

**UNIwersYTET MIKOŁAJA KOPERNIKA**

ROZPRAWA HABILITACYJNA

**Tomasz Ligor**

**Analityka wydychanego powietrza  
z zastosowaniem  
sprzężonych technik chromatograficznych  
z przeznaczeniem  
do badań przesiewowych chorób płuc**



WYDAWNICTWO NAUKOWE  
UNIwersYTETU MIKOŁAJA KOPERNIKA

Toruń 2011

# Spis treści

Wykaz najważniejszych skrótów i oznaczeń .....	7
Wprowadzenie .....	9
1. Budowa i fizjologia układu oddechowego .....	13
2. Skład wydychanego powietrza .....	17
2.1. Biosynteza acetonu .....	19
2.2. Biosynteza izoprenu .....	20
2.3. Węglowodory i stres oksydacyjny .....	22
2.4. Alkohole i aldehydy .....	24
2.5. Związki siarki .....	24
2.6. Inne składniki wydychanego powietrza .....	24
3. Pobieranie próbek wydychanego powietrza .....	27
4. Metody stosowane w analizie wydychanego powietrza .....	31
4.1. Naczynia do pobierania i transportu .....	31
4.2. Metody wydzielania i wzbogacania analitów z próbek wydychanego powietrza .....	32
4.3. Techniki wykorzystujące złoża sorbentów .....	32
4.4. Mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej (SPME) .....	34
4.5. Derywatywacja z zastosowaniem SPME .....	34
4.6. Techniki analityczne .....	35
4.7. Pełna wielowymiarowa chromatografia gazowa (GC×GC) .....	36
4.8. Spektrometria mas z jonizacją przez przeniesienie protonu (PTR MS) .....	36
4.9. Spektrometria mas z jonizacją w strumieniu wybranych jonów (SIFT MS) .....	38
4.10. Spektroskopia laserowa i układy sensorowe .....	39
5. Cel pracy .....	41
6. Metodyki pomiarów .....	45
6.1. Przygotowanie wzorców do kalibracji .....	45

---

6.2. Analizy powietrza wydychanego .....	46
6.3. Badanie tkanek .....	47
7. Walidacja .....	49
8. Badanie składu powietrza wydychanego u osób zdrowych .....	57
8.1. Badanie składu powietrza wydychanego pochodzącego od osób palących i niepalących .....	63
9. Skład powietrza wydychanego przez chorych z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc .....	67
10. Identyfikacja lotnych związków organicznych obecnych w wydychanym powietrzu pobieranym od pacjentów z nowotworami płuc .....	77
10.1. Substancje, które zakwalifikowano jako egzogenne .....	91
10.2. Lotne związki organiczne specyficzne dla pacjentów z nowotworem płuc .....	93
11. Emisja lotnych związków organicznych z tkanek nowotworowych .....	95
11.1. Powietrze wydychane .....	95
11.2. Badanie emisji LZO z tkanek w układzie HS SPME .....	98
12. Badania substancji lotnych wydzielanych przez komórki nowotworowe .....	103
Podsumowanie .....	107
Literatura .....	109
Abstract .....	135