

4. Khalikova F.R. Sovershenstvovanie normirovaniya I rascheta insoliatsii zhilykh pomeshcheniy putem rascheta intensivnosti I dozy ultrafioletovoy radiatsii : avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk [Improvement of the Standardization and Calculation of the Residential Buildings' Insolation by Means of the Calculation of the Intensity and Dose of Ultraviolet Radiation: Abstract of the Candidate of Technical Sciences Dissertation]. Kazan (Russia) ; 2013 : 21 p.(in Russian).

5. Darula S., Christoffersen J., Malikova M. *Energy Procedia*. 2015 ; 78 : 1245-1250.

6. Environmental Health Criteria 160: Ultraviolet radiation. Geneva : WHO ; 1994 : 353 p.

7. ICNRP Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wave Lengths between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation). *Health Physics*. 2004 ; 87 (2) : 171-186.

8. Yaryhin A.V. Hihienichna kharakterystyka pryrodnoho ultrafioletovoho vyprominiuvania v prymyshchenniakh zhytlovykh budynkiv : avtoref. dys. ... kand. biol. nauk [Hygienic Characteristic of Natural Ultraviolet Radiation in the Dwelling Houses : Abstract of the Candidate of Biology Dissertation] : 14.02.01. Kyiv ; 2002 : 21 p. (in Ukrainian).

9. Chubarova N.Ye. Ultrafioletovaya radiatsiya u zemnoi poverkhnosti : avtoref. diss. ... doktor geograf. nauk [Ultraviolet Radiation at the Earth's Surface : Abstract of the Doctor of Geography Dissertation]. Moscow ; 2007 : 48 p. (in Russian).

10. International reference action spectrum and standard erythema dose : ISO 17166:1999. Vienna ; 1999 : 6 p.

11. Steblii N.N., Akimenko V.Ya. Metodicheskie osobennosti monitoring ultrafioletovoi sostavliaiushchei insoliatsii zhylishcha [Methodical Features of the Monitoring of Dwelling Insolation Ultraviolet Component]. In : *Zdorovie I okruzhaiushchaia sreda [Health and Environment : Materials of the Conference]*. Minsk ; 2017 ; 1 : 52-55(in Russian).

12. Berson D.M., Dunn F.A., Takao M. *Science*. 2002 ; 295 : 1070-1073.

Надійшла до редакції 18.10.2017

FEATURES OF AMBROSIA POLLEN QUANTITY FORECAST IN THE ATMOSPHERIC AIR OF ZAPORIZHZHIA

Maleieva A.Y., Prikhodko A.B., Yemets T.I.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ПИЛКУ АМБРОЗІЇ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ЗАПОРІЗЖЯ

МАЛЕЄВА Г.Ю.,
ПРИХОДЬКО О.Б., ЄМЕЦЬ Т.І.
Запорізький державний
медичний університет

УДК 616-022.854:582.998.1]-
047.36(477.64-25)

Ключові слова: аеробіологія,
амброзія, пилок,
алергопрогноз.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПЫЛЬЦЫ АМБРОЗИИ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ЗАПОРОЖЬЯ

Малеева А.Ю., Приходько А.Б., Емец Т.И.

Запорожский государственный медицинский университет

Пыльца амброзии является одной из наиболее частых причин возникновения сезонной аллергии у населения. Для улучшения профилактики поллинозов необходима разработка современных методов прогнозирования повышенного содержания пыльцы в атмосфере.

Цель: усовершенствование способа ежедневного прогнозирования аэроаллергической ситуации, связанной с изменением количества пыльцы амброзии в воздухе.

Материалы и методы. Мониторинг аэроаллергенной ситуации осуществляли с помощью волнометрической ловушки. В расчетах использовали данные архива погоды метеостанции WMO 34601. Результаты наблюдений обрабатывались с помощью пакета «STATISTICA 10 StatSoftInc.» и «Excel».

