількісних критеріїв гігієнічної оцінки якості повітря з подальшим проведенням профілактичних заходів, що будуть спрямовані на зниження дії фактору ризику для громадського здоров'я.

В різних країнах нормативи кількісних критеріїв гігієнічної оцінки якості повітря відрізняються, в багатьох з них нормування має рекомендаційний характер. Так, в Європі розроблено ранжування рівнів контамінації мікроскопічними грибами повітря окремо для житлових та виробничих приміщень (проект ECACOST 613 19930). Згідно європейської класифікації, низьким рівнем концентрації спор грибів в повітрі житлових приміщень вважається 50-200 колонієутворюючих одиниць в 1 м³ (КУО/м³), середнім – 200-1000 КУО/м³. За американською класифікацією (дані Американського Національного Алергологічного Бюро), низьким рівнем контамінації повітря житлових приміщень вважається вміст спор плісневих грибів до 900 КУО/м³, середнім – 900-2500 КУО/м³. Існують також рекомендації Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ), де за порогову кількість спор в повітрі житлових та громадських приміщень прийнято 500 КУО/м³, перевищення якої

може призвести до розвитку бронхіальної астми у осіб з генетичною схильністю до atopії. Встановлена залежність вірогідності захворювання від високої кількості плісневих грибів в повітрі приміщень. Відсутність грибкового ураження поверхонь, контамінація повітря менше 500 КУО/м³ свідчать про малу вірогідність розвитку захворювання; відсутність колоній грибів на поверхнях та контамінація повітря більше 500 КУО/м³ свідчить про високу вірогідність захворювання та можливу контамінацію повітря із каналів вентиляції; наявність грибкового ураження конструкцій та контамінація повітря більше 500 КУО/м³ свідчать про типові умови після протікань та високу вірогідність захворювання та грибкових уражень. Така залежність, що базується на одній з двох ознак забруднення спорами грибів (ураження конструкцій і перевищення порогового рівня КУО) або їх поєднання дає підставу для висновку про неможливість проживання та перебування людей у цих приміщеннях.

Запах плісняви, «затхлості» та «вогкості», пов'язаний з речовинами, які виділяються мікроміцетами в процесі життєдіяльності, він проявляється в уражених плісневими грибами приміщеннях, та згодом майже не піддається усуненню, адсорбується в будматеріали, конструкції, а також одяг, меблі та предмети інтер'єру. Присутність компонентів, що виробляються плісневими грибами, тісно пов'язують з широко відомим терміном «синдром хворого будинку».

Таким чином, моніторинг повітря житлових і громадських приміщень є актуальним та необхідним заходом щодо запобігання поширенню інфекцій, що передаються аерозольним шляхом.

Сьогодні в Україні не існує нормативно-методичного документу, який би регламентував безпечний рівень мікроорганізмів, в тому числі плісневих грибів, у повітрі житлових та громадських приміщень.

На підставі даних, що містяться в інформаційних джерелах, а також результатів проведених власних мікологічних досліджень об'єктів житлових і громадських приміщень граничним рівнем вмісту спор мікроскопічних грибів в

повітрі закритих приміщень рекомендовано прийняти рівень контамінації нижче 200 КУО/м³.

Нами були розроблені критерії та надана шкала рівнів контамінації плісневими грибами повітря закритих приміщень (табл. 1), які базуються на отриманих результатах досліджень.

Таблиця 1. Критерії оцінки мікогенної контамінації повітря громадських приміщень

Клас чистоти повітря приміщень	Чисельність спор плісневих грибів, КУО/м ³
Чисті	до 200
Середньої чистоти	200 до 750
Брудні	750 - 1000
Сильно брудні	Більше 1000

Контроль контамінації повітря плісневими грибами житлових і громадських приміщень є одним із засобів забезпечення біологічної безпеки довкілля людини, що дозволить знизити ризик виникнення сенсibiliзації організмів та виникненню мікозів.

2 ВІДБІР, ЗБЕРІГАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ ПРОБ ПОВІТРЯ

Однією з основних проблем у дослідженнях біоаерозолів усередині приміщень є відсутність стандартизації у методології, від стратегій відбору проб повітря та обробки проб до застосовуваних аналітичних методів. Основними характеристиками, які необхідно враховувати при виборі методів відбору проб біоаерозолей усередині приміщень, це продуктивність пробовідбірника, репрезентативність відбору проб і відповідність аналітичним методам, що використовуються.

Методи відбору проб повітря поділяються на седиментаційний та аспіраційний. Найбільш інформативний – це аспіраційний метод.

Проби повітря відбирали аспіраційним методом з використанням приладу Saml'air Lite, виробництва AESCHEMUNEX (Франція), в об'ємі 100 дм³. Кількість зразків проб повітря в кожному приміщенні залежала від його площі (9 -20 м²), та складала від 3 до 5 проб. Відбір проб повітря здійснювали за температури 20 – 22 °С та відносної вологості повітря 35 – 55 %.

