

# CHARACTERISTIC OF THE CONTENT OF FUNGI SPORES' AIR SPECTRUM AS POTENTIALLY ALLERGENIC COMPONENT OF BIOAEROSOL

Bilous O.S., Rodinkova V.V., Yermishev O.V.

## ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДУ ПОВІТРЯНОГО СПЕКТРА СПОР ГРИБІВ ЯК ПОТЕНЦІЙНО АЛЕРГЕННОГО КОМПОНЕНТА БІОАЕРОЗОЛЮ

# C

<sup>1</sup>БІЛОУС О.С.,  
<sup>2</sup>РОДІНКОВА В.В.,  
<sup>3</sup>ЕРМІШЕВ О.В.

<sup>1</sup>Вінницька міська поліклініка № 2,  
<sup>2</sup>Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова,  
<sup>3</sup>Донецький національний університет ім. Василя Стуса, м. Вінниця.

УДК:  
533.6.001.8:612.017.3:582.21

**Ключові слова:**  
спори грибів,  
алергія, повітря,  
біоаерозоль,  
аероалергени.

пори грибів (СГ) є важливими аероалергенами, практичне значення яких зросло за останні десятиліття. Це пов'язане, з одного боку, з загальним збільшенням частоти алергійних захворювань (АЗ), а з іншого – зі зростанням кількості імунокомпрометованих індивідумів, таких як хворі на певні генетичні вади, СНІД або є одержувачами трансплантатів [1].

Спори і фрагменти грибів зустрічаються повсюдно над неполярними районами Землі, особливо над сільськогосподарськими регіонами, і можуть складати до 45% частинок у біоаерозолі повітря [2].

Найчастіше у надвисоких концентраціях у повітрі визначаються спори Cladosporium та Alternaria. Аскоспори (Ascomycetes) і базидіоспори (Basidiomycetes) також ідентифікуються у великих кількостях. [3], складаючи від 40% до 100% загальних грибів, виявлених у повітряному біоаерозолі [4, 5].

Тому спори, що містяться у повітрі, регулярно та постійно вдихаються людьми. Було припущено, що СГ, які присутні в атмосфері у високих концентраціях, можуть бути причинними агентами респіраторних хвороб (риніт, астма) у людини. Основна відмінність СГ від інших джерел алергії, наприклад кліща домашнього пилу або пилку, це те, що гриби можуть колонізувати організм людини і здатні пошкодити дихальні шляхи, виробляючи токсини, протеази, ферменти та летючі органічні сполуки, справляючи набагато більший вплив на імунну систему пацієнтів, ніж пилко або інші алергенні джерела [6].

Однак значимість багатьох грибів для алергії залишається важкою для її оцінки і вимагає спеціальних досліджень. Так, було показано, що велика група грибів провокує алергічні реакції негайного типу у чутливих людей, а також негайні та пізньо-оастматичні реакції з бронхопровокацією. Проте у разі

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА ВОЗДУШНОГО СПЕКТРА СПОР ГРИБОВ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНО АЛЛЕРГЕННОГО КОМПОНЕНТА БИОАЭРОЗОЛЯ

<sup>1</sup>Билоус О.С., <sup>2</sup>Родинкова В.В., <sup>3</sup>Ермишев О.В.

<sup>1</sup>Винницкая городская поликлиника № 2,

<sup>2</sup>Винницкий национальный медицинский университет им. Н.И. Пирогова,

<sup>3</sup>Донецкий национальный университет им. Василя Стуса, г. Винница.

Спори и фрагменты грибов встречаются повсеместно над неполярными районами Земли, особенно над сельскохозяйственными регионами, составляя до 45% частиц в биоаэрозоле воздуха, и могут вызывать симптомы аллергии.

В статье описан спектр спор грибов как потенциальных аэроаллергенов и его часовые изменения в атмосферном воздухе города Винница.

**Материалы и методы.** Исследование, проведенное в 2009-2014 годах волюметрическим методом, выявило в атмосфере более 30 категорий спор грибов, многие из которых имеют клинически доказанные свойства вызывать сезонную аллергию.

**Результаты.** Показано доминирование спор рода Cladosporium в воздушном биоаэрозоле, что соответствует результатам наблюдения в большин-

стве точек мира. В целом в атмосферном воздухе доминировали представители отдела аскомицетовых грибов (Ascomycota), а также наблюдались представители базидиомицетовых грибов (Basidiomycota) и псевдогрибов (Oomycota). В частности, в перечень лидеров по показателю годового спорового индекса входили споры Alternaria, Ascospora, Cladosporium, Coprinus, Didymella, Epicoccum, Ganoderma, Leptosphaeria, споры порядков Uredinales та Ustilaginales.

Больше всего СГ регистрировалось в атмосферном воздухе в период с июня по октябрь с четко очерченными подъемами концентрации (в основном за счет спор Cladosporium) в июне и июле. Пиками в июле характеризовались Alternaria и Ascospores. В осенние месяцы отмечалась более высокая концентрация спор в воздухе, чем в весенние месяцы и в первой половине июня.