Результаты. За 10 лет наблюдений был накоплен материал, позволяющий установить некоторые закономерности распределения пыльцы амброзии в атмосферном воздухе г. Запорожья по дням палинации в зависимости от метеоусловий. Для улучшения прогнозирования аэроаллергенной ситуации предлагается использовать формулу определения ожидаемого суточного количества пыльцы амброзии, которая представляет собой произведение количества пыльцы в конкретный день как среднего за многолетние наблюдения и коэффициентов влияния наиболее значимых метеорологических факторов. Нами были подсчитаны и использованы коэффициент поправки на асимметрию распределения пыльцы по дням палинации; коэффициент влияния ветра; коэффициент влияния осадков; коэффициент зависимости количества пыльцы в воздухе от атмосферного давления; коэффициент зависимости количества пыльцы от относительной влажности. Также мы оценивали степень риска развития у населения аллергических реакций по 5-балльной шкале, в которой 1 балл соответствует низкому уровню угрозы, а 5 баллов указывают на наивысший уровень опасности для пациентов.

Выводы. Количество пыльцы амброзии в конкретные дни может значительно отличаться от средних показателей под действием различных факторов погоды, при этом достоверной корреляции между уровнем пыльцы и интенсивностью отдельных факторов не выявлено. Форма действия отдельных погодных факторов в зависимости от интенсивности и направления изменений погоды может меняться и даже быть противоположной. Первая попытка рассчитать ожидаемое количество пыльцы как произведение средних значений и коэффициентов влияния метеоусловий имела положительный результат. В среднем за 10 лет коэффициент корреляции между уровнем пыльцы и прогнозом, осуществленный таким способом, составил $0,8 \pm 0,06$. Предложенный метод позволяет отойти от субъективного подхода и рассчитывать алергопрогноз на основе прогноза погоды.

Ключевые слова: аеробіологія, амброзія,
пыльца, алергопрогноз.

© Малеева Г.Ю., Приходько О.Б., Емец Т.И. СТАТТЯ, 2018.

Азії, Австралії та Південної Америки [3]. Нині найбільшими джерелами пилку амброзії в Європі є територія України та південна частина Росії. У Європейському Союзі її можна зустріти на територіях Угорщини, Сербії, Хорватії, Словенії, Словаччини та Румунії [4]. У Західній Європі значна концентрація пилку амброзії спостерігається у деяких регіонах Італії та Франції [5]. Не останню роль у подальшому поширенні цієї карантинної рослини відіграють метеорологічні умови, а також глобальне потепління [6]. Для покращання профілактики алергічних захворювань у населення потрібно враховувати цю залежність та використовувати її для побудови алергопрогнозів [7].

Залежність між певними факторами довкілля та продукуванням пилку вже встановлено для багатьох видів анемофільних рослин, що ще раз підтверджує важливість пошуку таких закономірностей у подальших дослідженнях. Так, наприклад з використанням 43-річного аеробіологічного моніторингу, що проводився у Нідерландах, було встановлено взаємозв'язок між середньою кількістю пилку деяких видів анемофільних рослин, опадами, середньомісячною та середньорічною температурами повітря. За допомогою коефіцієнта кореляції Спірмана було доведено, що для таких рослин, як вільха, береза, ліщина, дуб та подорожник, важливими факторами, що впливають на їхню палінацію, є як минулорічна температура, так і температура повітря у період цвітіння, а кількість опадів впливає мінімально. У ході дослідження було встановлено, що літня температура (минулорічна) впливає на формування репродуктивної системи цих рослин, а температу-

ра під час палінації впливає лише на інтенсивність викиду пилкових зерен [8].

Також N. Khwarahm було досліджено взаємозв'язок між метеорологічними умовами та зміною кількості пилку берези і злакових в атмосферному повітрі. Як було встановлено, максимальна температура, кількість сонячних променів та опади є найважливішими факторами впливу, що здатні змінювати кількість пилкових зерен злаків у повітрі. Було виявлено позитивну кореляцію між концентрацією пилку злаків, максимальною температурою повітря та кількістю сонячних променів, а негативну кореляцію – між пилком злакових та опадами. Для берези найважливішими факторами, які впливають на її палінацію, є середня температура повітря (простежується позитивна кореляція), швидкість вітру та кількість опадів (відзначають негативну кореляцію) [9].

D. Stkpalska встановила, що у Польщі високий рівень пилку амброзії фіксувався саме тоді, коли над дослідженою територією панували полярні континентальні повітряні маси. Саме вони приносили теплу чи навіть спекотну та суху погоду без опадів. До того ж вона аналізувала частоту днів, коли кількість пилку амброзії перевищувала концентрацію 10-ти зерен у кубічному метрі атмосферного повітря. Завдяки цьому дослідженню було встановлено, що у Любліні дні з високою концентрацією пилку амброзії співпадали з моментом, коли південна частина Польщі перебувала під впливом низького тиску та циклонічної активності з південного чи південно-західного напрямку. У Сосновці та Кракові високий рівень пилку амброзії спостерігався під час руху повітряних мас з південного, східного, південно-західного або ж південно-східного напрямку незалежно від циклону та антициклону [10].

