

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА

РЕЗНІК ЯНА ВАСИЛІВНА

Допускається до захисту:  
завідувач кафедри  
біофізики і фізіології  
кнад. хім. наук, доцент  
Ольга Іванівна Доценко  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ОЦІНКА ФУНГАЛЬНОГО ЗАБРУДНЕННЯ  
АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У М. ВІННИЦІ У КОНТЕКСТІ  
ПРОФІЛАКТИКИ АЛЕРГІЧНИХ СТАНІВ**

Спеціальність 091 Біологія

Магістерська робота

Науковий керівник:  
О.В.Єрмішев, доцент кафедри

\_\_\_\_\_  
д-р біол. наук, професор

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Оцінка:

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
(бали / за шкалою ЄКТС / за  
національною шкалою)

Голова ЕК: \_\_\_\_\_  
(підпис)

Вінниця 2022

**Резнік Я.В.** Оцінка фунгального забруднення атмосферного повітря у м. Вінниці у контексті профілактики алергічних станів. 091 Біологія. Донецький національний університет імені Василя Стуса. Вінниця 2022.

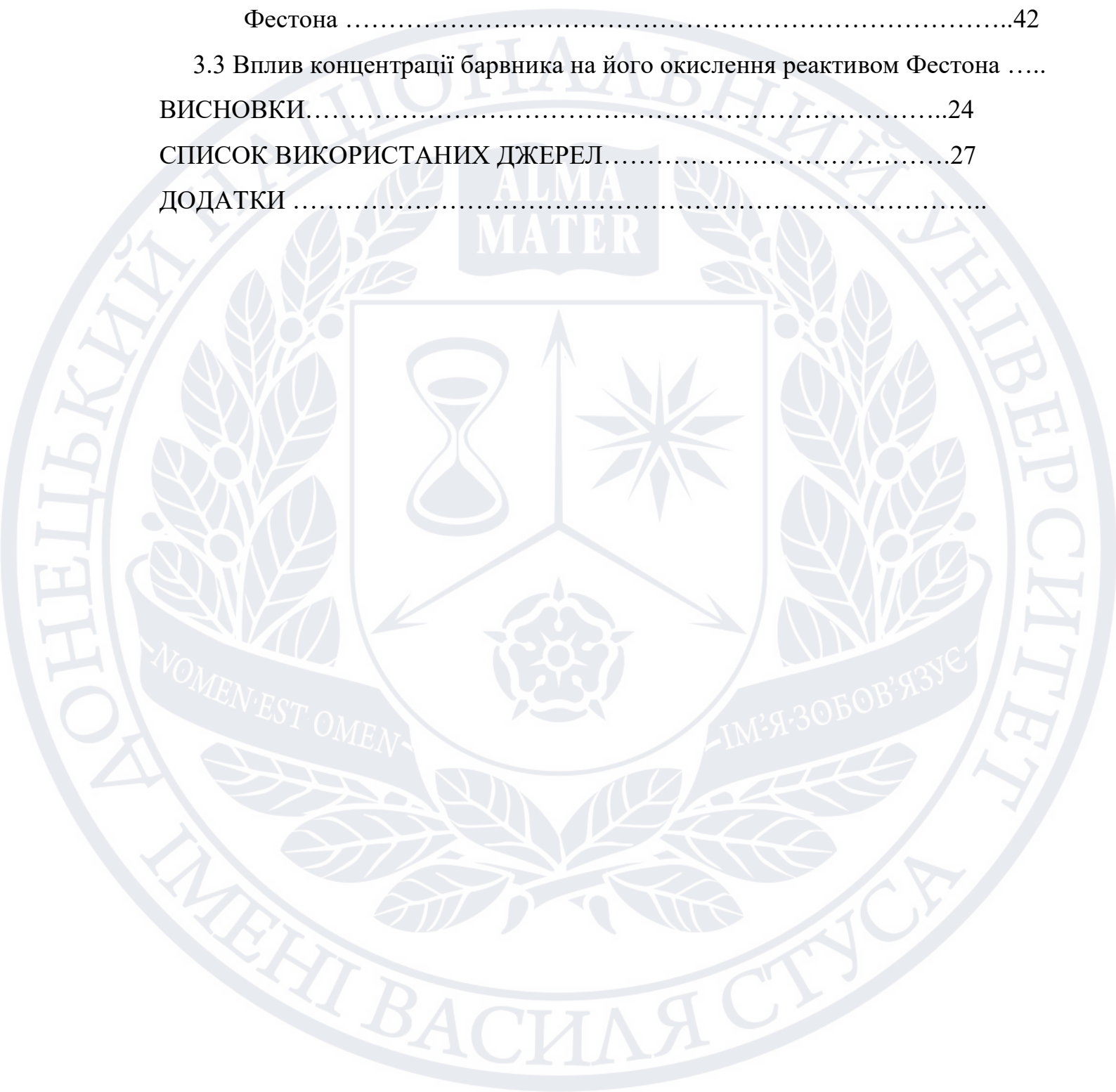


## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	.....
ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 Гриби як чинники довкілля з важливим практичним значенням (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ) .....	
1.1 Функціональна анатомія грибів .....	11
1.2 Структура спор та їх розвиток .....	16
1.3 Таксономія грибів (Аскоміцети, Базидіоміцети, Недосконалі гриби (Fungi imperfecti)).....	18
1.4 Патологічні стани людини, що їх викликають гриби (алергія, інфекційні захворювання – аспергільоз, Кандидоз, Дерматомікози).	
1.5 1.4.1 Класи грибів, відомих як джерела аероалергенів .....	20
1.6 Класи грибів, відомих як джерело хвороб рослин.....	
1.7 Умови зростання та поширення спор грибів .....	
1.8 Оцінка поширеності грибів у повітрі .....	
1.9. Основні гриби, спори яких виявляють у повітряному середовищі та їх практичне значення .....	
1.10 Морфологічний опис основних спор грибів, що перебувають у відкритому повітрі .....	
 РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	
2.1 Об'єкти та матеріали дослідження Моніторинг спор грибів в повітрі міст.....	18
2.2 Методи та методики дослідження.....	20
2.2.1 Приготування робочих розчинів.....	22
2.2.2 Кінетика знебарвлення метиленового синього .....	35
2.3 Техніка безпеки .....	37
2.3.1 Техніка безпеки при роботі з метиленовим синім .....	38
2.3.2 Техніка безпеки при роботі з електроприладами .....	38

## РОЗДІЛ 3 ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Дослідження стабільності водного розчину метиленового синього ....	41
3.2 Вплив додаткових компонентів реакційної суміші на УФ-спектр системи Фестона .....	42
3.3 Вплив концентрації барвника на його окислення реактивом Фестона .....	
ВИСНОВКИ.....	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	27
ДОДАТКИ .....	



ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І  
ТЕРМІНІВ

АЗ – алергічне захворювання

ССП – сезон спороношення



## ВСТУП

Актуальність обраної теми дослідження полягає в тому, що гриби (Fungi) являють собою окреме царство живих організмів, представники якого є повсюдними за своєю природою [1]. Відтак, контакт з елементами тіла грибів у більшості інших живих організмів відбувається постійно. Зокрема, повсюдна вегетація грибів в оточуючому середовищі, їх споруляція та подальше розповсюдження спор і міцелію повітряними потоками роблять неминучим контакт фунгальних частинок з органами дихання людини [\*-\*, 2, 3].

Через свою повсюдність та здатність впливати на здоров'я як рослин, тварин так і людини, гриби становлять практичний інтерес для сфер екології, паразитології, ботаніки, зоології та медицини.

Адже разом із пилком рослин, внаслідок своєї повсюдності, зокрема, грибні спори є найбільш значущими компонентами біоаерозолі [2, \*-\*]. Фрагменти грибів присутні як в оселі, так і в оточуючому середовищі цілий рік. Їх концентрації варіюють залежно від метеорологічних параметрів та розташування джерела їх утворення [4, 5].

Зокрема, поширені повсюдно спори грибів *Aspergillus* та *Penicillium* можуть бути виявлені в повітрі, ґрунті, рослинності, приміщеннях [6]. Гриби загалом можуть зростати в екстремальних умовах: на тлі високих / низьких температур, високих концентрацій солей / цукрів, за низької кислотності або за низького рівня кисню [7].

У природі гриби найчастіше відіграють роль сапрофітів. Вони також можуть бути коменсалами, паразитами та симбіотиками. У екологічних ланцюгах гриби є редуцентами [7]. Основним внеском цих мікроорганізмів у природу є розкладання органічних матеріалів [6].

Корисні властивості грибів здавна використовуються людством. Багато видів *Aspergillus*, *Penicillium* мають важливе економічне, біотехнологічне, медичне та соціальне значення [6, 8].

З іншого боку, гриби добре відомі і своїм згубним впливом на сільськогосподарські культури. Протягом усієї історії людства вони відомі своєю

здатністю викликати хвороби рослин. Такі гриби завдають значних економічних збитків, а їх згубний вплив на рослини з виділенням токсичних речовин може призводити і до загибелі людей.

Такі плісняви, як *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* та інші є редуцентами, що викликають псування харчових продуктів [8]. Вони зумовлюють зменшення врожайності продовольчих культур до і після збору врожаю. Багато видів, що псують їжу, також є продуцентами мікотоксинів [9, 10]. Деякі з них є інфекційними агентами та викликають захворювання у людей. Найбільш відомим патогенним видом є *Aspergillus fumigatus* [11, 12, 13, 14]. Це етіологічний чинник для більшості випадків аспергильозу [12].

Деякі гриби можуть бути причиною алергічних захворювань унаслідок попадання значної кількості грибних спор в дихальні шляхи і попередньої сенсibiliзації потенційного пацієнта до алергенів грибів [15, 16, 17, 18]. Аероалергени можуть спричиняти у сенсibiliзованих осіб алергічні реакції з боку шкіри, органів дихання, кон'юнктиви. Зокрема, вони є чинником розвитку алергічного ринокон'юнктивіту та бронхіальної астми [16, 17, 19, 20].

Причиною алергії можуть бути як патогенні гриби, що викликають інвазивні хвороби, так і умовно-патогенні, що вегетують на поверхні шкіри та слизових оболонках. Причинно-значущими у розвитку захворювання є спори грибів, або, рідше – частини міцелію [21].

Алергени мікроскопічних грибів (мікроміцетів), концентрації яких змінюються впродовж вегетаційного сезону, можуть виступати етіологічними чинниками сезонної алергії [22].

Водночас, серед повітряних алергенів спори грибів є найменш дослідженими. Зокрема, на відміну від календаря пилювання рослин, який приблизно відомий алергологам, періоди спороутворення грибів та їх систематичний склад у повітрі залишаються маловідомими. При цьому, концентрація спор мікроскопічних грибів у атмосфері може в декілька десятків та навіть сотень разів перевищувати концентрацію зерен пилюку.

Отже, спори грибів – це біологічні частинки, які найчастіше зустрічаються у повітрі. Тому вони є переважаючим компонентом біоаерозолів і мають великий вплив на екологію, економіку та здоров'я живих організмів. Економічні та соціальні наслідки такого впливу можна зменшити за рахунок точного і своєчасного прогнозування концентрацій спор, що переносяться повітрям.

Цій меті слугує аеробіологічний моніторинг. В Україні багаторічні спостереження, які включають і моніторинг спор грибів, проводяться у Вінниці, Запоріжжі, Львові, Івано-Франківську та Києві. Два перші міста включені до Європейської аероалергенної мережі. Пункти моніторингу Вінниці та Києва обладнані сучасним вловлювачем пилку та спор типу Буркард. У Запоріжжі використовується саморобний пристрій, що всмоктує пилок у вертикальному напрямку. Спостереження у Івано-Франківську та Львові були спорадичними та проводилися, здебільшого, гравіметричним методом [23, 24]. Втім, моніторинг спор на постійній основі ведуть лише пункти у Вінниці та Запоріжжі. Відтак, питання оцінки фунгального забруднення атмосферного повітря у контексті профілактики алергічних хвороб залишається актуальним.

Тому **об'єктом представленого дослідження** були визначені спори грибів, що присутні в атмосферному повітрі впродовж вегетаційного сезону та потенційно можуть зумовлювати виникнення алергічних станів.

**Предметом дослідження** став характер розповсюдження спор грибів у повітрі, сенсibilізація населення до них та шляхи профілактики фунгальної алергії.

**Метою** нашої роботи стало визначення систематичного складу грибів, спори яких знаходяться у атмосфері, якісні та кількісні зміни цього складу у різні пори року, а також профілактика появи алергічних захворювань.

У ході дослідження розв'язанню підлягали наступні **завдання**:

1. Визначити таксономічний склад спор грибів у повітрі над містом Вінницею, провести систематизацію ідентифікованих спор.
2. Встановити терміни настання пікових концентрацій різних груп спор грибів у атмосфері.
3. Встановити особливості сенсibilізації до спор грибів у населення.



4. Розробити практичні рекомендації для закладів охорони здоров'я з метою профілактики алергічних захворювань, що пов'язані із сенсibilізацією до спор грибів.

Поставлені завдання планується вирішити шляхом проведення аеробіологічних та епідеміологічних досліджень з подальшим використанням результатів отриманих даних, оброблених на підставі багатовимірного статистичного аналізу, для розробки заходів профілактики впливу фунгальних чинників на людину.

У ході проведення наукового дослідження будуть використані наступні **методи**: волюметричні – для відбору проб повітря у ході аеробіологічного моніторингу; мікроскопічні – для аналізу повітряного контенту щодо наявності спор грибів; епідеміологічні – для вивчення характеру сенсibilізації населення до алергенів грибів; методи багатовимірного статистичного аналізу та прогнозування – для здійснення статистичної обробки одержаних матеріалів.

Так, на підставі застосування *волюметричного аеробіологічного методу* у ході дослідження буде відбуватися відбір зразків повітря за допомогою пробовідбірника британського виробництва “Буркард”.

*Методи мікроскопії* зі збільшеннями  $\times 400$  та  $\times 1000$  будуть застосовуватися для ідентифікації та підрахунку кількості спор грибів після нанесення на покривне скло та забарвлення основним фуксином зразків, відібраних на липку поверхню стрічки “Мелінекс” за допомогою пробовідбірника “Буркард”.

*Епідеміологічні методи* дослідження використовуються для оцінки даних багатокомпонентної молекулярної діагностики алергії у частині сенсibilізації населення Вінницької області до алергенів грибів.

Серед методик *багатовимірного статистичного аналізу та прогнозування* ми використовуватимемо методики описової статистики, а також кореляційного аналізу.

**Наукова новизна дослідження** полягає в тому, що до цього часу залишається невивченим характер сенсibiliзації до спор грибів у населення як України в цілому, так і Вінницької області зокрема.

Такою, що потребує постійного моніторингу та уточнення, є і інформація щодо спорового контенту атмосфери та його періодизація впродовж року.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в тому, що вони дозволять оптимізувати проведення аеробіологічного моніторингу та вжити заходів щодо прогнозування і профілактики виникнення сезонних алергічних захворювань, спричинених спорами грибів.

Результати моніторингу спор грибів будуть включені до щотижневих сезонних алергопрогнозів. Це дасть змогу покращити систему профілактики виникнення фунгальної алергії у населення.

#### **Апробація результатів дослідження**

Основні положення кваліфікаційної (магітерської) роботи представлені та оприлюднені на:

Ya. Reznik, V. Rodinkova. Fungal spores as autumn allergens in Ukraine. The 80th International Scientific Conference of the University of Latvia. Section “Aerobiology, current stage and future perspectives” 2022. Book of Abstracts p. 10-11. Участь у конференції.

#### **Публікації**

За темою кваліфікаційної (магітерської) роботи опубліковано \_\_\_ роботи, у тому числі – \_\_\_ роботи представлені у наукових фахових виданнях України, \_\_\_ з яких входять до наукометричних баз.

## РОЗДІЛ 1 Гриби як чинники довкілля з важливим практичним значенням (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Царство грибів є невід'ємним компонентом глобального довкілля і робить значний внесок у здоров'я планети [1, 2, 3]. Такі безхлорофільні організми, поширені по всій земній кулі, - важлива складова біоценозів. Вони зустрічаються на суші, у воді, всередині багатьох рослин і тварин тощо [\*,-,\*-].

Нині вченими вивчено понад 100 тисяч видів грибів, але за сучасними уявленнями їх кількість на нашій планеті може становити до 1,5 млн. видів [86].

Царство грибів складається з усюдисущих, переважно аеробних гетеротрофних еукаріотів, які містять хітин у своїх клітинних стінках, живляться за рахунок осмотрофії та спеціалізуються на розкладанні та переробці органічного матеріалу [8 – 10]. Для них характерний прикріплений спосіб життя.

За способом харчування гриби поділяють на сапротрофи, паразити та симбіотрофи [10, 11]. Велика кількість грибів-сапрофітів живе в ґрунті, у лісовій підстилці, купах прілої соломи. Гриби-паразити живляться за рахунок організмів, на яких поселилися, і часто є збудниками інфекційних захворювань. Іноколи гриби вступають у симбіоз з водоростями і навіть вищими рослинами. У процесі симбіозу можуть виникати нові утворення, наприклад лишайники, мікориза.

Характерні особливості грибів – наявність зазвичай добре вираженої щільної клітинної стінки, здатність їхнього вегетативного тіла до необмеженого зростання, розмноження за допомогою спор.

### 1.1 Функціональна анатомія грибів

Гриби – таломні, або сланні організми. Вони можуть бути як одноклітинними, наприклад дріжджі, так і багатоклітинними, що утворюють нитки, які називаються гіфами (нитчасті гриби). Нитчасті гриби можуть виявлятися у вигляді шляпникових грибів (наприклад, *Coprinus*), трутовиків (наприклад, *Ganoderma*), сажкових (наприклад, *Ustilago*), мати нечіткий вигляд, характерний для цвілевих (наприклад, *Penicillium*), тощо.

За будовою тіла справжні гриби поділяють на нижчі (з неклітинною грибницею) і вищі (з клітинною грибницею), а за розмірами – на макроміцети (плодове тіло знаходиться над поверхнею ґрунту) та мікроміцети (мікроскопічні грибні організми).

Веgetативне тіло грибів складається з окремих, тонких, гіллястих, безбарвних, не більше кількох мікрон товщиною, ниткоподібних утворень – гіфів, які ростуть своєю верхівкою. Рясно розгалужена система гіфів формує грибницю, або міцелій. Окремий гриб може за 24 години створити грибницю завдовжки 1 км. Таке швидке зростання компенсує у грибів відсутність активного руху.

Основна функція гіфів грибів – це поглинання води та поживних речовин.

Органи розмноження грибів розвиваються на міцелії. Гриби розмножуються вегетативним, статевим та безстатевим шляхом [\*].

*Веgetативне розмноження* здійснюється частинами міцелію (мукор), брунькуванням (дріжджі), склероціями (ріжки на житі), хламідоспорами (сажка).

*Статеве розмноження* нижчих грибів відбувається різноманітними шляхами: ізогамія, гетерогамія, оогамія, зигогамія. У вищих грибів статевий процес відбувається у формі гаметангіогамії; соматогамії; сперматизації.

В результаті статевого процесу у вищих грибів утворюються а с к о с п о р и і б а з и д і о с п о р и .

Безстатеве розмноження у грибів є основним способом розмноження. У нижчих грибів спори утворюються, як правило, ендогенно в спорангіях або зооспорангіях, у вищих — спори мають екзогенне походження і називаються к о н і д і я м и . Конідії утворюються на особливих виростах конідієносцях.

Головним джерелом спор у повітрі є гриби на культурних і дикорослих рослинах, органічних відходах і сировині, у поверхневих шарах ґрунту тощо. У навколишньому середовищі гриби поширюються шляхом розсіювання спор за участі вологого чи сухого вітру, краплями рідини та дощу. Цьому сприяє висока стійкість оболонок, спор до впливу агресивних факторів.

## 1.2 Структура спор та їх розвиток

Спора – це загальна назва репродуктивних органів грибів та нижчих рослин. Складається з однієї або декількох клітин, що відокремлюються від материнського організму і призначені для розмноження. [4 найти].

Гриби та грибоподібні організми здатні утворювати величезне число спор, яке може сягати кількох сотень мільйонів у грибній колонії розміром в декілька сантиметрів [3 найти].

У спор описують колір, розміри, форму та текстуру поверхні. Інші характеристики: септація – без перегородок (amerospores), одна перегородка (didymospores), дві або більше поперечні перегородки (phagmospores) та поперечні та поздовжні перегородки (dictyospores).

### 1.2. Таксономія грибів

Виділяють п'ять великих групи грибів: класи *Chytridiomycetes*, *Oomycetes*, *Zygomycetes*, *Ascomycetes*, *Basidiomycetes*, *Deuteromycetes*.

Клас *Хітридіоміцети* (*Chytridiomycetes*) об'єднує 300 видів. Це найстародавніший і найпримітивніший клас грибів, вегетативне тіло яких представлене тяжами цитоплазми. Безстатеве розмноження здійснюється зооспорами з одним джгутиком. Статеве — ізогамія, гетерогамія, оогамія. Живуть переважно у водному середовищі. Багато видів паразитує на водоростях і вищих рослинах. Найпоширенішими в природі є *синхітриум* та *ольпідіум капустяний*.

Клас *Ооміцети* (*Oomycetes*) включає 300 видів. *Ооміцети* характеризуються добре розвинутим неклітинним міцелієм з великою кількістю гаплоїдних ядер. Стінка гіф складається із целюлози, хітину немає. Безстатеве розмноження здійснюється за допомогою зооспор з двома джгутиками. Статевий процес оогамний. Характерними представниками цього класу є гриби-паразити фітофтора і плазмодіум. Фітофтора паразитує в листках картоплі[\*1, \*2, \*4].

Клас *Зигоміцети* (*Zygomycetes*). Кількість видів 400 і всі вони ведуть наземний спосіб життя. Серед них наявні як сапрофіти, так і паразити. Члени цього класу, включаючи хлібну та цукрову плісняву, утворюють тонкостінні

зигоспори, що утворюються після з'єднання спеціальних міцеліальних виростів. Більшість зигоміцетів характеризується широким міцелієм (до 10 мкм), частіше з рідкісними септами або з повною відсутністю перегородок (т.з. коеноцитичні) і спорангіями, часто витягнутими і містять деяку кількість спорангіоспор. Ці спори зазвичай одноклітинні, від 4 до 8 мкм розміром і не несуть особливих міток на їхній гладкій, колючій або сітчастій поверхні. Роди *Rhizopus*, *Mucor*, *Absidia* та *Syncephalastrum* активно розмножуються в компості, соломі, землі та харчових залишках. *Rhizopus*, *Mucor*, і *Absidia* виявляють повсюдно на опалому листі та інших субстратах, що розпадаються, де часто можна виявити їх сіруваті, схожі на вату, швидкозростаючі колонії. Спори грибів цієї групи взагалі зазвичай не знаходять на відкритій місцевості, хоча вони можуть бути удосталь у вологих місцях (особливо на мокрій землі) і навколо рослини, що гниє, і компосту. Рівень шкірної гіперреактивності серед атопиків до таких широко поширених видів, як *Rhizopus nigricans* і *Mucor racemosus*, досить невисокий і частіше визначається до першого з них.

**Клас Аскоміцети, або Сумчасті гриби (*Ascomycetes*),** об'єднує близько 30 тис. видів грибів, різноманітних як за будовою, так і за способом життя. Це вищі гриби з багатоклітинним гаплоїдним одно- або багатоядерним міцелієм. Розмножуються аскоміцети вегетативно (частинами міцелію, брунькуванням, склероціями). Безстатеве розмноження здійснюється конідіями. Статевий процес відбувається у спеціальних пристосуваннях асках. Концентрації аскоспор, що досягають тисяч частинок у кубічному метрі, виявляють у помірних і тропічних областях, особливо з високою вологістю.

