

## Мікологічний спектр атмосферного повітря міста Запоріжжя

Гавриленко К. В.

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

ORCID: 0000-0002-3883-9069

[gavrilenko2525@gmail.com](mailto:gavrilenko2525@gmail.com)

**Ключові слова:** аеромікологія, гриби, спори грибів, плісняві гриби, мікологічний спектр, фунгальні алергії, мікологія.

Спори грибів можуть провокувати респіраторні розлади, розвиток чи загострення симптомів фунгальних алергій та мати інші негативні наслідки для здоров'я. Дані досліджень мікологічного спектру можна застосовувати для прогнозування небезпечної аероалергенної ситуації, яку спричиняють спори грибів. Тому, метою роботи було дослідити різноманіття спор пліснявих грибів та їх сезонність у Запорізькому регіоні. Дослідження виконували на кафедрі медичної біології, паразитології та генетики Запорізького державного медико-фармацевтичного університету. Відбір зразків проводили за допомогою 7-денного об'ємного пробовідбірника типу Хірста, волюметричним методом. Зразки аналізували під світловим мікроскопом, ідентифікація та підрахунок спор обмежувалися рівнями роду. Аналізували мікологічний спектр атмосферного повітря м. Запоріжжя у 2016 році. Проаналізовано 14 таксонів грибів. Родом грибів, спори якого зустрічалися найбільш часто, був *Cladosporium* (68,60%). Спори грибів роду *Curvularia* зустрічались найрідше: лише у 0,03% випадків. Максимальні сезонні концентрації значно варіювали від 23 спори/м<sup>3</sup> (*Curvularia*) до 4212 спор/м<sup>3</sup> (*Cladosporium*). В дослідженні також представлені особливості сезонного розподілу спор грибів (початок, тривалість та кінець сезону, максимальне значення, загальна сезонна кількість спор). Найраніше сезон спороношення було зафіксовано у грибів роду *Nigrospora*. Пізніше за інших розпочався сезон грибів роду *Fusarium*. Найдовший та найкоротший сезон також реєструвався у грибів даних родів, – *Nigrospora* та *Fusarium* відповідно. Високі концентрації спор у більшості грибів припадали на літній та осінній період. Визначена кількість днів з концентраціями, що дорівнювали або перевищували клінічно значущий поріг. Для *Alternaria* ця кількість складала 75, для *Cladosporium* – 8, для *Coprinus* – 2 дні. Представлені результати можуть бути використані для прогнозування аероалергенної ситуації, яку викликають спори грибів у м. Запоріжжя.

**Ключові слова:** аеромікологія, гриби, спори грибів, плісняві гриби, мікологічний спектр, фунгальні алергії, мікологія.

## Mycological spectrum of atmospheric air in Zaporizhzhia city

Havrylenko K. V.

Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University

ORCID: 0000-0002-3883-9069

gavrylenko2525@gmail.com

**Key words:** aeromycology, fungi, fungal spores, mould fungi, mycological spectrum, fungal allergies.

Fungal spores can provoke respiratory disorders, the development or exacerbation of symptoms of fungal allergies and have other negative health effects. The data from mycological spectrum studies can be used to predict a threatening aeroallergenic situation caused by fungal spores. Therefore, the study aimed to investigate the diversity of mould spores and their seasonality in the Zaporizhzhia region. The research was carried out at the Department of Medical Biology, Parasitology and Genetics of Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University. Samples were collected using a 7-day volumetric sampler of the Hirst type. Samples were examined under a light microscope, and spore identification and counting were limited to genus levels. The mycological spectrum of the atmospheric air of Zaporizhzhia in 2016 was analysed. We analysed 14 fungal taxa. Spores of the genus *Cladosporium* were the most frequent (68.60%). Fungal spores of the genus *Curvularia* were found in 0.03% of cases only. The maximum seasonal concentrations varied significantly from 23 spores/m<sup>3</sup> (*Curvularia*) to 4212 spores/m<sup>3</sup> (*Cladosporium*). The study also presents specific features of the seasonal distribution of fungal spores (beginning, duration and the end of the season, maximum value, total seasonal number of spores). The earliest sporulation season was recorded for fungi of the genus *Nigrospora*. The season of fungi of the genus *Fusarium* started later than the others. The longest and shortest seasons were also recorded for fungi of these genera, *Nigrospora* and *Fusarium*, respectively. The highest concentrations of spores of the most studied fungi occurred in summer and autumn. The number of days with concentrations equal to or above the clinically significant threshold was determined. For *Alternaria*, this number was 75, for *Cladosporium* – 8, and for *Coprinus* – 2 days. The results can be used for the prediction of the aeroallergenic situation due to fungal spores in Zaporizhzhya.