Детальний аналіз впливу метеоумов на зміну кількості пилку в атмосферному повітрі було проведено групою українських аеробіологів у м. Вінниці. У роботах В. Родінкової, Л. Кременської та І. Мотрук виявлено кореляцію між кількістю пилку та метеоумовами, яка не перевищувала 0,2 [11, 12].

Також у ході проведення багаторічного моніторингу аероалергенної ситуації у Запоріжжі було встановлено, що розподіл пилку амброзії в атмосферному повітрі за днями цвітіння відповідає нормальному, асиметрія розподілу незначна. Тому отримані середні дані та нормальний розподіл можна використовувати для прогнозування аероалергенної ситуації як базові, а значні відхилення треба вважати результатом дії інших факторів, наприклад метеоумов.

Аналізуючи вищезазначене, можна дійти висновку, що методик прогнозування аероалергенної ситуації, заснованих на математичних розрахунках, не існує. Для покращання прогнозування аероалергенної ситуації, що викликається пилком амброзії, необхідно встановити, які метеорологічні фактори можуть впливати на кількість пилку у повітрі, а саме: рівень впливу окремих факторів та значимість їх при зміні погоди.

Мета дослідження: удосконалення способу щодобового прогнозування аеропалінологічної ситуації з використанням математичних розрахунків щодобової кількості пилку амброзії, що дозволить підвищити ефективність вчасного попередження населення м. Запоріжжя про зростання кількості пилку цієї рослини в атмосферному повітрі та допоможе лікарям-алергологам покращити профілактику виникнення алергічних реакцій у пацієнтів з сенсibiliзацією.

Матеріали і методи дослідження. Моніторинг здійснювали за допомогою волюметричної пастки, прототипом якої була пастка Хірста (патент на корисну модель № 31216 «Пристрій для визначення пилку та спор у повітрі»). Пастка у 2006 році пройшла державний метрологічний контроль та щороку проходить метрологічну повірку. Дані, що отримуються у ході проведення моніторингових спостережень, висвітлено у щорічних звітах НДР кафедри медичної біології ЗДМУ (держреєстрація № 0110U000907 та № 0115U003878). Результати спостережень оброблялися за допомогою пакета «STATISTICA 10 StatSoft Inc.» та «Excel». У розрахунках використовували

FEATURES OF AMBROSIA POLLEN QUANTITY FORECAST IN THE ATMOSPHERIC AIR OF ZAPORIZHZHIA

Maleieva A. Y., Prikhodko A. B., Yemets T. I. Zaporizhzhia State Medical University

Background. Ambrosia pollen is the most common reason of the seasonal allergies in the population. For better prophylaxis of pollinosis it is necessary to develop modern methods for prediction of the high content of pollen in the atmosphere.

Objective. We improved the method for daily pollen forecast of aeropollenologic situation connected with the changes of ambrosia pollen amount in the air.

Materials and methods. Monitoring of aeroallergic situation was made with volumetric trap. In our calculation we used the archive data of the weather station WMO 34601. Results of the research were processed with the help of STATISTICA 10 StatSoft Inc. program and Excel.

Results. For ten years of the study we had accumulated material which allowed us to find some regularities of ambrosia pollen distribution in the atmospheric air of Zaporizhzhia on the days of pollination depending on the meteorological conditions. For the improvement of the forecast of aeroallergic situation we offer to use the formula for the determination of the expected daily amount of ambrosia pollen which is a product of pollen amount in the particular day as an average one for long-term study and the coefficients of the impact factors of the most significant meteorological factors. We cal-

culated and used such coefficients as correction coefficient for the asymmetry of the pollen distribution according to days of pollination; coefficient of wind influence; coefficient of precipitation influence; coefficient of dependence of the amount of pollen in the air on atmospheric pressure; coefficient of the dependence of the amount of pollen on relative humidity. We also assessed the risk of allergic reaction development in the population by 5-point scale where 1 point corresponded to a low threat level and 5 points indicated the highest level of danger for the patients.