**Выводы.** Данные по контенту спор атмосферного воздуха для длительного периода наблюдения получены для Украины впервые, что позволит улучшить диагностику и профилактику сезонной аллергии в нашей стране.

**Ключевые слова:** споры грибов, аллергия, воздух, биоаэрозоль, аэроаллергены.

© Білоус О.С., Родінкова В.В., Ермішев О.В. СТАТТЯ, 2018.

№ 2 2018 ENVIRONMENT & HEALTH 42

CHARACTERISTIC OF THE CONTENT OF FUNGI SPORES' AIR SPECTRUM AS POTENTIALLY ALLERGENIC COMPONENT OF BIOAEROSOL

<sup>1</sup>Bilous O.S., <sup>2</sup>Rodinkova V.V., <sup>3</sup>Yermishev O.V.

<sup>1</sup>Vinnitsya City Hospital № 2,

<sup>2</sup>Vinnitsya National M.I. Pyrohov Medical University,

<sup>3</sup>Donetsk National Vasyl Stus University, Vinnitsya.

Fungi spores and fragments occur everywhere over non-polar regions of the Earth, especially over agricultural regions, make up to 45% of particles in the air bioaerosol and can cause symptoms of allergy. In the article, we described the spectrum of fungi spores as the potential aeroallergens and its temporal changes in the ambient air of the city of Vinnitsya.

**Materials and methods.** We carried out the study with the help of volumetric method in 2009-2014, we detected more than 30 categories of spores of fungi in the atmosphere, many of them had clinically proved features to cause seasonal allergy.

**Results.** Dominance of *Cladosporium* spores is demonstrated in the air bioaerosol, it conforms to the results of the observation in the majority of points

throughout the world. In general, the representatives of the ascomycetes fungi (Ascomycota) dominated in ambient air, as well as the representatives of Basidiomycetes and pseudofungi (Oomycota). In particular, the list of the leaders by the indicator of the annual spore index consisted of *Alternaria*, *Ascospora*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Didymella*, *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Leptosphaeria*, spores of *Uredinales* and *Ustilaginales*.

Most of fungi spores were recorded in ambient air from June to October with clearly defined increases in concentration, basically due to *Cladosporium* spores in June and July. Peaks in July were characterized by *Alternaria* and *Ascospores*. A larger concentration of spores was observed in ambient air in autumn months than in spring months and in the first half of June.

**Conclusions.** Findings on the spore content of ambient air for a long period of observation were obtained for Ukraine for the first time. The result will improve the diagnosis and prevention of seasonal allergy in our country.

**Keywords:** fungi spores, allergy, air, bioaerosol, aeroallergens.

спроб пов'язати симптоми з безпосереднім впливом грибкового матеріалу на організм людини виникають невизначеності. Ця проблема зумовлена природою та особливостями поширення грибів у довкіллі [7].

Кількість видів мікроміцетів визначається приблизно у 100000-200000 видів. Щорічно описується до 1500 нових видів грибів. За даними літератури, реальне значення у клінічній практиці нині мають близько 100 родів спор грибів (СГ). Саме гриби у 21.2% випадків є етіологічними чинниками алергійних захворювань органів дихання [8].

Так, у період проведення жнив, провідне значення мають гриби з родів *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, що перебувають на зернових культурах, під час зберігання зібраного зерна – представники родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* [9].

Дослідження, проведені у Новій Зеландії, показали, що спори таких грибів, як *Alternariatenis*, *Cladosporiumcladosporoides*, *Helminthosporiummaydista* *Epicoccumnigrum* можуть викликати гострі напади астми [10].

Епідеміологічні дослідження фунгальної алергії в Європі виявили, що найбільш важливими джерелами грибкових аероалергенів є *Alternaria* та *Cladosporium* [11]. Це – найважливіші з практичної точки зору роди аскоміцетових грибів, спори яких провокують у жителів континенту хвороби

дихальних шляхів, такі як астма, екзема, риніт та хронічний синусит [12].

Поширеність респіраторної алергії до грибів оцінюється у межах 20-30% від числа atopічних (схильних до алергії) осіб, або до 6% загального населення [13]. Деякі дослідники відзначають, що сенсibiлізація до СГ реєструється у 80% пацієнтів з астмою [6].