**Key words:** aeromycology, fungi, fungal spores, mould fungi, mycological spectrum, fungal allergies.

### Вступ

Аеромікологія – це розділ аеробіології, що вивчає поширення спор та інших елементів грибів у атмосферному повітрі та в повітрі приміщень, досліджує їхню динаміку та чинники, які впливають на її зміни<sup>1</sup>. Аеромікофлора відіграє важливу роль у розвитку багатьох респіраторних алергій та громадській охороні здоров'я, оскільки представники деяких таксонів грибів є сильними алергенами для населення<sup>2</sup>. Спори грибів можуть провокувати респіраторні розлади, розвиток чи загострення симптомів фунгальних алергій та мати інші негативні наслідки для здоров'я<sup>3</sup>. Деякі типи спор, що переносяться повітрям, мають важливе сільськогосподарське значення, оскільки здатні вражати культурні рослини та викликати епідемії<sup>4,5</sup>. Дослідження мікологічного спектру алергенних грибів проводяться у Польщі<sup>6</sup>, Іспанії<sup>7,8</sup>, Словаччині<sup>9</sup>, Катарі<sup>10</sup>, Україні<sup>11,12</sup> та вико-

ристовуються для розробки календарю спороношення алергенних грибів. В подальшому ці дані можна застосовувати для прогнозування небезпечної аероалергенної ситуації, яку спричиняють спори грибів. Як відомо, на видове різноманіття, кількість та динаміку спор можуть впливати кліматичні умови та характерна для певної місцевості рослинність, тому метою дослідження було дослідити різноманіття спор пліснявих грибів та їх сезонність у Запорізькому регіоні.

### Матеріали та методи досліджень

Дослідження проводилися у лабораторії аеробіології на базі Запорізького державного медико-фармацевтичного університету у 2016 році, коли був проведений найбільш ретельний аналіз видового складу спор пліснявих грибів з 1 березня по 31 жовтня. Дані отримували за допомогою 7-денного об'ємного пробовідбірника

типу Хірста, відкаліброваного для відбору проб повітря зі швидкістю 10 л/хв. Прилад встановили на даху навчального корпусу № 3 Запорізького державного медико-фармацевтичного університету на висоті приблизно 30 м над рівнем землі.

Для виявлення особливостей сезонного розподілу спор, аналізували наступні характеристики:

– споровий індекс, розрахований як сума середньодобових концентрацій спор грибів відповідного роду за весь сезон спостереження;

– початок, тривалість, кінець сезону, встановлені за допомогою методу 90 % (Nilsson and Persson 1981). За цим методом виділяється період спостереження, за який було зібрано 90 % всіх спор відповідного таксону;

– день, коли спостерігалась найвища за сезон концентрація спор відповідного таксону, а також саме пікове значення, розраховане у спорах/м<sup>3</sup>.

Також підраховували кількість днів, коли концентрації спор грибів дорівнювали чи перевищували порогові значення та могли погіршити стан людей схильних до атопії. Для більшості спор таким порогом є концентрація у 1000 спор/м<sup>3</sup>. Для спор грибів роду *Alternaria* – 100 спор/м<sup>3</sup>, та 3000 спор/м<sup>3</sup> для спор грибів роду *Cladosporium* відповідно.

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми Excel.

**Схема дослідження.** Барабан пробовідбірника змінювали щотижня. Липку стрічку, на яку відбиралися зразки, після експонування розрізали на 7 фрагментів, кожен з яких відповідав одній добі спостереження. Перед аналізом предметні скельця покривали гліцериново-фуксиновою сумішшю. Зразки аналізували під світловим мікроскопом при збільшенні  $\times 400$ . Ідентифікація та підрахунок спор обмежувалися рівнями роду. Кінцеву кількість спор виражали у вигляді концентрації спор на кубічний метр повітря.

### Результати

У повітрі м. Запоріжжя впродовж звітного періоду було виявлено 201045 спор/м<sup>3</sup>, що належали 14 родам спорових грибів. Близько 99% від визначеного обсягу склали спори грибів родів: *Cladosporium*, *Alternaria*, *Coprinus*, *Leptosphaeria*, *Ganoderma*, *Epicoccum*, *Pleospora*, *Oidium*, *Puccinia*.