Conclusions. The amount of ambrosia pollen in the particular days can significantly differ from the average indicators under the influence of various weather factors and there was no reliable correlation between the level of pollen and the intensity of the isolated factors. The mode of the influence of particular weather factors can change and even be opposite depending on the intensity or direction of the weather changes. The first attempt to calculate the expected amount of pollen as a product of the average values and the coefficients of meteorological impact showed a positive result. On the average for 10 years, the coefficient of the correlation between the level of pollen and forecast, made with the help of proposed method, made up 0.8 ± 0.06 . Proposed method allows us to leave the subjective approach and to calculate the allergic prediction based on the weather forecast.

Keywords: aerobiology, ambrosia, pollen, allergic prediction.

дані архіву погоди метеостанції WMO 34601.

Результати. За 10 років спостережень (2006-2015) було накопичено матеріал, який дозволив нам виявити деякі закономірності розподілу пилку амброзії в атмосферному повітрі м. Запоріжжя за днями палінації залежно від метеоумов, що може слугувати базою для розробки основних методів прогнозування кількості пилку у повітрі.

Ми запропонували за основу розрахунків взяти формулу очікуваної добової кількості пилку в атмосферному повітрі за днями палінації як добуток між визначеною середньорічною

кількістю пилку у конкретний день та коефіцієнтами впливу найбільш значимих метеоумов (вітер, опади, атмосферний тиск та вологість).

$$N_t = N_{\text{середньорічна}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5,$$

де N_t – очікувана кількість пилку в атмосферному повітрі у конкретний день; $N_{\text{середньорічна}}$ – середньорічна кількість пилку у цей день з 2006 по 2015 рік; K_1 – коефіцієнт поправки на асиметрію розподілу пилку за днями палінації; K_2 – коефіцієнт впливу вітру на зміну кількості пилку в атмосферному повітрі; K_3 – коефіцієнт впливу опадів на зміну кількості пилку в атмо-

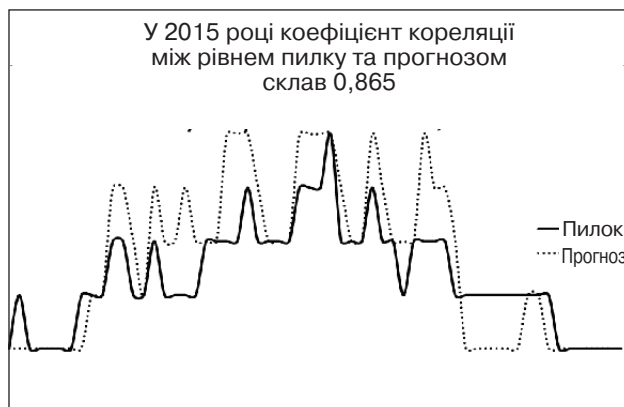
сферному повітрі; K_4 – коефіцієнт залежності кількості пилку у повітрі від атмосферного тиску; K_5 – коефіцієнт залежності кількості пилку від відносної вологості.

Загалом кількість пилку за днями палінації закономірно збільшується до максимуму, а потім також закономірно знижується згідно з нормальним розподілом, але комбінація метеорологічних чинників може призвести до деяких відхилень у сезоні палінації.

Аналіз розподілу пилку амброзії на нормальність з використанням пакета «STATISTICA 10» StatSoft Inc» показав, що за усі 10 років спостережень

Рисунок 1

Порівняльний рівень визначеного та прогнозованого пилку у 2006 та 2015 роках



значимість критеріїв Колмогорова-Смирнова, Ліллієфорса та Шапіро-Уїлка менше 0,01. Згідно з нашими спостереженнями найбільший кореляційний зв'язок між нормальним розподілом та середньорічними показниками було отримано при: $\mu=29$ (період спостереження з серпня по вересень, 29-й день – це 29 серпня); $n=650$ зерен пилку амброзії; $\sigma=9,1$.

У подальшому у пошуках коефіцієнтів нами було проаналізовано кореляцію між отриманим добутком та рівнем пилку у відповідний день.