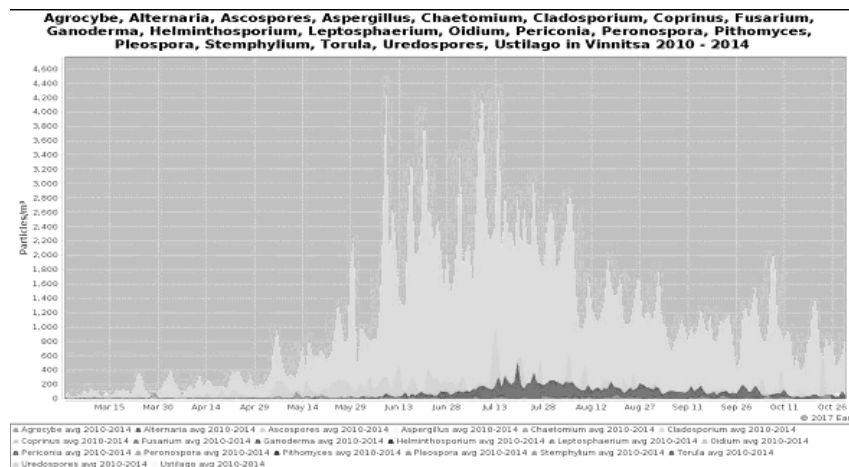
Оскільки ізолюваного "сезону грибкової цвілі" за аналогією з сезоном пилювання рослин не буває, визначення рівня захворюваності протягом року може надавати тільки обмежену допомогу у діагностиці алергії до грибів. Важливим тут є контроль спектра СГ та їх концентрацій в оточуючому пацієнта середовищі, адже симптоми фунгальної алергії часто

тривають протягом теплих місяців з піком у розпал літа і персистують навіть після заморозків, які вбивають гриби (тобто за температури приблизно -3.3°C на рівні ґрунту). Вказується, що чутливі до грибів хворі не повідомляють про припинення симптомів захворювання у період між пилюванням злаків та амброзії [14]. Тому розпізнання ситуації, пов'язаних з вираженою експозицією до СГ, у тому числі за рахунок постійного визначення рівня цих спор у довкіллі, може забезпечувати як діагностичні критерії, так і визначати практичну стратегію для запобігання виникненню симптомів фунгальної алергії [15].

В Україні постійний моніторинг спорового контенту проводиться на двох станціях спо-

Рисунок

Усереднена зміна концентрацій СГ основних категорій, зареєстрованих в атмосферному повітрі м. Вінниця у 2009-2014 роках



стереження, розташованих у Вінниці та у Запоріжжі [16]. Про концентрації спор грибів на інших станціях нам невідомо.

**Метою** нашого дослідження, зважаючи на невелику вивченість проблеми в Україні, стало визначення систематичного складу грибів, спори яких містяться у повітрі міста Вінниця у різні пори року.

**Матеріали та методи.** Дослідження споруляції грибів проводили на базі науково-дослідного центру Вінницького національного медичного університету імені Миколи Івановича Пирогова (НДЦ ВНМУ) протягом 2009-2014 років з 1 березня по 31 жовтня (по 35 тижнів, або 245 днів).

Відбір зразків здійснювали за допомогою волюметричного пробовідбірника "Буркард" (Burkard) типу Хірста (Hirst-type) виробництва Великобританії [17], який був розташований на даху хімічного корпусу ВНМУ. Висота хімічного корпусу – 25 м, тому навколишні будівлі, які мають таку саму висоту або меншу, не перешкоджають потоку повітря до приладу. Згідно з рекомендаціями щодо проведення аеробіологічних досліджень волюметричним методом [18] СГ уловлювалися на прозору пластикову стрічку "Мелінекс", яка подавалась та підтримувалась на барабані. За допомогою м'якої щітки плівка була попередньо змащена адгезивом (гліцерин, желатин, фенол або розчин силікону у тетрагліцериді вуглецю), до якого під час експонування прилипали вловлені компоненти біоаерозолі.

Вакуумний насос використовував джерело постійного струму. Вловлювач пилку "Буркард" був налаштований для семидобового безперервного відбору зразків атмосферного повітря [19].

Після експонування зразки фарбували сумішшю желатину, гліцерину та фенолу з додаванням невеликої кількості основного фуксину – індикатора, що слугує для диференційованого забарвлення рослинного матеріалу. Підготовлені зразки читали при збільшенні 400X або 1000X за трьома горизонтальними лініями у 2009-2011 роках і за 12 вертикальними лініями – у 2012-2014 роках.

**Результати.** За період моніторингу 2009-2014 років в атмосферному повітрі міста Вінниця було визначено понад 30 представників різних таксономічних категорій спор грибів, 29 з яких було взято до подальшого аналізу.

Це представники грибів відділу Ascomycota порядку Erysiphales, родів *Alternaria* (ALTE), *Aspergillus* (ASPE), *Botrytis* (BOTR), *Cercospora* (CERC), *Chaetomium* (CHAE), *Cladosporium* (CLAD), *Curvularia* (CURV), *Didymella* (DIDY), *Epicoccum* (EPIC), *Fusarium* (FUSA), *Drechslera/Helminthosporium* (HELM), *Leptosphaeria* (LEPT), *Oidium* (OIDI), *Periconia* (PERI), *Pleospora* (PLEO), *Pithomyces* (PITH), *Polytrinchium* (POLT), *Stemphylium* (STEM), *Torula* (TORU) та окремо – неідентифіковані спори представників класу Ascomycota (ASCO), так звані аскоспори.