Серед них 68,60% від загальної кількості спор припадало на гриби роду *Cladosporium*, 11,88% належали грибам роду *Alternaria*, 11,30% – *Coprinus*, 2,83% – *Leptosphaeria*, 1,29% – *Ganoderma*, 0,97% – *Epicoccum*, 0,64% – *Pleospora*, 0,57% – *Oidium*, 0,55% – *Puccinia*, 0,54% – *Torula*, 0,33% – *Fusarium*, 0,28% *Nigrospora*, 0,19% – *Pithomyces*, 0,03% – *Curvularia* (рис. 1).

Гриби роду *Cladosporium* продукували не лише найбільшу кількість спор. Для них також спостерігалось найвище значення середньодобової концентрації у 4212 спор/м<sup>3</sup>. Натомість, гриби родів

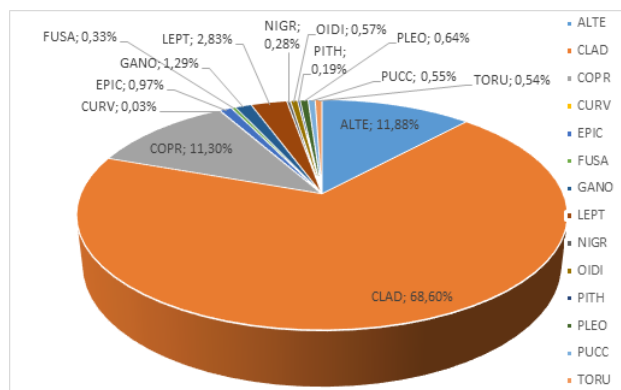


Рис. 1. Різноманіття спорових грибів у повітрі м. Запоріжжя у 2016 році

*Nigrospora* та *Curvularia* характеризувалися найменшим значенням середньодобової концентрації – 23 та 24 спори/м<sup>3</sup> відповідно (табл. 1).

Для аналізу відібрали 9 родів грибів, сукупні показники концентрацій яких склали 90% від загальної кількості зібраних спор.

Загальна кількість спор грибів роду *Cladosporium* складала 137913 спор/м<sup>3</sup>. Початок сезону фіксували 11 травня, кінець – 3 жовтня. Тривалість сезону складала 146 днів. Максимальне значення було зареєстроване 24 липня і становило 4212 спор/м<sup>3</sup>. Високі рівні спор реєструвались влітку та восени (рис. 2). Для спор грибів роду *Cladosporium* також розраховували кількість днів (8), які перевищували 3000 спор/м<sup>3</sup>, оскільки така концентрація спор є клінічним пороговим значенням та здатна викликати алергічні симптоми.

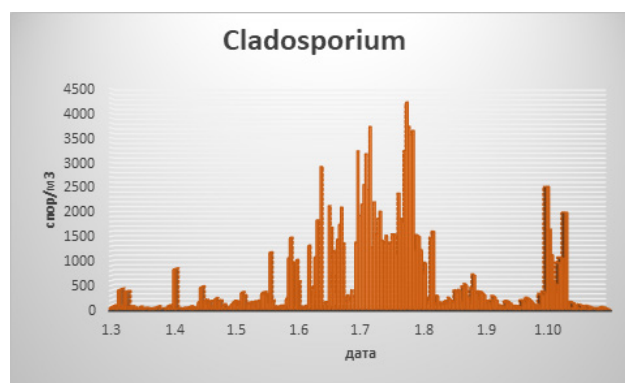


Рис. 2. Динаміка концентрацій спор грибів роду *Cladosporium* у повітрі м. Запоріжжя впродовж сезону спостереження 2016 року

Рід *Alternaria* був другим за кількістю визначених за сезон спор – 23880 спор/м<sup>3</sup>. Сезон *Alternaria* почався пізніше і закінчився раніше, ніж сезон грибів роду *Cladosporium*, 28 травня та 1 жовтня відповідно. Загальна тривалість сезону складала 126 днів, з яких впродовж 75 днів спостерігалися концентрації *Alternaria*, які перевищували клінічно значущий

поріг у 100 спор/м<sup>3</sup>. Загальна тривалість сезону склала 126 днів. Пік концентрації спор *Alternaria* було зафіксовано 4 липня (1356 спор/м<sup>3</sup>) (рис. 3).