**Клас Базидіоміцети (*Basidiomycetes*).** Це клас вищих грибів з багатоклітинним міцелієм, який об'єднує близько 30 тис. видів. Безстатеве розмноження відбувається за допомогою конідій, але спостерігається воно рідко. Статевий процес здійснюється за допомогою базидіоспор, які екзогенно утворюються на особливих виростах — базидіях.

Британськими фахівцями були описані серед відібраних алергічних хворих, позитивні шкірні проби та інші алерготести до екстрактів спор агариків

(включаючи *Agaricus*, *Armillarea*, *Coprinus*, та *Huipholoma* різновиди) та до трутовиків (включаючи *Merulius*, *Ganoderma*, *Polyporus*) [ 5]. Інші дослідники спостерігали алергічні симптоми, викликані грибом *Merulius lacrymans* ("суха гнилизна", будинковий гриб), який утворює спороношення на поверхні деревини у сирих, пошкоджених будинках. Цей гриб розкладає деревину навколо місця зараження і поширюється, утворюючи в тріщинах білий міцелій, що нагадує вату, який може пронизувати товщу стін. Екстракти культурального міцелію та зібраних спор м'ясистих грибів загалом виявили реакції у atopиків у Північній Америці особливо у астматиків [ 6]. Однак, у 10% - 15% тестованих була виявлена виражена шкірна реактивність при постановці проб з антигенами *Coprinus micaceous*, *Ganoderma applanatum* та деякими іншими екстрактами спор [ 7].

**Клас Дейтеромицети**, або **Незавершені гриби** (*Deuteromycetes*) налічує біля 35 тис. видів. Це паразити і сапрофіти. Багато видів дуже поширені у природі, нерідко спричиняють захворювання і загибель сільськогосподарських рослин. В цьому класі об'єднані гриби з септованим міцелієм. Їх життєвий цикл проходить у гаплоїдній стадії без зміни ядерних фаз. Розмножуються за допомогою конідій. За типом конідіального спороношення клас ділиться на три порядки: гіфоміцети (*Huiphomycetales*), меланконієві (*Melanconiales*) та сферопсидні, або пікнідіальні (*Sphaeropsidales*).

**Порядок гіфоміцети** (*Huiphomycetales*) поєднує велику кількість видів фітопатогенних грибів, що завдають великої шкоди сільському та лісовому господарству. Хвороби рослин, викликані гіфоміцетами, проявляються у вигляді гнилизни, плямистостей, в'янення рослин, різних цвілей. Гриби роду *Fusarium* ліні викликають фузаріозне в'янення льону; *F. solani* є збудником сухої гнилі картопляних бульб; *F. graminearum* викликає фузаріоз колосків, що проявляється у вигляді рожевого нальоту на зерні та колоскових лусах; гриби цього роду викликають також вилягання(полегание) сіянців у лісових розсадниках та багато інших захворювань. До найважливіших представників порядку відносяться такі види, як *Monilia fructigena* — збудник плодової гнилі насіннячкових; *Botrytis*

*cinerea* - збудник сірої гнилі багатьох овочевих та плодово-ягідних культур;  
*Cercospora beticola* - збудник плямистості листя (церкоспорозу) буряків;  
*Drechslera gramineum* - збудник смугастої плямистості листя ячменю. Деякі види роду *Penicillium* є збудниками блакитної та зеленої плісняви плодів цитрусових, а також коробочок бавовнику, цибулин та насіння багатьох рослин.

**Порядок меланконієві (Melanconiales)** – невелика та однорідна група грибів. Вони подібні за будовою та розвитком і викликають у рослин однотипні захворювання під назвою антракнози. Ці хвороби виявляються у виразках плодів і насіння, розтріскуванні стебел і у вигляді плямистостей листя. Конідії меланконієвих утворюються на коротких конідієносцях у конідіальних ложах, що виступають на поверхню субстрату у вигляді плоских або опуклих подушечок.

**Порядок сферопсидні (Sphaeropsidales).** Конідії формуються в пікнідах, які можуть бути занурені в субстрат або загальну строму. Сюди належать багато видів фітопатогенних грибів. Типи хвороб, що викликаються цими грибами, різноманітні: плямистості листя і стебел, гнилі овочів, плодів та насіння, ракові та некротні захворювання гілок та стовбурів. Загальна ознака всіх цих хвороб - поява на уражених частинах рослин численних пікнід збудника у вигляді горбків або чорних крапок. Серед найважливіших представників можуть бути види *Ascochyta pisii* та *Ascochyta cucumeris*, що викликають відповідно аскохітоз гороху та гарбузових; *Diplodia zeae* - збудник сухої гнилі (диплодіозу) кукурудзи; *Septoria lycopersici* – збудник білої плямистості (септоріозу) листя томату. Велику шкоду завдає *Sphaeropsis malorum* - збудник чорного раку яблуні. Некрози гілок та стовбурів у плодових дерев та листяних деревних порід викликаються грибами роду *Cytospora*.

### 1.3 Патологічні стани людини, що їх викликають гриби

Як наголошувалося вище, гриби поширені у навколишньому середовищі повсюдно. Люди піддаються впливу грибків при вдиханні їх спор та частин міцелію у приміщенні та на відкритому повітрі. Контакт з грибами також може відбуватися через травний тракт та при їх взаємодії із шкірою та очима. Вплив



грибків може призвести до інфекції (наприклад, мукоормікозу, кокцидіоїдомікозу, інвазивного або неінвазивного аспергільозу або фузаріозу) або до розвитку алергенної гіперчутливості у схильних осіб (наприклад, кон'юнктивіту, астмі, риніту, алергічному бронхолегеневому аспергільозу та гіперчутливого пневмоніту) [6, 35 - 37].

Респіраторні захворювання, зумовлені іржастими грибами та чорною пліснявою, були описані понад 60 років тому. Наразі, чітко доведена алергічна сенсibiлізація до різних грибів.

Зокрема, грибкова IgE-сенсibiлізація часто присутня у пацієнтів з астмою, бронхоектазами, муковісцидозом та хронічною обструктивною хворобою легень, сприяючи виникненню або патофізіології цих захворювань, які вважаються одними з найпоширеніших у всьому світі [17, 19, 38]. Грибкові інфекції розвиваються переважно у людей із ослабленим імунітетом і можуть досягати 50% летальності [17, 39].

Реальне значення в клінічній практиці в даний час мають близько 100 видів і саме гриби у 21.2% випадків є етіологічними чинниками алергійних захворювань органів дихання [диссер ВВ П.В.Гришило, 2009р **підібрати нове**]. [67, 82, 88, 98]

Нещодавніми дослідженнями [диссер ВВ О.Я. Дзюблик та ін., 2010 **підібрати нове**] [83, 84, 86, 136, 139] було доведено, що причиною виникнення алергічного бронхопульмонального мікозу може стати кілька видів грибів, таких як *Aspergillus niger*, *Penicillium*, *Fusarium spp.*, *Curvularia*, *Candida albicans*, *Dreschlera*, *Geotrichum*, *Helminthosporium*, але домінуючим збудником є *Aspergillus fumigatus*.

Інформація, яка обговорює концентрацію спор у атмосферному повітрі, яка здатна викликати респіраторні симптоми, представлена в літературі не дуже широко. Є лише відомості, що знана своєю алергенністю *Alternaria* [диссер ВВ 164, 165, 166, 310, 311] 118, може викликати симптоми АЗ вже при концентрації 100 спор/м<sup>3</sup>, а поріг чутливості для *Cladosporium*, що складає наймасивнішу

групу спор, представлених у атмосферному повітрі, складає близько 2500 спор/м<sup>3</sup> [диссер ВВ 194].

**Градація концентрацій потенційно алергенних пилюк рослин та спор грибів, за Д. А. Фрецем, 1995 р. [диссер ВВ 309]**

Типи алергенів	Ранги концентрацій			
	Низька (<50-ти)	Помірна (50-75)	Висока (75-99)	Дуже висока (> 99)
Дерева	< 15	15-91	91-1500	> 1500
Злаки	< 10	10-50	51-500	> 500
Бур'яни	<10	10-50	51-500	> 500
Спори	< 900	900-2500	2501– 25000	>25000

Що стосується мікроміцетів, то низькими для них вважаються концентрації до 900 спор/м<sup>3</sup>. Середніми – до 2500 спор/м<sup>3</sup>, а високими – до 25000 спор/м<sup>3</sup>. Концентрації, що перевищують останній показник для мікроміцетів, зокрема, для *Cladosporium*, вважають надвисокими.

**Інфекційні захворювання**

**Аспергільоз** викликають міцеліальні гриби, що належать до роду *Aspergillus* [про аспергільоз] (Segal 2009). Ці захворювання охоплюють широкий спектр інфекцій від локалізованих станів через алергічні реакції до смертельних дисемінованих інфекцій у людей і тварин (Tell 2005; Segal 2009; Seyedmousavi et al. 2015a; Mohamed et al. 2020). Нещодавно повідомлялося про коінфекцію *Aspergillus* у пацієнтів з тяжкою коронавірусною хворобою 2019 (COVID-19) пневмонією, що призводить до гострого респіраторного дистрес-синдрому (Mohamed et al. 2020; Songi in. 2020).

Хоча у цьому роді налічується понад 300 відомих видів, аспергільоз переважно викликається *A. fumigatus* і лише зрідка деякими іншими видами, тобто *A. flavus*, *A. terreus* та *A. niger* (Pitt 1994; Latgé 1999; Meersseman et al. 2004; Patterson and Streck 2010). Ці цвілі зазвичай зустрічаються в ґрунті, рослинних рештках, що розкладаються, домашньому і лікарняному пилю, будівельних матеріалах, а також на насінні і зерні (Seyedmousavi et al. 2015a; Mousavi et al.

2016 ).). Існує серйозне занепокоєння щодо можливих наслідків для здоров'я від присутності спор *Aspergillus* у повітрі; проте контакт із пліснявою в приміщеннях зазвичай не вважається специфічним фактором ризику в етіології цього грибкового захворювання (Pasanen et al., 1991; Ceylan et al., 2013; Mousavi et al., 2016). Крім того, підвищений рівень вуглецю та азоту у повітрі підвищує алергенність *Aspergillus sp.* Підвищення рівня вуглекислого газу, що є основним механізмом глобальної зміни клімату, може збільшити частоту хронічних алергічних захворювань, спричинених аспергілами (Lang-Yona та ін. 2013). Екстремальні погодні явища також можуть опосередковано впливати на тяжкість та перебіг аспергільозу (Gunaratne et al. 2006).

Інвазивні інфекції, викликані грибами роду *Aspergillus*, особливо є небезпечними для людей з ослабленим імунітетом (Heitman 2011; Seyedmousavi et al. 2015a; Rudramurthy et al. 2019). Алергічний бронхолегеневий аспергільоз є хронічною запальною реакцією на колонізацію синопульмонального тракту грибами *Aspergillus sp.* і зазвичай не проявляється шкірними ураженнями (Segal 2009) [про аспергільоз, 85].

**Кандидоз (молочниця)** – запалення слизової оболонки піхви, викликане дріжджоподібними грибами кандиди (*Candida*) [138]. Збудники захворювання і шляхи зараження різні. Такий вид захворювання в народі ще називають "молочницею". Дріжджоподібні гриби *Candida* живуть практично повсюдно: на рослинах, плодах, овочах, є звичайними мешканцями шкіри і слизової порожнини рота, кишечника, дихальних і сечостатевої шляхів людини [знайти 1]. Вони є умовно патогенними, потрапляють на шкіру та слизові новонародженого вже у момент проходження по родових шляхах матері і залишаються супутниками людського організму на все життя. Свою хвороботворність грибки роду *Candida* проявляють лише при зниженні захисних сил організму. Здатність грибків викликати захворювання посилюється під впливом антибіотиків, особливо при їх неконтрольованому застосуванні.

**Дерматомікози** поширені всюди, кількість захворювань різна. Найширше у всіх країнах світу, особливо у великих містах, зустрічаються мікози стоп,

викликані дерматофітами *Tr. rubrum* і *Tr. interdigitale*. Джерелами інфекції є хвора людина, сільськогосподарські тварини і дикі гризуни. Хворі атиповими формами і здорові носії мають велике значення в поширенні дерматомікозів [65, 78, 80]. Резервуаром багатьох грибів (геофільних, кератинофільних мікроспорумів і деяких трихофітонів) є ґрунт, в якому виявлені статеві і безстатеві форми цих грибів. Передача тканинних форм дерматофітів від хворих до здорових здійснюється при безпосередньому зіткненні і через інфіковані предмети, з якими стикалися хворі тварини і люди. Найбільш сприйнятливі до дерматомікозів діти, а дорослі переважно хворіють на мікози стоп.

### 1.7 Умови зростання та поширення спор грибів

Залежно від умов колонізації, гриби показують надзвичайну різноманітність форм та метаболізму. Однак, потреба в кисні протягом зростання звичайна для всіх відомих грибів, на відміну від бактерій та актиноміцетів. Вуглеводи зазвичай також необхідні для росту, хоча багато грибів, особливо дейтероміцети, потребують тільки неорганічних джерел азоту. Міцелій більшості грибів найкраще зростає при температурі між 18° і 32° С, і хоча більшість грибів завмирають при температурах близьких до нуля, деякі можуть навіть спорулювати і при температурах нижче 0° С. Кріотолерантність багатьох різновидів грибів гарантує їх життєздатність протягом тривалого зберігання від -45° до -56° С або нижче. З іншого боку, хоча температура 71° С смертельна для більшості грибів, певні типи ростуть при температурі трохи нижче цієї позначки, а деякі термофільні види не зростатимуть при температурі нижче 45° С. Термостійкі організми, включаючи *Aspergillus fumigatus*, *A. Niger* і *Paecilomyces varioti* мають широкі температурні інтервали життєздатності.

Наявність води є критичною вимогою для зростання грибів, хоча багато ґрунтових видів грибів можуть витримувати тривале висихання. Коли вологість субстрату обмежена, стає необхідною відносна вологість повітря - більш ніж 65 %. Однак навіть у сухому повітрі гриби можуть знаходити вільну воду в глибокій тіні, на сирому ґрунті, на поверхнях листя або в прохолодних місцях, де утворюється конденсат. [1]

Атмосферна вологість впливає не тільки на ріст та плодоношення грибів, але також і на розсіювання спор та їх поширеність [2]. Багато аскоспор і базидіоспор (або, по-іншому, балістоспор) "вистрілюються" з місць утворення в ході біологічних процесів, що вимагають наявності вільної води. Особливо високі рівні балістоспор відзначають під час зливи, туману та сирими ночами. Дощ та випадання роси також сприяють дисперсії спор, що перебувають у слизоподібних масах. Як наслідок, кількість спор в атмосферному повітрі таких грибів як *Fusarium*, *Phoma*, *Cephalosporium* (*Acremonium*) та *Trichoderma* можуть різко зростати та падати. Крім того, биття крапель дощу по грибам-дощовикам ефективно випускає спори, використовуючи ефект мініатюрного ковальського хутра.

На відміну від спор, що перебувають у слизу, репродуктивні клітини багатьох грибів відокремлюють прямим подихом або рухом повітря. Таке сухе розсіювання спор збільшується в залежності від швидкості повітряних потоків і зменшується під час дощів, часто досягаючи піку в сонячний полудень. У цей час кількість спор грибів *Cladosporium*, *Alternaria*, *Epicoccum* та *Helminthosporium*, також як і іржових(ржавчинних), сажкових(головневих) грибів та деяких ооміцетів, в атмосферному повітрі значно зростає. Суха дисперсія спор також помічена у *Rhizopus*, *Aspergillus* і *Penicillium*, хоча пікові рівні їх були нижчими.

Як зазначалося раніше, циркадні тенденції в температурі, вологість і швидкість руху повітря часто сприяють попаданню в повітря протягом дня спор, головним чином, темноспорових дейтеромицетів, іржових(ржавчинних) і сажкових грибів, а вночі – переважно балістоспор. Інтенсивність світла та тривалість світлового дня також зачіпають споруляцію; для деяких різновидів *Cladosporium*, наприклад, темний інтервал потрібний для формування врожаю спор протягом кожного 24-годинного періоду. Природне ультрафіолетове випромінювання часто сприяє формуванню спор, але також може шкодити життєздатності грибів і ніяк не впливати на зростання культури.

Всі дослідження підкреслюють, що рослинність суттєво впливає на утримання спор в окремих місцевостях [ 3 ]. Взагалі, пасовища та поля із зерновими культурами є особливо значущими джерелами спор *Alternaria*, *Cladosporium*, *Helminthosporium-Drechslera* та *Epicoccum*. Високі місцеві рівні спор іржових і голівцевих(сажкових) грибів, також як *Ophiobolus* і *Gibberella ascospores*, можуть бути результатом зараження ними зернових культур [ 4 ]. У лісах, чорні дейтероміцети, іржі та сажкові гриби зустрічаються у меншій кількості, але часто переважають спори базидіоміцетів, що мешкають на гниючій деревині (наприклад, *Ganoderma spp.*). Так само у фруктових садах восени може підніматися рівень у повітрі дріжджоподібних грибів та сезонних паразитів типу *Venturia inequalis*, від яких фрукти вільні навесні.

#### 1.8 Оцінка поширеності грибів у повітрі

Хоча в минулому переважали майже виключно культуральні методи, мікроскопія пилу дозволяє проводити дослідження незалежно від життєздатності частинок. Цей підхід полегшує контроль аскоспор і базидіоспор, як і репродуктивних одиниць іржових(ржавчинних) та багатьох інших недосконалих грибів. Дослідник повинен враховувати обмеження методу візуальної ідентифікації, особливо для маленьких, безбарвних спор, і бути обережним у трактуванні, оскільки нафтові крапельки та частинки золи можуть нагадувати спори. В цілому, переважність надається мікроскопії незабарвленого зразка в рідкому середовищі (наприклад, гліцериновому гелі), хоча іноді використовують забарвлення типу феносафраніну (*phenosaffranin*). На жаль, немає якогось окремого посібника з ідентифікації зразків спор, хоча ілюстрації в окремих виданнях можуть бути корисними.

Що стосується дріжджоподібних грибів та зразків, які відносяться до *Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilia spp.*, ґрунтових зигоміцетів та інших дрібноспорових грибів, кількісний облік частинок доповнює культуральне дослідження. Однак слід враховувати, що для "вилову" таких дрібних спорових частинок, особливо необхідні ефективні забірні пристрої. З багатьох доступних середовищ "загального користування", середовище Сабуро, картопляний крохмаль, агар з

певним сушлом підтримують зростання більшої кількості різновидів мікроміцетів. Додаткові субстрати типу V-8 агарів мають цінність для стимулювання споруляції, а деякі стерильні колонії можна стимулювати до плодоношення при дії ультрафіолетового опромінення. Колонії часто розпізнають (на рівні роду) по зовнішньому вигляду, хоча багато хто вимагає сканування або мікроскопії з високою роздільною здатністю. Ідентифікація культур добре описана у спеціальних посібниках.

### **1.9. Основні гриби, спори яких виявляють у повітряному середовищі та їх практичне значення**

З кількома винятками (наприклад *Alternaria* spp.), алергенну значимість звичайних грибів повітряного середовища оцінити досить важко. Частково, це відбивається в тому, що в повітрі спори супроводжують багато частинок, деякі з яких або іноді всі мають алергічний потенціал. Зв'язати наявну симптоматику з певними агентами складно, і в клінічній практиці значною мірою покладаються на шкірні проби. Однак стандартних критеріїв виготовлення або біологічної активності матеріалів для цих тестів відсутні. Крім того, більшість екстрактів було засновано на використанні вегетуючого міцелію або просто розчину живильного середовища, що підтримує таке зростання. Ці препарати, багаті на соматичні компоненти грибів та продукти їх екскреції, виявляють реакції зумовлені імуноглобуліном E (IgE) у багатьох атопиків. Проте, слід враховувати, що у реальному житті хворі зіштовхуються з аерозолями грибів, у яких переважають спори. Немає жодних даних та тестів для деяких типів грибів, які утворюють особливо маленькі спори або не дають зростання на лабораторних середовищах.

Наступне обговорення надасть наявні дані про гриби, що містяться в повітрі. Хоча розглянуті роди і навіть ширші групи, це не означає, що у межах цих категорій є алергенна однорідність.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Організація дослідження

(дис57 стр)

Дослідження у м. Вінниці було організоване та проведене на базі науково-дослідної лабораторії (НДЦ) Вінницького національного медичного університету у 2011-2021 роках. Зразки повітря відбирались та аналізувались щотижня у період з 17 квітня по 31 жовтня у 2009 році та у період з 1 березня по 31 жовтня у 2010 та 2011 роках.

Програма проведення магістерської роботи у Вінниці передбачала:

- аналіз зразків, ідентифікацію спор грибів та підрахунок їх загальної кількості у полі зору мікроскопа,
- перерахунок у концентрацію в кубометрі атмосферного повітря (див. п. 2.3)
- виготовлення із отриманого матеріалу згідно методики (див. п. 2.3) аеробіологічних зразків, які аналізувались під мікроскопом також за загальноприйнятою методикою
- перерахунок отриманих абсолютних даних щодо кількості п.з. та спор у концентрацію п.з. та спор на кубометр атмосферного повітря за формулами.
- визначення та наукове обґрунтування прогностичних критеріїв використання комплексу заходів щодо попередження та профілактики виникнення симптомів сезонної алергії у міського населення України.

У дослідженні використовувався (подивитись зверху) комплекс сучасних високоінформативних волюметричних, мікроскопічних, медико-соціологічних, психогігієнічних картографічних методів та методів моделювання, а також – методи багатовимірної статистичного аналізу і прогнозування.

Так, на підставі застосування волюметричного аеробіологічного методу у ході дослідження відбувався відбір зразків повітря за допомогою пробовідбірника британського виробництва “Буркард” та подальший їх аналіз. Методи мікроскопії зі збільшеннями  $\times 400$  та  $\times 1000$  застосовувались для



підрахунку кількості п. з. та спор грибів у зразках, отриманих за допомогою волюметричного методу. Ще дописати методи які зверху

## **2.2 Методи волюметричного дослідження біологічного складу атмосферного повітря**

Для відбору проб повітря та контролю аероалергенного контенту використовувався об'ємний (волюметричний) всмоктуючий пробовідбірник – уловлювач ударного типу Хірст (Hirst type). Такі пробовідбірники надають можливість одержувати стандартні дані, незалежно від біогеографічних і біокліматичних характеристик ареалу, у якому вони встановлені. Вони також дозволяють проводити щогодинний запис даних впродовж дня. Швидкість прокачування повітря через пробовідбірник складає 10 л/хв.

У нашому дослідженні використовувався стандартний пробовідбірник “Буркард” (виробництва Великобританії). Принцип роботи приладу полягає у створенні повітряною помпою вимушеного потоку повітря і сепарації з нього повітряних мікрооб'єктів на липку поверхню прозорої плівки. Ця система моніторингу використовується всіма робочими групами в різних країнах-членах Європейської Аероалергенної Мережі (EAN) [351], а також у Північній Америці – сертифікованими членами Американської Академії Алергії, Астми та Імунології (AAAAI) [353].