Наступну категорію склали спори базидіоміцетових грибів відділу Basidiomycota – окремо класів *Urediberales* (URED), *Ustilaginales* (USTI) та родів *Agrocybe* (AGRO), *Coprinus* (COPR), *Ganoderma* (GANO), *Russinia* (PUCC). Неідентифіковані базидіоспори належали до категорії *Basidiospora* (BASI). Клас Ооміцетів (не-справжніх грибів) був представлений родом *Peronospora* (PERO).

Найбільше СГ реєструвалось в атмосферному повітрі у період з червня по жовтень з чітко окресленими підйомами концентрації, переважно за рахунок СГ *Cladosporium* у червні та липні. Піками характеризувались і СГ *Alternaria* та *Ascospores* (рис.).

Проведено ретельний аналіз термінів та інтенсивності споруляції усіх представників кожної з названих таксономічних груп грибів в окремі роки, а також визначені зміни цих термінів у часі.

Було проведено порівняння термінів початку, пікових періодів та часу закінчення СГ для окремих груп грибів, визначено їхній внесок в інтенсивність спорового дощу в атмосферному повітрі міста Вінниця протягом сезону та за місяцями.

На основі отриманих даних зроблено висновки щодо спектра СГ в атмосферному повітрі Вінниці за період спостереження, які лягли в основу сезонних алергопрогнозів, що надаються населенню на щотижневій основі (табл.).

Якісний та кількісний розподіл СГ різних таксономічних одиниць у часі.

Для визначення внеску кожного з компонентів у споровий дощ атмосферного повітря міста Вінниця та загальних характеристик окремих сезонів спор (CC) застосовано інструменти описової статистики EAN, які дали змогу визначити й терміни старту, закінчення та пікові концентрації СГ під час CC. Визначення спорового індексу (CI) суми зібраних за сезон спор окремої категорії, а також середнього арифметичного (M) та стандартного відхилення ( $\sigma$ ) проводилось у програмі Excel.

Результати аналізу показали, що найбільшою в усі роки спостереження у споровому дощі була питома вага спор аскоміцетових грибів *Cladosporium*. Її частка коливалась між найбільшим значенням у 76% від сумарного CI усіх категорій СГ у 2011 році та найменшим значенням у 56% у 2010 році. В усі інші роки частка *Cladosporium* коливалась у межах 64-67%.

Для цієї ж категорії були визначені й найбільші серед усіх рядів даних за кожен рік середні значення та значення стандартного відхилення. Значення середньосезонної концентрації СГ *Cladosporium* перевищувало 1000 спор/м<sup>3</sup> в усі роки спостережень, крім 2013 та 2014.

Друге місце за внеском в інтенсивність спорового дощу над Вінницею посідали спори *Coprinus* та неідентифіковані спори аскоміцетових грибів, об'єднані у категорію *Ascospora*, у 2009, 2011 та у 2013 роках з частками 6%, 4% та 9% відповідно. *Ascospora* була другою за внеском у споровий дощ у 2010, 2012 та 2014 роках. Питома вага цих спор у

названі роки становила 8%, 12% та 11% відповідно. У 2009, 2011 та 2013 роках *Ascospora* була на третій позиції за інтенсивністю пилкового дощу, чергуючись 2010 року з *Coprinus*, у 2012 та 2014 роках – з *Alternaria*. Третя позиція у споровому спектрі з часткою по 6% у кожен з названих років була найвищою для відомої своєю алергенністю *Alternaria*.

В інші роки вона посідала сьому (2009, 2010), шосту (2011) та четверту (2013) позиції у споровому спектрі Вінниці.

Інша спора, алергенність якої доведена [20], *Leptosphaeria*, посідала з 5 по 9 сходинки спорового спектра у 2009-2014 роках. Її частка коливалась від 1% до 7% (табл.).

Загалом перша десятка лідерів за масивністю споруючій

мала сталий склад в усі роки спостереження. До переліку лідерів входили *Alternaria*, *Ascospora*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Didymella*, *Epicothium*, *Ganoderma*, *Leptosphaeria*, *Uredinales*, *Ustilaginales*. У 2010 році, замінивши *Epicothium*, до першої десятки увійшла група спор *Dreschlera/Helminthosporium*. У 2011 році замість *Uredinales* у десятці лідерів з'я-