Проби відбирали в трьох повторностях на чашки Петрі:

- із середовищем агар Сабуро з глюкозою і хлорамфеніколом (Саб), та інкубували за температури 22 °С протягом 5 діб (для дослідження мікроскопічних грибів).

- із середовищем поживний агар (ПА) (для дослідження кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ) інкубували за температури 30 °С протягом 3 діб.

Після інкубації та підрахунку числа колоній, які вирости на поживному середовищі, проводять мікроскопію підозрілих колоній з подальшою ідентифікацією виділених плісневих грибів

3 МІКРОБІОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВІТРЯ

В результаті мікробіологічних досліджень повітря було продемонстровано, що в приміщеннях без видимих ознак біопшкоджень кількість мікроскопічних грибів була в середньому 205 КУО/м³, а кількість бактерій становила 1073 КУО/м³. У приміщеннях з видимими біопшкодженнями (протікання, підтоплення) кількість мікроскопічних грибів становила 1824 КУО/м³, а бактерій - 2730 КУО/м³.

Таким чином, кількість мікроорганізмів в повітрі приміщень з високим рівнем мікологічного забруднення була суттєво вищою, що було в 8,9 разів та в 2,5 рази (відповідно) вище, ніж в повітрі приміщень без біопшкоджень.

Якісний аналіз мікроорганізмів, ізольованих з повітряного середовища приміщень, виявив достатнє їх різноманіття, з них ідентифіковано 6 родів найбільш поширених мікроміцетів: *Penicillium spp.*, *Mucor spp.*,

Cladosporium spp., *Fusarium spp.*, *Acremonium spp.* та *Aspergillus spp.* Виділені гриби відносять до III-IV груп патогенності, тобто потенційно небезпечні для здоров'я людини.

Аналіз родового складу плісневих грибів в повітряному середовищі «заражених квартир», показав, що за чисельністю та зустрічаємністю домінуючими були гриби родів *Penicillium pp.* (55,3%) та *Cladosporium pp.* (26,6%).

4 ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПОВІТРЯ

Для деконтамінації повітря та поверхонь поряд із застосуванням методів прибирання (миття, протирання), провітрювання, дезінфекція поверхонь ефективним є застосування ультрафіолетового опромінення для дезінфекції, що довело свою ефективність у багатьох сферах діяльності. Спектр УФ-опромінення між 200 та 280 нм широко використовується в якості бактерицидного діапазону. Останнім часом широкого використання набули різні джерела УФ-випромінювання, такі як ртутні ультрафіолетові лампи низького та середнього тиску, УФ-світлодіоди, ексимерні випромінювачі та мікроплазменні лампи.

Швидкість інактивації мікроорганізмів залежить як від матеріалу та структури поверхні, так і від умов навколишнього середовища (відносної вологості та температури). Крім того, матеріали розрізняються за спорідненістю щодо прикріплення бактерій до поверхні, наприклад, поверхні з органічними фарбами можуть стимулювати обсіменіння поверхні та агрегацію мікроорганізмів, що змінює необхідну дозу УФ-випромінювання для певного коефіцієнта інактивації.

Світлодіодне ультрафіолетове світло є потужним та недорогим підходом до профілактики розповсюдження аерозольних інфекцій без шкоди для здоров'я людини. Технологія безперервного світлодіодного ультрафіолетового бактерицидного знезараження підвищує безпеку населення за рахунок

зниження ризику контакту з бактеріями, грибами, вірусами та іншими шкідливими мікроорганізмами. Безперечні переваги УФ-С світлодіодної технології дозволяють переглянути методологію боротьби з патогенами та перейти до постійного знезараження об'єктів випромінювачами зниженої потужності, які забезпечують необхідну для дезінфекції дозу опромінення протягом тривалого періоду.

З метою удосконалення профілактичних заходів щодо протидії поширенню інфекційних хвороб МОЗ України 06.05.2021 року прийнято наказ «Про затвердження санітарно-протиепідемічних правил і норм використання ультрафіолетового бактерицидного випромінювання для знезараження повітря та дезінфекції поверхонь в приміщеннях закладів охорони здоров'я та установ/закладів надання соціальних послуг/соціального захисту населення», який набув чинності 10.08.2021.

Знезаражувальна дія вважається ефективною якщо забезпечується загибель 99,99 % мікроорганізмів.

Обладнання, яке доцільно використовувати для знезараження повітря та поверхонь у приміщеннях:

1. Індивідуальний ультрафіолетовий опромінювач, режим роботи переривчастий циклами по 1 хв. Потужність 0,7 W, $\lambda_1=280$ нм, $\lambda_2=365$ нм.
2. Ультрафіолетовий бактерицидний опромінювач екранований (з жалюзі). Потужність 30 W, $\lambda=200 - 280$ нм.
3. Ультрафіолетовий бактерицидний опромінювач екранований (з жалюзі). Потужність 15 W, $\lambda=200 - 280$ нм.
4. Ультрафіолетовий світлодіодний світильник відкритого типу, лінійний. Потужність 5 W, $\lambda_1=278,6$ нм, $\lambda_2=365$ нм.
5. Ультрафіолетові ртутні опромінювачі

Ефективність знезаражувальної дії представлених приладів продемонстрована в таблиці 2.

