

Streszczenie

Rozprawa doktorska miała na celu opracowanie oraz optymalizację skutecznej metody analizy próbek powietrza pobieranych za pomocą aparatury sprzężonej z bezzałogowym statkiem powietrznym (BSP), ze szczególnym uwzględnieniem związków karbonylowych, w tym aldehydów. Związki te odgrywają kluczową rolę jako markery zanieczyszczenia powietrza, ponieważ ich obecność jest powszechna zarówno w wyniku działalności człowieka, jak i naturalnych procesów atmosferycznych. Wysoka toksyczność aldehydów, zwłaszcza formaldehydu i acetaldehydu, sprawia, że ich monitorowanie ma bezpośrednie znaczenie dla zdrowia publicznego. Ponadto związki karbonylowe są wysoce polarne i labilne, co stanowi wyzwanie w kontekście ich precyzyjnej analizy, wymagając zaawansowanych technik analitycznych.

Opracowano i zintegrowano aparaturę do pobierania próbek powietrza z BSP, a także zoptymalizowano metodykę pobierania próbek gazowych. Kluczowym elementem pracy było zastosowanie zaawansowanych technik chromatograficznych oraz metod przygotowania próbek, takich jak derywatywacja i dyspersyjna mikroekstrakcja ciecz-ciecz (DLLME) i jej modyfikacja (DLLME-SFO). Proces derywatywacji umożliwił przekształcenie lotnych związków karbonylowych w bardziej trwałe i łatwe do analizy pochodne, natomiast technika DLLME-SFO pozwoliła na efektywną ekstrakcję analitów przy minimalnym zużyciu rozpuszczalników. W laboratorium przeprowadzano szczegółową analizę chemiczną pobranych próbek z wykorzystaniem metod chromatografii gazowej w układzie z selektywnym detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD). W ramach realizacji badań stosowano czujniki elektrochemiczne, które umożliwiały pomiary w czasie rzeczywistym. Wyniki pomiarów były porównywane z wynikami uzyskiwanymi techniką chromatograficzną w laboratorium stacjonarnym.

Słowa kluczowe

bezzałogowy statek powietrzny (BSP), związki karbonylowe, monitoring jakości powietrza, lotne związki organiczne (LZO), technika DLLME-SFO, analiza chromatograficzna, zanieczyszczenia powietrza, czujniki elektrochemiczne, derywatywacja, próbki powietrza.

Abstract

The dissertation aimed to develop and optimise an effective method for the analysis of air samples collected with an unmanned aerial vehicle (BSP)-coupled apparatus, with a particular focus on carbonyl compounds, including aldehydes. These compounds play a key role as markers of air pollution, as their presence is widespread both as a result of human activities and natural atmospheric processes. The high toxicity of aldehydes, especially formaldehyde and acetaldehyde, makes their monitoring of direct relevance to public health. In addition, carbonyl compounds are highly polar and labile, which poses a challenge for their precise analysis, requiring advanced analytical techniques.

A BSP air sampling apparatus was developed and integrated, and the gas sampling methodology was optimised. A key element of the work was the application of advanced chromatographic techniques and sample preparation methods, such as derivatisation and dispersive liquid-liquid microextraction (DLLME) and its modification (DLLME-SFO). The derivatisation process allowed the conversion of volatile carbonyl compounds into more stable and easily analysable derivatives, while the DLLME-SFO technique allowed efficient extraction of analytes with minimal solvent consumption. In the laboratory, detailed chemical analysis of collected samples was performed using gas chromatography methods in a selective electron capture detector (GC-ECD) system. Electrochemical sensors were used in the implementation of the study, which allowed real-time measurements. The results of the measurements were compared with those obtained using the chromatographic technique in a benchtop laboratory.

Keywords

unmanned aerial vehicle (UAV), carbonyl compounds, air quality monitoring, volatile organic compounds (VOCs), DLLME-SFO technique, chromatographic analysis, air pollutants, electrochemical sensors, derivatization, air samples.