

© Приходько О. Б., Ємець Т. І.
УДК 614.715

АСИМЕТРІЯ РОЗПОДІЛУ ПИЛКУ АНЕМОФІЛЬНИХ РОСЛИН

Приходько О. Б., Ємець Т. І.

Запорізький державний медичний університет МОЗ України, м. Запоріжжя

Понимание закономерностей изменения концентрации пыльцы в воздухе важно для профилактики сезонных аллергических заболеваний. Заблаговременное предупреждение больных и врачей позволит не допустить массовых обострений поленовых аллергий. Целью работы было определение асимметрии распределения пыльцы по дням в период цветения анемофильных растений, в результате чего продлеваются проявления аллергических реакций у населения. Материалом исследования были данные аэробιοлогического мониторинга в городе Запорожье в период с 2006 по 2010 год на примере амброзии, шелковицы, березы, сосны и вяза. Асимметрию оценивали как отношение центрального момента третьего порядка к среднему квадратичному отклонению в третьей степени с доверительным интервалом в 95%. Распределение пыльцы во времени имеет позитивную асимметрию в среднем на уровне $0,9 \pm 0,32$. Пыльца амброзии распределяется по дням почти симметрично - $0,28 \pm 0,36$. Распределение пыльцы березы, шелковицы и сосны имеет позитивную асимметрию близко единицы. Распределение пыльцы вяза наиболее асимметричное - $1,27 \pm 0,68$. Вяз цветет до появления листьев, что возможно способствует пролонгированной циркуляции пыльцы в воздухе по сравнению с другими видами. Как перспективное направление представляет интерес исследование значения зеленых насаждений в очистке воздуха от аллергенной пыльцы.

Ключевые слова: аэробιοлогия, пыльца, полиноз, бронхιальная астма, асимметрия нормального распределения.

Розуміння закономірностей зміни концентрації пилку у повітрі важливо для профілактики сезонних алергічних захворювань. Завчасне попередження хворих та лікарів дозволить не допустити масових загострень поленових алергій. Але статистична обробка даних моніторингу концентрації пилку та пошук закономірностей і причин формування небезпечної аероалергенної ситуації зустрічається дуже рідко. Це пояснюється неможливістю використання загальноприйнятих методів. Набуває актуальності адаптація та розробка нових статистичних підходів до обробки даних аеробιοлогічних досліджень.

Аналізуючи літературні дані, можна дістати висновок, що на формування аероалергенної ситуації впливають річна циклічність формування пилку певними видами рослин та погода під час палінації. Пауль Комтоїс проаналізував дані аеропалінологічного моніторингу за 11 років, які склали 4070 днів. Він порівняв розподіл пилку у часі з нормальним (Гаусовим) розподілом і довів, що за рахунок різких стрибків концентрації пилку реальні дані далекі від нормального розподілу. Також, Пауль Комтоїс наголосив на постійній асиметрії реальних показників і запропонував використовувати гама-розподіл, як такий, що краще описує динаміку концентрації пилку у повітрі [1].

Методи непараметричної статистики використовували М. Латалова із співавторами [3]. Цей метод набув популярності і зустрічається все частіше [4]. Він оснований на розгляді терміну палінації у залежності від перцентилю розподілу пилку по днях. Дні палінації розділяють на періоди: 1-2,5; 2,5-5; 5-25; 25-50; 50-75; 75-95; 95-99 відсотків середньодобової кількості пилку від загальної суми. Метод дозволяє показати особливості палінації у вигляді діаграми і візуально визначитися з терміном палінації і асиметричністю розподілу. Проте метод має і недоліки. За ним не можливо оцінити максимальні значення у пікові дні, та і з терміном можна помилитися. Наприклад, у Запоріжжі на весні при сухій погоді спостерігаються сильні вітри, які можуть викликати пилові бурі. З пилом значна частина

пилку минулого року може опинитися у повітрі. Його вміст може сягати високого рівня, що може бути помилково визначено, як початок палінації.

Що до розподілу пилку у повітрі по днях, то є сума різних факторів, які треба вивчати окремо. Для того, щоб здійснити запилення, розкриття пилковиків у рослин повинно відбуватися одночасно. Якщо відкинути всі інші фактори, то вірогідність відхилення від оптимального часу однакова як в один, так і в інший бік. Тобто, розподіл пилку у часі повинен проходити за нормальним (Гаусовим) законом. Закон нормального розподілу – фундаментальний закон, що описує більшість параметрів організмів. Але від класичного «кріст», який розглядається як приклад нормального розподілу в літературі зі статистики, час викиду пилку напряду залежить від здатності до розмноження. Тому цей показник знаходиться під жорстким стабілізуючим добром. Описують нормальний розподіл середнє і стандартне відхилення (σ). Для пошуку середнього дня цвітіння, як середнього арифметичного, необхідно визначитися з терміном палінації, що має труднощі. Це пов'язано з тим, що незначна кількість пилку (наприклад амброзії) присутня у повітрі весь рік. Зручно використовувати медіану (день, на який приходить половина пилку). Враховуючі те, що на період цвітіння приходить більше 90% пилку, помилка буде незначна. Але, при оцінюванні стандартного відхилення, використовувати дані всього року не доцільно. На дисперсію впливають як частота варіанти, так і на скільки її значення відрізняється від середнього. Наприклад, пилок, який є у повітрі в травні в суху та вітряну погоду не має відношення до розподілу пилку під час цвітіння, але значно підвищує дисперсію.