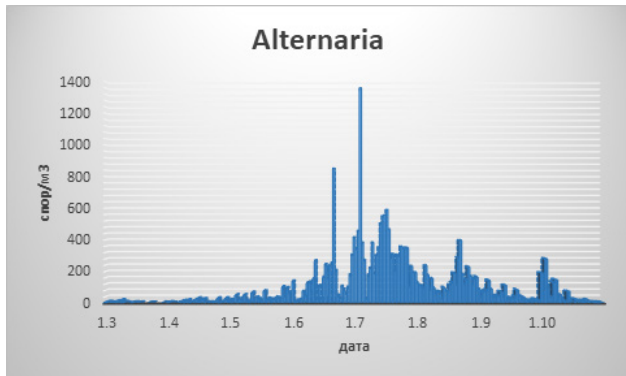


Рис. 3. Динаміка концентрацій спор грибів роду *Alternaria* у повітрі м. Запоріжжя впродовж сезону спостереження 2016 року

Сезон споруляції грибів роду *Coprinus* тривав 161 день, розпочавшись 26 квітня та завершившись 3 жовтня. Максимальна кількість спор визначалась

9 червня та складала 1196 спор/м<sup>3</sup>. Кількість днів, що перевищували клінічні порогові значення (1000 спор/м<sup>3</sup>) склала – 2 дні. Загальна сезонна кількість спор становила 22718 спор/м<sup>3</sup> (рис. 4).

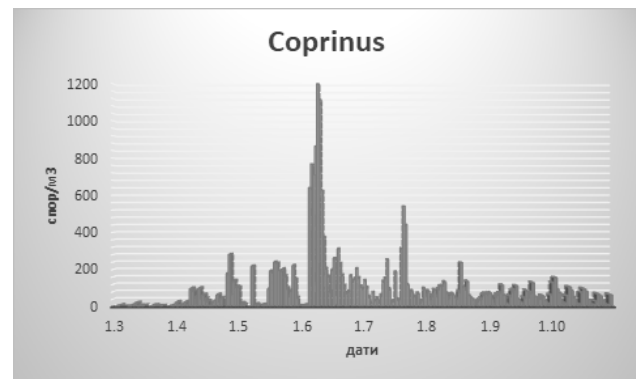


Рис. 4. Динаміка концентрацій спор грибів роду *Coprinus* у повітрі м. Запоріжжя впродовж сезону спостереження 2016 року

Загальна кількість спор грибів *Leptosphaeria*, зібраних впродовж сезону, становила

Таблиця 1 – Основні показники сезонного розподілу спор грибів за 2016 рік

Рід грибів	Період сезону	Тривалість сезону, днів	Дата реєстрації максимального значення	Максимальне значення, спор/м <sup>3</sup>	Загальна сезонна кількість, спор/м <sup>3</sup>	Кількість днів з концентраціями, що дорівнюють чи перевищують клінічно значущий поріг
<i>Alternaria</i>	28.05.2016 – 1.10.2016	126	4.07.2016	1356	23880	75
<i>Cladosporium</i>	11.05.2016 – 3.10.2016	146	24.07.2016	4212	137913	8
<i>Coprinus</i>	26.04.2016 – 3.10.2016	161	9.06.2016	1196	22718	2
<i>Curvularia</i>	18.04.2016 – 22.10.2016	188	2.05.2016	23	61	0
<i>Epicoccum</i>	21.06.2016 – 7.10.2016	110	30.06.2016	75	1947	0
<i>Fusarium</i>	9.07.2016 – 29.09.2016	83	15.07.2016	90	655	0
<i>Ganoderma</i>	26.05.2016 – 5.10.2016	133	27.06.2016	161	2597	0
<i>Leptosphaeria</i>	14.04.2016 – 7.07.2016	85	2.06.2006	333	5698	0
<i>Nigrospora</i>	12.03.2016 – 10.10.2016	213	21.03.2016	24	553	0
<i>Oidium</i>	3.04.2016 – 20.09.2016	171	1.06.2016	27	1151	0
<i>Pithomyces</i>	23.06.2016 – 8.10.2016	108	12.07.2016	41	392	0
<i>Pleospora</i>	16.04.2016 – 12.10.2016	180	21.06.2016	44	1286	0
<i>Puccinia</i>	22.05.2016 – 8.10.2016	140	10.06.2016	122	1110	0
<i>Torula</i>	1.04.2016 – 4.10.2016	187	30.08.2016	43	1085	0

5698 спор/м<sup>3</sup>. Спостерігались значенням, що перевищували рівні у 300 спор/м<sup>3</sup> – 7 травня (303 спор/м<sup>3</sup>), 16 травня (312 спор/м<sup>3</sup>) та 2 червня (333 спор/м<sup>3</sup>). Загалом тривалість сезону становила 85 днів. Початок і кінець сезону фіксували 14 квітня та 7 липня відповідно (рис. 5). Днів зі значенням концентрацій, які б перевищували клінічний поріг не спостерігалось.