Волюметричні пробовідбірники (типу Hirst) мають ряд переваг: апаратура, яка працює на відкритому повітрі, є стійкою до несприятливих погодних умов; вона є легкою у використанні; ефективною та має мінімальні вимоги до розміщення – встановлений пробовідбірник вимагає тільки постійного джерела електричного живлення і системи закріплення.

Прилад “Буркард” може безперервно функціонувати протягом одного тижня, записуючи добові та щогодинні дані. Його можна залишати без нагляду на деякий час.

Прилад було встановлено на даху хімічного корпусу Вінницького національного медичного університету на відносній висоті 25 метрів.

Докладніше застосування волюметричного методу та методика виконання аеробіологічних досліджень описані у Додатку Г.



рисунок

вставити свій

Рис. 2.2. Зовнішній вигляд приладу Буркард.

### 2.3 Методи статистичного аналізу отриманих результатів та їх прогностичної оцінки

При обробці даних щодо пилкування окремих палінологічних груп рослин (споруляції грибів) використовувались потужності Європейської

Аероалергенної Мережі (EAN), побудовані на базі програмного пакету SPSS [диссер295].

За нормами, прийнятими у EAN, СП рослини починається того дня, коли кількість її пилку у повітрі становить 1% від загальної суми зібраних впродовж року п.з. Закінченням сезону вважається день, коли кількість зібраного за сезон пилку досягає 95%. Піком пилкування вважається найвище значення концентрації п.з. у кубометрі повітря, зафіксоване для описуваної палінологічної категорії впродовж сезону. Згідно із правилами EAN, визначається лише один пік пилкування для кожної аеропалінологічної категорії впродовж сезону. Він відповідає найвищій зареєстрованій концентрації п.з. даного таксону у повітрі.

---

## РОЗДІЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження показало, що сумарні концентрації більшості спор були найвищими всередині та наприкінці літа.

Але восени, коли в повітрі спостерігалось мало пилку, споруляція більшості грибів також характеризувалася відносно високими концентраціями (Рис. 1).

**Метою** дослідження було визначення систематичного складу грибів, спори яких знаходяться у атмосфері, якісні та кількісні зміни цього складу у різні пори року у порівнянні з попередніми сезонами споруляції, а також профілактика появи алергічних захворювань.

**Матеріали та методи**

Дослідження споруляції грибів проводилось на базі навчально-науково-дослідної лабораторії вивчення алергенних факторів доквілля (ЛВАФД) Вінницького національного медичного університету імені М.І.Пирогова.

На підставі застосування *волюметричного аеробіологічного методу* у ході дослідження відбувався відбір зразків повітря за допомогою пробовідбірника британського виробництва “Буркард” у цілодобовому режимі протягом 2011-2021 років (з лютого по листопад). Прилад був встановлений на даху хімічного корпусу ВНМУ імені М.І. Пирогова у відповідності до вимог Європейського Аеробіологічного товариства (Galán, 2011; Lanzoni, 2009).

На барабан, що керувався часовим механізмом та робив один оберт у приладі впродовж одного тижня, намотувався зразок стрічки «Мелінекс» довжиною у 345 мм. Перед відбором зразків стрічка «Мелінекс» вкривалась липкою субстанцією, що являла собою розчин з гліцерину, желатину та фенолу. Знята з барабану стрічка поділялась на 7 рівних фрагментів, що відповідали 1 добі спостереження. З кожного фрагменту виготовляли один мікроскопічний зразок, який фіксувався на предметному склі гліцерин-желатиною сумішшю. Для кращої ідентифікації спор грибів зразки фарбувались цією ж сумішшю з додаванням фуксину.

Перегляд мікропрепаратів та підрахунок спор грибів відбувався з використанням світлових мікроскопів зі збільшеннями  $\times 400$  та  $\times 1000$  методом 12 вертикальних трансект. Це давало змогу отримати значення як погодинних, так і добових концентрацій спор грибів у кубометрі повітря.

Визначення таксономічної приналежності зібраних спор грибів відбувалось за науковою літературою [25, 26, 27].

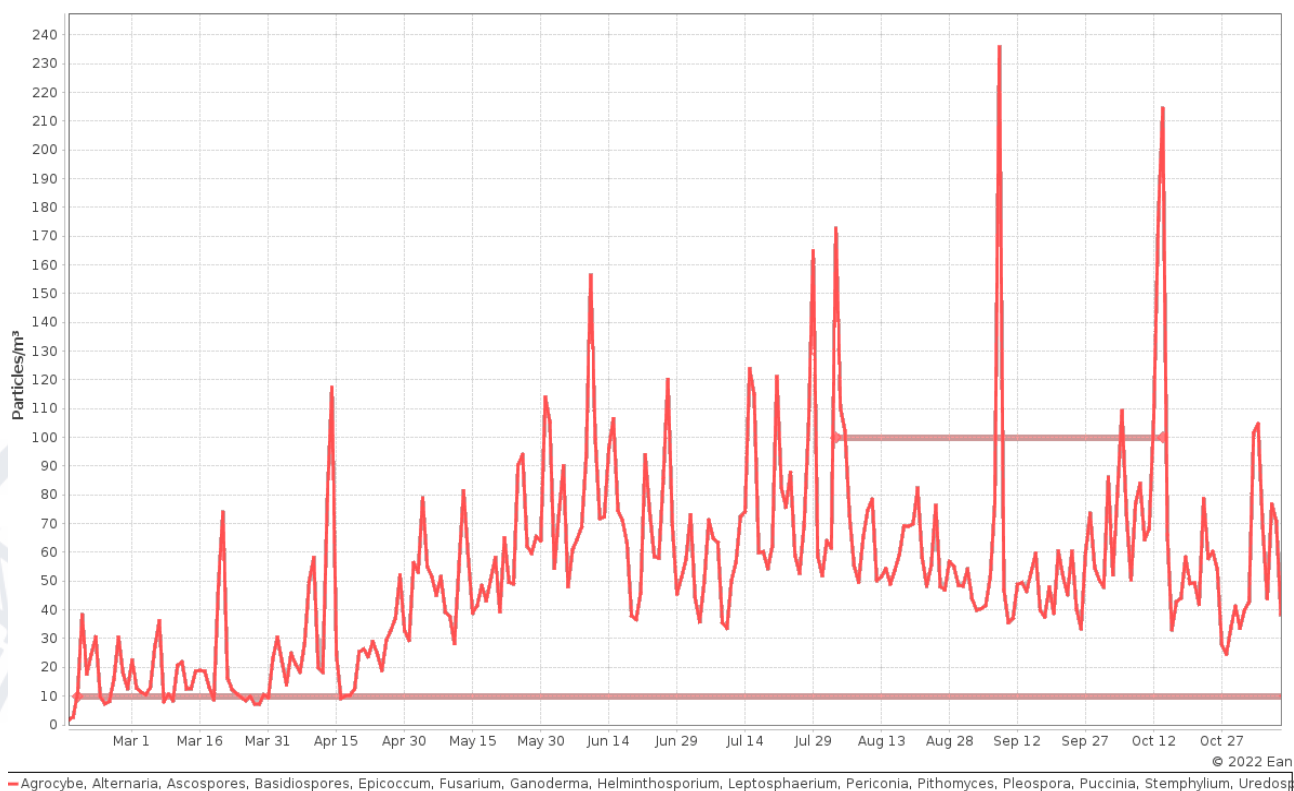
Для загальних характеристик окремих сезонів спор було застосовано інструменти описової статистики EAN, які дали змогу визначити терміни початку, тривалість, закінчення сезону, та пікові концентрації спор грибів під час сезонів споруляції. Визначення суми зібраних за сезон спор окремих категорій, а також середнього арифметичного (M) та стандартного відхилення (m) проводилось за допомогою програми Excel.

Для визначення рівня концентрацій спор грибів більшості таксонів, окрім кладоспориуму, після досягнення якого можливе настання симптомів сезонної алергії, був встановлений поріг у  $100 \text{ спор/м}^3$ . Це значення відповідає описаному в літературі для *Alternaria* [<https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-4881-1>]. Для *Cladosporium*, згідно того ж джерела, поріг був встановлений у  $2500 \text{ спор/м}^3$ , з огляду на меншу алергенність цієї спори та її присутність в повітрі у найвищих концентраціях.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

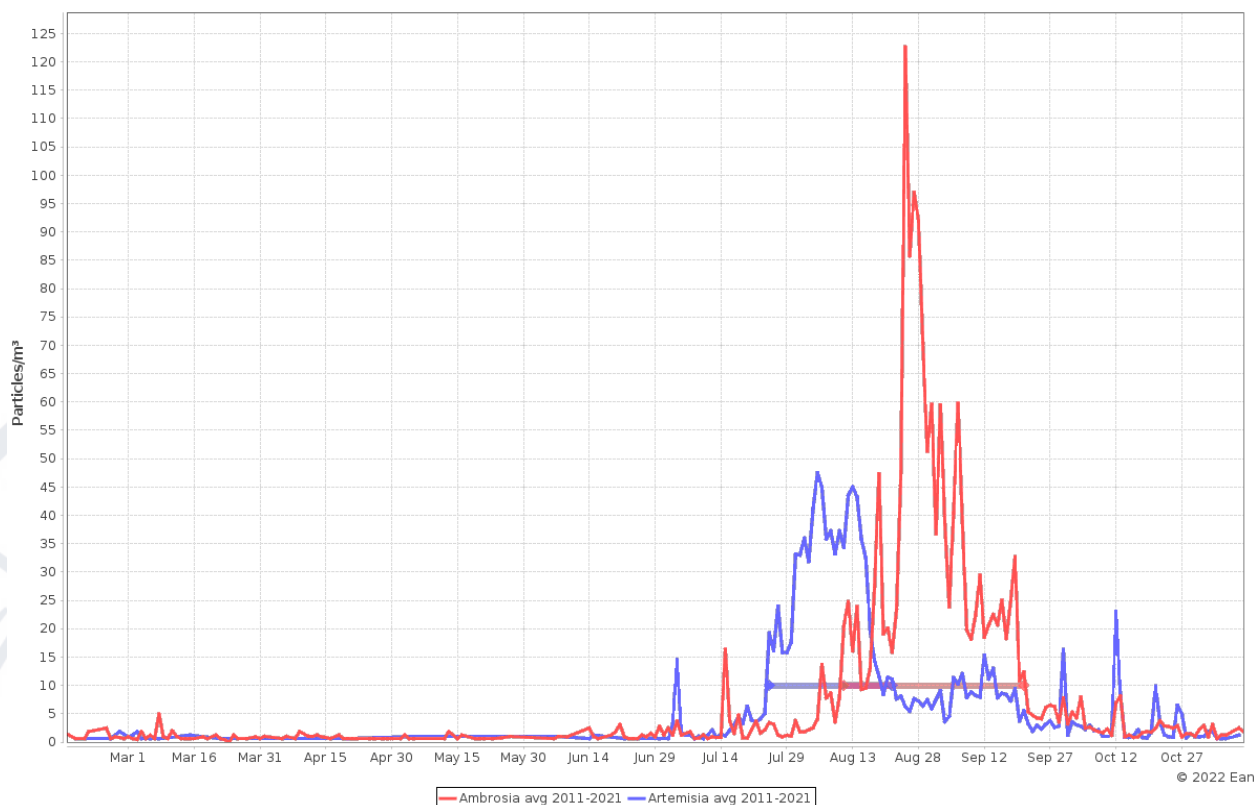
Дослідження показало, що сумарні концентрації більшості спор були найвищими всередині та наприкінці літа.

Але восени, коли в повітрі спостерігалось мало пилку, споруляція більшості грибів також характеризувалася відносно високими концентраціями (Рис. 1).



**Рис. 1 Споруючі гриби *Agrocybe*, *Alternaria*, *Ascospores*, *Basidiospores*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Ganoderma*, *Helminthosporium*, *Leptosphaeria*, *Periconia*, *Pithomyces*, *Pleospora*, *Puccinia*, *Stemphylium*, *Uredospora*, *Ustilago* в Україні протягом 2011-2021 років**

Особливо значні концентрації спор грибів спостерігалися з середини вересня на тлі зниження рівня пилку полину звичайного та амброзії, які є основними аероалергенами осіннього періоду (Рис. 2).



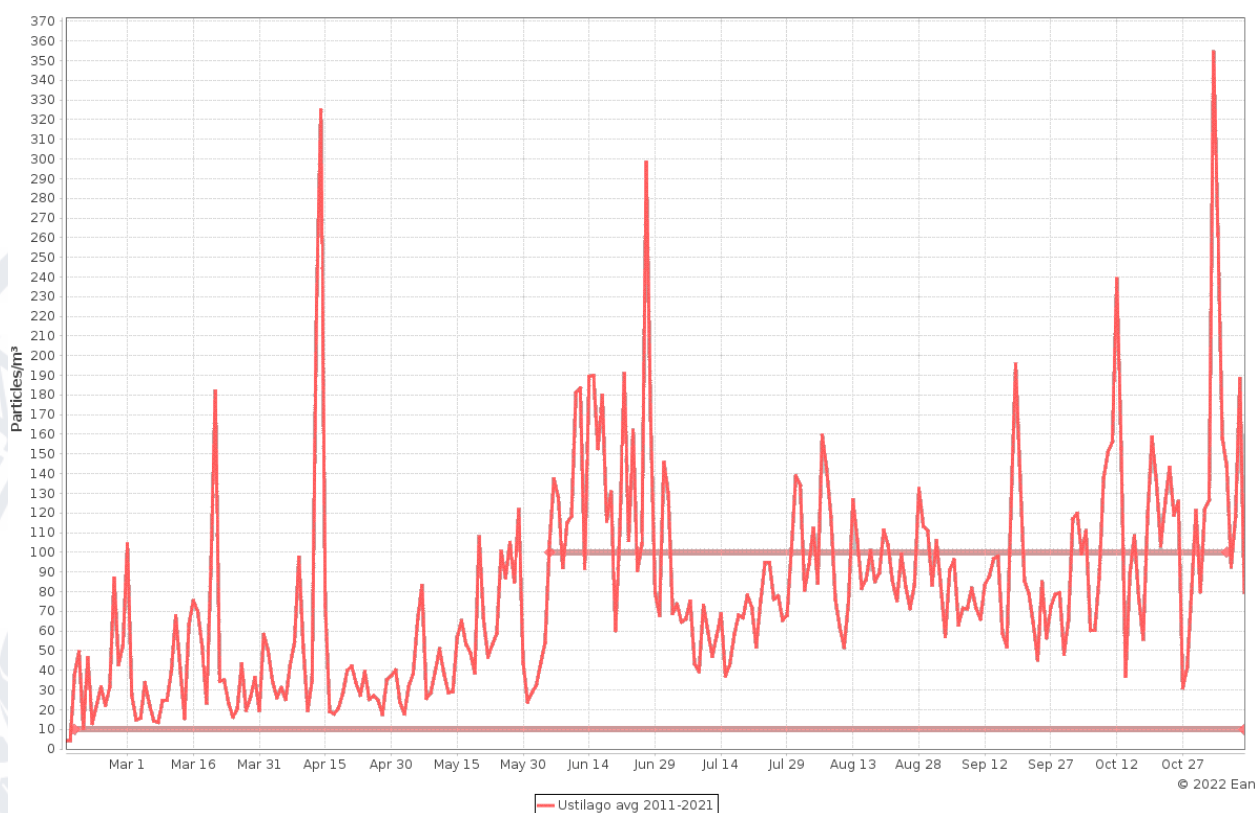
**Рис. 2 Спорюляція пилку *Ambrosia*, *Artemisia* в Україні протягом 2011-2021 років**

Якщо говорити про спорюляцію грибів окремих родів та порядків, то для грибів відділу *Basidiomycota* класів *Ustilagomycetes*, *Agaricomycetes*, *Urediniomycetes*, які, зазвичай, вегетують восени, спостерігалася наступна сезонна динаміка.

Сезон спор *Ustilago* у 2011-2021 рр. реєструвався з кінця лютого по листопад (рис. 3, таблиця 1). Середня тривалість сезону спороношення складала 201,1 дня і варіювала в межах від 70 днів у 2018 році до 247 днів у 2020 і 2021 роках.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 565,9 спор/м<sup>3</sup>. Серед найвищих були пікові значення концентрацій спор *Ustilago*, які спостерігалися у 2011-му та у 2021-му роках наприкінці червня зі значеннями 547,0 спор/м<sup>3</sup> і 872,9 спор/м<sup>3</sup> відповідно; а також у жовтні 2020-го року (932,7 спор/м<sup>3</sup>). Найменше пікове значення для цього виду грибів було зафіксовано у березні 2015 року і складало 162,4 спор/м<sup>3</sup>. Найбільше пікове

значення за весь період спостереження сепостерігалось у квітні 2019 року і становило 2158,6 спор/м<sup>3</sup>.



**Рис. 3** Графік споруючі грибів *Ustilago* впродовж 2011-2021 років

Середня сумарна кількість зібраних спор складала 14459,8 спор/сезон. При цьому, сезонна сума варіювала від 999,2 спор/сезон у 2015 р. до 51802,2 спор/сезон у 2019 р.

Середня сезонна кількість днів із клінічно значущою концентрацією більше ніж у 100 спор/м<sup>3</sup> складала  $42,2 \pm 50,921$  спор/м<sup>3</sup>.

Інтервали при реєстрації спор *Ustilago* були наступними: у 2021 році спостерігалось 6 інтервалів; у 2015 році – 5 інтервалів; у 2019 році – 4 інтервали; у 2014-му, 2016-му, 2017-му і 2020 роках – по 2 інтервали; у 2018 році – 1 інтервал; у 2011-2013 роках спори *Ustilago* спостерігалися постійно впродовж сезону, без проміжків. (таблиця 1).

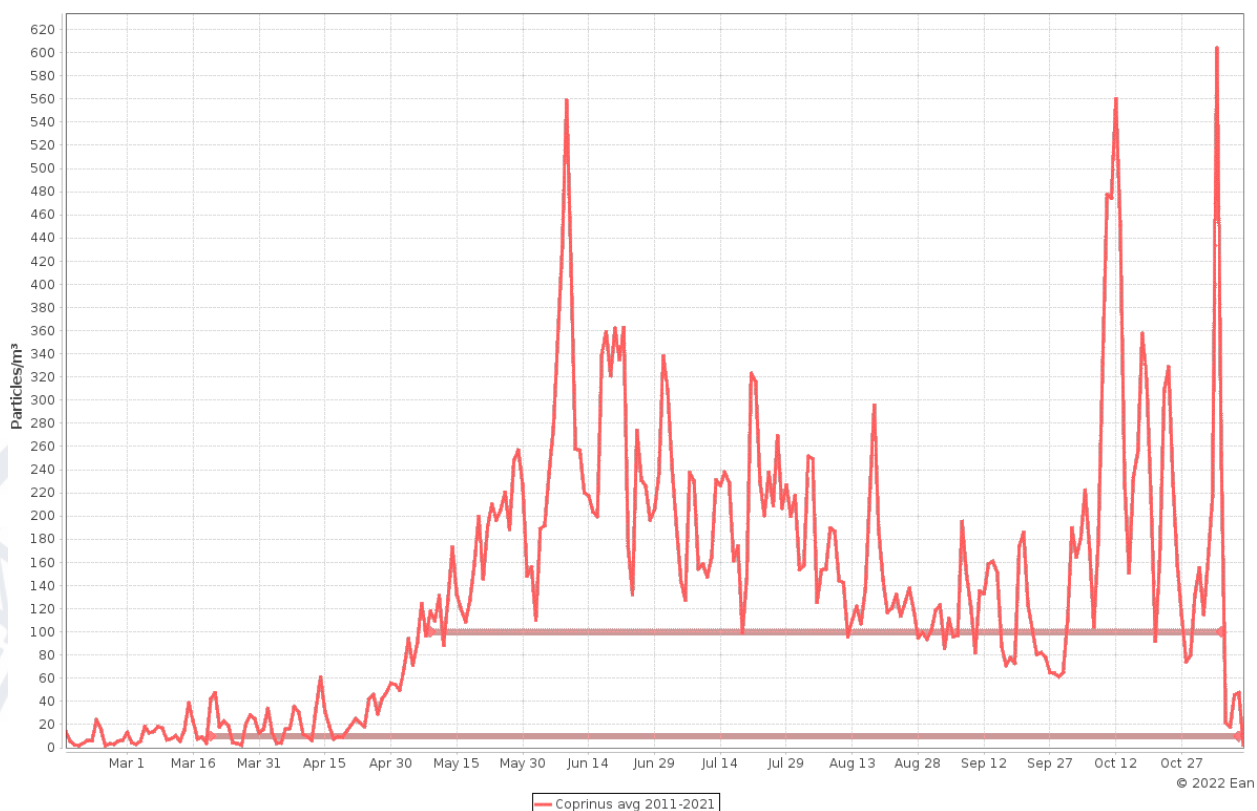


### Характеристика сезону спороношення *Ustilago* у 2011-2021 роках

Рік	Характеристики сезону спороношення							
	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруляції	Мах, спор/м <sup>3</sup> (пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >100 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при неспрашій спор
2011	17.03	13.10	210	24.06	547,0	14453,0	36	0
2012	22.03	21.10	213	22.09	296,9	15692,3	53	0
2013	12.03	18.10	220	01.09	307,4	10421,1	25	0
2014	26.02	09.10	225	26.02	254,9	5508,1	3	2
2015	01.03	04.06	91	01.03	162,4	999,2	1	5
2016	04.03	22.10	232	15.10	309,3	2821,3	3	2
2017	26.02	19.10	235	01.03	216,7	5020,7	6	2
2018	28.06	06.09	70	09.08	166,1	2937,4	10	1
2019	12.03	20.10	222	14.04	2158,6	51802,2	162	4
2020	26.02	30.10	247	11.10	932,7	29174,5	102	2
2021	28.02	02.11	247	28.06	872,9	20228,1	63	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			201,1 ± 61,002		565,9 ± 592,637	14459,8 ± 15102,048	42,2 ± 50,921	

Спори грибів *Coprinus* у 2011-2021 роках розпочали сезон у березні, який продовжувався по листопад (рис. 4, таблиця 2). Середнє значення тривалості сезону становило 161,5 дня і коливалось в межах від 61 дня у 2018 році до 229 днів у 2016 році.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 1139,4 спор/м<sup>3</sup>. Практично увесь період спостереження пікові концентрації, що спостерігались для *Coprinus*, були значними. Так, у 2018 році пік був зареєстрований у липні зі значенням 1858,0 спор/м<sup>3</sup>. У 2011-му, 2013-му, 2019-му та 2021 роках піки спостерігалися у червні зі значеннями 1145,0 спор/м<sup>3</sup>, 1374,1 спор/м<sup>3</sup>, 1196,3 спор/м<sup>3</sup>, 1172,8 спор/м<sup>3</sup>, відповідно. Загалом, пікове значення для цього виду грибів коливалось в межах від найменшого піку у кількості 71,6 спор/м<sup>3</sup> у травні 2015 р. до найбільшого – у кількості 2462,4 спор/м<sup>3</sup> у жовтні 2020 р.



**Рис. 4 Графік споруючі грибів *Coprinus* впродовж 2011-2021 років**

Середня сумарна кількість зібраних спор складала 27662,9 спор/сезон. При цьому, сезонна сума варіювала від 1217,2 спор/сезон у 2015 р. до 66426,9 спор/сезон у 2020 р.

Середня кількість днів із концентрацією більше ніж у 100 спор/м<sup>3</sup> складала  $75,9 \pm 43,050$  спор/м<sup>3</sup>.