Таблиця 2 – Порівняння антимікробної ефективності приладів для знезараження повітря та поверхонь різного типу

Прилади для знезараження	Діапазон УФ, потужність	Ефективність бактерицидної дії	Час експозиції
Індивідуальний ультрафіолетовий опромінювач	$\lambda_1=280$ нм, $\lambda_2=365$ нм. 0,7 W	поверхня - 99,9%	1 хв
Озонатор «OzControl»	конц. озона 15-20 мг/м ³	поверхня -91,7% повітря - 64,6%	180 хв.
Ультрафіолетовий ртутний опромінювач	$\lambda=200 - 280$ нм 30 W	повітря – 99,8 поверхня – 98,3	20 год
Рециркулятор ультрафіолетовий бактерицидний	$\lambda=253$	повітря - 40,6 % 70,7 %	1 год 2 год
Ультрафіолетовий світлодіодний світильник	$\lambda=278 - 365$ нм 5 W	77,1% та 83,3%	8 год

Яскравим доказом ефективної бактерицидної дії світлодіодного світильника є результати залежності часу експозиції (роботи) приладу та кількості плісневих грибів (рис 1.)

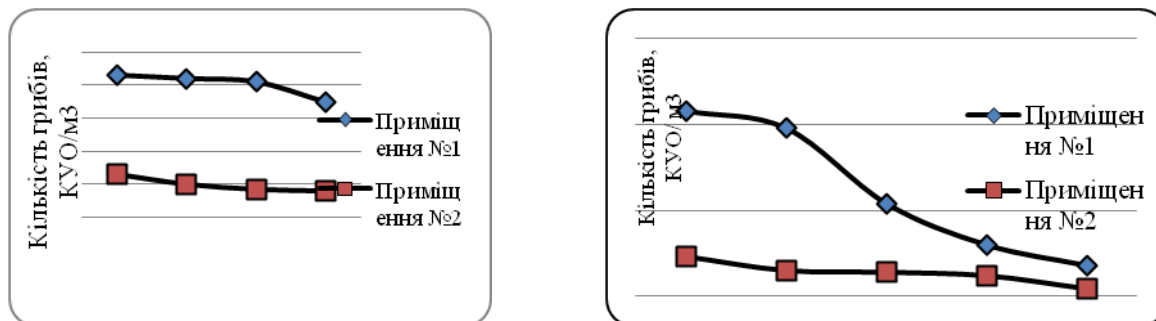


Рисунок 1-Вплив світлодіодних світильників на кількість мікроскопічних грибів в повітрі офісних приміщень

Можна відмітити, що із збільшенням часу експозиції спостерігалось різке зниження обмінення повітря мікроорганізмами. Так, якщо до опромінення приладами загальна кількість бактерій та мікроскопічних грибів становила $1050 \pm 55 - 1680 \pm 80$ КУО/м³ та $430 \pm 10 - 1080 \pm 60$ КУО/м³ відповідно, то впродовж тривалого часу роботи ультрафіолетових світлодіодних світильників (8 год) рівень мікробіологічного забруднення становив 240 ± 12 КУО/м³ для

бактерій та 180 ± 10 КУО/м³ для грибів. Ефективність знезараження була на рівні 77 % для бактерій та 83,3 % для грибів.

Застосування новітніх технологій боротьби з патогенами та перехід до постійного знезараження об'єктів світлодіодними випромінювачами зниженої потужності, дозволяє застосовувати світильники в громадських місцях, в тому числі і в приміщеннях укриттів незалежно від наявності відвідувачів, пацієнтів, персоналу тощо безперервно протягом усього робочого дня, що забезпечить необхідну для дезінфекції дозу опромінення протягом тривалого періоду.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. WHO air quality guidelines for Europe [Електронний ресурс].- 2nd edition.- 2000.- p. 34-40. <http://www.who.int>.
2. Milad Raeiszadeh and Babak Adeli A Critical Review on Ultraviolet Disinfection Systems against COVID19 Outbreak: Applicability, Validation, and Safety Considerations *ACS Photonics* 2020 7 (11), 2941-2951, DOI: 10.1021 / acsphotronics.0c01245
3. Adeli, B. Not If, But When: UV LED Beverage Disinfection. *IUVA News* 2020, 10– 11. <https://uvsolutionsmag.com/articles/2020/not-if-but-when-uv-led-beverage-disinfection/>
4. Vincent Martino, Kyra Ochsner, Paige Peters, Daniel H. Zitomer, Brooke K. Mayer [Virus and Bacteria Inactivation Using Ultraviolet Light-Emitting Diodes](#) *Environmental Engineering Science* (IF 1.907) DOI: [10.1089/ees.2020.0092](https://doi.org/10.1089/ees.2020.0092).
5. Сурмашева О.В., Черниш О.О., Молчанець О.В., Рахматуллін Д.Д. Гігієнічно-епідеміологічна оцінка мікологічної контамінації повітря житлових та громадських приміщень // Довкілля та здоров'я. 2022. №2. с 63-71.