

## *Multichromoforowe otwartoklatkowe silseskwioksany jako ilościowe optyczne sensory anionów*

### **Motywacja:**

Opracowywanie czujników do wykrywania śladowych ilości szkodliwych substancji zanieczyszczających środowisko jest w ostatnich latach istotną i intensywnie eksplorowaną tematyką badawczą. Ze względu na swoją podwójną naturę, anion fluorkowy stanowi wciąż ważny cel do rozpoznawania i wykrywania. Z jednej strony jest on cennym związkiem chemicznym, wykorzystywanym w przemyśle, syntezie organicznej, w procesach biologicznych i medycznych oraz w diecie człowieka, ale z drugiej strony uważany jest za niebezpieczne zanieczyszczenie. Nadmierna ekspozycja na  $F^-$  może być niebezpieczna dla środowiska oraz ludzi i może powodować między innymi fluorozę zębów, osłabienie kości, kostniakomięsaka oraz prowadzić do zahamowania biosyntezy neuroprzekazników. Zanieczyszczenie środowiska oraz wód gruntowych i powierzchniowych fluorkami jest w głównej mierze powodowane wypłukiwaniem minerałów bogatych w fluor oraz działaniami przemysłu (wytwarzanie odpadów organicznych). Oficjalny limit stężenia fluorków w wodzie pitnej, ustalony przez WHO (Światową Organizację Zdrowia) wynosi  $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ . Ze względu na jego negatywne działanie należy stale monitorować i usuwać to zanieczyszczenie. Dlatego też tak ważne jest projektowanie uniwersalnych, stabilnych, wysoce czułych i selektywnych sensorów anionów fluorkowych, zdolnych do jakościowej i ilościowej detekcji, zarówno w środowisku organicznym, jak i wodnym. Doniesienia literaturowe wskazują, że pozostaje to nadal ogromnym wyzwaniem, ponieważ kilka rozbieżnych parametrów sensora powinno być ze sobą zgodnych. Ponadto, wadą wielu znanych do tej pory metod jest np. problematyczne przygotowywanie próbek, czy też konieczność stosowania wyrafinowanego sprzętu i jego czasochłonna obsługa. Dodatkowo zakłócenia powodowane przez jony zawierające tlen, takie jak  $AcO^-$  i  $H_2PO_4^-$ , są głównym problemem wielu znanych dotychczas czujników.

### **Cel badań:**

Projekt odnosi się do przedstawionych problemów i ma na celu **opracowanie optymalnych, dostosowanych do potrzeb, ilościowych optycznych sensorów anionów fluorkowych poprzez zaprojektowanie i wytworzenie wysoce kompatybilnych, stabilnych i odpornych czujników, wykazujących szybką reakcję i dokładność, umożliwiając ilościowe zbadanie analitu i kontrolowane usuwanie anionu, z możliwością zastosowania w rozpuszczalnikach organicznych i mediach wodnych**. Założeniem projektu jest to, że proponowane silseskwioksany mają ułatwić enkapsulację jonów do wnętrza klatki, a odpowiedź układu badana metodami spektroskopii optycznej będzie ilościowo zależna od stężenia analitu. Oryginalna strategia tej propozycji koncentruje się nie tylko na wykrywaniu i ilościowym oznaczaniu anionów, ale uwzględnia także wiele czynników i elementów budowy sensorów, które mogą wpływać m.in. na stabilność, szybkość oraz zwiększenie selektywności i czułości czujników poprzez wykorzystanie dostosowanych do potrzeb cząsteczek gospodarza z łatwiejszym dostępem do wnęki oraz przestrajalnymi łącznikami i chromoforami, co ma istotne znaczenie dla nauki, technologii i rozwoju sensorów.

### **Oczekiwany wpływ projektu badawczego:**

Proponowane badania pozwolą na otrzymanie biblioteki związków, pełniących rolę gospodarzy, o potencjalnie interesujących właściwościach. Elementem nowości w tym projekcie będzie wykorzystanie w konstrukcji sensorów niecałkowicie skondensowanych silseskwioksanów (IC-POSS), które dzięki swojej budowie umożliwią będą łatwiejszą i szybszą enkapsulację jonów. Zaproponowane układy typu chromofor-IC-POSS powinny doprowadzić do odkrycia niezwykle czułych i selektywnych, ilościowych optycznych sensorów anionów fluorkowych. Dzięki ich unikalnej budowie i odpowiednio dobranym podstawnikom możliwe będzie zastosowanie ich nie tylko w rozpuszczalnikach organicznych, ale również w roztworach wodnych, co wciąż stanowi wyzwanie w świecie nauki. Różne topologie proponowanych związków mogą prowadzić do zróżnicowanej zdolności rozpoznawania anionów (gości) przez cząsteczki otwartoklatkowych silseskwioksanów (gospodarzy), co może zrewolucjonizować dziedzinę wykrywania jonów fluorkowych. Ponadto proponowane badania obejmują również aspekt bardziej ekologicznej i zrównoważonej chemii w odniesieniu do standardów środowiskowych WHO. Opracowanie szybkich i łatwiej dostępnych czujników dla szkodliwych czynników może mieć długoterminowe skutki. Proponowane badania mogą w przyszłości pomóc na wielu frontach np. w ochronie zagrożonych gatunków i obszarów naturalnych, zapewnieniu bezpiecznej wody pitnej i w kąpieliskach, poprawie gospodarowania odpadami chemicznymi i ograniczeniu wpływu szkodliwych chemikaliów.