Кількість інтервалів при реєстрації спор *Coprinus* впродовж періоду моніторингу виглядала так: 6 інтервалів спостерігалось у 2021 році; 5 інтервалів – у 2015 році; 4 інтервали – у 2019 році; по 2 інтервали – у 2014-му, 2016-му, 2017-му і 2020 роках; 1 інтервал – у 2018 році; у 2011-2013 роках спори *Coprinus* спостерігалися постійно, без проміжків (таблиця 2).

Таблиця 2

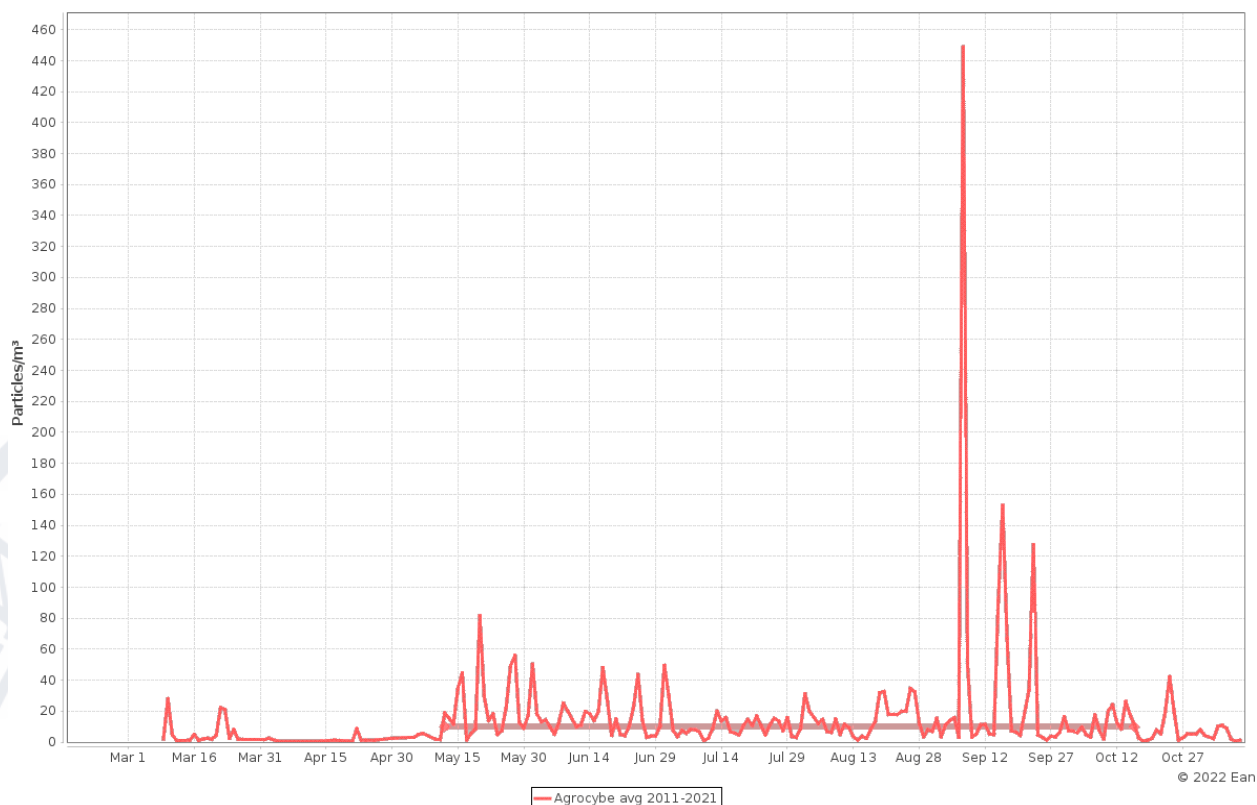
**Характеристика сезону спороношення *Coprinus* у 2011-2021 роках, коли проводилось аероспостереження**

Рік	Характеристики сезону спороношення
-----	------------------------------------

	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруляції	Max, спор/м <sup>3</sup> (пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >100 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при реєстрації спор
2011	04.05	01.10	150	20.06	1145,0	27046,0	77	0
2012	22.04	23.10	184	16.08	911,1	23114,3	82	0
2013	11.05	12.10	154	09.06	1374,1	28369,2	90	0
2014	17.04	14.09	150	26.05	544,4	10436,8	32	2
2015	26.03	03.06	69	08.05	71,6	1217,2	0	5
2016	04.03	19.10	229	30.06	724,1	10845,4	29	2
2017	11.04	23.10	195	19.10	1074,1	27088,1	91	2
2018	27.06	27.08	61	21.07	1858,0	25310,0	57	1
2019	20.03	20.10	214	09.06	1196,3	42562,5	125	4
2020	21.03	01.11	225	11.10	2462,4	66426,9	140	2
2021	01.05	23.09	145	22.06	1172,8	41875,6	112	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			161,5 ± 56,765		1139,4 ± 636,338	27662,9 ± 17980,612	75,9 ± 43,050	

Спороношення грибів *Agrocube* у 2011-2021 рр. реєструвалося з березня по кінець жовтня (рис. 5, таблиця 3). Сезонна середня тривалість реєстрації цих спор складала 116,6 дня і варіювала в межах від 42 днів у 2018 році до 188 днів у 2011-му і 2014 роках.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 123,6 спор/м<sup>3</sup>. За період спостереження за змінами концентрації спор *Agrocube* реєструвались такі значення річних піків: у серпні 2011 року пік був зі значенням 110,0 спор/м<sup>3</sup>, у жовтні 2012 року – зі значенням 117,9 спор/м<sup>3</sup>, у вересні 2017 року – зі значенням 165,4 спор/м<sup>3</sup>. Найменшим був пік у 16,1 спор/м<sup>3</sup> у травні 2014 р., а найбільшим – 608,0 спор/м<sup>3</sup> у вересні 2021 р.



**Рис. 5 Графік спорюючі грибів *Agroclybe* впродовж 2011-2021 років**

Середня сумарна кількість зібраних спор складала 1021,4 спор/сезон. При цьому, сума спор за сезон варіювала від 87,0 спор/сезон у 2019 році до 5789,4 спор/сезон у 2021 році.

Середня кількість днів із клінічно значущою концентрацією більше ніж у 100 спор/м<sup>3</sup> складала  $1,7 \pm 4,125$  спор/м<sup>3</sup>.

Інтервали при реєстрації спор змінювались наступним чином: у 2021 році фіксувалось 6 інтервалів; у 2015 році – 5 інтервалів; у 2019 році – 4 інтервали; у 2014-му, 2016-му, 2017-му і 2020 роках – по 2 інтервали; у 2018 році спостерігався 1 інтервал; у 2011-2013 роках інтервалів не відмічалось (таблиця 3).

Таблиця 3

**Характеристика сезону спороношення *Agroclybe* у 2011-2021 роках, коли проводилось аероспостереження**

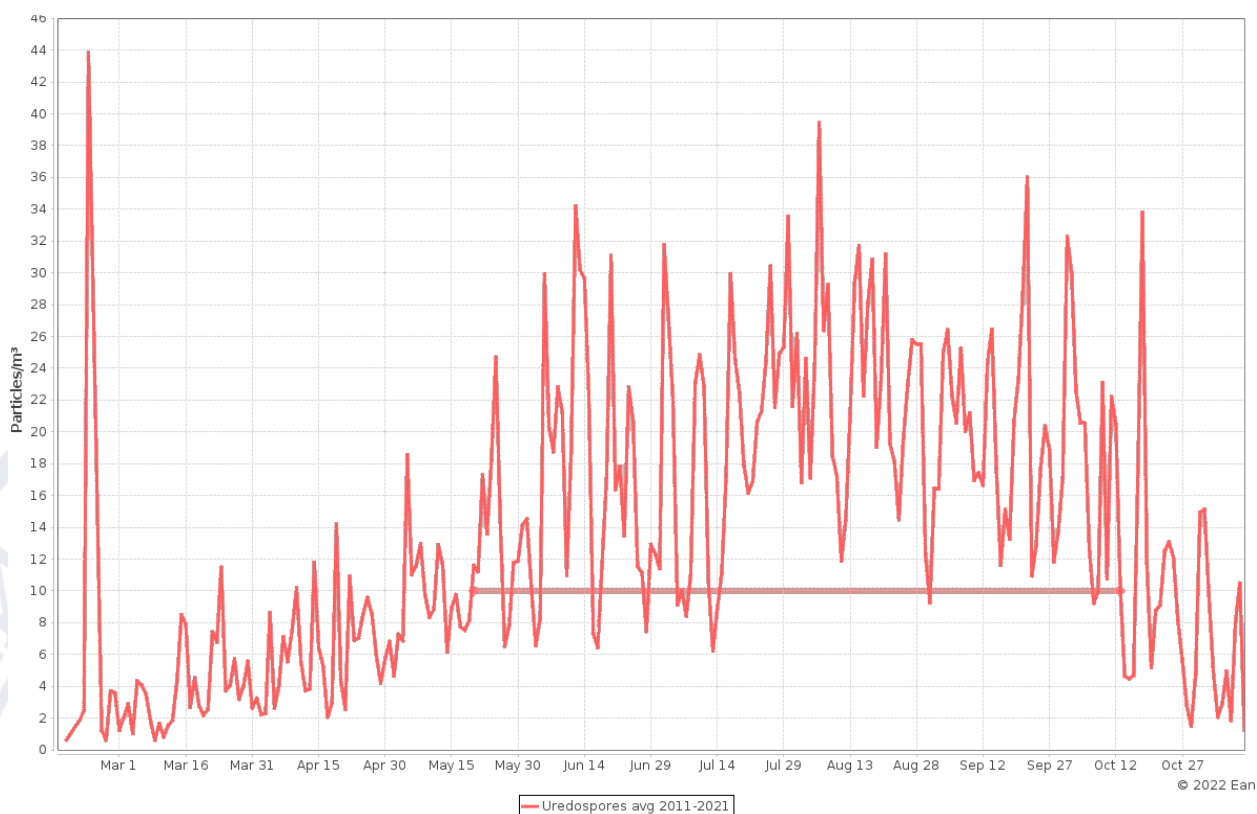
Рік	Характеристики сезону спороношення
-----	------------------------------------

	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруляції	Max, спор/м <sup>3</sup> (пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >100 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при неспорульній спорі
2011	10.03	14.09	188	19.08	110,0	825,0	1	0
2012	05.05	23.10	171	23.10	117,9	1652,8	2	0
2013	20.05	07.10	140	29.07	38,9	447,4	0	0
2014	24.03	28.09	188	25.05	16,1	200,7	0	2
2015	19.03	06.06	79	22.03	22,2	124,7	0	5
2016	10.07	01.10	83	21.08	49,4	500,6	0	2
2017	07.07	08.10	93	16.09	165,4	707,2	1	2
2018	28.06	09.08	42	02.08	143,2	718,5	1	1
2019	12.03	16.05	65	16.05	61,7	87,0	0	4
2020	06.07	14.10	100	14.07	26,6	181,6	0	2
2021	19.05	30.09	134	23.09	608,0	5789,4	14	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			116,6 ± 50,605		123,6 ± 168,746	1021,4 ± 1643,722	1,7 ± 4,125	

Сезон спор грибів *Uredospores* у 2011-2021 рр. реєструвався з кінця лютого по кінець жовтня (рис. 6, таблиця. 4), його середня тривалість становила 173,4 дня. Вона коливалась від 61 дня у 2018 році до 233 днів у 2020-му і 2021 роках.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 99,6 спор/м<sup>3</sup>. Період спостереження у різні роки відмічався такими піковими концентраціями: у серпні 2012 року зі значенням 119,1 спор/м<sup>3</sup>, у жовтні 2013 року – 153,1 спор/м<sup>3</sup>, у червні 2020 року – 147,5 спор/м<sup>3</sup>. Найменше пікове значення для грибів *Uredospores* було зареєстровано у березні 2015 року зі значенням 19,1 спор/м<sup>3</sup>, а найбільше пікове значення – у серпні 2019 року зі значенням 169,7 спор/м<sup>3</sup>.

Середня сумарна кількість зібраних спор складала 2468,9 спор/сезон. При цьому, сезонна сума варіювала від 98,7 спор/сезон у 2015 році до 3910,2 спор/сезон у 2019 році.



**Рис. 6** Графік споруляції грибів *Uredospores* впродовж 2011-2021 років

Середня кількість днів із клінічно значущою концентрацією більше ніж у 100 спор/м<sup>3</sup> складала  $1,1 \pm 1,514$  спор/м<sup>3</sup>.

Кількість інтервалів при реєстрації спор впродовж періоду моніторингу була наступною: 6 інтервалів спостерігалось у 2021 році; 5 інтервалів – у 2015 році; 4 інтервали – у 2019 році; по 2 інтервали – у 2014-му, 2016-му, 2017-му і 2020 роках; 1 інтервал – у 2018 році; у 2011-2013 роках інтервалів не спостерігалось (таблиця 4).

Таблиця 4

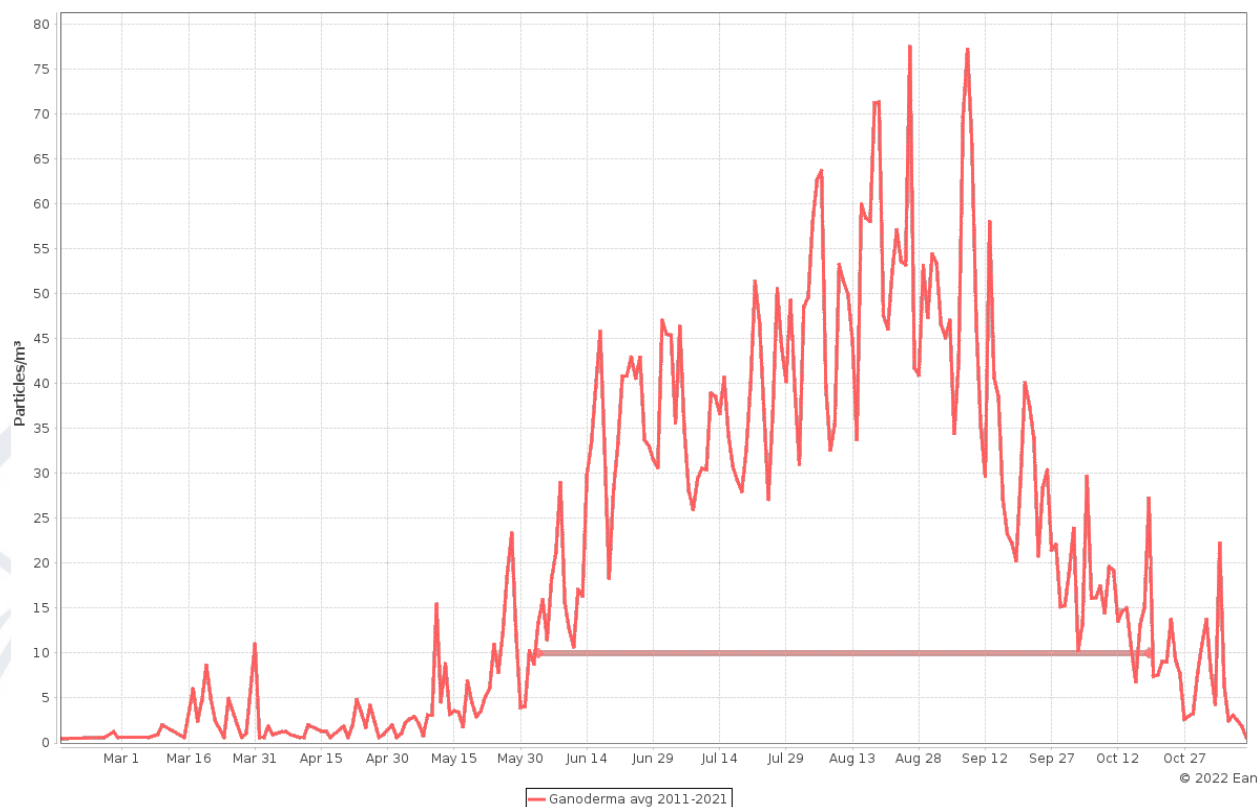
**Характеристика сезону спороношення *Uredospores* у 2011-2021 роках, коли проводилось аероспостереження**

Рік	Характеристики сезону спороношення
-----	------------------------------------

	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруляції	Мах, спор/м <sup>3</sup> (пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >100 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при реєстрації спор
2011	14.04	11.10	180	09.10	99,0	3331,0	0	0
2012	25.03	04.10	193	16.08	119,1	3879,9	3	0
2013	16.03	18.10	216	18.10	153,1	3846,6	3	0
2014	06.03	02.10	210	28.07	77,2	2429,6	0	2
2015	04.03	06.06	94	18.03	19,1	98,7	0	5
2016	01.07	30.10	121	01.07	76,6	1325,4	0	2
2017	26.03	12.10	200	30.07	88,9	2485,3	0	2
2018	05.07	04.09	61	04.09	101,9	1346,2	1	1
2019	04.04	27.09	176	21.08	169,7	3910,2	1	4
2020	22.02	02.10	223	11.06	147,5	2813,3	4	2
2021	06.03	25.10	233	22.06	43,2	1691,4	0	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			173,4 ± 56,5620		99,6 ± 46,112	2468,9 ± 1249,815	1,1 ± 1,514	

Спори грибів *Ganoderma* у 2011-2021 рр. реєструвались з середини березня по середину жовтня (рис. 7, таблиця 5). Середня тривалість їх сезону складала 118,3 дня і варіювала в межах від 72 днів у 2018 році до 167 днів у 2017 році.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 136,8 спор/м<sup>3</sup>. За період спостереження пікові концентрації спор грибів *Ganoderma* відмічались у 2012-му і 2020 роках у серпні зі значеннями 204,3 спор/м<sup>3</sup> і 243,8 спор/м<sup>3</sup>, відповідно. У 2021 році пік був зареєстрований у вересні зі значенням 206,8 спор/м<sup>3</sup>. Загалом, пікове значення для цього виду грибів коливалось в межах від найменшого піку у кількості 7,4 спор/м<sup>3</sup> у березні 2015 р. до найбільшого – у кількості 308,0 спор/м<sup>3</sup> у серпні 2019 р.



**Рис. 7 Графік споруючі грибів *Ganoderma* впродовж 2011-2021 років**

Середня сумарна кількість зібраних спор за сезон складала 4083,5 спор/сезон. При цьому, сезонна сума варіювала від 43,2 спор/сезон у 2015 р. до 11699,9 спор/сезон у 2019 р.

Середня кількість днів із клінічно значущою концентрацією більше ніж у 100 спор/м<sup>3</sup> складала  $8,9 \pm 14,4876$  спор/м<sup>3</sup>.

Кількість інтервалів при реєстрації спор *Ganoderma* виглядала так: 6 інтервалів спостерігалось у 2021 р.; 5 інтервалів – у 2015 р.; 4 інтервали – у 2019 р.; по 2 інтервали – у 2014-му, 2016-му, 2017-му і 2020 роках; 1 інтервал – у 2018 р.; у 2011-2013 роках інтервалів не спостерігалось (таблиця 5).

Таблиця 5

**Характеристика сезону спороношення *Ganoderma* у 2011-2021 роках, коли проводилось аероспостереження**

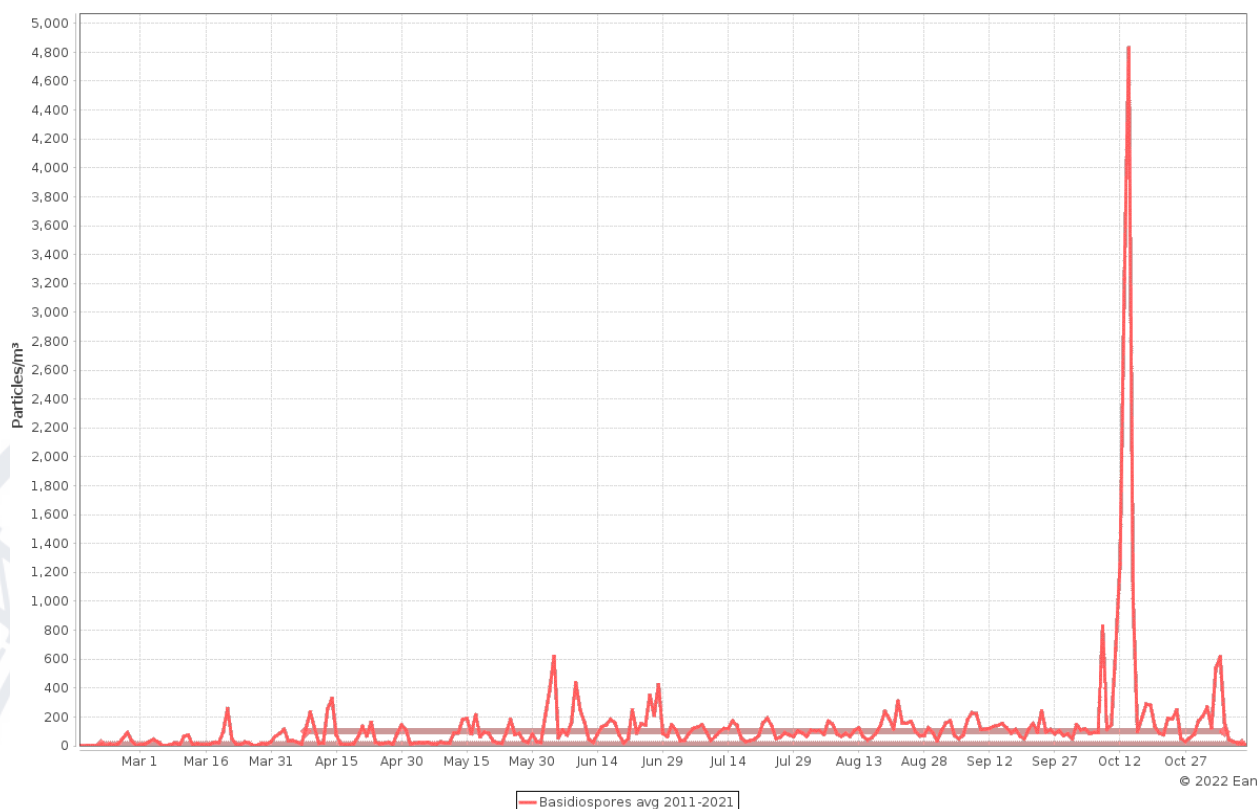
Рік	Характеристики сезону спороношення
-----	------------------------------------



	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруляції	Мах, спор/м <sup>3</sup> (Пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >100 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при реєстрації спор
2011	24.04	03.10	162	23.08	149,0	4825,0	5	0
2012	15.05	10.10	148	16.08	204,3	6520,4	10	0
2013	30.05	22.09	115	08.09	153,1	3619,9	3	0
2014	23.05	14.09	114	31.08	55,0	1396,2	0	2
2015	18.03	06.06	80	19.03	7,4	43,2	0	5
2016	30.06	06.10	98	01.09	59,3	1243,2	0	2
2017	05.05	19.10	167	19.10	69,1	1654,9	0	2
2018	27.06	07.09	72	21.07	48,8	1051,1	0	1
2019	26.05	18.09	115	26.08	308,0	11699,9	47	4
2020	13.06	19.10	118	09.08	243,8	5685,6	10	2
2021	03.06	23.09	112	07.09	206,8	7179,5	23	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			118,3 ± 30,440		136,8 ± 96,124	4083,5 ± 3515,269	8,9 ± 14,4876	

Спороношення грибів *Basidiospores* у 2011-2021 рр. розпочалося з кінця лютого і тривало по листопад (рис. 8, таблиця 6), окрім 2014 та 2018 років, коли реєстрацію цього типу спор не проводили. Середнє значення тривалості сезону становило 92,3 дня і коливалось від 1 дня у 2013 і 2015 роках до 240 днів у 2021 році.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 1822,3 спор/м<sup>3</sup>. За період спостереження пікові концентрації спор грибів *Basidiospores* відмічались у 2017-му, 2019-му і 2021-му роках у квітні зі значенням 59,9 спор/м<sup>3</sup>, 1282,7 спор/м<sup>3</sup> і 600,6 спор/м<sup>3</sup>, відповідно. Пікове значення для цього виду грибів коливалось в межах від найменшого піку у кількості 1,2 спор/м<sup>3</sup> у травні 2015 р. до найбільшого – у кількості 14394,6 спор/м<sup>3</sup> у жовтні 2020 р.



