

АНАЛІЗ МЕТОДІВ АВТОМАТИЧНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ВИДІВ ПИЛКУ ЗА МІКРОСКОПІЧНИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ В СИСТЕМІ АЕРОБІОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

¹Вінницький національний технічний університет;

²Вінницький національний медичний університет ім. М.І.Пирогова

Анотація

Проведено аналіз існуючих методів ідентифікації та класифікації видів пилку за мікроскопічними зображеннями. Наведено принципи створення системи підтримки прийняття рішень з класифікації видів алергенного пилку на основі нечітких експертних даних про їх ознаки на мікроскопічних зображеннях та удосконалення методу ідентифікації.

Ключові слова: ідентифікація, моніторинг, системи підтримки прийняття рішення, нечіткий логічний висновок.

Abstract *The analysis of existing methods of identification and classification of pollen on microscopic images. A principle of decision support system of classification of allergenic pollen based on fuzzy expert data on their signs in the microscopic images and improve the method of identification.*

Keywords: identification, monitoring, decision support systems, fuzzy logic conclusion.

В сучасному світі ключовою проблемою громадської охорони здоров'я є алергічні захворювання населення. Важливість цієї проблеми зросла в останні десятиліття в розвинених країнах і в країнах, що розвиваються. В даний час проблема алергії визнається в якості основної глобальної проблеми епідемій в світі. Основною причиною алергічних симптомів у алергочутливих людей є пилок анемофільних видів рослин. Це може привести до сезонних алергенних захворювань: риніту, ринокон'юнктивіту і, врешті-решт, астми. За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я 400 мільйонів людей у світі страждають від алергічного риніту і 300 мільйонів від астми. В Європі поширеність полінозу в загальній популяції оцінюється в 40% [1]. Пилок дерев є важливим алергеном, який провокує захворювання у людей з підвищеною чутливістю до нього [2]. Єдиний спосіб запобігти алергенної дії пилку є запобігання контакту людей з алергеном і збільшення інформованості громадськості про ризики виникнення алергії у людей, чутливих до пилку [3]. Таким чином, істотну роль для профілактики полінозу відіграє розвиток і підтримка ефективної системи контролю пилку в атмосферному повітрі [4]. На території м. Вінниці відбором проб повітря займається лабораторія аероалергенних методів дослідження Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова. Цей відбір проводиться стандартним волюметричним методом за допомогою пробовідбірника ударного типу "Буркард" (Burkard). На барабан зі стрічкою "Мелінекс" (Melinex tape), що керується часовим механізмом, відбирається задана кількість зразків повітря. Перед відбором зразків стрічку "Мелінекс" вкривають липкою субстанцією на основі желатин-гліцерину з додаванням фенолу. Далі у лабораторії стрічку, зняту з барабану, поділяють на задану кількість рівних фрагментів, кожен з яких відповідає одній добі спостереження. Зміни концентрації аероалергенів у повітрі відбувається з інтервалом у кожні дві години [4]. З кожного фрагмента виготовляють один мікроскопічний зразок, пофарбований основним фуксином, який фіксують на предметному склі желатином. Цей метод підрахунку є класичним в аеробіологічних експериментах і вимагає високого ступеня досвіду і концентрації дослідника, що не завжди може бути гарантовано. З іншого боку, точність розпізнавання пилку має важливе значення, вона є основою точності алергопрогнозу на певний період, який, в свою чергу, дає можливість профілактики алергії. Крім того, будучи процедурою, що вимагає часу, ручний підрахунок пилку відбувається з деякою затримкою, що знижує її практичне застосування [4], і, як правило, виконуються на площі, яка не перевищує 12% від

загальної площі слайда. Щоб уникнути цього недоліку в останні роки були розроблені системи автоматичного і напівавтоматичного підрахунку пилку.

Ключовою проблемою аеробіологічного моніторингу є точність розпізнавання пилку на мікроскопічних зображеннях: чим точніше розпізнавання — тим точніші результати обробки даних цього моніторингу, а це, у свою чергу, дозволяє точніше здійснювати його прогнозування та розроблення превентивних заходів, спрямованих на поліпшення стану здоров'я населення.

Існують 3 режими моніторингу видів пилку на основі мікроскопічних зображень в системі аеробіологічного моніторингу: автоматичний (коли усі операції сканування проби, розпізнавання ознак, їх класифікації та підрахунку виявленого пилку кожного виду у пробі здійснює комп'ютер та спеціальне роботизоване знаряддя), експертний («ручний») (коли усі операції виконує людина), змішаний або напівавтоматичний (коли операції сканування проби та розпізнавання ознак здійснює людина, а обробку цих ознак, класифікацію і підрахунок видів пилку здійснює комп'ютер). Автоматичний режим є найбільш точним, але дуже дорогим і не охоплює усі існуючі види пилку. Зазвичай, він дозволяє точно розпізнати тільки 3-4 види пилку [5]. Деякі дослідники стверджують, що їм вдалось досягти розпізнавання 30 видів. Експертний режим дозволяє діагностувати усі види пилку. Наприклад, у цьому режимі у м. Вінниці діагностується 60 видів пилку рослин та 20 видів спор грибів. Однак, експертний метод є довготривалим, сильно залежить від досвіду та стану експерта, аналіз здійснюється тільки на 12% площі проби, а тому цей режим є менш точним, ніж автоматичним. На рис.1 наведені знімки пилку найбільш алергенних рослин м. Вінниця, зроблені цифровим мікроскопом.