Таблиця

## Внесок різних представників СГ у загальний споровий дощ м. Вінниці у 2009-2014 роках

	2009, % від СІ	M±m	2010, % від СІ	M±m	2011, % від СІ	M±m	2012, % від СІ	M±m	2013, % від СІ	M±m	2014, % від СІ	M±m
AGRO	1,86 <<1%	0,01± 0,098	3052 1%	12,46 ± 25,581	825 <<1%	3,37± 11,594	1652,83 <1%	11,32± 17,914	447,40 <<1%	5,74± 6,621	200,65 <<1%	2,75 ± 2,991
ASCO	25518 6%	128,88± 248,534	44649 8%	182,24± 369,083	23725,01 4%	96,84± 203,664	38758,81 9%	160,82± 235,363	27243,43 9%	113,99± 242,630	22312,87 11%	104,27± 138,301
ALTE	14173,4 3%	71,58± 68,927	23976 4%	97,86± 150,950	18557 3%	75,74± 120,683	23200, 02, 6%	94,70± 124,520	14716,25 5%	60,07± 84,256	10711,91 6%	43,72± 50,934
ASPE			858 <1%	3,50± 14,898	18 <<1%	0,07± 0,811	1978, 16,<1%	13,74± 19,312	1156,82 <1%	17,53± 20,208	636,38 <<1%	10,79± 12,964
BOTR	687 <1%	3,47± 8,264	579 <1%	2,36± 7,902	4361 1%	17,80± 45,789	34,58, <<1%	2,88± 1,714				
CHAE	6 <1%	0,03± 0,426	1185 <1%	4,84± 9,573	8 <<1%	0,03± 0,254	426,07, <<1%	3,41± 4,185	99,41 <<1%	3,01± 7,041	29,64 <<1%	2,12± 3,313
CLAD	2833193 67%	1430,91± 1264,884	304517 56%	1242,93± 1361,837	494932 76%	2020,13 ±2493,6	262714, 6, 64%	1072,30± 1057,699	204803,6 65%	835,93± 1013,333	128480,4 67%	526,56± 596,128
COPR	33936 8%	171,40± 181,178	38477 7%	157,05± 193,974	26658,01 4%	108,81± 174,772	23114, 27, 6%	100,50± 133,165	28369,16 9%	127,22± 177,687	10434,96 5%	55,81± 76,336
CURV			536 <1%	2,19±4, 300	256 <1%	1,04± 2,480	125,99, <<1%	2,10± 1,860	16,67 <<1%	1,04± 0,487	5,57 <<1%	0,93± 0,516
DIDY	23464 6%	118,51± 309,441	17443 3%	71,20± 219,288	12850 2%	52,45± 168,631	8009, 71, 2%	55,24± 92,472	2523,85 1%	34,58± 38,481	1141,91 1%	20,04± 27,120
EPIC	3184 1%	16,08± 17,241	4530 1%	18,49± 22,971	4459 1%	18,2± 20,787	3507, 42, 1%	17,36± 21,723	5036,27 2%	35,72± 113,587	207,11 <<1%	3,09± 2,773
ERYS	1420 <1%	7,17± 10,519	358 <1%	1,46± 4,622							30,25 <<1%	15,13± 19,651
FUSA					3064 <1%	12,51± 27,155	2883, 72,1%	21,05± 34,47	1844,28 1%	15,50± 25,519	1962,5 1%	21,81± 25,098
GANO	1851 <1%	9,35± 17,046	4736 1%	19,33± 27,502	4825 1%	19,69± 26,813	6520, 38, 2%	38,36± 36,071	3619,95 1%	24,97± 26,019	1396,19 1%	11,54± 12,830
HELM	981 <1%	4,95± 9,226	4835 1%	19,73± 25,480	2876 <1%	11,74± 14,168	166,21, <<1%	2,28±1, 696	75,98 <<1%	2,30± 2,434	54,96 <<1%	2,50± 5,692
LEPT	12781 3%	64,55± 152,926	36975 7%	150,92± 239,386	12521 2%	51,11± 102,682	12162, 63, 3%	62,37± 108,452	8268,22 3%	67,77± 81,123	1884,97 1%	39,27± 70,788
MYXO	320 <1%	1,62± 4,753213	180 <1%	0,73± 5,062			378,56, <<1%	3,11± 3,376	52,45 <<1%	3,75± 3,169		
OIDI			3151 1%	12,86± 19,957	2275 <1%	9,29± 18,502	591,46, <<1%	5,69± 8,376	318,54 <<1%	4,30± 5,020	1527,41 1%	10,76± 12,909
PITH			958 <1%	3,91± 10,694	392 <<1%	1,60± 4,237	313,94, <<1%	2,45± 2,935	246,38 <<1%	3,29± 4,449	95,71 <<1%	2,59± 4,249
PERI			12997 2%	53,05± 70,207	18640,01 3%	76,08± 112,523	3041, 28,1%	15,21± 26,333	1839,31 1%	14,83± 28,817	1613 29,1%	12,51± 16,003
PERO			3375 1%	13,78± 17,601	1667 <1%	6,81± 11,428	1172, 41,<1%	6,59± 6,351	670,94 <1%	5,21± 6,256	512,72 <<1%	4,46± 4,782
PLEO	1405 <1%	7,10± 9,271	3150 1%	12,86± 15,628	1825 <1%	7,45± 7,921	957,12, <1%	5,50± 7,163	334,15 <<1%	2,46± 2,375	327,32 <<1%	2,82± 3,590
PUCC			573 <1%	2,34± 7,374	213 <<1%	0,87± 2,454	481,73, <<1%	3,01± 2,901	543,79 <1%	6,32± 9,754	579,01 <<1%	6,43± 12,135
STEM	930 <1%	4,70± 6,681	2498 <1%	10,20±3 1,221	1262 <1%	5,15±7, 883	372,08, <<1%	2,27±2,0 31	315,62 <<1%	2,72±2, 459	361,28 <<1%	3,20± 7,944
TORU	433 <1%	2,19± 4,551	1625 <1%	6,63± 6,342	1421 <1%	5,8± 6,537	623,89, <<1%	3,20± 3,263	347,69 <<1%	2,67± 2,774	371,09 <<1%	2,83± 8,470
URED	4303 1%	21,73± 63,381	7615 2%	31,08± 39,940	3331 1%	13,60± 18,806	3879, 88, 1%	17,32± 19,021	3846,58 1%	19,93± 24,317	2420,35 1%	15,82± 16,530
USTI	16732 4%	84,51± 149,102	24839 5%	101,38± 125,938	14414 2%	58,83± 69,735	15692, 34, 4%	67,35± 58,520	10421,15 3%	43,97± 45,069	5232,21 3%	24,34± 23,469