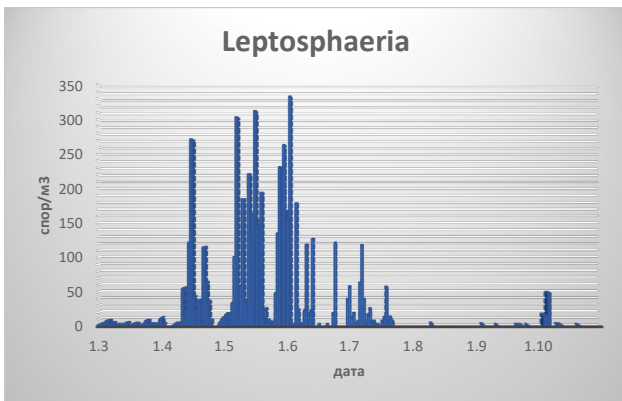


Рис. 5. Динаміка концентрацій спор грибів роду *Leptosphaeria* у повітрі м. Запоріжжя впродовж сезону спостереження 2016 року

Сезон споруляції *Ganoderma* розпочався 26 травня, тривав 133 дні та закінчився 5 жовтня. Пікова концентрація склала 161 спор/м<sup>3</sup> та реєструвалась 27 червня (рис. 6). Загальна кількість спор склала 2597 спор/м<sup>3</sup>. Днів зі значенням концентрацій, які б перевищували клінічний поріг не спостерігалось.

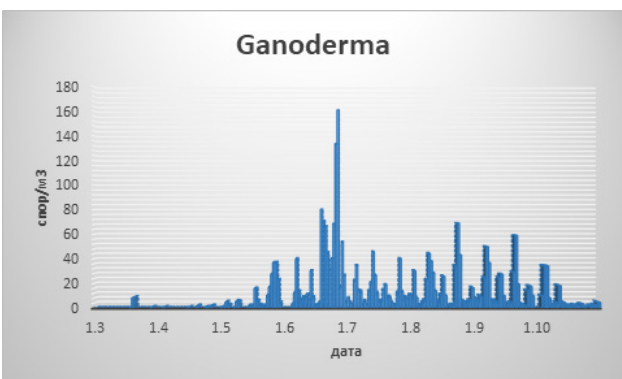


Рис. 6. Динаміка концентрацій спор грибів роду *Ganoderma* у повітрі м. Запоріжжя впродовж сезону спостереження 2016 року

Загальна сезонна кількість спор грибів *Ericossum* склала 1947 спор/м<sup>3</sup>. Помітно, що висока концентрація цих спор спостерігалась у літній і осінній час. Загальна тривалість сезону становила 110 днів (початок – 21 червня, кінець – 7 жовтня). Найвищий показник у 75 спор/м<sup>3</sup> реєстрували 30 червня (рис. 7). Днів зі значенням

концентрацій, які б перевищували клінічний поріг не спостерігалось.

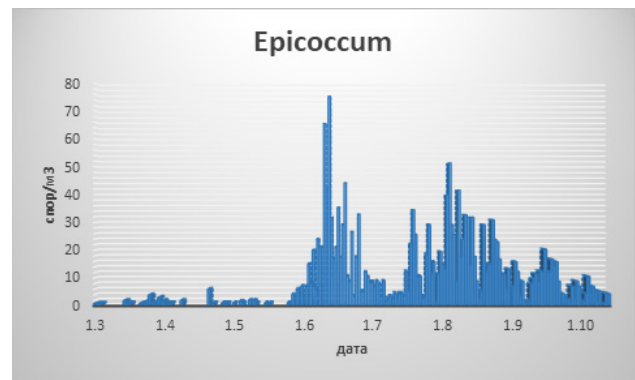


Рис. 7. Динаміка концентрацій спор грибів роду *Ericossum* у повітрі м. Запоріжжя впродовж сезону спостереження 2016 року

Сезон споруляції грибів роду *Pleospora* тривав 180 днів та загалом було підраховано 1286 спор/м<sup>3</sup>. Початок та кінець сезону припадав на 16 квітня та 12 жовтня відповідно. Максимальна кількість спор становила 44 спори/м<sup>3</sup> і була зареєстрована 21 червня. Загальна кількість спор склала 1286 спор/м<sup>3</sup> (рис. 8). Днів зі значенням концентрацій, які б перевищували клінічний поріг не спостерігалось.

