

## Wykorzystanie jonoczułych sond voltamperometrycznych w układach typu elektroniczny język do wykrywania pigułek gwałtu w próbkach rzeczywistych

Pigułki gwałtu powodują amnezję i krótkotrwałe „zamroczenia”, narażając ludzi na kradzież i napaść na tle seksualnym, w tym gwałt. Najbardziej przerażające jest to, że substancje te nie mają wyraźnego koloru, smaku ani zapachu, przez co są prawie niemożliwe do wykrycia. W ciągu kilku godzin są wyplukiwane z ciała, nie pozostawiając żadnych dowodów. Dlatego zamiast po prostu analizować płyny ustrojowe i włosy po tym, jak coś się wydarzy, powinniśmy skupić się na sposobach zapobiegania przestępstwu. Potrzebujemy metod, które pozwolą ludziom łatwo sprawdzić, czy ich napój nie został przypadkiem skażony taką substancją.

Istnieją już komercyjne testy, które zmieniają kolor lub świecą, sygnalizując obecność narkotyków. Testy te nie są jednak bez wad, ponieważ pigułki gwałtu można mieszać z napojami lub kawałkami jedzenia, w których trudno ocenić delikatną zmianę koloru. Zwykle więc należy umieścić małą próbkę w innym pojemniku ze specjalnymi chemikaliami, aby sprawdzić obecność narkotyków. Ocenę utrudnia również oświetlenie, które w takich miejscach jak bary czy kluby często nie jest wystarczająco dobre. Niektóre testy są po prostu czułe na grupę substancji chemicznych zwanych aminami, zakładając, że większość narkotyków je zawiera. Nie liczą się z tym, że znaczna część produktów spożywczych też. W przypadku testów specyficznych dla jednego związku, jak GHB, badania terenowe wykazały, nie da się zauważyć żadnych zmian nawet dla dawek śmiertelnych w przypadku wody, soków, wina i wielu innych napojów. Bez względu na ich prawdziwą wartość analityczną, testy wykrywające pigułkę gwałtu cieszą się ogromnym rozgłosem, podobnie jak zmieniający kolor lakier do paznokci, który w rzeczywistości nie działał i został szybko wycofany przez firmę.

Z analitycznego punktu widzenia problem jest dość złożony, istnieje wiele różnych cząsteczek powodujących ten sam efekt (kwas  $\gamma$ -hydroksymasłowy (GHB),  $\gamma$ -butyrolakton (GBL), butano-1,4-diol i kilka benzodiazepin) a próbki mogą obejmować wodę, napoje gazowane, czyste alkohole, a także koktajle i żywność.

Ten intrygujący problem pomoże nam rozwiązać technologicznie zaawansowany czujnik inspirowany naszym zmysłem smaku – elektroniczny język. Nie ma kubków smakowych takich jak nasz język a czujniki chemiczne, a zamiast mózgu wykorzystuje algorytm. Gdy program na wielu przykładach nauczy się czego ma szukać, może przetestować nową próbkę i poinformować nas, czy jest zanieczyszczona, a nawet podać dane liczbowe i rodzaj wykrytego zanieczyszczenia. Języki elektroniczne są wyjątkowe, ponieważ radzą sobie ze złożonymi próbkami lub obecnością substancji przeszkadzających. Mimo, że istnieją już od przeszło trzech dekad, ich zastosowanie jest nadal ograniczone, ponieważ używane przez nie czujniki nie dostarczają wystarczającej ilości informacji.

Ten projekt ma to zmienić. Zamiast czujników potencjometrycznych, które dostarczają tylko jednego unikalnego punktu pomiarowego na próbkę, wyposażymy nasz układ czujników w jonoczułe sondy voltamperometryczne. Za pomocą takich czujników wprowadzamy zaburzenie do układu, zwykle zmieniając potencjał między elektrodami i obserwując, co się stanie. Zamiast jednego punktu pomiarowego otrzymujemy setki punktów na próbkę, dostarczających informacji o wielu różnych składnikach próbki oraz rodzaju ich interakcji z czujnikiem, na przykład poprzez adsorpcję. Wykrywane związki nie muszą być elektroaktywne, jak w przypadku innych czujników elektrochemicznych. Wystarczy, że są obciążone ładunkiem. To znacznie poszerza zakres cząsteczek, które można zidentyfikować tą metodą. Białka, leki, neuroprzebieżniki, możliwości są bardzo szerokie.

Ale istnieje kolejny haczyk: pomimo ogromnego potencjału voltamperometrii przeniesienia jonu nie poświęca się tyle uwagi, na ile zasługuje. Głównym problemem jest to, że granica faz będąca podstawą działania czujnika jest bardzo niestabilna, co sprawia że są trudne do zastosowania w praktyce.

W tym projekcie zminiaturyzujemy jonoczułe sondy voltamperometryczne dzięki czemu staną się łatwiejsze w użyciu, a granica faz bardziej stabilna. Następnie zastosujemy je w elektronicznym języku do wykrywania głównych typów pigułek gwałtu w wielu różnych próbkach rzeczywistych. Wykrywanie narkotyków nie będzie naszym jedynym osiągnięciem. Dzięki rozwikłaniu tak trudnego problemu analitycznego nauczymy się jak projektować systemy pomiarowe i będziemy mogli w przyszłości z łatwością stworzyć kolejne układy do analizy złożonych próbek z wieloma analitami. Wiedza ta pozwoli nam wykryć zanieczyszczenia w wodzie, pestycydy w naszej żywności, a nawet analizować ważne substancje w płynach ustrojowych.