вилася *Periconia*, а у 2014 році, окрім *Periconia*, серед найперших за інтенсивністю спорового дощу були *Fusarium* та *Oidium*. Вони замінили тут *Didymella*, *Epicoccum* та *Ganoderma*.

*Epicoccum*, також відомий своєю алергенністю, не увійшовши до десятки СГ з найбільшим внеском до спорового дощу у 2010 та 2014 роках, посів дванадцятку та дев'ятнадцятку сходинки відповідно з часткою близько 1%.

Звичний для аеробіологічних зразків *Stemphylium*, алергени якого мають перехресні реакції з алергенами *Alternaria*, вважаються другим за важливістю споровим алергеном після *Alternaria* США [21]. Він в усі роки спостереження виявлявся у другій десятці СГ, розташованих за зменшенням величини внеску у споровий дощ в атмосферному повітрі міста Вінниці. Його частка завжди була меншою за 1%.

*Pleospora*, яка є однією із статевих стадій розмноження анорморфного (безстатева спора) *Stemphylium* [1], посідала з 12 по 18 сходинку у споровому спектрі з часткою 1% та менше.

Стабільні 16-18 позиції у спороспектрі в усі роки спостереження мала *Torula*, яка останнім часом слугує харчовою добавкою, але також може викликати алергію у чутливих до СГ осіб [22].

Одними з найменш інтенсивних споропродуцентів, СГ яких реєструвались в атмосферному повітрі Вінниці, були *Chaetomium*, *Aspergillus*, *Curvularia*, *Erysiphales* й *Mucoromycota* (табл.).

Таким чином, у повітрі Вінниці у 2009-2014 роках зареєстровано понад 30 категорій спор грибів, багато з яких мають доведену клінічно здатність викликати сезонну алергію.

Серед них переважали представники відділу аскоміцетових грибів (*Ascomycota*), а також спостерігалися представники базидіоміцетових (*Basidiomycota*) та несправжніх грибів (*Oomycota*).

Найбільше СГ реєструвалось в атмосферному повітрі у період з червня по жовтень з чітко окресленими підйомами концентрації, в основному за рахунок СГ *Cladosporium*, у червні та липні.

Піками у липні характеризувалися і СГ *Alternaria* та *Ascospores*.

Загалом осінні місяці мали більш високі концентрації СГ у повітрі, ніж весняні та перша половина червня.

У чотири із шести років спостереження (2009-2011 та 2013 роки) найбільший внесок у споровий дощ зроблено СГ *Cladosporium*, *Coprinus* та *Ascospora*. У 2012 та 2014 роках замість *Coprinus* третю позицію посіла *Alternaria*.

Найбільшою в усі роки спостереження у споровому дощі була питома вага спор аскоміцетових грибів *Cladosporium*. Її частка коливалася між найбільшим значенням у 76% від сумарного СІ усіх категорій СГ у 2011 році та найменшим значенням у 56% у 2010 році.

#### Висновки

Показано домінування у повітряному біоаерозолі спор роду *Cladosporium*, що відповідає результатам спостереження у більшості точок світу. Загалом в атмосферному повітрі домінували представники відділу аскоміцетових грибів (*Ascomycota*), а також представники базидіоміцетових грибів (*Basidiomycota*) і псевдогрибів (*Oomycota*). Зокрема, до переліку лідерів за показником річного спорового індексу входили спори *Alternaria*, *Ascospora*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Didymella*, *Epicoccum*, *Ganoderma*, *Leptosphaeria*, спори порядків *Uredinales* та *Ustilaginales*.