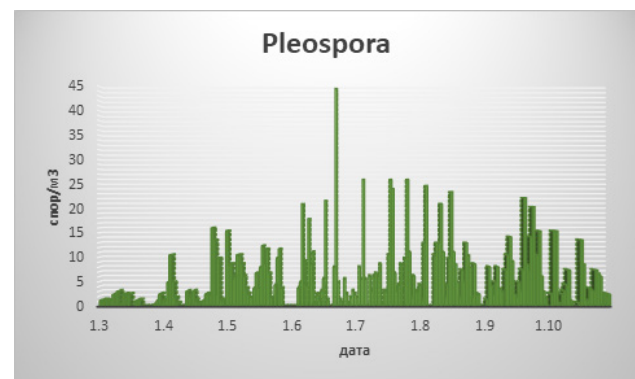


Рис. 8. Динаміка концентрацій спор грибів роду *Pleospora* у повітрі м. Запоріжжя впродовж сезону спостереження 2016 року

Тривалість сезону спороношення грибів роду *Oidium* склала 171 день. Початок сезону реєструвався 3 квітня, кінець – 20 вересня. Загальна кількість спор, зібраних за сезон, становила – 1151 спор/м<sup>3</sup>. Максимум склав 27 спор/м<sup>3</sup> та реєструвався 1 червня. Днів зі значенням концентрацій спор грибів, які б перевищували клінічний поріг не спостерігалось (рис. 9).

Пікове значення спор грибів роду *Puccinia* становило 122 спор/м<sup>3</sup> та реєструвались 10 червня. Сезон розпочався 22 травня і тривав до 8 жовтня (140 днів). Річна кількість спор склала

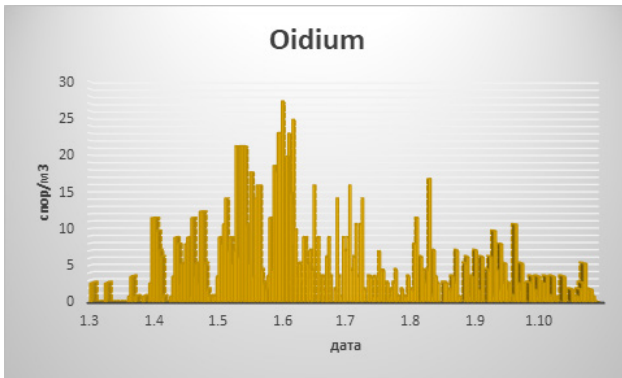


Рис. 9. Динаміка концентрацій спор грибів роду *Oidium* у повітрі м. Запоріжжя впродовж сезону спостереження 2016 року

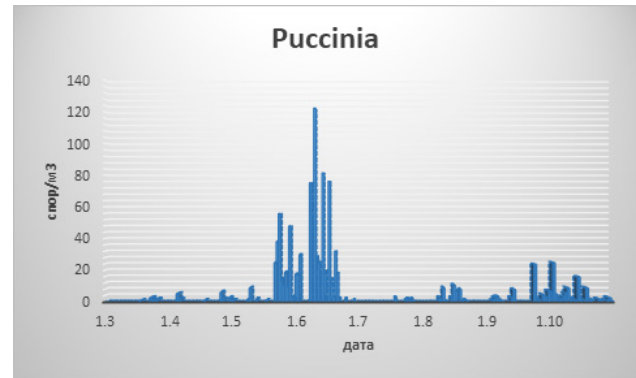


Рис. 10. Динаміка концентрацій спор грибів роду *Puccinia* у повітрі м. Запоріжжя впродовж сезону спостереження 2016 року

1110 спор/м<sup>3</sup>. Високі рівні цих спор спостерігалась у літній та осінній періоди. Днів зі значенням концентрацій спор грибів, які б перевищували клінічний поріг не спостерігалось (рис. 10).

### Обговорення

В даний час аеробіологічний моніторинг проводиться у багатьох країнах Європи та світу. Аналогічні дослідження показали подібні результати, зокрема спори грибів *Cladosporium* переважали в атмосферному повітрі Словаччини, Польщі, Іспанії, Туреччини, Катару. Домінантними таксонами грибів у повітрі Словаччини згідно з Ščevková et al.<sup>9</sup> були роди *Cladosporium*, *Coprinus*, *Leptosphaeria*, *Ganoderma* та *Alternaria*. У Іспанії, за результатами досліджень Sa nchez Reyes et al.<sup>7</sup> та Fuentes et al.<sup>8</sup>, переважали *Cladosporium*, *Aspergillus/ Penicillium*, *Leptosphaeria*, *Coprinus*, *Alternaria*. Згідно з даними Yilmazkaya et al.<sup>14</sup>, у повітрі Туреччини домінували *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Ganoderma*. Подібні результати спостерігались в Польщі<sup>6</sup>: *Cladosporium*, *Didymella*, *Alternaria*, *Leptosphaeria*.