**Рис. 8** Графік споруляції грибів *Basidiospores* впродовж 2011-2021 років

Середня сумарна кількість зібраних спор за сезон складала 11766,9 спор/сезон. При цьому, сезонна сума варіювала від 2,5 спор/сезон у 2015 р. до 62333,2 спор/сезон у 2020 р.

Середня кількість днів із клінічно значущою концентрацією більше ніж у 100 спор/м<sup>3</sup> складала  $26,4 \pm 40,633$  спор/м<sup>3</sup>.

Кількість інтервалів при реєстрації спор *Basidiospores* впродовж періоду моніторингу була наступною: 6 інтервалів спостерігалось у 2021 р.; 5 інтервалів – у 2015 р.; 4 інтервали – у 2019 р.; по 2 інтервали – у 2016-му, 2017-му і 2020 роках; у 2011-2013 роках інтервалів не спостерігалось (таблиця 6).

Таблиця 6

**Характеристика сезону спороношення *Basidiospores* у 2011-2021 роках, коли проводилось аероспостереження**

Рік	Характеристики сезону спороношення
-----	------------------------------------

	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруючі	Мах, спор/м <sup>3</sup> (пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >100 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при реєстрації спор
2011	16.03	23.03	7	16.03	2,0	4,0	0	0
2012	03.04	13.09	132	13.09	49,4	84,0	0	0
2013	28.05	29.05	1	29.05	7,4	8,6	0	0
2015	28.05	29.05	1	29.05	1,2	2,5	0	5
2016	04.03	16.03	12	16.03	3,1	10,5	0	2
2017	28.02	15.05	76	03.04	59,9	1336,4	0	2
2019	20.03	25.09	189	14.04	1282,7	22503,8	65	4
2020	13.05	02.11	173	13.10	14394,6	62333,2	99	2
2021	25.02	23.10	240	23.04	600,6	19619,4	74	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			92,3 ± 93,485		1822,3 ± 4734,566	11766,9 ± 21013,140	26,4 ± 40,633	

Для грибів відділу *Ascomycota* класу *Dothideomycetes* спостерігалася наступна сезонна динаміка.

Гриби *Cladosporium* у 2011-2021 рр. реєструвались з березня до кінця жовтня (рис. 9, таблиця 7). Середня тривалість сезону складала 184,9 дня і варіювала в межах від 61 дня у 2018 році до 228 днів у 2016 році.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 12190,4 спор/м<sup>3</sup>. Практично увесь період спостереження пікові концентрації, що спостерігались для *Cladosporium*, були значними. Так, у липні 2011 року пік був зареєстрований зі значенням 16491,0 спор/м<sup>3</sup>, у червні 2019 року – зі значенням 20059,4 спор/м<sup>3</sup>, у серпні 2021 р. – зі значенням 16289,6 спор/м<sup>3</sup>. Пікове значення для цього виду грибів коливалось в межах від найменшого піку у кількості 366,7 спор/м<sup>3</sup> у квітні 2015 р. до найбільшого – у кількості 35937,3 спор/м<sup>3</sup> у липні 2020 р.

Середня сумарна кількість зібраних спор складала 407633,6 спор/сезон. При цьому, сума спор за сезон варіювала від 10357,1 спор/сезон у 2015 р. до 1157729,6 спор/сезон у 2020 р.

Середня кількість днів із клінічно значущою концентрацією більше ніж у 2500 спор/м<sup>3</sup> складала 47,8 ± 42,708 спор/м<sup>3</sup>.

Інтервали при реєстрації спор *Cladosporium* впродовж періоду моніторингу були такими: у 2021 році спостерігалось 6 інтервалів; у 2015 році – 5 інтервалів; у 2019 році – 4 інтервали; у 2014-му, 2016-му, 2017-му і 2020 роках – по 2 інтервали; у 2018 р. – 1 інтервал; у 2011-2013 спори цих грибів спостерігалися безперервно (таблиця 7).

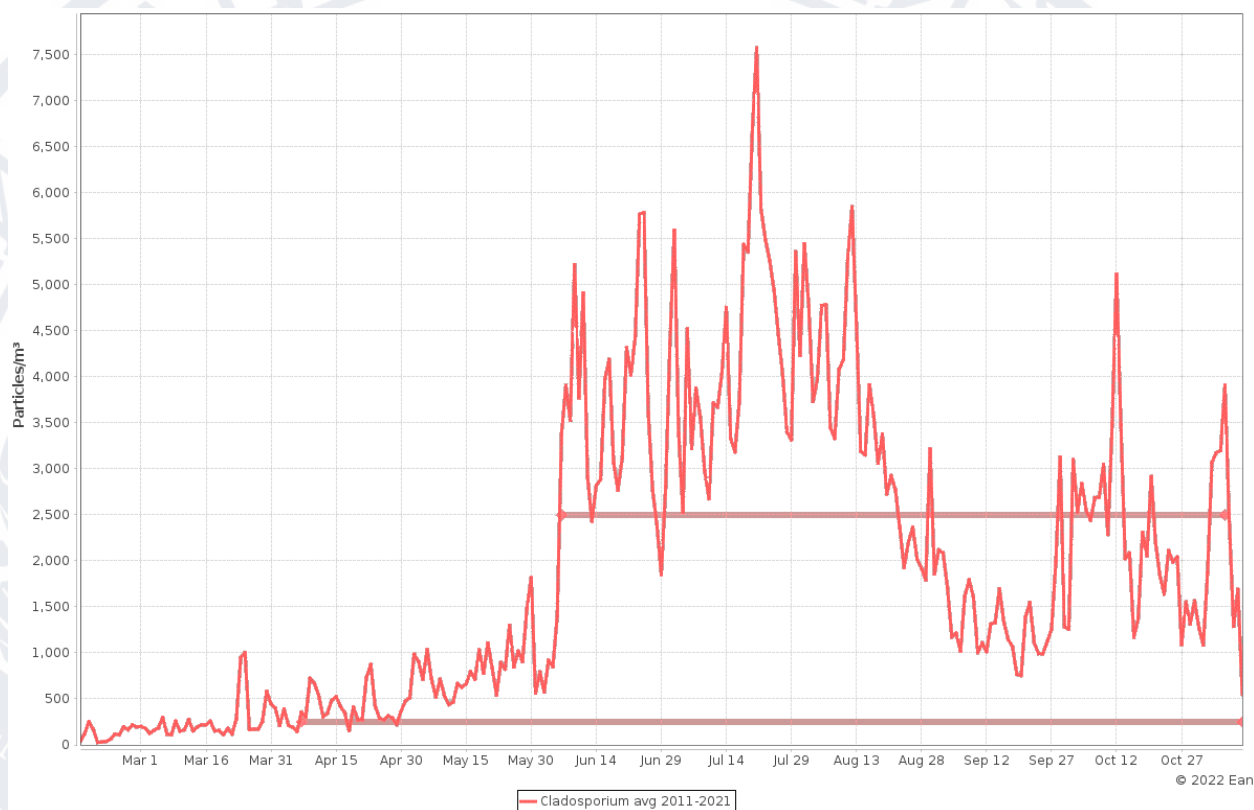


Рис. 9 Графік споруляції грибів *Cladosporium* впродовж 2011-2021 років

Таблиця 7

**Характеристика сезону спороношення *Cladosporium* у 2011-2021 роках, коли проводилось аероспостереження**

Рік	Характеристики сезону спороношення							
	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруляції	Max, спор/м <sup>3</sup> (пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >2500 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при реєстрації спор
2011	05.04	10.10	188	14.07	16491,0	476060,0	65	0
2012	04.04	10.10	189	07.10	5311,2	262718,0	24	0
2013	23.03	21.10	212	30.05	7769,2	204658,4	17	0

2014	18.03	12.10	208	02.07	4753,7	121091,3	4	2
2015	02.03	04.06	94	29.04	366,7	10357,1	0	5
2016	04.03	18.10	228	01.07	5817,3	170239,7	19	2
2017	13.03	22.10	223	29.07	5892,0	241465,8	28	2
2018	29.06	29.08	61	09.08	15407,5	323056,8	46	1
2019	30.03	21.10	205	07.06	20059,4	917695,9	112	4
2020	23.03	19.10	210	20.07	35937,3	1157729,6	116	2
2021	23.03	25.10	216	30.08	16289,6	598897,0	95	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			184,9 ± 54,97173		12190,4 ± 10068,494	407633,6 ± 354588,046	47,8 ± 42,708	

Сезон спор *Alternaria* у 2011-2021 рр. розпочався у березні і тривав по кінець жовтня (рис. 10, таблиця 8). Середнє значення тривалості сезону становило 151,0 день. Воно коливалось від 67 днів у 2018 році до 191 дня у 2020 році.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 594,9 спор/м<sup>3</sup>. За період спостереження пікові концентрації спор грибів *Alternaria* спостерігались у вересні 2017 р. зі значенням 679,0 спор/м<sup>3</sup>, у жовтні 2020 р. – зі значенням 943,2 спор/м<sup>3</sup>, у липні 2021 р. – зі значенням 995,1 спор/м<sup>3</sup>. А пікове значення для цього виду грибів коливалось в межах від найменшого піку у кількості 10,5 спор/м<sup>3</sup> у червні 2015 р. до найбільшого – у кількості 1015,0 спор/м<sup>3</sup> у липні 2011 р.

Середня сумарна кількість зібраних спор за сезон складала 16651,5 спор/сезон. При цьому, сезонна сума спор варіювала від 202,7 спор/сезон у 2015 р. до 26982,3 спор/сезон у 2021 р.

Середня кількість днів із клінічно значущою концентрацією більше ніж у 100 спор/м<sup>3</sup> складала 56,5 ± 25,684 спор/м<sup>3</sup>.

Кількість інтервалів при реєстрації спор впродовж сезону моніторингу відмічалась така: 6 інтервалів спостерігалось у 2021 році; 5 інтервалів – у 2015 році; 4 інтервали – у 2019 році; по 2 інтервали – у 2014-му, 2016-му, 2017-му і 2020 роках; 1 інтервал – у 2018 році; у 2011-2013 роках інтервалів не спостерігалось (таблиця 8).

### Характеристика сезону спороношення *Alternaria* у 2011-2021 роках, коли проводилось аероспостереження

Рік	Характеристики сезону спороношення							
	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруляції	Мах, спор/м <sup>3</sup> (пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >100 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при споруляції спор
2011	05.05	05.10	153	14.07	1015,0	17325,0	61	0
2012	05.05	10.10	158	27.09	667,9	23200,0	79	0
2013	24.04	21.10	180	25.07	501,9	14669,3	50	0
2014	26.04	05.10	162	06.09	252,5	10422,9	41	2
2015	04.03	09.06	97	09.06	10,5	202,7	0	5
2016	29.06	11.10	104	19.07	491,4	13631,5	43	2
2017	31.03	13.10	196	16.09	679,0	18942,1	63	2
2018	28.06	03.09	67	26.07	346,3	9984,5	39	1
2019	14.04	20.10	189	23.07	640,8	24888,4	92	4
2020	14.04	22.10	191	03.10	943,2	22918,3	75	2
2021	10.05	21.10	164	24.07	995,1	26982,3	78	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			151,0 ± 42,935		594,9 ± 318,181	16651,5 ± 7932,748	56,5 ± 25,684	

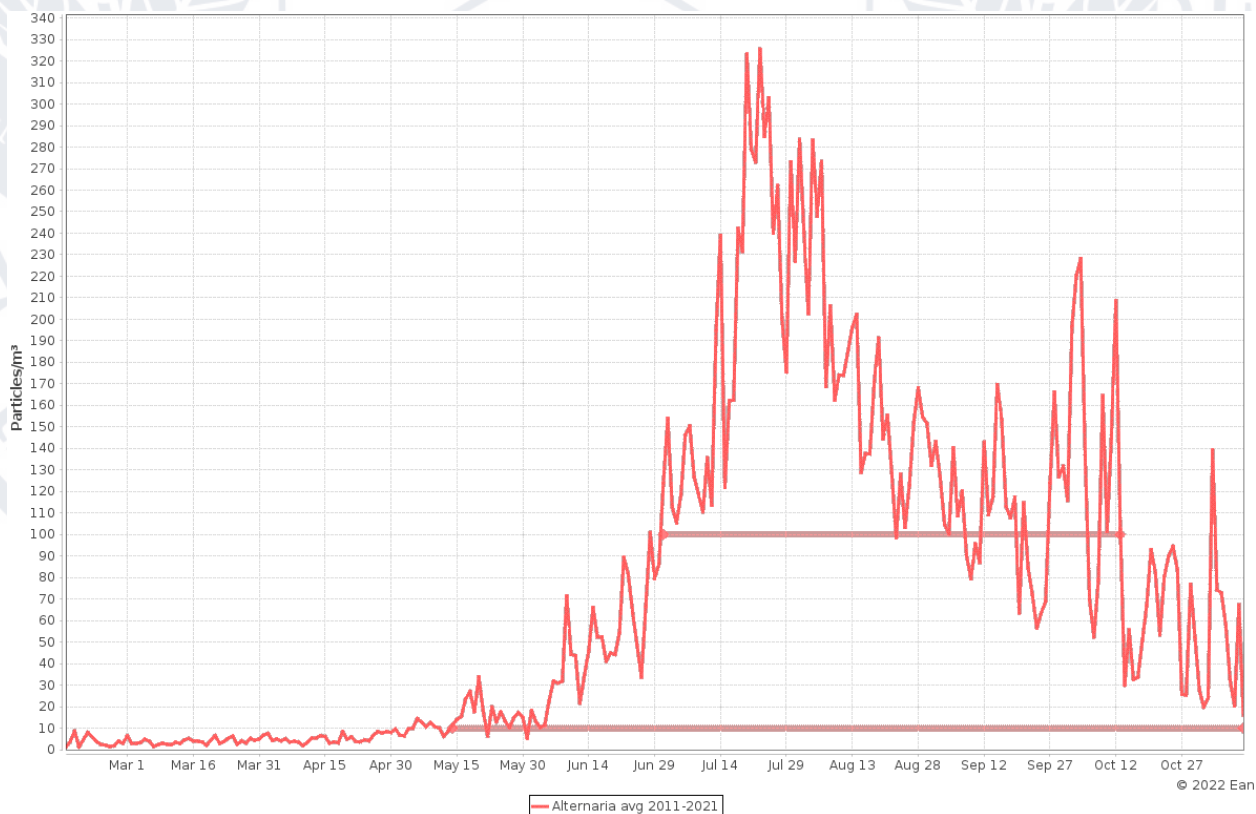


Рис. 10 Графік споруляції грибів *Alternaria* впродовж 2011-2021 років

Спори грибів *Ericossum* у 2011-2021 рр. реєструвались з кінця лютого до початку листопада (рис. 11, таблиця 9). Середня тривалість сезону складала 193,2 дня і коливалась від 87 днів у 2015 році до 240 днів у 2017 і 2019 роках.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 242,9 спор/м<sup>3</sup>. За період спостереження пікові концентрації спор грибів *Ericossum* реєструвались у 2012-му, 2017-му та 2020-му роках у жовтні зі значеннями 105,6 спор/м<sup>3</sup>, 327,2 спор/м<sup>3</sup>, 782,7 спор/м<sup>3</sup>, відповідно. Пікове значення для цього виду грибів коливалось в межах від найменшого піку у кількості 9,9 спор/м<sup>3</sup> у квітні 2015 р. до найбільшого – у кількості 883,3 спор/м<sup>3</sup> у жовтні 2013 р.

Середня сумарна кількість зібраних спор за сезон складала 3343,3 спор/сезон. При цьому, сезонна сума варіювала від 143,4 спор/сезон у 2015 р. до 8069,1 спор/сезон у 2020 р.

Середня кількість днів із клінічно значущою концентрацією більше ніж у 100 спор/м<sup>3</sup> складала  $4,0 \pm 6,083$  спор/м<sup>3</sup>.

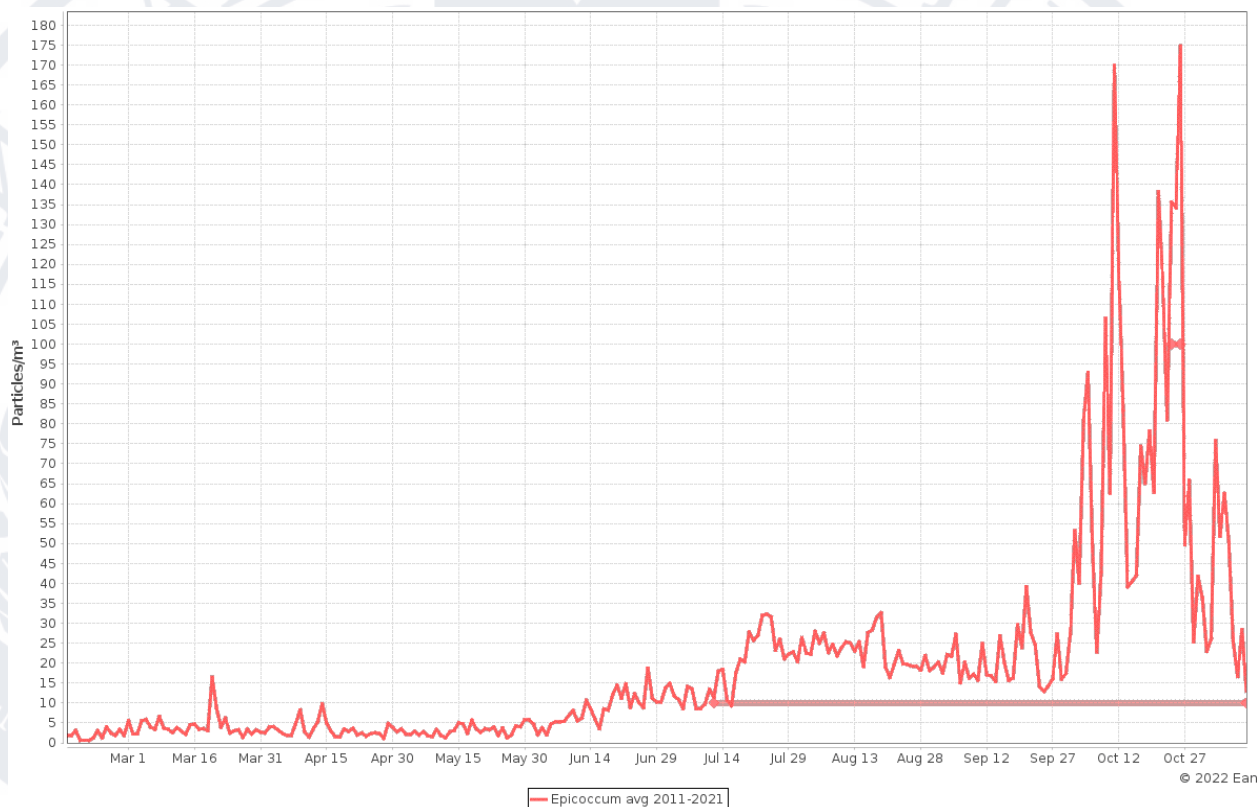
У 2011-2013 роках інтервалів при реєстрації спор не спостерігалось. По 2 інтервали відмічалось у 2014-му, 2016-му, 2017-му і 2020 роках. 5 інтервалів було у 2015 році; 1 інтервал – у 2018 році; 4 інтервали – у 2019 році; 6 інтервалів – у 2021 році (таблиця 9).

Таблиця 9

**Характеристика сезону спороношення *Ericossum* у 2011-2021 роках, коли проводилось аероспостереження**

Рік	Характеристики сезону спороношення							
	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруляції	Max, спор/м <sup>3</sup> (пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >100 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при ...
2011	31.03	20.10	203	02.10	125,0	4493,0	1	0
2012	24.03	25.10	215	08.10	105,6	3507,4	2	0
2013	11.04	27.10	199	26.10	883,3	5036,3	11	0
2014	27.02	09.09	194	10.07	11,1	210,8	0	2
2015	13.03	08.06	87	19.04	9,9	143,4	0	5

2016	05.03	24.10	233	18.08	101,2	2558,3	1	2
2017	02.03	28.10	240	26.10	327,2	3924,8	7	2
2018	28.06	04.09	68	22.07	56,2	1133,8	0	1
2019	08.03	03.11	240	03.11	173,5	4164,6	3	4
2020	05.04	29.10	207	10.10	782,7	8069,1	19	2
2021	10.03	04.11	239	12.10	95,7	3534,6	0	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			193,2 ± 59,843		242,9 ± 305,089	3343,3 ± 2305,374	4,0 ± 6,083	



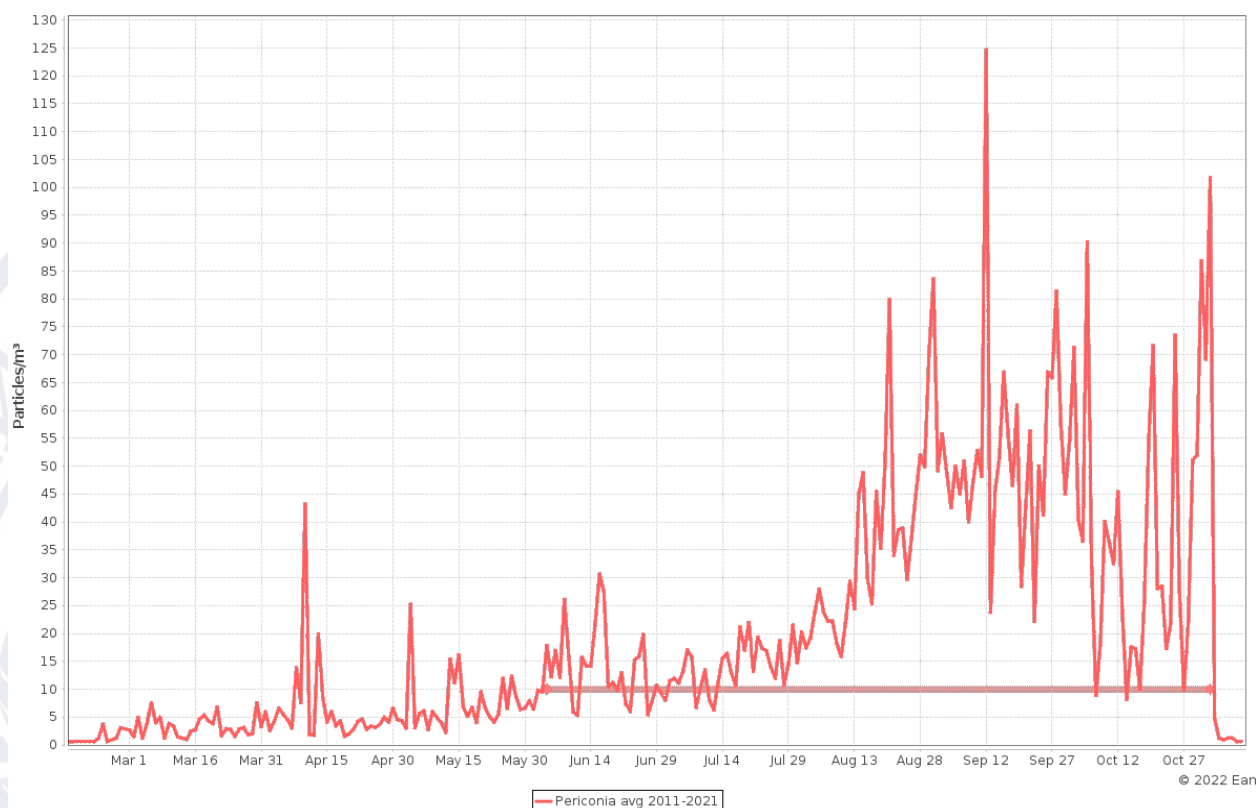
**Рис. 11** Графік споруляції грибів *Epicoccum* впродовж 2011-2021 років

Спороношення грибів *Periconia* у 2011-2021 рр. реєструвалось з початку березня і продовжувалось до кінця жовтня (рис. 12, таблиця 10). Середня тривалість сезону становила 169,9 дня. Коливання відбувалось від 61 дня у 2018 році до 225 днів у 2020 році.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 182,8 спор/м<sup>3</sup>. За весь період спостереження пікові концентрації, що реєструвались для *Periconia*, були такими: у серпні 2012 року пік був зареєстрований зі значенням 271,6 спор/м<sup>3</sup>, у жовтні 2013 року – зі значенням 237,1 спор/м<sup>3</sup>, у вересні 2018 року – зі значенням 199,4 спор/м<sup>3</sup>. Загалом, пікове



значення для цього виду грибів коливалось в межах від найменшого піку у кількості 14,8 спор/м<sup>3</sup> у червні 2015 року до найбільшого – у кількості 624,0 спор/м<sup>3</sup> у жовтні 2011 року.