K_1 – коефіцієнт поправки на асиметрію розподілу пилку амброзії за днями палінації пов'язаний з тим, що після розкриття пильника пилок не одразу осідає на субстрат, а ще деякий час літає у повітрі. Показник асиметрії розподілу залежить від виду рослини і термінів цвітіння, «буферності» екосистеми, тобто як довго пилок може залишатися у повітрі, поки буде адсорбованим на поверхні листя чи ґрунту. Тому після дня з високою концентрацією пилко-

вих зерен у повітрі, за наявності сприятливих погодних умов, наступного дня може також спостерігатися висока кількість пилку. Коефіцієнт на конкретний день становить 1, якщо напередодні різниця між кількістю пилових зерен у повітрі, що прогнозується, та кількістю пилку згідно з нормальним розподілом склала понад 25 зерен у кубометрі повітря. У цьому випадку коефіцієнт становив 10.

Кожний фактор метеоумов ми розглядали окремо. Треба зазначити, що жоден показник метеоумов не корелює з кількістю пилку в атмосфері, а вирішальне значення має зміна погодних умов. У ході проведення аналізу та встановлення закономірностей впливу метеорологічних умов нами було встановлено такі коефіцієнти: K_2 – вплив вітру на зміну кількості пилку амброзії в атмосферному повітрі. Як стало відомо, кількість пилку не корелює зі швидкістю вітру, а під час сильного вітру кількість пилку зменшується. Збільшення кількості пилку спостерігається під час посилення вітру (поривчастий вітер). Якщо згідно з метеорологічним прогнозом вітер посилювався, коефіцієнт складав 1,3. Якщо швидкість вітру не змінювалася або знижувалася, коефіцієнт складав 0,8:

$$K_2 = \begin{cases} 0,8, & \text{якщо } V_i \leq V_{i-1}, \\ 1,3, & \text{якщо } V_i > V_{i-1}, \end{cases}$$

K_2 = якщо $(V_i - V_{i-1}) > 0$; 1,3; 0,8, де V_i – середньодобова швидкість вітру на добу i ; V_{i-1} –

середньодобова швидкість вітру у попередню добу $i-1$.

K_3 – вплив опадів на зміну кількості пилку амброзії в атмосферному повітрі. Спостерігається досить суттєва залежність зміни концентрації пилку амброзії у повітрі від наявності чи відсутності опадів, а також від їхньої середньодобової кількості. Якщо середньодобова кількість опадів перевищує 10 мм, то коефіцієнт становитиме лише 0,5. Якщо були опади, але їхня кількість не перевищувала 10 мм на добу, то коефіцієнт складав 1,5. Це свідчить про ймовірне зростання кількості пилку у повітрі, адже зазвичай перед дощем спостерігається поривчастий вітер та наявні висхідні потоки повітря, що також призводить до збільшення пилку. Якщо опади відсутні, тоді коефіцієнт становить 1:

$$K_3 = \begin{cases} 0,5, & \text{якщо } R_i > 10 \text{ мм}, \\ 1,5, & \text{якщо } R_i = 0, \\ 1,5, & \text{якщо } 0 < R_i < 10 \text{ мм}, \end{cases}$$

де R_i – середньодобова кількість опадів у мм на добу i .

K_4 – залежність кількості пилку амброзії у повітрі від атмосферного тиску. Відомо, що кількість пилку збільшується при зміні погоди, коли також змінюється тиск. Аналіз коефіцієнта показав: якщо тиск зростає, то різницю тиску між добами ми множили на 15, якщо тиск падав, різницю множили на 20. Для корекції результату і вирівнювання значимості коефіцієнта до отриманого результату додали 10 і отриману суму множили на 0,12:

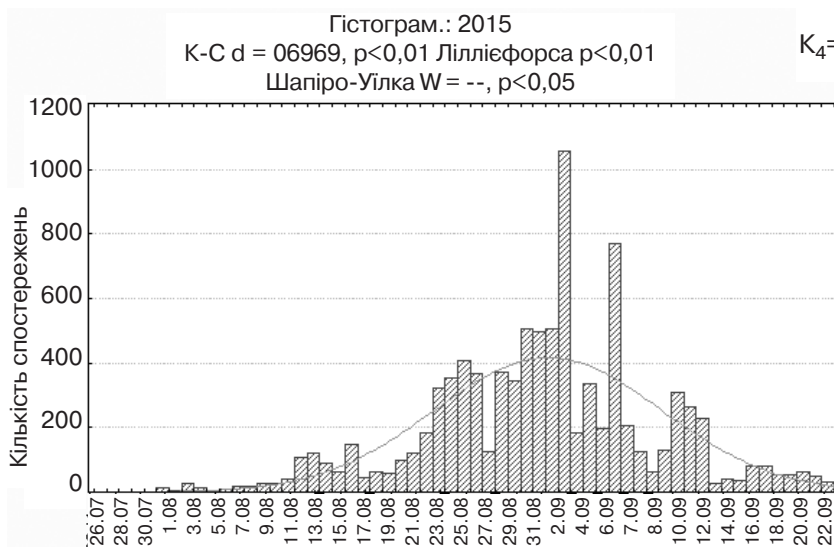
$$K_4 = \begin{cases} ((P_i - P_{i-1}) \cdot 15 + 10) \cdot 0,12, & \text{якщо } P_i > P_{i-1}, \\ ((P_i - P_{i-1}) \cdot 20 + 10) \cdot 0,12, & \text{якщо } P_i < P_{i-1}, \end{cases}$$