У повітрі Словаччини<sup>9</sup> найвищі концентрації спор фіксувались влітку (липні та червні) та восени. У Польщі концентрації спор *Alternaria*, *Didymella*, *Epicoccum*, *Stemphylium*, *Pithomyces* та *Torula* досягали піку переважно влітку. Рівні *Ganoderma*, *Leptosphaeria*, спор типу *Drechslera*, *Pleospora*, *Parapheosphaeria*, *Polythrincium* – були найвищими наприкінці літа та восени<sup>6</sup>. В Іспанії *Alternaria* – демонструвала рівномірну динаміку, за винятком літа, коли рівні її спор досягали максимальних значень у червні та липні. *Cladosporium* демонстрував нерегулярну динаміку з кількома піками впродовж року, з найбільшою концентрацією у літній та осінній періоди. *Coprinus* мав найвищу концентрацію восени – у жовтні, а *Leptosphaeria* навесні – у квітні. *Pleospora* – в листопаді та квітні, а *Ganoderma* – у серпні та вересні<sup>7</sup>. Загалом, кількість досліджених

таксонів грибів варіювала від 21 роду у Катарі<sup>10</sup> до 57 в Іспанії<sup>8</sup>. А загальна кількість спор складала від 238935 спор/м<sup>3</sup> в Іспанії<sup>8</sup> до 836418 спор/м<sup>3</sup> в Словаччині<sup>9</sup>.

Резюмуючи вищевикладене, можна відзначити, що домінуючими спорами в атмосферному повітрі більшості країн є спори грибів роду *Cladosporium*. В нашому дослідженні дані гриби склали більшу частину від загальної кількості спор. Водночас, разом зі спорами грибів роду *Cladosporium*, в атмосферному повітрі домінували також спори *Alternaria*, *Coprinus*, *Leptosphaeria* та *Ganoderma*. Період, коли відзначались максимальні концентрації спор, в більшості досліджень був подібний до наших та припадав на літній період. Найвищі показники концентрації спостерігались, здебільшого, у червні (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Pithomyces*), липні (*Coprinus*, *Ganoderma*, *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Oidium*, *Puccinia*), серпні (*Torula*). Виключення становили спори грибів родів *Curvularia* та *Nigrospora*, максимальні значення яких припадали на весняний період. Та, як і в інших країнах світу, спори грибів зустрічались в повітрі з весни до осені. В нашому дослідженні самий ранній початок сезону спороношення (березень) та найбільш тривалий, спостерігався для грибів роду *Nigrospora*. Пізніше інших розпочався сезон грибів роду *Fusarium* (липень).

Висока концентрація спор, саме в літній період, може бути пов'язана зі сприятливими погодними умовами та високою сільськогосподарською активністю в цей період, а також близьким розташуванням Національного заповідника «Хортиця». У подальших дослідженнях маємо намір розглянути вплив метеорологічних факторів на концентрацію окремих спор грибів, щоб розробити корисну базу даних, яку можна використовувати для контролю та попередження симптомів фунгальних алергій.

### Висновки

1. У повітрі м. Запоріжжя було визначено спори 14 родів грибів: *Cladosporium*, *Alternaria*, *Coprinus*, *Leptosphaeria*, *Ganoderma*, *Epicoccum*, *Pleospora*, *Oidium*, *Puccinia*, *Torula*, *Fusarium*, *Nigrospora*, *Pithomyces*, *Curvularia*.

2. Спори грибів *Cladosporium* були провідною фракцією і склали 68,60% від загальної кількості зібраних спор

3. Найбільш ранній сезон спороношення було зафіксовано у грибів роду *Nigrospora*. Пізніше інших розпочався сезон у грибів роду *Fusarium*.

4. Найдовший сезон спостерігався у *Nigrospora*, найкоротший – у грибів роду *Fusarium*.

5. Найвищі показники концентрації спор припадали, здебільшого, на літні місяці – червень (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Pithomyces*), липень (*Coprinus*, *Ganoderma*, *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Oidium*, *Puccinia*), серпень (*Torula*).

6. Кількість днів, коли концентрація спор грибів досягали та перевищували порогові клінічні значення для *Coprinus* (понад 1000 спор/м<sup>3</sup>) становила 2 дні, для *Alternaria* (понад 100 спор/м<sup>3</sup>), для *Cladosporium* (понад 3000 спор/м<sup>3</sup>), – дорівнювала 75 та 8 днів відповідно.

7. Представлені результати можуть бути корисними в управлінні та профілактиці респіраторних алергічних захворювань та для прогнозування аероалергенної ситуації, яку викликають спори грибів у м. Запоріжжя.