**Рис. 12** Графік споруляції грибів *Periconia* впродовж 2011-2021 років

Середня сумарна кількість зібраних спор складала 3432,7 спор/сезон. При цьому, сезонна сума варіювала від 241,5 спор/сезон у 2015 році до 19326,0 спор/сезон у 2011 році.

Середня кількість днів із клінічно значущою концентрацією більше ніж у 100 спор/м<sup>3</sup> складала  $7,0 \pm 18,303$  спор/м<sup>3</sup>.

Інтервали при реєстрації спор *Periconia* впродовж сезону моніторингу змінювались наступним чином: у 2021 році було 6 інтервалів; у 2015 р. – 5 інтервалів; у 2019 р. – 4 інтервали; у 2014-му, 2016-му, 2017-му і 2020 роках - по 2 інтервали; у 2018 році спостерігався 1 інтервал; у 2011-2013 роках інтервалів не відмічалось (таблиця 10).

**Характеристика сезону спороношення *Periconia* у 2011-2021 роках,  
коли проводилось аероспостереження**

Рік	Характеристики сезону спороношення							
	Початок сезону	Закінчення сезону	Тривалість сезону, днів	День настання піку споруляції	Мах, спор/м <sup>3</sup> (пікове значення)	Σ, спор/сезон	Кількість днів із концентрацією >100 спор/м <sup>3</sup>	Кількість інтервалів при неспоруляції спор
2011	10.04	30.10	203	05.10	624,0	19326,0	62	0
2012	14.03	24.10	224	30.08	271,6	3043,1	1	0
2013	05.03	27.10	216	20.10	237,1	1839,3	3	0
2014	06.03	22.10	210	09.10	101,2	1617,6	1	2
2015	02.03	09.06	99	09.06	14,8	241,5	0	5
2016	03.07	21.10	110	18.08	90,7	1626,9	0	2
2017	30.06	25.10	117	19.10	168,5	3808,5	5	2
2018	05.07	04.09	61	01.09	199,4	2574,7	2	1
2019	11.03	10.10	213	04.05	131,5	809,5	1	4
2020	07.03	19.10	225	11.06	35,8	875,5	0	2
2021	08.04	16.10	191	16.06	135,8	1997,5	2	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			169,9 ± 60,305		182,8 ± 166,068	3432,7 ± 5370,145	7,0 ± 18,303	

Сезон спор *Stemphylium* у 2011-2021 роках реєструвався з початку березня по кінець жовтня (рис. 13, таблиця 11). Середня тривалість сезону спороношення складала 152,4 дня і коливалась в межах від 67 днів у 2018 році до 217 днів у 2020 році.

Усереднене пікове значення концентрації спор у повітрі за цей період складало 31,7 спор/м<sup>3</sup>. Практично увесь період спостереження пікові концентрації, що спостерігались для *Stemphylium*, були незначними. Так, у 2011-му, 2017-му і 2018 роках піки спостерігались у липні зі значенням 71,0 спор/м<sup>3</sup>, 36,4 спор/м<sup>3</sup>, 34,0 спор/м<sup>3</sup>, відповідно. Загалом, пікове значення для цього виду грибів коливалось в межах від найменшого піку у кількості 3,1 спор/м<sup>3</sup> у квітні 2015 року до найбільшого – у кількості 82,1 спор/м<sup>3</sup> у липні 2014 року.

Середня сумарна кількість зібраних спор за сезон складала 599,9. При цьому, сезонна сума варіювала від 33,4 спор/сезон у 2015 році до 1275,0 спор/сезон у 2011 році.



2011	01.04	03.10	185	24.07	71,0	1275,0	0	0
2012	16.03	09.10	207	15.07	13,0	372,7	0	0
2013	20.05	26.10	159	09.07	13,6	315,6	0	0
2014	08.05	30.08	114	09.07	82,1	361,3	0	2
2015	06.03	05.06	91	30.04	3,1	33,4	0	5
2016	01.07	20.10	111	17.07	21,0	618,1	0	2
2017	30.03	19.10	203	27.07	36,4	1069,3	0	2
2018	28.06	03.09	67	22.07	34,0	716,8	0	1
2019	17.05	03.10	139	23.07	22,2	531,7	0	4
2020	19.03	22.10	217	11.10	21,6	595,3	0	2
2021	16.04	16.10	183	13.05	30,9	709,6	0	6
Середнє за 2011-2021 роки (M±m)			152,4 ± 51,175		31,7 ± 24,320	599,9 ± 348,869	0,0 ± 0	

Отже, щодо більшості базидіоміцетів, які відомі здатністю утворювати плодові тіла зі спорами восени, стабільно високі концентрації у цю пору року спостерігаються зокрема, для *Agrocyste*, *Coprinus*, *Uredinales*, *Ustilaginales* та некласифікованих базидіоспор. Їх концентрації коливаються від кількох десятків до 400 спор/м<sup>3</sup>.

Серед аскоспор найбільш багаточисленним був *Cladosporium*, концентрація якого перевищувала 3000 спор/м<sup>3</sup>. Концентрації близько 100 спор/м<sup>3</sup>. були звичайні восени для *Alternaria*, *Epicoccum*, *Periconia*. Спори *Stemphylium* також були присутні, але їх концентрація була низькою – близько 10 спор/м<sup>3</sup>.

## РОЗДІЛ 4 РІВНІ ЧУТЛИВОСТІ ДО ГРИБІВ У НАСЕЛЕННЯ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ПРОФІЛАКТИКА АЛЕРГІЇ, ВИКЛИКАНОЇ СПОРАМИ МІКРОМІЦЕТІВ

Важливість фунгального типу алергії була підтверджена з розвитком у останні роки методик діагностики чутливості пацієнтів до причинних білків на молекулярному рівні. Відтак, за своєю здатністю провокувати симптоми алергії, гриби стали в один ряд з такими відомими алергічними чинниками довкілля як пилок рослин, кліщі домашнього пилу та лупа домашніх тварин. Контакт з пилом рослин і зі спорами грибів часто проходить непоміченим і характеризується вираженою сезонністю. А тому важливим є інструментальний контроль як за факторами довкілля так і за реакцією на них з боку людського організму.

Відтак, метою нашої роботи стало також визначення рівня сенсibilізації населення Вінниччини до алергенів грибів з подальшим визначенням шляхів профілактики виникнення респіраторних алергічних захворювань, викликаних цими алергенами.

Для вирішення поставлених завдань був проведений аналіз даних IgE-опосередкованої, істинної, сенсibilізації до алергенів грибів, доступних для оцінки у багатокомпонентному молекулярному тесті ALEX<sup>2</sup>. До панелі тесту входять алергени таких грибів як альтернарія (*Alternaria*), кладоспоріум (*Cladosporium*), аспергил (*Aspergillus*), пеніцил (*Penicilium*) та малацесія (*Malassezia*). Для оцінки були взяті дані 87 жителів Вінницького регіону віком від 1 до 66 років, які проходили молекулярну алергодіагностику у 2020-2022 роках.

Аналіз отриманих даних показав, що чутливими до алергенів грибів були 20 пацієнтів або 23.0 % протестованих. Серед них найвищий рівень чутливості спостерігався до альтернарії – 15 пацієнтів або 75 % з числа чутливих осіб. Своєю чергою, 14 з них були чутливими до мажорного компонента альтернарії білка Alt

а 1, один з яких також мав чутливість до мінорного алергена Alt а 6. Ще один пацієнт був чутливим лише до алергена Alt а 6.

На другому місці стояла чутливість до аспергіла та малацезії. До цих двох грибних алергенів були чутливі по 6 пацієнтів або 30 % від сенсibilізованих осіб. Сенсibilізація до кладоспоріуму була характерною лише для 2 пацієнтів або для 10 % досліджуваної вибірки, а до пеніцилу була чутливою лише 1 людина, що становило 5 % з числа сенсibilізованих.

В цілому, отримані нами результати співвідносяться з даними літератури (Родінкова, Юр'єв, 2019), за якими основним алергічним компонентом царства грибів є альтернарія, а загальна чутливість до неї серед популяції людей з алергією в Україні коливається в межах 23-25 %. Альтернарія є повсюдним грибом, який в довкіллі розмножується, зокрема, на рослинності, яка відмирає.

Кладоспоріум, який продукує найбільшу кількість спор і може розмножуватися як в довкіллі, так і у ванних кімнатах, в цілому є малоалергенним (Idalia Kasprzyk, et al., 2021, Grinn-Gofroń, et al., 2020, Charalampopoulos, et al., 2022), що підтверджується і нашими дослідженнями.

А от результати, отримані нами щодо сенсibilізації до аспергіла та малацезії цікаві з точки зору врахування можливих шляхів контакту людини з цими грибами. Адже аспергил часто оселяється у приміщеннях і може провокувати розвиток як алергічної сенсibilізації до нього, так і інфекційних захворювань. Малацесія, своєю чергою, більше відома як грибок, що провокує дерматомікози людини – інфекційні захворювання шкіри. Втім, у описаних випадках потрібно зважати, що і аспергил, і малацесія можуть стати для хворого одночасно як інфекційними, так і алергічними агентами.

Таким чином, найбільш значущим сенсibilізуючим мікроміцетом для протестованого населення Вінницької області є алергени гриба альтернарії, що узгоджується з даними літератури.

У випадку із чутливістю до малацезії та аспергілу потрібно зважати, що ці гриби можуть бути як алергічними, так і інфекційними агентами.

Профілактика алергії до спор грибів полягає в уникненні контакту з ними, у тому числі – через систему оповіщення населення про причинно значущі концентрації алергенів грибів у атмосфері через систему алергопрогнозування.



## ВИСНОВКИ

1. Спори різних таксономічних груп грибів спостерігаються у різних концентраціях впродовж всього вегетаційного періоду з березня по жовтень.
2. Значна споруляція зберігається, зокрема, і в осінній період, що робить спори грибів специфічним збудником повітряно-краплинних респіраторних захворювань у цей час, особливо – на тлі низьких концентрацій пилку.
3. Зміна клімату призводить до зміни тривалості сезону вегетації грибів.
4. Найбільш значущим сенсibiliзуючими серед мікроміцетів для населення Вінницької області є алергени гриба альтернарії
6. Отриману інформацію необхідно враховувати під час прогнозування рівнів мікроміцетів у повітрі та профілактики виникнення симптомів сезонної алергії у населення.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Білоус О.С., Родінкова В.В., Єрмішев О.В. (2018). Характеристика складу повітряного спектра спор грибів як потенційно алергенного компонента біоаерозолі. *Environment & health*. № 2. p. 42–47.
- [\*-\*]. Vitte J., Michel M., Malinovsky A., et al. (2022). Fungal exposome, human health, and unmet needs: A 2022 update with special focus on allergy. *Allergy*. 2022. Volume 77. P. 3199- 3216. doi: 10.1111/all.15483. <https://doi.org/10.1111/all.15483>. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/all.15483>
2. Anees-Hill S., Douglas Ph., Pashley C. H., Hansell A., Marcylobe L.E. (2022). A systematic review of outdoor airborne fungal spore seasonality across Europe and the implications for health. *Science of The Total Environment*. Volume 818. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721067929?via%3Dihub#f0035>
3. Pashley C.H., Wardlaw A.J. (2021). Allergic fungal airways disease (AFAD): an under-recognised asthma endotype. *Mycopathologia*. 186. View PDF, [CrossRef](#), [View Record in Scopus](#), [Google Scholar](#), pp. 609–622.
4. Martinez-Bracero M., Markey E., Clancy J. H., McGillicuddy E. J., Sewell G., O'Connor D. J. (2022). Airborne Fungal Spore Review, New Advances and Automatisations. *Atmosphere*, 13 (2), 308. <https://doi.org/10.3390/atmos13020308>
5. Hanson M.C., Petch G.M., Ottosen T.-B., Skjøth C.A. (2022). Climate change impact on fungi in the atmospheric microbiome. *Science of The Total Environment*. Volume 830. 154491. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154491> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969722015844>
6. McLaughlin, D. J. (2014). *The Mycota. 7. Systematics and Evolution*; McLaughlin, D.J., Ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany; ISBN 3-642-55317-6. [[Google Scholar](#)]
7. Charalampopoulos A., Damialis A., Vokou D. (2022). Spatiotemporal assessment of aeromycoflora under differing urban green space, sampling height, and meteorological regimes: the atmospheric fungiscape of Thessaloniki, Greece.

*International Journal of Biometeorology*. Volume 66, P. 895–909. DOI: [10.1007/s00484-022-02247-9](https://doi.org/10.1007/s00484-022-02247-9).

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35147779/>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-022-02247-9#article-info>

8. Chi-Ching Tsang, James Y. M. Tang, Susanna K. P. Lau, Patrick C. Y. Woo. (2018). Taxonomy and evolution of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* in the omics era – Past, present and future. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. Volume 16. P. 197–210.  
<https://doi.org/10.1016/j.csbj.2018.05.003>
9. Martinez-Bracero M., Markey E., Clancy J. H., McGillicuddy E. J., Sewell G., O'Connor D. J. (2022). Airborne Fungal Spore Review, New Advances and Automatisations. *Atmosphere*, Volume 13(2), 308.  
<https://doi.org/10.3390/atmos13020308>.  
<https://www.mdpi.com/2073-4433/13/2/308/htm>
10. Mousavi, B., Hedayati, M.T., Hedayati, N., Ilkit, M. and Syedmousavi, S. (2016). *Aspergillus* species in indoor environments and their possible occupational and public health hazards. *Curr Med Mycol*. 2. [Crossref](#), [CAS](#), [PubMed](#), [Google Scholar](#), p. 36–42.
11. Seyedmousavi, S., Guillot, J., Arné, P., De Hoog, G.S., Mouton, J.W., Melchers, W.J.G. and Verweij, P.E. (2015). *Aspergillus* and aspergilloses in wild and domestic animals: a global health concern with parallels to human disease. *Med Mycol*. 53. [Crossref](#), [PubMed](#), [Web of Science®](#), [Google Scholar](#), p. 765–797.
12. Gnat S., Łagowski D., Nowakiewicz A., Dyląg M. (2021). A global view on fungal infections in humans and animals: opportunistic infections and microsporidiosis. *Journal of Applied Microbiology*. Volume 131, Issue 5. P. 2095–2113.  
<https://doi.org/10.1111/jam.15032>
13. Rudramurthy, S.M., Paul, R.A., Chakrabarti, A., Mouton, J.W. and Meis, J.F. (2019). Invasive aspergillosis by *Aspergillus flavus*: epidemiology, diagnosis, antifungal resistance, and management. *J Fungi*. 5. [Crossref](#), [Web of Science®](#), [Google Scholar](#)

14. Perez<sup>1</sup> C. G., Dhingra S., Kwansy S.M., Opperman T. J., Cramer<sup>1</sup> R. A. (2022). Targeting *Aspergillus fumigatus* hypoxia response pathways to potentiate contemporary antifungal therapies. *10th Advances Against Aspergillosis and Mucormycosis*.
15. Li Z. (2019). Pathogenic fungal infection in the lung / Z. Li, G. Lu, G. Meng // *Frontiers in Immunology*. № 10 (Article 1524). P. 1–20.  
doi: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.01524>
16. Cramer<sup>1</sup> R., Garbani M., Rhyner C., Huitema C. (2014). Fungi: the neglected allergenic sources. *Allergy*. *Volume 69, Issue 2. February 2014*. P. 176–185.  
<https://doi.org/10.1111/all.12325>  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/all.12325>
17. Рекалова О. М., Петренко Л. В. (2018). Роль фунгальної сенсибілізації у патогенезі астми та алергічних захворювань. ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України». *Астма та алергія*. № 4, С. 37–45. URL: <http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/aa/18/pdf18-4/37.pdf>. DOI: 10.31655/2307-3373-2018-4-37-45
18. Fukutomi Y., Taniguchi M. 2015. Sensitization to fungal allergens: Resolved and unresolved issues. *Allergol Int*. V. 64. (4). P. 321–331.  
doi: 10.1016/j.alit.2015.05.007.
19. Chistik T. (2016) Modern possibilities in the treatment of allergic rhinoconjunctivitis and urticaria: focus on bilastine (Nixar®). *News of Medicine and Pharmacy*, 5(574): 3–4.
20. Brożek J.L., Bousquet J., Agache I. et al. (2017) Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) guidelines-2016 revision. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 140(4). P. 950–958.
21. Zuberbier T., Aberer W., Asero R. et al. (2018) The EAACI/GA<sup>2</sup>LEN/EDF/WAO guideline for the definition, classification, diagnosis and management of urticaria. *Allergy*, 73(7): p. 1393–1414. doi: 10.1111/all.13397.
22. Priyamvada, H., Singh, R.K., Akila, M. et al. (2017). Seasonal variation of the dominant allergenic fungal aerosols – One year study from southern Indian region. *Sci Rep*. 7. 11171. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11727-7>

23. Миленька М., Мельниченко Г. (2016). Динаміка концентрації пилку родини злакових (Poaceae) в атмосферному повітрі міста Івано-Франківська. *Вісник Львівського університету. Вип. 71. Серія біологічна*. С. 157-162. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU\\_biol\\_2016\\_71\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_biol_2016_71_17)
24. Воробець Н. М., Калинович Н. О. (2012). Напрямки та перспективи аеропалінологічного моніторингу в Україні. *Журнал «Український медичний часопис»*. Випуск 4 (90). VII/VIII. С. 26-29. Режим доступу: [https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=uk&user=SHh32DIAAAAJ&citation\\_for\\_view=SHh32DIAAAAJ:9yKSN-GCB0IC](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=SHh32DIAAAAJ&citation_for_view=SHh32DIAAAAJ:9yKSN-GCB0IC)
- \*. <http://www.cnsbh.ru/AKDiL/0018/base/0001.shtm>

1 Raulf M, Buters J, Chapman M, et al. Monitoring of occupational and environmental aeroallergens – EAACI position paper. *Allergy*. 2014; 69: 1280- 1299. Wiley Online LibraryCASPubMedWeb of Science®Google Scholar

2 Prescott SL, Logan AC, Bristow J, et al. Exiting the Anthropocene: achieving personal and planetary health in the 21st century. *Allergy*. 2022. doi:10.1111/all.15419 Wiley Online LibraryPubMedWeb of Science®Google Scholar

3 Cecchi L, D'Amato G, Annesi-Maesano I. External exposome and allergic respiratory and skin diseases. *J Allergy Clin Immunol*. 2018; 141: 846- 857. CrossrefPubMedWeb of Science®Google Scholar

[\*-.]Dighton J. *Fungi in ecosystem processes*. CRC Press; 2016. <https://doi.org/10.1201/b19652>. Crossref (DOI)

[\*-.]Powers-Fletcher MV, Kendall BA, Griffin AT, Hanson KE. Filamentous fungi. *Diagnostic Microbiology of the Immunocompromised Host*; 2016. pp. 311–41.

[ 86 ] 86. Hawksworth D. L. The magnitude of fungal diversity: The 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*. 2001. Vol. 105. №12. P.1422–1432.

8 Cole GT. *Basic biology of fungi*. In: S Baron, ed. *Medical Microbiology*. University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996. Accessed August 24, 2021. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8099/> Google Scholar

9 Lücking R, Aime MC, Robbertse B, et al. Fungal taxonomy and sequence-based nomenclature. Nat Microbiol. 2021; 6: 540- 548.

CrossrefCASPubMedWeb of Science®Google Scholar

10 James TY, Stajich JE, Hittinger CT, Rokas A. Toward a fully resolved fungal tree of life. Annu Rev Microbiol. 2020; 74: 291- 313.

CrossrefCASPubMedWeb of Science®Google Scholar

11 Peay KG, Kennedy PG, Talbot JM. Dimensions of biodiversity in the earth mycobiome. Nat Rev Microbiol. 2016; 14: 434- 447.

CrossrefCASPubMedWeb of Science®Google Scholar

[4 найти].

[3 найти].

### 1.3 Таксономія грибів

[ 1.3 Таксономія грибів ] \*pdf-формат файл

[\*-\*]. Ця зилка є зверху на початку

[\*-\*]. Allergy - 2022 - Vitte - Fungal exposome human health and unmet needs A 2022 update with special focus on Allergy

Разоблачение грибков, здоровье человека и неудовлетворенные потребности: обновление 2022 г. с особым акцентом на аллергию  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/all.15483>

**Allergy** EUROPEAN JOURNAL OF ALLERGY  
AND CLINICAL IMMUNOLOGY



<https://doi.org/10.1111/all.15483>

Joana Vitte, Moïse Michel, Andrei Malinovski, Marco Caminati, Adeyinka Odebode, Isabella Annesi-Maesano, Davide Paolo Caimmi, Carole Cassagne

(Joana Vitte, Moïse Michel, Andrei Malinovski, Marco Caminati, Adeyinka Odebode, Isabella Annesi-Maesano, Davide Paolo Caimmi, Carole Cassagne, Pascal Demoly, Enrico Heffler, Estelle Menu, Bright I. Nwaru, Youssouf Sereme, Stéphane Ranque, Monika Raulf, Wojciech Feleszko, Christer

Janson, Carmen Galán, the EAACI Task Force on Allergic Bronchopulmonary Aspergillosis)

**Fungal exposome, human health, and unmet needs: A 2022 update with special focus on allergy**

[10, 25]

[21]

[12 найти].

[14 найти].

[6, 35 - 37]. [17, 19, 38]. [17, 39].

6 Jeebhay MF, Moscato G, Bang BE, et al. Food processing and occupational respiratory allergy – an EAACI position paper. *Allergy*. 2019; **74**: 1852- 1871.

[Wiley Online Library](#)[CASPubMedWeb of Science](#)[@Google Scholar](#)

17 Denning DW, Chakrabarti A. Pulmonary and sinus fungal diseases in non-immunocompromised patients. *Lancet Infect Dis*. 2017; **17**: **e357- e366**.