де P_i – середньодобовий атмосферний тиск на добу i ; P_{i-1} – середньодобовий атмосферний тиск напередодні $i-1$.

Наприклад: якщо попереднє значення тиску було 750 мм. рт. ст., а потім тиск знизився до 745 мм. рт. ст., то коефіцієнт становитиме $(750 - 745) \cdot 20 + 10 \cdot 0,12 = 13,2$.

Таким чином, чим сильніше змінюється атмосферний тиск, тим більше зростає вірогідність підвищення кількості пилку амброзії у кубометрі повітря, особливо якщо тиск знижується.

Рівень пилку амброзії за днями палінації, 2015 р.



K_5 – залежність кількості пилку амброзії від відносної вологості. Більше пилку буде за низької вологості, а також у випадку, коли вологість зменшувалась останніми днями. Ми розраховували коефіцієнт таким чином: якщо відносна вологість більше 80%, то коефіцієнт складатиме 0,3, якщо 80% і менше – 1,5. Отриманий коефіцієнт множили на співвідношення значення вологості напередодні та теперішньої вологості.

$$K_5 = \begin{cases} 0,3 \cdot \frac{H_{i-1}}{H_i}, & \text{якщо } H_i > 80 \% \\ 1,5 \cdot \frac{H_{i-1}}{H_i}, & \text{якщо } H_i \leq 80 \% \end{cases}$$

де H_i – відносна вологість у теперішню добу i ; H_{i-1} – відносна вологість напередодні $i-1$.

Загалом ми оцінювали рівень загрози за 5-бальною шкалою, в якій 1 бал свідчить про низький рівень загрози, 2 бали відповідають підвищеному рівню небезпеки, 3 бали – середньому, 4 бали – високому, а 5 балів – найвищому рівню небезпеки для хворих (рис. 1 і 2).

Висновки

1. Кількість пилку амброзії у конкретні дні може значно відрізнятися від середніх показників під дією різних факторів погоди, при цьому достовірної кореляції між рівнем пилку та інтенсивністю окремих факторів не виявлено.

2. Форма дії окремих погодних факторів залежно від інтенсивності і напрямку змін погоди може змінюватися і навіть бути протилежною.

3. Перша спроба розрахувати очікувану кількість пилку як добуток середніх значень та коефіцієнтів впливу метеоумов мала позитивний результат. У середньому за 10 років коефіцієнт кореляції між рівнем пилку та прогнозом, що здійснюється у запропонований спосіб, склав $0,8 \pm 0,06$.

4. Запропонований метод дозволяє відійти від суб'єктивного підходу та розраховувати алергопрогноз на основі прогнозу погоди.

ЛІТЕРАТУРА

1. Dimitriou K., Kassomenos K. Local and regional sources of fine and coarse particulate matter based on traffic and background monitoring. *Theor. Appl. Climatol.* 2013. Vol. 116. P. 413-433.

2. Makra L., Matyasovszky I., Tusnady G., Wang Y., Csepe Z. Biogeographical estimates of allergenic pollen transport over regional scales: Common ragweed and Szeged, Hungary as a test case. *Agricultural and Forest Meteorology.* 2016. Vol. 221. P. 94-110.

3. Essl F., Biro K., Brandes D. Biological flora of the British Isles: Ambrosia artemisiifolia. *Journal of Ecology.* 2015. Vol. 103. P. 1069-1098.

4. Makra L., Lionel I., Csepe Z., Matyasovszky I., Lontis L., Popescu F. Characterizing and evaluating the role of different transport models on urban PM₁₀ levels in two European cities using 3D clusters of backward. *Sci Total Environ.* 2013. Vol. 458-460. P. 36-46.