Розподіл пилку у часі, зазвичай, має позитивну асиметрію. Пояснення цього у тому, що вірогідність ввіймати пилок до того як він покине пилковик дорівнює нулю, а під час розкриття пилковика – максимальна та буде поступово знижуватися у часі згідно з гама-розподілом (розподіл Ерланга, при $k=1$). Вочевидь, причина цього явища залежить від накопичення

пилку у навколишнім середовищі. Пилок, який покинув пилковик, деякий час знаходиться у повітрі і осідає на поверхнях, з яких може повторно зірватися при поривах вітру. Цікаво, що деякі автори відмічають підвищений вміст пилку в урбанізованих районах нової забудови без старих дерев, при тому, що кількість рослин, які продукують цей пилок, значно менше, чим за околицею міста [2]. Це свідчить про таку характеристику середовища, як буферність, тобто здатність до утримання пилку. Мабуть, на цю характеристику впливає озеленення міст, тому що дерева являються фільтром, який очищує повітря, в тому числі і від пилку. Також треба пам'ятати про фізіологічні особливості рослин. Зрілий пилковик, розкриваючись, викидає максимальну кількість пилку, але деякі зерна залишаються і покидають пилковик через певний час.

Таким чином, ефект затримки, який залежить від якості середовища та фізіологічних особливостей анемофільних рослин, здатний «розтягнути» в часі палінацію і, як наслідок, клінічні симптоми поленових алергій.

Метою роботи було визначення асиметрії розподілу пилку по днях в період цвітіння анемофільних рослин, в наслідок якої подовжуються прояви алергенних реакцій у населення.

Матеріали та методи досліджень

Матеріалом дослідження були результати аеробіологічного моніторингу, які отримані нами у Запоріжжі в період з 2006 по 2010 рік на прикладі амброзії, шовковиці, берези, сосни та в'язу. Ці рослини продукують більшість пилку і до їх складу входить незначна кількість видів, які цвітуть одночасно, що виключає полімодальність розподілу. Так, пилок амброзії продукують *Ambrosia artemisiifolia* L. та близький вид – чорнощир (*Cyclachena xanthiifolia* Fresen.), шовковиці – *Morus alba* L. і *M. nigra* L., берези – *Betula pendula* L. Ендемік Запоріжжя береза дніпровська (*B. borispshenica* Klok.) вкрай рідкісний вид і навряд чи представлений в паліноспектрі. Найпоширеніший вид сосни – *Pinus sylvestris* L. Род *Ulmus* представлений двома видами, які також цвітуть одночасно: в'яз гладенький (*U. laevis* Pall.) і берест (*U. carpinifolia* Rupp.). Нажаль, з технічних причин, важко викласти дані щодобової концентрації пилку, але вони доступні для фахівців на сайті Європейської мережі аероалергенного спостереження (EAN).

Для пошуку середнього дня цвітіння, як середнього арифметичного, визначали термін цвітіння, як період від сталого підйому концентрації пилку в повітрі, яке відбувалося у межах 1-2% від загальної кількості, і до дня, коли кількість пилку зменшувалася, а загальна кількість сягала 98-99%. Такий підхід пояснюється

тим, що нам було необхідно оцінити «хвіст», який тягнеться після цвітіння. Оскільки варіантою у нашому дослідженні є доба, а кількість пилку в цю добу є частотою варіанти, необхідно цей показник враховувати. Середнє арифметичне – це відношення суми всіх членів сукупності до кількості членів сукупності.

$$\bar{X} \text{ ср} = (\sum(M \cdot X)) / M \text{ взагалі}$$

Де:

X – доба, або скоріше номер доби, коли робились спостереження.

M – середньодобова кількість пилку, яка спостерігалася на X добу.

M взагалі – загальна сума пилкових зерен.

Також треба враховувати особливості аеробіологічних даних під час пошуку стандартного відхилення. У формулі присутня частота варіанти і відсутня кількість степенів свободи, якою можна знехтувати у зв'язку з великими значеннями M взагалі:

$$\sigma = (\sum(M(X - \bar{X} \text{ ср}))^2) / M \text{ взагалі}^{1/2}$$

Асиметрію оцінюють різними методами, наприклад, порівнюючи середнє арифметичне і медіану. Але, найчастіше знаходять критерій або коефіцієнт асиметрії як відношення центрального моменту третього порядку до сигми у третій степені.

$$g_1 = (\sum(M(X - \bar{X} \text{ ср})^3)) / (M \text{ взагалі} \cdot \sigma^3)$$