[CrossrefPubMedWeb of Science](#)[@Google Scholar](#)

19 Welsh KG, Holden KA, Wardlaw AJ, et al. Fungal sensitization and positive fungal culture from sputum in children with asthma are associated with reduced lung function and acute asthma attacks respectively. *Clin Exp Allergy*. 2021; 51: 790- 800.

[Wiley Online LibraryCASPubMedWeb of Science](#)[@Google Scholar](#)

35 Barnes H, Troy L, Lee CT, Sperling A, Strek M, Glaspole I. Hypersensitivity pneumonitis: current concepts in pathogenesis, diagnosis, and treatment. *Allergy*. 2022; 77: 442- 453.

doi:10.1111/all.15017

[Wiley Online LibraryPubMedWeb of Science](#)[@Google Scholar](#)

36 Caillaud D, Leynaert B, Keirsbulck M, Nadif R, Mould ANSES Working Group. Indoor mould exposure, asthma and rhinitis: findings from systematic reviews and recent longitudinal studies. *Eur Respir Rev*. 2018; 27:170137.

[CrossrefPubMedWeb of Science](#)[@Google Scholar](#)

37 Kato A, Peters AT, Stevens WW, Schleimer RP, Tan BK, Kern RC. Endotypes of chronic rhinosinusitis: relationships to disease phenotypes, pathogenesis, clinical findings, and treatment approaches. *Allergy*. 2022; 77: 812- 826.

[Wiley Online LibraryPubMedWeb of Science](#)[@Google Scholar](#)

38 Kwizera R, Bongomin F, Olum R, et al. Prevalence of aspergillus fumigatus skin positivity in adults without an apparent/known atopic disease in Uganda. *Ther Adv Infect Dis*. 2021; 8:20499361211039040.

[CrossrefWeb of Science](#)[@Google Scholar](#)

39 Baxi SN, Portnoy JM, Larenas-Linnemann D, Phipatanakul W. Environmental allergens workgroup. Exposure and health effects of fungi on humans. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2016; 4: 396- 404.

[CrossrefPubMedWeb of Science](#)[@Google Scholar](#)

[файл до розділу [62](#) , [69](#) , [70](#) найти] [файл до розділу [74](#) найти] [ [75](#) , [76](#) найти]

[файл до розділу [75](#) найти] [файл до розділу [72](#) найти]. [файл до розділу [77](#) найти].

Файл «До РОЗДІЛУ I 1.4. грибковых заболеваний и аллергии»

<https://www.karger.com/Article/FullText/506009>

Международный архив аллергии и иммунологии

### **Патогенез грибковых заболеваний и аллергии у населения Африки: состояние фактических данных и пробелы в знаниях**

2020, Том 181, №4 апрель 2020 г.

Pfavayi LT <sup>a,b</sup> · Sibanda EN <sup>c,d,e</sup> · Mutapi F. <sup>b,e</sup>

Int Arch Allergy Immunol 2020; 181: 257–269

<https://doi.org/10.1159/000506009>

International Archives of Allergy and Immunology

DOWNLOAD FULLTEXT PDF

Clinical Allergy – Review Article

Free Access

The Pathogenesis of Fungal-Related Diseases and Allergies in the African Population: The State of the Evidence and Knowledge Gaps

2020, Vol.181, No. 4 April 2020

[диссер ВВ П.В.Гришило, 2009р **підібрати нове**]. [[67](#), [82](#), [88](#), [98](#)]

[[67](#)]. Chowdhary A, Agarwal K, Kathuria S, Gaur SN, Randhawa HS, Meis JF. Allergic bronchopulmonary mycosis due to fungi other than Aspergillus: a global overview. Crit Rev Microbiol. 2014 Feb;40(1):30–48. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)

[[82](#)]. Zukiewicz-Sobczak WA. The role of fungi in allergic diseases. Postepy Dermatol Alergol. 2013 Feb;30(1):42–5. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)

[[88](#)]. Correll DP, Luzi SA, Nelson BL. Allergic Fungal Sinusitis. Head Neck Pathol. 2015 Dec;9(4):488–91. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)

[[98](#)]. Lynch SV, Boushey HA. The microbiome and development of allergic disease. Curr Opin Allergy Clin Immunol. 2016 Apr;16(2):165–71. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)

[диссер ВВ О.Я. Дзюблик та ін., 2010 **підібрати нове**] [[83](#), [84](#), [86](#), [136](#), [139](#)]

[[83](#)]. Fukutomi Y, Tanimoto H, Yasueda H, Taniguchi M. Serological diagnosis of allergic bronchopulmonary mycosis: progress and challenges. Allergol Int. 2016 Jan;65(1):30–6. doi: 10.1016/j.alit.2015.08.004. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#) обзорная статья

- [84]. Agarwal R, Aggarwal AN, Dhooria S, Singh Sehgal I, Garg M, Saikia B, et al. A randomised trial of glucocorticoids in acute-stage allergic bronchopulmonary aspergillosis complicating asthma. *Eur Respir J*. 2016 Feb;47(2):490–8. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)
- [86]. Ishiguro T, Takayanagi N, Kagiya N, Shimizu Y, Yanagisawa T, Sugita Y. Clinical characteristics of biopsy-proven allergic bronchopulmonary mycosis: variety in causative fungi and laboratory findings. *Intern Med*. 2014;53(13):1407–11. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)
- [136]. Rowley JE. *The Interaction of Aspergillus Fumigatus With the Respiratory Epithelium*. United Kingdom: The University of Manchester; 2014.
- [139]. Dewi IM, van de Veerdonk FL, Gresnigt MS. The Multifaceted Role of T-Helper Responses in Host Defense against *Aspergillus fumigatus*. *J Fungi (Basel)*. 2017 Oct;3(4):55. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)
- [диссер ВВ Б.М.Пухлик, С.М.Пухлик, 2009 **підібрати нове**] [113, 114].
- [113]. Deepak D, Singh Rajput M, Sharma B, Chowdhary A. Allergic Bronchopulmonary Mycosis due to fungi other than *Aspergillus*. *Eur Ann Allergy Clin Immunol*. 2019 Mar;51(2):75–9. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)
- [114]. Kalaiyarasan, Jain AK, Puri M, Tayal D, Singhal R, Sarin R. Prevalence of allergic bronchopulmonary aspergillosis in asthmatic patients: A prospective institutional study. *Indian J Tuberc*. 2018 Oct;65(4):285–9. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)
- [диссер ВВ 164, 165, 166, 310, 311] [118].
- [118]. Gabriel MF, Postigo I, Tomaz CT, Martínez J. *Alternaria alternata* allergens: markers of exposure, phylogeny and risk of fungi-induced respiratory allergy. *Environ Int*. 2016 Apr-May;89-90:71–80. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)
- [диссер ВВ 194]. **Allergenic pollen: A Review of the Production, Release, Distribution and Health Impacts** / eds.: M. Sofiev, K.-C. Bergmann. – Demand (Germany) : Springer Science+Business Media Dordrecht, 2013. – 247 p.



[диссер ВВ 309]. **Frenz D. A.** Making Sense of the Numbers: what to do with a pollen count once you have one / D. A. Frenz // A The Pollen Monitor : Newsletter of Multidata, Inc. – 1995. – Vol. 1, № 11. – P. 3.

---- про апергільоз----- це джерело

[про апергільоз]. S. Gnat, D. Łagowski, A. Nowakiewicz, M. Dylag. (2021). A global view on fungal infections in humans and animals: opportunistic infections and microsporidiosis. *Journal of Applied Microbiology*. Volume 131, Issue 5. November 2021. p. 2095-2113. <https://doi.org/10.1111/jam.15032>

<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jam.15032>

(Глобальный взгляд на грибковые инфекции человека и животных: оппортунистические инфекции и микроспориозы)

[про апергільоз, 85].

[85] вместо (Segal 2009). Becker KL, Gresnigt MS, Smeekens SP, Jacobs CW, Magis-Escurra C, Jaeger M, et al. Pattern recognition pathways leading to a Th2 cytokine bias in allergic bronchopulmonary aspergillosis patients. *Clin Exp Allergy*. 2015 Feb;45(2):423–37. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)

(Tell 2005; Segal 2009; Seyedmousavi et al. 2015a; Mohamed et al. 2020).

(Seyedmousavi et al. 2015a). Seyedmousavi, S., Guillot, J., Arné, P., De Hoog, G.S., Mouton, J.W., Melchers, W.J.G. and Verweij, P.E. (2015a) *Aspergillus* and aspergilloses in wild and domestic animals: a global health concern with parallels to human disease. *Med Mycol* **53**, 765–797. [Crossref](#) [PubMed](#) [Web of Science®](#) [Google Scholar](#)

(Mohamed et al. 2020).

(Mohamed et al. 2020; Songi ін. 2020).

(Mohamed et al. 2020). повтор

(Songi ін. 2020).

(Pitt 1994).; Latgé 1999; Meersseman et al. 2004; Patterson and Streck 2010)

(Pitt 1994)

(Latgé 1999)

(Meersseman et al. 2004)

(Patterson and Streck 2010)

(Seyedmousavi et al. 2015a; Mousavi et al. 2016).

(Seyedmousavi et al. 2015a). [повтор](#)

(Mousavi et al. 2016). Mousavi, B., Hedayati, M.T., Hedayati, N., Ilkit, M. and Syedmousavi, S. (2016) *Aspergillus* species in indoor environments and their possible occupational and public health hazards. *Curr Med Mycol* **2**, 36–42. [Crossref](#) [CAS](#) [PubMed](#) [Google Scholar](#)

(Pasanen et al., 1991; Ceylan et al., 2013; Mousavi et al., 2016).

(Pasanen et al., 1991).

(Ceylan et al., 2013).

(Mousavi et al., 2016). [повтор](#)

(Lang-Yona та ін. 2013).

(Gunaratne et al. 2006).

(Heitman 2011; Seyedmousavi et al. 2015a; Rudramurthy et al. 2019).

(Heitman 2011).

(Seyedmousavi et al. 2015a). [повтор](#)

(Rudramurthy et al. 2019). Rudramurthy, S.M., Paul, R.A., Chakrabarti, A., Mouton, J.W. and Meis, J.F. (2019) Invasive aspergillosis by *aspergillus flavus*: epidemiology, diagnosis, antifungal resistance, and management. *J Fungi* **5**. [Crossref](#)[Web of Science](#)[@Google Scholar](#)

(Maddy et al. 2019).

### **Кандидоз**

( )[\[138\]](#). Bacher P, Hohnstein T, Beerbaum E, Rucker M, Blango MG, Kaufmann S, et al. Human Anti-fungal Th17 Immunity and Pathology Rely on Cross-Reactivity against *Candida albicans*. *Cell*. 2019 Mar;176(6):1340–55.e15. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)

[знайти 1].

[знайти 2].

## Дерматомікози

()[\[65\]](#), [\[78\]](#), [\[80\]](#).

[\[65\]](#). Glatz M, Bosshard PP, Hoetzenecker W, Schmid-Grendelmeier P. The Role of *Malassezia* spp. in Atopic Dermatitis. *J Clin Med*. 2015 May;4(6):1217–28. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)

[\[78\]](#). Nutten S. Atopic dermatitis: global epidemiology and risk factors. *Ann Nutr Metab*. 2015;66 Suppl 1:8–16. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)

[\[80\]](#). Čelakovská J, Bukač J, Ettler K, Vaneckova J, Krcmova I, Ettlerova K. Sensitisation to fungi in atopic dermatitis patients over 14 years of age and the relation to the occurrence of food hypersensitivity reactions. *Mycoses*. 2018 Feb;61(2):88–95. [Pubmed/Medline \(NLM\)](#) [Crossref \(DOI\)](#)

[може знайти ].

### 1.5 Класи грибів, відомих як джерела аероалергенів

#### Клас *Ооміцети (Oomycetes)*

[\[\\*1\]](#), [\[\\*2\]](#), [\[\\*4\]](#).

[\[\\*1\]](#). Abuley, I.K.; Nielsen, B.J. Evaluation of models to control potato early blight (*Alternaria solani*) in Denmark. *Crop Prot*. 2017, 102, 118–128. [\[Google Scholar\]](#) [\[CrossRef\]](#)

[\[\\*2\]](#). Meno, L.; Escuredo, O.; Rodríguez-Flores, M.S.; Seijo, M.C. Looking for a sustainable potato crop. Field assessment of early blight management. *Agric. For. Meteorol*. 2021, 308, 108617. [\[Google Scholar\]](#) [\[CrossRef\]](#)

[\[\\*4\]](#). Meno, L.; Escuredo, O.; Rodríguez-Flores, M.S.; Seijo, M.C. Modification of the tomcast model with aerobiological data for management of potato early blight. *Agronomy* 2020, 10, 1872. [\[Google Scholar\]](#) [\[CrossRef\]](#)

[\[ 1\]](#)..

#### Клас *Базидіоміцети (Basidiomycetes)*.

[\[ 2\]](#).

[\[ 3\]](#).

[\[ 4\]](#).

[ 5].

[ 6].

[ 7].

1.6 Класи грибів, відомих як джерело хвороб рослин

Удалити

[ 2].

[ 3]

[ 6]

Удалити

1.7 Умови зростання та поширення спор грибів

[ 1 ]

[ 2 ]

[ 3 ].

[ 4 ].

1.10 Морфологічний опис основних спор грибів, що перебувають у відкритому повітрі

доопрацювати

[диссер351]. **Jäger S.** European Network, new challenges / S. Jäger, U. Berger // Allergo Journ. – 2013. – Vol. 22, № 7. – P. 484.

[диссер259, 447, 451, 452],

[259]. **Crotzer V.** The aerobiological significance of smut spores in Tulsa, Oklahoma / V. Crotzer, E. Levetin // Aerobiologia. – 1996. – Vol. 12. – P. 177-184.

[447]. **Santos A.** Clinical and laboratory profile of sensitisation to moulds / A. Santos, I. Carrapatoso, F. Rodrigues [et al.] // Allergy. – 2008. – Vol. 63, suppl. 88. – P. 58.

[451]. **Sensitization** prevalence and aerobiological profiles of fungal spores and pollen in the region of Porto (Portugal) / M. Oliveira, H. Ribeiro, T. Jacinto [et al.] // 4th European Symposium on Aerobiology, 12-16 August 2008 : Abstract book. – Turku (Finland), 2008. – P. 87-88.

[452]. **Sensitization** to fungal extracts in Porto / L. Cruz, R. Andrade, J. Placido [et al.] // Allergy. – 2008. – Vol. 63, suppl. 88. – P. 57.

[диссер353, 404, 405]

[353]. **Kagen S.** The Classic Collection Transcribed / Steve Kagen, Walter H. Lewis, Estelle Levetin ; Aeroallergen PhotoLibrary of North America. – Appleton (Wisconsin) : DePass Media Productions, 2004-2005. – P. 35, 132.

[404]. **Picone Ch.** Diversity and Abundance of Arbuscular-Mycorrhizal Fungus Spores in Tropical Forest and Pasture / Chris Picone // Biotropica. – 2000. – Vol. 32, issue 4a. – P. 734–750.

[405]. **Pilot** study of mold populations inside and outside of Puerto Rican residences / B. Bolaños-Rosero, D. Betancourt, T. Dean, S. Vesper // Aerobiologia. – 2013, Vol. 29, issue 4. – P. 537-543.

[диссер 361]. **Lacey M. E.** The Air Spora: A manual for catching and identifying airborne biological particles / M. E. Lacey, J. S. West. – Netherlands : Springer Publishing, 2006. – 156 p.

[диссер 382]. **Mycobank** : Fungal Databases Nomenclature and Species Banks [Electronic resource], 2013. - Retrieved from URL : <http://www.mycobank.org/>

Ще додати у роботу

**Осипова Л. С.** Особенности лечения сезонного и круглогодичного аллергического ринита / Л. С. Осипова // Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія. – 2013. – № 2. – С. 36–42.

**Зсилки взяти сюди**

- 
22. Методичні рекомендації до підготовки і захисту кваліфікаційних (магістерських) робіт у Донецькому національному університеті імені Василя Стуса. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2020. 41с.
23. Jäger S., Berger U. (2013). European Network, new challenges. *Allergo Journ. Vol. 22, № 7. P. 484.*
24. Santos A., Carrapatoso I., Rodrigues F. et al. (2008). Clinical and laboratory profile of sensitisation to moulds *Allergy. Vol. 63, suppl. 88. P. 58.*
25. Oliveira M., Ribeiro H., Jacinto T. et al. (2008). Sensitization prevalence and aerobiological profiles of fungal spores and pollen in the region of Porto (Portugal). *4th European Symposium on Aerobiology, 12-16 August 2008. Abstract book. Turku (Finland). P. 87-88.*
26. Cruz L., Andrade R., Placido J. et al. (2008). Sensitization to fungal extracts in Porto. *Allergy. Vol. 63, suppl. 88. P. 57.*

## ДОДАТКИ

## Додаток А

***Alternaria spp.***

Коричневі диклістоспори *Alternaria spp.*

Зазвичай у сухі дні пізно влітку і восени в повітрі присутні від 500 до 1000 спор/м<sup>3</sup>.

ланцюжків подовжених спор *Alternaria*,

Спори альтернарії описуються як такі, що мають «форму курячої ніжки», вони добре пігментовані (у зразках, як правило, мають темно-коричнєве забарвлення) багатоклітинні, з повздовжньою та поперечною септацією. Коли спори формуються, то утворюють ланцюжки (рис. 50).

Довжина та ширина спор варіює у залежності від виду. Зазвичай вона становить 8-75  $\mu\text{m}$  у довжину.

Деякі види, як, наприклад, *A. longissima* можуть мати розміри до 500  $\mu\text{m}$  (0.5 мм).



Рис. 50. Спори альтернарії, 400X, Вінниця, 15.07. 2009 р.

***Cladosporium***

Два види *Cladosporium herbarum* та *Cladosporium cladosporioides* часто досягаючи денних рівнів у повітрі 5000 або більше спор/м<sup>3</sup>;

колонії *Cladosporium* часто показують спори з перегородками і без

### ***Stemphylium***

темних диктіоспор

у *Stemphylium* - спори не клювоподібні, лежать окремо і мають поперечну перегородку, що стискає їх

Спори останнього з перерахованих виду кладоспоріуму зазвичай є одноклітинними, вони часто мають еліптичну або лимоноподібну форму і мають дуже помітні виступаючі точки прикріплення (рис. 51).



Рис. 51. Спори кладоспоріуму 400X, Вінниця, 15.05.2010 р.

Спори *Cladosporium herbarum* мають подібну будову. Спори обох видів також можуть бути септованими, однією або навіть декількома септами *Cladosporium cladosporioides* морфологічно відрізняється від описаних видів більшими розмірами та сильно орнаментованою клітинною стінкою [353]. Розмір спор кладоспоріуму варіює від 4 до 20  $\mu\text{m}$ . [134].

### ***Episcoccum spp.***

Кількість характерних напівсферичних коричневих конідій з множинними перегородками часто досягають від 100 до 200 спор/ $\text{m}^3$  або вище у сухий осінній період



Цей гриб формує в культурі характерний помаранчевий або іржі(цвета ржавчини) пігмент, а багатьом зразкам для споруляції необхідне ультрафіолетове освітлення



## Додаток В

### **Принцип роботи волюметричного приладу, його обслуговування та методики підрахуну пилку у аеробіологічних зразках**

Об'ємний (волюметричний) пробовідбірник Буркард сконструйований для виконання досліджень забруднення повітря частками природного походження, такими як пилок рослин та спори грибів (рис. 2.2). Він пройшов численні випробування у світі і йому надається перевага у порівнянні із американським приладом Rotorod гравіметричного типу [444]. «Буркард» подібний до уловлювача, описаного Хірстом (Hirst) у 1952 році, але він був удосконалений завдяки розміщенню взаємозамінних технологічних отворів, що дозволило підвищити ефективність вловлювання часток діаметром 1-10 мкм.

Повітря відбирається зі швидкістю 10 л/хв і частки, що знаходяться у атмосфері, осідають на липкій стрічці, закріпленій на барабані. На підставі аналізу липкої стрічки, отримується інформація про значення концентрації пилку і спор у повітрі.

Вловлювач пилку та спор «Буркард» налаштовується для семидобового відбору зразків на стрічку «Мелінекс» (Melinex), вкриту тонкою плівкою гідродинамічного мастила. Стрічки міняються щотижня, розрізаються на 7 денних фрагментів і приклеюються до мікроскопічних слайдів. Слайди забарвлюються барвником, що містить гліцерин та основний фуксин у якості індикатора-барвника, і аналізуються під мікроскопом при збільшенні 400X та 1000X, по окремим повздовжнім лініям (рис. 7).

Отримані таким чином результати перераховуються у концентрацію п.з. у кубічному метрі ( $\text{м}^3$ ) повітря.

Принциповою перевагою приладу компанії «Буркард» є те, що він має безперервні записуючі можливості для тривалого періоду роботи, а саме – безперервний контроль до 7 діб, протягом 24 годин, без втручання людини.

Спори та пилок уловлюються на липку прозору пластикову стрічку «Мелінекс», що подається та підтримується на барабані, який з'єднаний з

годинниковим механізмом. Ця конструкція під'єднана до повзунка, який допомагає користувачу вміщувати барабан з стрічкою всередину апарату. Спорюловлювач має велику лопать або флюгер, яка допомагає встановити конструкцію за напрямком руху повітря. Вакуумний насос потребує джерела змінного або постійного струму. Регулювання 10-літрової пропускної спроможності здійснюється за допомогою потенціометра чи дозуючого гвинта. Заміна джерела живлення влаштована так, що вона може відбуватись без впливу на роботу мотора.

Ефективність методу зазвичай висока, але розмір частинок, швидкість вітру і тип клею на стрічці (в'язучої речовини) можуть зменшувати ефективність відбору зразків.

Для достовірності методу відбір біологічних часток з повітря здійснюється в декілька етапів. Вони повинні виконуватись послідовно та, в залежності від вибору дослідника, включають:

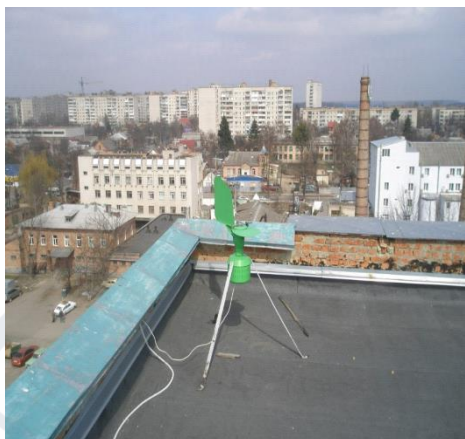
- а) отримання результатів безперервного моніторингу чи здійснення вибіркового проб;
- б) отримання погодинних, щоденних або щотижневих даних;
- в) отримання даних щодо всіх біологічних часток у повітрі або щодо тільки життєздатних;
- г) вивчення специфічної таксономічної групи або всіх часток, що знаходяться у повітрі.

Кількісний підрахунок вмісту біологічних складників повітряного контенту у нашому експерименті проводився для всіх можливих ідентифікованих типів п.з. та спор грибів.

д) отримання абсолютної кількості п. з. або значення їх концентрації у певному об'ємі повітря.

У нашому експерименті спостереження проводилось постійно з 17 квітня по 31 жовтня 2009 року та з 1 березня по 31 жовтня 2010 та 2011 років у безперервному 24-годинному режимі. Затримка із початком досліду 2009 року

була пов'язана із тривалою процедурою ввезення приладу з Німеччини та його розмитненням.



