

Ph D in Materials for Health, Environment and Energy
Teaching Activity 2024/25

SMART BIOSENSORS

Professor Fabiana Arduini (fabiana.arduini@uniroma2.it)

Seminar Room Department Chemical Science and Technologies

Calendar:

April-May 2025 to be defined

Syllabus

In the analytical sector, several analytes, including heavy metals, drugs, pesticides, food contaminants, and biomarkers are usually detected by atomic absorption spectrometry, inductively coupled plasma mass spectrometry, gas chromatography, and high-performance liquid chromatography. These techniques are characterized by the requirement of laboratory set-up, high-cost instrumentation, and skilled personnel, making them unsuitable for on-site analyses.

In this scenario, the use of reliable, sensitive, miniaturized, and cost-effective analytical tools is the main approach for delivering sustainable analyses. Electrochemical techniques coupled with screen-printed electrodes (SPE) are among the most promising sustainable devices for organic solvent-free and on-site measurements. Furthermore, the high potential of SPEs relies on their customization with inorganic nanomaterials and/or biocomponents for the detection of multi-analytes.

The most recent results in the development of smart electrochemical devices, exploiting the combination of printing techniques (e.g. screen-printing and 3D printing for sensor mass-production) and nanomaterials (e.g. using cost-effective and high-performing carbon black) will be discussed. The use of paper as smart support in the sensing field will be reported, demonstrating that paper acts not only as a support but also as a reagent reservoir and material for sample treatment. In addition, the use of synthetic probes as biocomponents, e.g. aptamers, will be described, highlighting the advantages of replacing antibodies or enzymes. Finally, the versatility of the developed electrochemical (bio)sensors will be demonstrated by describing their applications in different fields, including the environmental, safety, agri-food and biomedical ones.

Programma

La maggior parte degli analiti comuni come metalli pesanti, farmaci, pesticidi, contaminanti alimentari, biomarcatori viene solitamente rilevata mediante metodi analitici che richiedono la conoscenza di tecniche di laboratorio, come spettrometria di assorbimento atomico, spettrometria di massa al plasma accoppiato induttivamente, gascromatografia e cromatografia liquida ad alte prestazioni. Queste tecniche richiedono una strumentazione complessa che comporta costi elevati e personale specializzato, che le rendono del tutto inadatte alla "misurazione in campo".

In questo contesto, strumenti analitici efficienti, sensibili, miniaturizzati ed economici sono diventati estremamente importanti per analisi sostenibili. Le tecniche elettroanalitiche accoppiate con elettrodi serigrafati (SPE) sono riconosciute per essere ben adatte a questo compito. Inoltre, l'elevata potenzialità delle SPE risiede nella possibilità di fabbricare sensori "ad hoc", personalizzandoli con nanomateriali inorganici e/o biocomponenti per la rilevazione di più analiti. Saranno discussi i più recenti risultati nello sviluppo di dispositivi elettrochimici intelligenti che sfruttano la combinazione di tecniche di stampa (es. serigrafia e stampa 3D che consentono la produzione di sensori in serie), nanomateriali (es. utilizzando "carbon black", conveniente e altamente performante), smart support (ovvero carta che funge non solo da supporto ma anche da serbatoio di reagente e materiale per il trattamento del campione), biologia sintetica (cioè utilizzando anche aptameri come biocomponenti in sostituzione degli enzimi).

Verrà dimostrata la versatilità dei (bio)sensori elettrochimici sviluppati riportando le loro applicazioni in diversi campi, tra cui il settore ambientale, della sicurezza, agroalimentare e biomedico.