

# VU Research Portal

## Combined electrochemistry and Raman spectroscopy of heme proteins

Millo, D.

2008

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

Millo, D. (2008). *Combined electrochemistry and Raman spectroscopy of heme proteins*.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

## **Abstract Dutch**

Onderzoek aan eiwitten heeft in de laatste decennia een grote aantrekkingskracht, zowel vanuit het oogpunt van fundamentele interesse, alsmede vanwege de potentiële toepasbaarheid in een groot aantal vakgebieden. Hieronder vallen bijvoorbeeld de ontwikkeling van bio-electronische toepassingen in de farmacologie, medicijnen en milieu. Intrigerende toepassingen waar zo'n tien jaar geleden slechts over werd gespeculeerd, zoals koppeling van neuronen met electronica ("brain computers"), sensoren die de insuline en glucosespiegel in het bloed in de gaten houden, en brandstofcellen die stoffen in het lichaam gebruiken voor het opwekken van electriciteit, worden vandaag de dag experimenteel bestudeerd. De uitdagingen die hierbij overwonnen moeten worden hebben wetenschappers uit verschillende disciplines gestimuleerd tot samenwerking, wat aanleiding heeft gegeven tot een multidisciplinaire benadering, die mogelijk de meest opmerkelijke eigenschap is van de studie van eiwitten.

Het onderzoek dat in dit proefschrift is beschreven heeft de bedoeling een kleine doch significante bijdrage te leveren aan dit interdisciplinaire aspect, daar het gericht is op het met elkaar combineren van twee belangrijke analytische technieken in eiwitonderzoek, namelijk electrochemie en Raman spectroscopie. Deze beadering: het simultaan uitvoeren van experimenten met beide technieken, heeft tot doel gedetailleerde informatie te verkrijgen over de relatie tussen structuur en functie van redoxeiwitten, alsmede een beter begrip van ladingsoverdracht in biologische systemen.

**Hoofdstuk 1** geeft een korte inleiding in cytochroom *c*, een heem-eiwit dat in mitochondrieën het transport van electronen verzorgt, en dat gebruikt is om de gebouwde spectro-electrochemische set-up te testen. Ook worden in dat hoofdstuk de twee technieken die in dit onderzoek zijn gebruikt nader uitgelegd, met name hun relevantie in de studie van redoxeiwitten. De beschrijving van de theoretische basis van cyclische voltammetrie, en van Raman spectroscopie zijn elementair, en hoofdzakelijk bedoeld om onze experimentele strategie voor de studie van eiwitten duidelijk te maken. Voor diepgaandere studie van beide technieken verwijzen we voor voltammetrische technieken

naar het boek “Broadening Electrochemical Horizons” (A.M. Bond, (2002), Oxford Science Publications) en voor de toepassing van vibratie spectroscopie naar “Vibrational Spectroscopy in Life Sciences” (F. Siebert en P. Hildebrandt (2007), Wiley, NY).

**Hoofdstuk 2** beschrijft de constructie van de spectroelectrochemische cell nodig om Raman spectroscopie en cyclische voltammetrie van heem eiwitten te combineren. Dit gereedschap heeft in de loop van het onderzoek een aantal modificaties ondergaan, en dit hoofdstuk geeft zowel het oorspronkelijke ontwerp alsmede een serie latere aanpassingen.

**Hoofdstuk 3** laat zien hoe de combinatie van cyclische voltammetrie en Raman spectroscopie gebruikt is om de eigenschappen van cytochroom *c* op verschillende types electrodes te bestuderen.

Een grote uitdaging in dit onderzoek was de noodzaak om zilver electrodes te gebruiken, vanwege het SERRS effect, in plaats van de veel vaker gebruikte goud electrodes.

**Hoofdstuk 4** bevat derhalve een systematisch onderzoek naar de verschillen in redoxgedrag van cytochroom *c* op goud en zilver electrodes, om eventuele verschillen in electrode materiaal op de electrochemische eigenschappen aan te tonen.

Hoewel onze interesse hoofdzakelijk was gericht op cytochroom *c* hebben we ook andere redoxeiwitten in onze cel bestudeerd, ondermeer cytochroom P450, en cytochroom *c*'.

**Hoofdstuk 5** bevat resultaten van deze studies, alsmede een strategie voor het maken en karakteriseren van hybride dubbellen op SERS actieve zilverelectrodes. Het maken van kunstmatige bio-membranen op een vaste electrode is een relatief nieuwe ontwikkeling, en de mogelijkheden die ze bieden vormt een uiterst aantrekkelijke richting voor verder onderzoek, waarin ook de combinatie van electrochemische en vibratie-spectroscopische methodes een belangrijke rol kan spelen.

**Hoofdstuk 6** bevat een aantal conclusies over de huidige status van de combinatie van technieken die in dit proefschrift ter sprake zijn gekomen. Een lijst van veel gestelde vragen over deze onderwerpen is hieraan toegevoegd, en een aantal mogelijke richtingen waarin het onderzoek zich kan gaan bewegen wordt aangegeven.