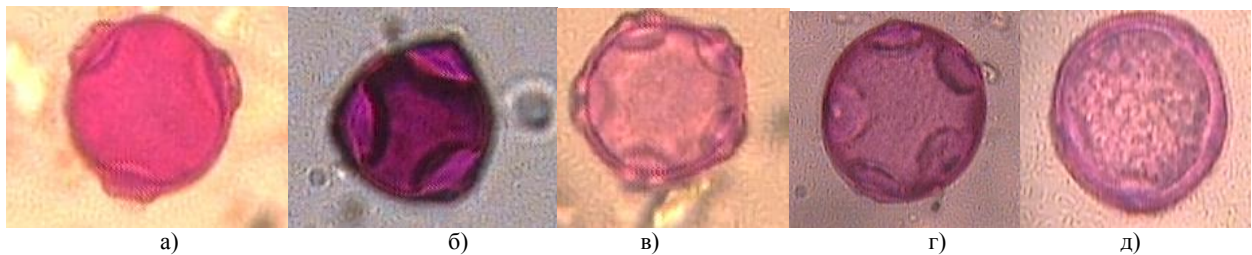


Рисунок 1 – Приклади мікроскопічних зображень пилку (м. Вінниця): а) Береза; б) Ліщина; в) Вільха; г) Граб; д) В'яз

Відомі автоматичні методи ідентифікації мають певні недоліки: їх робота залежить від вхідних даних. При зміні вхідних даних необхідно переробляти структуру системи. Отже, оптимальним є напівавтоматичний метод.

Для створення напівавтоматичного методу розпізнавання пилку можна скористатись відомими технологіями проектування системи підтримки прийняття рішень на основі нечіткої бази знань. Для розв'язання задачі класифікації можна скористатися лінгвістичною апроксимацією відображення $d^*: X \rightarrow D$ нечіткою базою знань. Нечітка база знань представляє собою сукупність нечітких правил <Якщо – тоді>, які описують певну предметну область [6]. В даному випадку це характеристики пилку. Оскільки розв'язується задача класифікації, то пропонується використати класифікаційну нечітку базу знань [7].

Перевагою даного метода є те, що при роботі системи на основі нечіткого логічного висновку відсутня прив'язка до конкретних наборів даних.

В результаті створення системи підтримки прийняття рішення з ідентифікації пилку рослин буде розроблена програма, що дозволить підвищити швидкість ідентифікації за різних просторово-часових особливостей моніторингу пилку, у т.ч. метеорологічних умов.

Висновки

Отже, для пришвидшення роботи з ідентифікації та класифікації видів алергенного пилку на мікроскопічних зображеннях необхідно створити напівавтоматичну систему підтримки прийняття рішень на основі нечітких експертних даних. Така система підвищить ефективність удосконаленого методу за реальними даними, отриманими на пості м. Вінниця, який є елементом Європейської мережі аеробіологічного моніторингу. Подальші дослідження повинні бути виконані з урахуванням підвищення швидкості і точності ідентифікації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Iain R. Lake, Natalia R. Jones, Maureen Agnew, Clare M. Goodess, Filippo Giorgi, Lynda Hamaoui-Laguel, Mikhail A. Semenov, Fabien Solomon, Jonathan Storkey, Robert Vautard, and Michelle M. Epstein “Climate Change and Future Pollen Allergy in Europe”, National institute of Environmental Health Sciences, August 2016
2. V.V. Rodinkova, “Airborne pollen spectrum and hay fever type prevalence in Vinnytsya, central Ukraine” Acta Agrobotanica, 68 (4), 2015, p.p.383-389.
3. T. [Zuberbier](#), J. [Lötvall](#), S.[Simoens](#), S.V.[Subramanian](#), M.K.[Church](#) , “Economic burden of inadequate management of allergic diseases in the European Union”, a GA(2) LEN review. Allergy, 2014 Oct, 69(10):1275-9, doi: 10.1111/all.12470.
4. Tatyana Y. Vuzh , Vitaliy B. Mokin , Waldemar Wójcik, Baglan Imanbek, “Control and minimization of allergenic plants impact on bronchial asthma morbidity, based on spatial-temporal data model”, Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, Volume 98161M (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229083.
5. U. Heimann, J. Haus, D. Zuhlke, “Fully Automated Pollen Analysis and Counting: The Pollen Monitor” BAA500. SENSOR+TEST Conference 2009 – OPTO 2009 Proc, pp. 125-128.
6. S.Shtovba, O.Pankevich, A.Nagorna, “Analyzing the criteria for fuzzy classifier learning”, Automatic Control and Computer Sciences, 2015, vol. 49, №3, pp. 123–132.
7. J.C. Bezdek, J. Keller, R. Krisnapuram, “Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing”, N.R. Pal., Springer 2005, p. 776.

Мокін Віталій Борисович – д.т.н., професор, завідувач кафедри системного аналізу, комп’ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця ybmokin@gmail.com

Козачко Олексій Миколайович – к.т.н., доцент кафедри системного аналізу, комп’ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця lekoz80@gmail.com

Вуж Тетяна Євгенівна – ст. викладач кафедри біофізики, інформатики та медичної апаратури, Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, Вінниця tasya_v@inbox.ru

Vitalii B. Mokin – Dr. Eng., Prof., Department of Systems Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University Vinnytsia ybmokin@gmail.com

Oleksii M. Kozachko - Department of Systems Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University Vinnytsia lekoz80@gmail.com

Tetyana Y. Vuzh - Department of Biophysics, Informatics and medical equipment, Vinnytsia National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia tasya_v@inbox.ru