Найбільше СГ реєструвалося в атмосферному повітрі у період з червня по жовтень з чітко окресленими підйомами концентрації, в основному за рахунок спор *Cladosporium* у червні і липні. Також пік у липні мали *Alternaria* і *Ascospores*. В осінні місяці спостерігалася вища концентрація спор у повітрі, ніж у весняні місяці і у

першу половину червня.

Дані за контентом спор грибів в атмосферному повітрі для тривалого періоду спостереження отримано для України вперше. Результат дозволить поліпшити діагностику і профілактику сезонної алергії у нашій країні.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Breitenbach M., Crameri R., Lehrer S.B. Fungal Allergy and Pathogenicity. A timely overview of molecular and clinical aspects. *Chemical Immunology*. 2002. Vol. 81. 310 p.
- Fröhlich-Nowoisky J., Pickersgill D.A., Després V.R., Pöschl U. High diversity of fungi in air particulate matter. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2009. № 106 (31). P. 12814-12819.
- Cole G.T., Hoch H.C. The Fungal Spore and Disease Initiation in Plants and Animals. New-York : Springer Science+ Business Media, 1991. 554 p.
- Després V.R., Nowoisky J.F., Klose M., Conrad R., Andreae M.O., Pöschl U. Characterization of primary biogenic aerosol particles in urban, rural, and high alpine air by DNA sequence and restriction fragment analysis of ribosomal RNA genes. *Biogeosciences*. 2007. № 4. P. 1127-1141.
- Wu Z., Tsumura Y., Blomquist G., Wang X.-R. 18 S rRNA Gene variation among common air borne fungi, and development of specific oligonucleotide probes for the detection of fungal isolates. *Applied and Environmental Microbiology*. 2003. № 69. P. 5389-5397.
- Simon-Nobbe B., Denk U., Pöhl V., RidR., Breitenbach M. The Spectrum of Fungal Allergy. *Int Arch Allergy Immunol*. 2008. № 145. P. 58-86.
- Burge H.A. Fungus allergens. *Clinical Reviews in Allergy*. 1985. Vol. 3. Issue 3. P. 319-329.
- Гришило П.В. Алерген-специфічна імунотерапія: стандартні підходи та сучасні погляди. *Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія*. 2011. № 6/7. С. 25-28.
- Пухлик Б.М. Ситуация с аллергическими заболеваниями и аллергологией в Украине. *Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія*. 2013. № 2. С. 7-9.