5. Thibaudon M., Sikoparija B., Oliver G., Smith M., Skjoth C.A. Ragweed pollen source inventory for France – the second largest centre of Ambrosia in Europe. *Atmos. Environ.* 2014. Vol. 83. P. 62-71.

6. Chapman D. S., Haynes T., Beal S., Essl F., Bullock J.M. Phenology predicts the native and invasive range limits of common ragweed. *Global Change Biology.* 2014. Vol. 20. P. 192-202.

7. Prtenjak M., Srnc L., Petermel R., Madzarevic V., Hrga I., Stjepanovic B. Atmospheric conditions during high ragweed pollen concentrations in Zagreb, Croatia. *Int. J. Biometrol.* 2012. Vol. 56. P. 1145-1158.

8. Donders H. T., Hagemans K., Dekker S.C., de Weger L.A., de Klerk P., Wagner-Cremer F. Region-specific sensitivity of anemophilous pollen deposition on temperature and precipitation. *PLoS ONE.* 2014. doi:e104774.

9. Khwarahm N., Dash J.P., Atkinson M., Newnham R. M., Skjuth C.A., Adams-Groom B., Head K. Exploring the spatio-temporal relationship between two key aeroallergens and meteorological variables in the United Kingdom. *International Journal of Biometeorology.* 2014. Vol. 58 (4). P. 29-45.

10. St paska D., Myszkowska D., Piotrowicz K., Lenkiewicz K., Borycka K., Chiopek K. et al. Co-occurrence of Artemisia and Ambrosia pollen seasons against the background of the synoptic situations in Poland. *International Journal of Biometeorology.*

2017. 61 (4). P. 747-760.

11. Rodinkova V., Kremenska L., Slobodjnuik L., Motruk I., Mazur O. Pre-seasonal weather differently impacts tree pollination in Vinnitsa, Ukraine. *Allergo-journal.* 2013. Vol. 22 (7). 490 p.

12. Motruk I., Rodinkova V., Prikhodko A., Maleeva A., Palamarchuk O. Ambrosia pollen counts in Ukraine. *Comptes de pollen d'Ambrosia en Ukraine. Ambrosie, the first international ragweed review.* Novembre 2014. Vol. 29. P. 26-31.

REFERENCES

1. Dimitriou K. and Kassomenos K. *Theor. Appl. Climatol.* 2013 ; 116 : 413-433.

2. Makra L., Matyasovszky I., Tusnady G., Wang Y. and Csepe Z. *Agricultural and Forest Meteorology.* 2016 ; 221 : 94-110.

3. Essl F., Biro K. and Brandes D. *Journal of Ecology.* 2015 ; 103 : 1069-1098.

4. Makra L., Lionel I., Csepe Z., Matyasovszky I., Lontis L. and Popescu F. *Sci Total Environ.* 2013 ; 458-460 : 36-46.

5. Thibaudon M., Sikoparija B., Oliver G., Smith M. and Skjoth C.A. *Atmos. Environ.* 2014 ; 83 : 62-71.

6. Chapman D.S., Haynes T., Beal S., Essl F. and Bullock J.M. *Global Change Biology.* 2014 ; 20 : 192-202.

7. Prtenjak M., Srnc L., Petermel R., Madzarevic V., Hrga I. and Stjepanovic B. *Int. J. Biometrol.* 2012 ; 56 : 1145-1158.

8. Donders H. T., Hagemans K., Dekker S.C., de Weger L.A., de Klerk P. and Wagner-Cremer F. *PLoS ONE.* 2014. doi:e104774.

9. Khwarahm N., Dash J.P., Atkinson M., Newnham R. M., Skjuth C.A., Adams-Groom B. and Head K. *International Journal of Biometeorology.* 2014 ; 58 (4) : 29-45.

10. St paska D., Myszkowska D., Piotrowicz K., Lenkiewicz K., Borycka K., Chiopek K. et al. *International Journal of Biometeorology.* 2017 ; 61 (4) : 747-760.

11. Rodinkova V., Kremenska L., Slobodjnuik L., Motruk I. and Mazur O. *Allergo-journal.* 2013 ; 22 (7) : 490.

12. Motruk I., Rodinkova V., Prikhodko A., Maleeva A. and Palamarchuk O. *Ambrosie, the first international ragweed review.* Novembre 2014 ; 29 : 26-31.

Надійшла до редакції 22.11.2017