Результати та їх обговорення

Для амброзії значна асиметрія спостерігалася у 2006 і 2009 році. При цьому у 2009 році пилку було дуже мало, а максимумами спостерігалися з самого початку цвітіння. У 2008 році мали майже ідеальний симетричний результат. А в 2010 році була зафіксована негативна асиметрія – внаслідок спекотного літа цвітіння почалося значно раніше, але було незначним і розподіл мав «лівий хвіст». Це означає, що розподіл пилку амброзії по днях має незначну позитивну асиметрію. Найбільшу асиметрію з таксонів, що досліджуються, має розподіл пилку в'язу. Розподіл пилку берези, шовковиці та сосни має позитивну асиметрію близько одиниці. Середні показники з довірчим інтервалом у 95% по п'яти видах склали $g_1 = 0,9 \pm 0,32$; при $\sigma = 0,37$. Низька асиметрія розподілу амброзії можливо пов'язана з терміном цвітіння. Амброзія має значний потенціал у продукуванні нових квітів після початку цвітіння і, зазвичай, припинення палінації пов'язане з несприятливими умовами, які спостерігаються восени. Коли починаються затяжні дощі, повітря швидко очищується від пилку. І навпаки, в'яз цвіте дуже рано, коли настає суха вітряна погода, і коли відсутнє листя на деревах, що сприяє пролонгованій циркуляції пилку в повітрі, у порівнянні з іншими видами. Коефіцієнти асиметрії пилку по днях цвітіння кадані в таблиці.

Таблиця
Коефіцієнт асиметрії розподілу пилку по днях цвітіння

	2006	2007	2008	2009	2010	середнє	σ
Амброзія	0,65	0,07	0,00	0,79	- 0,11	0,28±0,36	0,41
Шовковиця	0,86	0,04	1,18	1,53	1,41	1,00±0,52	0,60
В'яз	1,83	2,35	0,77	0,82	0,57	1,27±0,68	0,78
Сосна	1,34	1,23	0,72	0,92	0,53	0,95±0,30	0,34
Береза	1,16	1,28	1,08	0,22	1,30	1,01±0,40	0,45

Висновки

Розподіл пилку у часі має позитивну асиметрію в середньому на рівні $0,9 \pm 0,32$.

Розподіл пилку в'язу, який цвіте до появи листя, більш асиметричний $1,27 \pm 0,68$, а пилку амброзії майже симетричний $0,28 \pm 0,36$.

Як перспективний напрямок, представляє інтерес дослідження значення зелених насаджень в очищенні повітря від пилку.

Література

1. Comtois P. The gamma distribution as the true aerobiological probability density function (PDF) /

Paul Comtois // *Aerobiologia*. – 2000. – Vol. 16. – Number 2. – P. 171-176.

2. Gonzalo-Garijo M. A. Differences in spatial distribution of airborne pollen concentrations at different urban locations within a city / M. A. Gonzalo-Garijo, Tormo-Molina R. // *J Investig Allergol Clin Immunol*. – 2006. – Vol. 16 (1). – P. 37-43.
3. Latałowa M. Seasonal variations in the atmospheric Betula pollen count in Gdansk (Southern Baltic coast) in relation to meteorological parameters / M. Latałowa, M. Miętus, A. Urska // *Aerobiologia*. – 2002. – Vol. 18. – Number 1. – P.33-43.
4. Puc M. Threat of allergenic airborne grass pollen in Szczecin, NW Poland: the dynamics of pollen seasons, effect of meteorological variables and air pollution / Małgorzata Puc // *Aerobiologia*. – 2011. – Vol. 27, № 1. – P. 65-70.

Summary

ASYMMETRY IN DISTRIBUTION OF ANEMOPHILY PLANTS POLLEN

A. B. Prykhodko, T. I. Emets, L. M. Titova

Key words: aerobiology, pollen, pollenosis, bronchial asthma, asymmetry of normal distribution

It is very important to realize the regularity in changing of pollen concentration in the air for the preventive measures of seasonal allergic diseases. Patients and doctors are to be warned about seasonal changes to avoid the mass intensifying of pollen allergy. The purpose of the research was the determination of asymmetry of pollen distribution on each day during the period of flowering of anemophily plants as the result of which allergic reactions are prolonged. The research material was based on the information of the aerobiological monitoring in the town of Zaporozhye in the period from 2006 to 2010 by the example of ragweed, mulberry, birch, pine-tree and elm. The asymmetry was estimated as the dependence of central moment upon the third degree standard deviation in the third degree to the confidence interval in 95%. The distribution of pollen in time has positive asymmetry at the average of $0,9 \pm 0,32$. Ragweed's pollen is distributed almost symmetrically on each day ($0,28 \pm 0,36$). The distribution of elm's pollen is the most asymmetric ($1,27 \pm 0,68$). Since elm bears blossom before the appearance of leaves, it can cause the prolonged circulation of its pollen in the air in comparison with other kinds of plants. The study of green plants and their role in air cleansing of allergenic pollen is a promising and advanced direction in research.

Zaporizhzhya State Medical University of Health of Ukraine, Zaporizhzhya

Матеріал надійшов до редакції 4.02.2011 р.