### Література

- (1) Ríos.Yuil, J.M.; Arenas, R.; Fernández, R.; Calderón.Ezquerro, M.; Rodriguez.Badillo, R. Aeromycological study at the intensive care unit of the "Dr. Manuel Gea Gonzalez" General Hospital. *Braz J Infect Dis.* **2012**, 16(5), 432-445. DOI: 10.1016/j.bjid.2012.08.012.
- (2) Hughes, K.M.; Price, D.; Torriero, A.A.J.; Symonds, M.R.E.; Suphioglu, C. Impact of Fungal Spores on Asthma Prevalence and Hospitalization. *Int J Mol Sci.* **2022**, 23(8), 4313. doi: 10.3390/ijms23084313.
- (3) Sadyś, M.; Kaczmarek, J.; Grinn-Gofron, A.; Rodinkova, V.; Prikhodko, A., Bilous, E.; Strzelczak, A.; Herbert, R.J.; Jedryczka, M. Dew point temperature affects ascospore release of allergenic genus *Leptosphaeria*. *Int J Biometeorol.* **2018** Jun;62(6):979-990. doi: 10.1007/s00484-018-1500-z.
- (4) Yoshida, K.; Asano, S.; Sushida, H.; Iida, Y. Occurrence of tomato leaf mold caused by novel race 2.4.9 of *Cladosporium fulvum* in Japan. *Journal of General Plant Pathology.* **2020**, 87(1), 35-38. doi:10.1007/s10327.020.00963.x
- (5) Carolina Virginia, T.; Javier Néstor, A.; Adrián Dario, C.; Graciela Noemí, P. *Cladosporium* species causing “Cladosporium rot” on “Bosc” pear fruit in Argentina. *Revista Argentina de Microbiología.* **2021**, 53(1), 75-77. doi:10.1016/j.ram.2019.11.006
- (6) Bednarz, A., Pawlowska, S. A fungal spore calendar for the atmosphere of Szczecin, Poland. *Acta Agrobionica*, **2016**, 69(3):1669. DOI: 10.5586/aa.1669
- (7) Sa nchez Reyes, E., de la Cruz, D. R., & Sa nchez Sa nchez, J. First fungal spore calendar of the middle-west of the Iberian Peninsula. *Aerobiologia*, **2016**, 32, 529–539. DOI:10.1007/S10453.016.9430.X
- (8) Fuentes, S., de la Cruz, D.R., Sánchez, J.S.; Reyes, E.S. Analysis of the airborne fungal spores present in the atmosphere of Salamanca (MW Spain): a preliminary survey. *Aerobiologia*, **2019**, 35 (1), 447-462. DOI: 10.1007/s10453.019.09569.z
- (9) Ščevková, J.; Kováč, J. First fungal spore calendar for the atmosphere of Bratislava, Slovakia. *Aerobiologia*, **2019**, 35(2), 343-356. DOI: 10.1007/s10453.019.09564.4
- (10) Fayad, R.K.; Al-Thani, R.F.; Al-Naemi, F.A.; Abu-Dieyeh, M.H. Diversity, Concentration and Dynamics of Culturable Fungal Bioaerosols at Doha, Qatar. *Int J Environ Res Public Health.* **2020**, 18(1):182. DOI: 10.3390/ijerph18010182.
- (11) Reznik, Y.V.; Yermishev, O.V.; Palamarchuk, O.V.; Bobrovska, O.A., Rodinkova V.V. Features of the seasonal dynamics of airborne fungal spore concentrations in Ukraine. *Biosystem Diversity.* **2023**, 31(1), 71-83. DOI: 10.15421/012308
- (12) Havrylenko, K.V.; Prykhodko, O.B.; Liakh V.O.; Yemets, T.I. Aeromonitoring of *Alternaria* spores in the air of Zaporizhzhia city. *Zaporozhe medical journal.* **2022**, 24(3), 338-342. DOI: https://doi.org/10.14739/2310-1210.2022.3.243836
- (13) Jones, L.C. Environmental and clinical mould spore risk thresholds. *Journal of Bacteriology & Mycology Open Access.* **2023**, 11(1), 44-48. DOI: 10.15406/jbmoa.2023.11.00342
- (14) Yilmazkaya, D.; Akgül, H.; Altunoğlu, M. K.; Tosunoğlu, A.; Biçakçı, A. Fungal Spore Calendar of Yalova Province (2005). *The Journal of Fungus.* **2019**, 10(2), 113-123. DOI: 10.30708mantar.563265