Додатково до вимог, описаних вище, влаштування уловлювачів пилку повинно відповідати певним мінімальним вимогам до аеробіологічних досліджень. Нами були застосовані правила щодо встановлення і розміщення пробовідбірника, стандартні для станцій аеромоніторингу EAN [373, 463].

Рис. 1. Пробовідбірник Буркард на даху хімічного корпусу ВНМУ.

Ці вимоги є наступними:

1) Пробовідбірник потрібно розміщувати на добре доступній, плоскій, горизонтальній поверхні. Уловлювач потрібно розмістити на даху будівлі. Висота над рівнем землі залежатиме від особливостей міста і висоти сусідніх будівель. У нашому випадку пробовідбірник розміщувався на відносній висоті 25 м на даху хімічного корпусу ВНМУ.

2) Потрібно потурбуватись про те, щоб суміжні будівлі не заступали відбірник або не перешкождали потоку повітря. Всі навколишні будівлі (гуртожитки ВНМУ) мали приблизно ту ж висоту та жодним чином не перешкождали надходженню повітря до пастки.

3) Пробовідбірник не можна встановлювати на краю будівлі, щоб уникнути турбулентності, спричиненої зіткненням напрямків вітру зі стіною будівлі. Ця рекомендація також була врахована.

4) Відбірник сам по собі повинен бути піднятим над поверхнею, на якій він встановлений, щоб уникнути тертя між повітряними шарами, що, як показали

дослідження, викликають турбулентність приземного повітря. Для цієї мети можуть бути зведені тренога або маленька башта, що і було зроблено у нашому випадку (рис. 2.4).

5) Наскільки це можливо, уловлювач потрібно встановлювати на відстані від зафіксованого або рухливого джерела масового викиду біологічних або небіологічних часток. Адже присутність одновидових популяцій рослин у безпосередній близькості до відбірника може приводити до надмірної кількості пилових зерен цього виду, і тому - до викривлення даних щодо цього виду в межах того географічного ареалу, де встановлений уловлювач. Близькість до джерел небіологічних часток, можливо сприятиме масовій присутності цих часток у зразках, що значно перешкоджатиме ідентифікації.

У нашому випадку близькість небіологічних часток (витяжки та димарі учбового корпусу) була уникнена через розміщення приладу на підвищеному над рівнем даху будівлі сходиноківому майданчику (рис. 1).

Щодо монофлоральних угруповань, то недалеко від пробовідбірника знаходився сад ВНМУ, представлений як мінімум 10 різними видами дерев'янистої флори ті різнотрав'ям. Враховуючи загальний рух повітря і біологічне різноманіття представлених видів, а також кореляцією отриманих даних із симптоматикою пацієнтів (див. Розділ 4), вважаємо отриманий аеропалінологічний спектр збалансованим.

Швидкість повітря, що прокачується через відбірник, повинна становити 10 л/хв. Правильність проходження потоку потрібно перевіряти кожний наступний тиждень. Об'єм повітря, який проходить через всмоктувальну щілину, контролюється за допомогою флуориметру, що прилаштовується до вхідного отвору приладу. З метою регулювання цього об'єму може використовуватися регулююча гайка, що знаходиться всередині пробовідбірника «Burkard».

Перший крок з підготовки пробовідбірника до роботи відбувається у лабораторії: стрічка «Мелінекс», обкручується навколо барабану і покривається липкою субстанцією (рис. 2, А,Б).

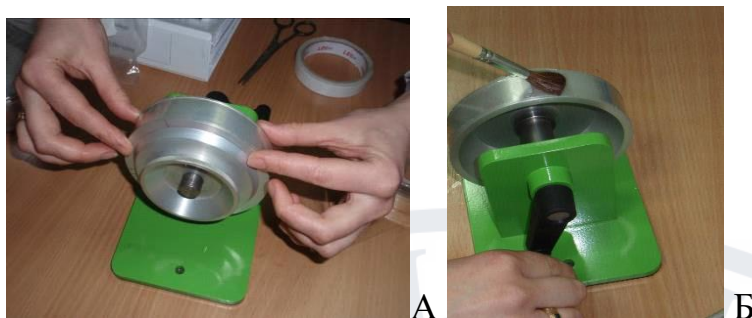


Рис. 2. А – накладання стрічки Мелінекс на поверхню барабана відбувається на спеціальному тримачі; Б – нанесення клейкої субстанції (силіконовий гель або вазелінове масло) на барабан за допомогою тримача та м'якої кисті.

Перед закінченням періоду відбору проб (зазвичай протягом одного тижня, як і в нашому випадку), новий барабан готується у лабораторії (рис. 2.5, А) для заміни використаного барабану із відібраними пробами пилку та спор.

Для нанесення на стрічку, що закріплюється у барабані, потрібен адгезив, що виконує функцію уловлювання часток. Ця субстанція повинна відповідати наступним вимогам:

- бути нерозчинною у воді;
- не повинна висушуватись або випаровуватись;
- товщина липкої плівки, що вкриває барабан, не повинна змінюватись через деякий час та ушкоджуватись при високій температурі або вологості;
- речовина повинна мати надзвичайно високу адгезивність, щоб гарантувати, що прилиплі частки залишаться на поверхні;
- вона не повинна сприяти росту грибів або бактерій;
- вона повинна бути прозорою для світлової мікроскопії;
- повинна бути зручною у використанні.

Ми використовували розчин чистого силікону у тетрахлориді вуглецю. Саме такий силіконовий гель рекомендує використовувати Європейське Аеробіологічне Товариство (EAS) [373] при проведенні аеробіологічних досліджень. Перевагами названого гелю є те, що його фізичні властивості залишаються незмінними при температурі від  $-20$   $+150^{\circ}\text{C}$ , що робить цю речовину придатною для використання в усіх біокліматичних зонах. Липка речовина наноситься на стрічку «Мелінекс» з використанням м'якої щітки,

діаметр якої дорівнює діаметру стрічки (рис. 2.56, Б). Ця операція повинна виконуватись під витяжною шафою, тому що тетрахлорид вуглецю є речовиною летючою та отруйною.

Як тільки адгезивний гель нанесений на стрічку, барабан розміщують у герметично закритий металевий бокс, якій є в комплекті обладнання. Це надає можливість уникнути потенційного забруднення стрічки «Мелінекс», а також мінімізує ризик пошкодження стрічки через тертя.

Робота з приладом при заміні барабана розпочинається із фіксації флюгера (рис. 3).



Рис. 3. Кервник служби аеробіологічного контролю м. Бордо (Франція) Надін Дюпуї фіксує флюгер апарату Буркард спеціальною шпилькою, що є у комплекті, Бордо, 6 жовтня 2008 р.

Після фіксації лопаті приладу основну камеру вловлювача потрібно відкрити, щоб вийняти барабан із відібраними зразками. Далі потрібно відкрутити гайку, яка утримує відпрацьований барабан з відібраними зразками, і акуратно зняти його з полозів, узявши за рифлене кільце на барабані. Не можна торкатися робочої поверхні барабана, щоб не втратити зразки. Затим потрібно прочистити усмоктувальну щілину за допомогою палички або шнура. Далі потрібно вийняти новий барабан з коробки для транспортування, на його місце покласти барабан з відібраними зразками і закрити коробку (рис. 4).

Новий барабан вкладається в уловлювач таким чином, щоб червона позначка на барабані була розташована навпроти стрілки на полозах кришки основної камери приладу. Барабан фіксується у пастці гайкою. Запірна гайка не повинна бути перекрученою, так як це може вплинути на роботу мотора і якість

обертання барабана. Потім у центр запірної гайки вставляється ключ. Він приводить у роботу часовий механізм приладу. Щоб завести цей механізм, потрібно прокрутити барабан за допомогою ключа за годинниковою стрілкою на один оберт. Потім барабан вставляється на полозах назад у прилад. Кришку прилад повинна бути закрита, флюгер – звільнений.



Рис. 4. Процес заміни барабана у приладі Буркард,. Бордо, 6 жовтня 2008 р.

Барабан замінювався у Вінниці кожену середу о 12 годині дня. При проведенні досліджень і у інших містах України під час сезону 2010 року час зміни барабанів було синхронізовано з Вінницьким для всіх міст України.

Відповідальні особи із вищою біологічною освітою, що були навчені працювати із приладом під час спеціального семінару, при заміні барабану також заповнювали протокол (табл. 1) і разом із барабаном доправляли його до Вінниці кур'єрською службою. Такі ж протоколи використовувались і при заміні барабана

Таблиця 1

#### **Протокол заміни барабана:**

В лабораторії, з дотриманням вимог підвищеної безпеки, з метою уникнення додаткового забруднення, здійснюється підготовка зразків для аналізу.

Рекомендований мінімальний час для заміни барабанів складає 24 години. Таким чином, типовий інтервал, що його проходить барабан за 1 добу, покриває 12 годин одного дня (12.00 год. - 23.59 год.) і 12 годин наступного дня (00.00 год. - 11.59 год.).



Приготування зразків із стрічки «Мелінекс», що вже експонувалась у повітрі, потребує наступних матеріалів:

1) фільтрувальний папір для захисту поверхні, на якій готуються зразки, та для створення білого фону, який також покращує видимість зразка.

2) лінійка з плексигласу, на яку здійснюється розміщення стрічки «Мелінекс» після відбору атмосферного повітря. Вона прозора, більше 1 см товщиною, має мітки кожні 48 мм. Барабан пробовідбірника обертається на 2 мм за годину. Це дає можливість розділити розміщену на лінійці стрічку «Мелінекс» (лінійка ширша, ніж стрічка) на частини довжиною 48 мм кожна, що відповідає 24 годинам безперервного здійснення вибірки.

3) Стрічка «Мелінекс» кріпиться до лінійки в обох кінцях за допомогою шматка липкої стрічки, яка ніколи не повинна дотикатися до експонованої поверхні. Мітки на лінійці полегшують розрізання стрічки на частини, які відповідають 24 годинам моніторингу;

4) Один кінець стрічки фіксується шпилькою, і щоб зробити чіткий розріз через всю ширину стрічки, використовується скальпель або гостре лезо (рис. 5).

Для приготування зразків готується розчин, який повинен відповідати наступним вимогам:

- 1) Розчинником є вода
- 2) Розчин повинний бути сумісним із використовуваною клейкою субстанцією;
- 3) Розчин повинен забезпечувати вибіркоче фарбування досліджуваного матеріалу;
- 4) Розчин повинен забезпечувати тривале зберігання матеріалу.



Рис. 5. Розрізання стрічки Мелінекс на частини, що відповідають 1 добі відбору проб.

Для обробки зразків у аеробіологічній практиці зазвичай використовується суміш гліцерину, фенолу з желатином, підфарбована основним фуксином. Суміш має наступний склад: 50 мл гліцерину, 7 г желатину, 1 г фенолу та 1мл 1% розчину основного фуксину, розчиненого у 42 мл дистильованої води. Речовини змішуються у витяжній шафі. Колір отриманої у результаті суміші є рожевим.

Ця суміш була обрана тому, що вона відповідає усім переліченим вище вимогам і сумісна з клейкою речовиною (силіконовий гель). Використання основного фуксину – індикатора та спеціальної фарби для рослинного матеріалу, що вибірково забарвлює біологічний матеріал, – полегшує ототожнення п. з. і їх підрахунок.

Усі реактиви, що використовуються у розчині для зразків, потрібно зберігати відповідно правил безпеки при роботі з хімічними реактивами. Гліцериновий желатин застигає при кімнатній температурі. Його потрібно переводити у рідкий стан перед використанням. Це найпростіше може бути зроблено на водяній бані.

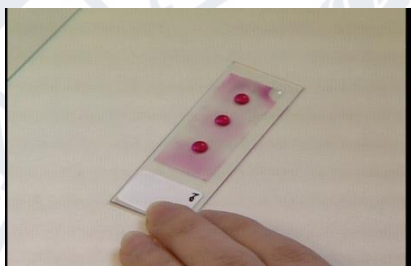
Перед розрізанням стрічки «Мелінекс» на 24-годинні частини, поставте на фільтровальному папері стільки скельць, наскільки 48-міліметрових (24-годинних) частин буде розрізана стрічка (тобто, максимум 7).

Кожне скельце повинно бути ідентифіковане за допомогою липкого ярлика з найменуванням або аббревіатурою станції спостереження і дати. Беручи до уваги, що кожна 48-міліметрова частина містить дані з двох неповних природних днів, на зразку повинна стояти дата першого з двох днів. За допомогою цього вибудовується серія зразків, отримана протягом послідовних днів.

Частини, одержані після розрізання стрічки «Мелінекс», кладуться на предметне скельце, яке перед цим було змочене декількома краплями розчину, щоб полегшити налипання. На цій стадії важливо слідкувати за написанням дат, як при розміщенні плівки на скельце, так і на початку, і в кінці приготування зразків. Зразок завжди повинен бути розміщений на покривному склі так, щоб

час початку був ліворуч, а час закінчення збору проби – праворуч. Щоб розрізнити ці позиції, ідентифікаційний ярлик завжди розміщайте з лівого боку. Прочитання мікроскопічного зразка завжди буде проводитись зліва направо, тобто від першого з двох досліджуваних днів до другого.

За допомогою піпетки, перетворений при нагріванні на рідину, засіб наноситься безперервною лінією чи у вигляді трьох крапель на покривне скельце, яке потім прикриває предметне скло із зразком (рис. 6).



Потрібно прикласти максимум зусиль, щоб уникати утворення кульок повітря, що перешкоджають ідентифікації пилку. Повітряні кульки, що утворюються на поверхні, потрібно до затвердіння желатину акуратно перемістити на краї, використовуючи шпатель. Рекомендується підігрів скельця за допомогою спиртівки.

Приготовані зразки потрібно законсервувати уздовж країв покривного скла за допомогою субстанції, яка залишиться незмінною впродовж деякого часу. Для цієї мети використовується прозорий лак для нігтів, він легкий у використанні, малотоксичний; швидко висихає, не зтирається через якийсь час і не перешкоджає ідентифікації зразків.

Після мікроскопічної експертизи, законсервовані зразки можуть зберігатися у контейнері, розробленому спеціально для мікроскопічних зразків. Перед мікроскопічними дослідженнями виготовлені зразки повинні бути залишені на деякий час, щоб гліцериновий желатин затвердів повністю і скріпив покривне та предметне скельця. За цей час різні зерна пилку поглинають фарбу, і тому їх зовнішні морфологічні характеристики покращуються.

Мікроскопічна експертиза аеробіологічних зразків є самою витратною у часі стадією через масивність матеріалу, який іноді присутній на стрічках зразків.

Дослідження вмісту та концентрації пилку та спор грибів у зразках атмосферного повітря було проведене у науково-дослідному центрі ВНМУ на системі цифрового аналізу зображення VIDAS-386 (Kontron Elektronik, Німеччина) з використанням мікроскопу Axioscop (Zeiss, Німеччина), обладнаного високочутливою мікрофотографічною камерою СОНУ-7922. Для аналізу та підрахунку п.з., в основному, використовувалось збільшення 400X, для спор – 400X та 1000X.

Як було вказано раніше, зображення, одержане при рекомендованому збільшенні 400X (див. п.п. 2.2), є ідеальним для ідентифікації різних типів пилку, які вирізняються, в основному, за своїми зовнішніми морфологічними особливостями. Мікроскоп потрібно добре фокусувати. Підсвічування зразка білим кольором дає більшу точність при ідентифікації типів пилку, таким чином мінімізуючи ризик неправильної ідентифікації подібних типів пилку (див додаток А).

В зв'язку з тим, що підраховувати усі п. з. та спори на склі дуже довго, важливим є вибірковий але систематизований перегляд зразка для того, щоб гарантувати постачання своєчасної інформації для створення алергопрогнозів.

Область, обрана для ідентифікації, повинна становити як мінімум 10% площі всього скельця, згідно із вимогам и робочої групи Європейського Аеробіологічного Товариства (EAS), яка розробляє вимоги до контролю якості проведення аеробіологічних досліджень [373, 426, 463].

Спори грибів у зразках повітря ідентифікувались за допомогою атласу Aeroallergen PhotoLibrary of North America [353], виданого представниками Національного Алергологічного Бюро Американської Академії Алергії, Астми та Імунології (National Allergy Bureau of the American Academy of Allergy, Asthma & Immunology (AAAAI)).

Ідентифікація пилоквих зерен проводилась за програмою Pollen Identification Key [466] Французької національної мережі аеробіологічного моніторингу (RNSA). Для визначення мікрооб'єктів використовувались також атласи пилку та спор Європейської частини ЄСРП [61, 62].

Перегляд мікропрепаратів та підрахунок п.з. відбувався горизонтальними транссектами (рис. 7), що давало змогу отримати значення добових концентрацій (формулу для розрахунків див. нижче) п.з. та спор грибів у кубометрі повітря.

При перегляді цих ліній підраховується кількість усіх ідентифікованих п.з. Це забезпечує інформацію про денну концентрацію пилку. Існують і інші способи підрахунку п.з. у препараті: випадково обраними полями зору, яких має бути не менше 500, та вертикальними транссектами [402, 425].

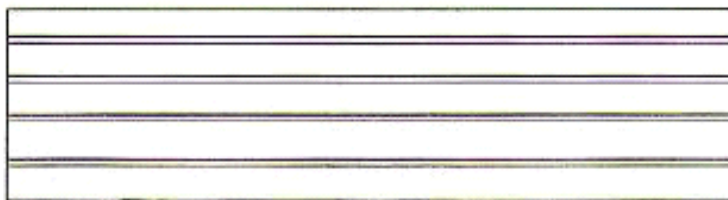


Рис. 7. Горизонтальні транссекти, які дозволяють отримати щоденну концентрацію п.з. у повітрі при підрахунку біологічних часток, що знаходяться у полі зору.

Останній метод застосовується для того, щоб з'ясувати відмінності концентрації пилку впродовж дня кожні дві години. При цьому використовується зроблена на замовлення лінійка: шматок ацетатного скла розміром, що відповідає розміру добового зразка. Ця лінійка ділиться упоперек на двадцять чотири двохміліметрові інтервали, у зв'язку з тим, що барабан обертається на 2мм кожну годину. Поділки відмічаються блакитним незмивним чорнилом, що використовується у надтонких маркерах, тому що це забезпечує найкраще легке заломлення світла. Ця лінійка розміщується на скельці так, щоб перша блакитна лінія співпадала із початком ділянки стрічки, яка аналізується; лінійка закріплюється на місці скотчем.

Отримані таким чином результати перераховуються відповідно до вмісту в атмосферному повітрі і розраховуються як кількість пилку у п.з./м<sup>3</sup>:

Загальна площа препарату (покривного скла)  $S_{заг} = 672 \text{ мм}^2$

Проаналізована площа  $S_{ан}$ . Для того, щоб її дізнатись, потрібно знати ширину поля зору мікроскопа при робочому збільшенні об'єктива 400X. У нашому випадку ширина поля зору, встановлена за допомогою мікрометра, становила 0,45 мм.

Загальний добовий об'єм прокачаного повітря  $V_{заг} = 14,4 \text{ м}^3$

Проаналізований об'єм повітря  $V_{ан}$

$$V_{ан} = S_{ан} \times V_{заг} / S_{заг}$$

$$F = 1 / V_{ан}$$

Горизонтальні (як мінімум 3 лінії на відстані 0,5 мм)

Проаналізована поверхня:

$$3 \text{ лінії по } 0,45 \text{ мм} \times 48 \text{ мм} \times 3 = 64,8 \text{ мм}^2$$

Діапазон вимірювання -

0 – 300 часток/м<sup>3</sup>; 0 – 0,15205 в полі зору на 1 мм<sup>2</sup>; похибка  $\pm 20\%$

Таким чином, фактор корекції для перерахунку кількості підрахованих п.з. у концентрацію на кубометр повітря становить:

$$V_{ан} = 64,8 \times 14,4 / 672 = 1,4882$$

$$F = 1 / V_{ан} = 1 / 1,4882 = 0,6720$$

Як бачимо, сплановане та проведене у Вінниці та інших містах України аеробіологічне спостереження відповідало критеріям, прийнятим у світовій практиці і було виконано при використанні сучасного волюметричного обладнання та за стандартними методиками, описаними у Розділі 2 та у цьому додатку.

Для цілей прогнозування вмісту п.з. у атмосферному повітрі є необхідною постійна оцінка кількості пилку у ньому, найкраще – у погодинному режимі. Така модель оцінки не може бути досягнута при підрахунку п.з. «вручну», але у світі вже створено ряд автоматичних аеропалінологічних систем [450]. Вони є наступними:

1. Система, яка використовує мультифокальні оптичні мікрофотографії зразків, зібраних вловлювачем Хірста. Першим етапом у цій системі є відділення п.з. від іншого матеріалу, що осів на липку стрічку [267]. Далі для ідентифікації

п.з. використовуються такі морфологічні ознаки пилку як форма, відтінок, структура та кількість апертур. Результативність методу складає від 77% [269] для звичайних зразків та 97,2%, якщо до уваги брались лише три палінологічні таксони [303].

2. Повністю інтегрована аеропалінологічна система, яка автоматично відбирає проби п.з., виготовляє зразки та провадить їх мікроскопічний аналіз за допомогою конвекційного світлового мікроскопа. Метод залучає цифрові зображення, використовуючи відтінки кожного пікселя [443]. Система досягла рівня визначення «справжніх світових» зразків до 84,3%, проте до цього часу вона не розроблена вище за стадію прототипу та не є комерційно доступною [194]. Схожа система «Пилковий монітор» («PollenMonitor») була розроблена німецькими вченими [524]. Система здатна відбирати частки з повітря, що більші за 10 мкм. Проби оцифровуються за допомогою 2Д-сканів у світлих полях та аналізуються як цифрова проба. Ефективність ідентифікації п.з. такою системою складає до 96% у порівнянні із тим, як це робить людина.

3. Декілька систем базуються не на використанні цифрових зображень п.з., а на технології підрахунку за допомогою світла лазерів.

- У системі, описаній Kawashima et. al [208], пилок характеризується за допомогою бічного та прямого розсіювання у світлі лазера. Розсіювання світових сигналів, спричинене п.з., записується у режимі реального часу та обробляється комп'ютером. Система була протестована для пилку, що знаходиться у повітрі наприкінці літа (*Urtica*, *Ambrosia*, *Roacea*). Цей пилок може бути добре розділений за різними характеристиками розсіювання. Для інших європейських таксонів п.з. ця система ще не була протестована.

- Інша лазерна система підрахунку п.з. у повітрі у режимі реального часу була розроблена японською компанією Kowa. Технологія основана на характерному розподілі П на діаграмі розсіювання у відповідності із розмірами п.з. у порівнянні із люмінесцентними відтінками. У Японії цей лічильник використовується Токійськими пилковими інформаційними системами [467].

- На 9 Міжнародному конгресі з аеробіології була презентована модель WIBS 4 (Wide-Issue Bioaerosol Spectrometer). Цей інструмент комбінує інформацію із розсіювання світла лазера та з 2D-спектроскопічними вимірами. Цей інструмент був успішно випробуваний у місцевості із низькою щільністю п.з. у повітрі [431].

4. Інший метод заснований на принципі підрахунку Колтера [209]. Пилок був вміщений у водну суспензію з КСІ і пропущений через мікроканалі. Зміни у провідності, зв'язку із проходженням п.з., були записані та проаналізовані. У цій системі можуть бути визначені п.з. тонконогових та ялівцю (*Juniperus*).