10. Black P.N., Udy A.A., Brodie S.M. Sensitivity to fungal allergens is a risk factor for life-threatening asthma. *Allergy*. 2000. Vol. 55. Issue 5. P. 501-504.
11. Sofiev M., Bergmann K.-C. Allergenic Pollen: A Review of the Production Release, Distribution and Health Impacts. Dordrecht : Springer Science+Business Media, 2013. 252 p.
12. O'Connor D.J., Sadyś M., Skjoth C.A., Healy D.A., Kennedy R., Sodeau J.R. Atmospheric concentrations of *Alternaria*, *Cladosporium*, *Ganoderma* and *Didymella* spores monitored in Cork (Ireland) and Worcester (England) during the summer of 2010. *Aerobiologia*. 2014. № 30 (4). P. 397-411.
13. Horner W.E., Helbling A., Salvaggio J.E., Lehrer S.B. Fungal allergens. *Clin. Microbiol. Rev.* 1995. Vol. 8. №2. P. 161-179.
14. Middleton E.Jr., Reed C.E., Ellis E.F., Adkinson F.N.Jr., Yunginger J.W., Busse W.W. Allergy: Principles and Practice. 5-th ed. Mosby, 1998. 1933 p.
15. Garrett M.H., Rayment P.R., Hooper M.A., Abramson M.J., Hooper B.M. Indoor airborne fungal spores, house dampness and associations with environmental factors and respiratory health in children. *Clinical & Experimental Allergy*. 1998. Vol. 28. Issue 4. P. 459-467.
16. Kasprzyk I., Rodinkova V., Saulienė I., Ritenberga O., Grinn-Gofron A., Nowak M., Sulborska A., Kaczmarek J., Weryszko-Chmielewska E., Bilous E., Jedryczka M. Air pollution by allergenic spores of the genus *Alternaria* in the air of central and eastern Europe. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22. Issue 12. P. 9260-9274.
17. Molina R., Manzano J., Rodriguez S. Influence of environmental factors on measurements with Hirst spore traps. *Grana*. 2013. Vol. 52. Issue 1. P. 59-70.
18. Mozo H.G. Minimum requirements to manage aerobiological monitoring stations included in a national network involved in the EAN. *International Aerobiology Newsletter*. 2011. № 72. P. 1-2.
19. Родінкова В.В. Наукове обґрунтування системи моніторингу та профілактики впливу алергенних чинників біологічного походження на стан здоров'я міського населення України : автореф. дис. ... доктора біол. наук : 14.02.01. К., 2015. 38 с.
20. Sadyś M., Kaczmarek J., Grinn-Gofron A., Rodinkova V., Prikhodko A., Bilous E., Strzelczak A., Herbert R., Jedryczka M. Dew point temperature affects ascospore release of allergenic genus *Leptosphaeria*. *International Journal of Biometeorology*. 2018. URL : <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1500-z>
21. Weber R.W. Allergen of the Month – *Stemphylium*. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*. 2015. Vol. 114. Issue 1. P. A11.
22. Panjabi C., Shah A. Allergic Aspergillus sinusitis and its association with allergic bronchopulmonary aspergillosis. *Asia Pacific Allergy*. 2011. № 1 (3). P. 130-137.
- REFERENCES
1. Breitenbach M., Cramer R. and Lehrer S.B. *Chemical Immunology*. 2002 ; 81 : 310 p.
2. Fröhlich-Nowoisky J., Pickersgill D.A., Després V.R. and Pöschl U. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2009 ; 106 (31) : 12814-12819.
3. Cole G.T. and Hoch H.C. The Fungal Spore and Disease Initiation in Plants and Animals. New York : Springer Science+Business Media ; 1991 : 554 p.
4. Després V.R., Nowoisky J.F., Klose M., Conrad R., Andreea M.O. and Pöschl U. *Biogeosciences*. 2007 ; 4 : 1127-1141.
5. Wu Z., Tsumura Y., Blomquist G. and Wang X.-R. *Applied and Environmental Microbiology*. 2003 ; 69 : 5389-5397.
6. Simon-Nobbe B., Denk U., Pöll V., Rid R. and Breitenbach M. *Int Arch Allergy Immunol*. 2008 ; 145 : 58-86.
7. Burge H.A. *Clinical Reviews in Allergy*. 1985 ; 33 : 319-329.
8. Hryshko P.V. *Klinichna imunologhiia. Alerholohiia. Infektologhiia*. 2011 ; 6/7 : 25-28 (in Ukrainian).
9. Pukhlyk B.M. *Klinichna imunologhiia. Alerholohiia. Infektologhiia*. 2013 ; 2 : 7-9 (in Russian).
10. Black P.N., Udy A.A. and Brodie S.M. *Allergy*. 2000 ; 55 (5). P. 501-504.
11. Sofiev M. and Bergmann K.-C. Allergenic Pollen: A Review of the Production Release, Distribution and Health Impacts. Dordrecht : Springer Science+Business Media; 2013 : 252 p.
12. O'Connor D.J., Sadyś M., Skjoth C.A., Healy D.A., Kennedy R. and Sodeau J.R. *Aerobiologia*. 2014 ; 30 (4) : 397-411.
13. Horner W.E., Helbling A., Salvaggio J.E. and Lehrer S.B. *Clin. Microbiol. Rev.* 1995 ; 8 (2) : 161-179.
14. Middleton E.Jr., Reed C.E., Ellis E.F., Adkinson F.N.Jr., Yunginger J.W. and Busse W.W. Allergy: Principles and Practice. 5-th ed. Mosby, 1998 : 1933 p.
15. Garrett M.H., Rayment P.R., Hooper M.A., Abramson M.J. and Hooper B.M. *Clinical & Experimental Allergy*. 1998 ; 28 (4) : 459-467.
16. Kasprzyk I., Rodinkova V., Saulienė I., Ritenberga O., Grinn-Gofron A., Nowak M., Sulborska A., Kaczmarek J., Weryszko-Chmielewska E., Bilous E. and Jedryczka M. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015 ; 22 (12) : 9260-9274.
17. Molina R., Manzano J. and Rodriguez S. *Grana*. 2013 ; 52 (1) : 59-70.
18. Mozo H.G. *International Aerobiology Newsletter*. 2011 ; 72 : 1-2.
19. Rodinkova V.V. Naukove obhruntuvannya systemy monitorynhu ta profilaktyky vplyvu alerhennykh chynnykiv biolohichnoho pokhodzhennia na stan zdorovia miskoho naseleння Ukrainy : avtoref. dys. ... doktor bioloh. nauk. Kyiv, 2015 : 388 p. (in Ukrainian).
20. Sadyś M., Kaczmarek J., Grinn-Gofron A., Rodinkova V., Prikhodko A., Bilous E., Strzelczak A., Herbert R. and Jedryczka M. *International Journal of Biometeorology*. 2018. URL : <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1500-z>
21. Weber R.W. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*. 2015 ; 114 (1) : A11.
22. Panjabi C. and Shah A. *Asia Pacific Allergy*. 2011 ; 1 (3) : 130-137.

Надійшло до редакції 17.01.2018