

นายเหวียง ชิม : การพัฒนาเครื่องมือทางโวลแทมเมตรีขั้นสูงสำหรับสารปริมาณน้อย/
ขั้วไฟฟ้าจุลภาคและการประยุกต์ใช้ (TOOL DEVELOPMENT FOR ADVANCED
SMALL-VOLUME / MICROELECTRODE VOLTAMMETRY AND APPLICATION)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ชันแก้วหล้า, 137 หน้า.

การย่อขนาด / เคมีสีเขียว / แถบไมโครแบบแถว

ความก้าวหน้าในเทคนิคการทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดไมโคร และวิธีการประดิษฐ์
อุปกรณ์ระดับไมโครและนาโน ทำให้การปรับปรุงเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีไฟฟ้าให้มีขนาดเล็ก
ลงเป็นที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ปัจจุบันได้มีการค้นคว้าถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม
จึงนำไปสู่ความสนใจเกี่ยวกับผลกระทบเชิงลบที่อาจเกิดขึ้นจากกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์บนโลก
ใบนี้

หัวข้อย่อสามเรื่องของโครงการวิจัยระดับปริญญาเอกนี้ได้ถูกจัดทำขึ้นด้วยแนวคิดหลัก
ของการแนะนำเครื่องมือและเทคนิคที่ง่าย ประหยัด สามารถเข้าถึงได้ให้แก่ห้องปฏิบัติการวิจัยและ
การเรียนการสอน โดยเฉพาะโครงการที่มีงบประมาณที่จำกัด ซึ่งเชื่อว่าคุณสมบัติเหล่านี้เป็นปัจจัย
ในการผลักดันวิธีทางเคมีไฟฟ้าไปสู่ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วยประสิทธิภาพการวิเคราะห์ที่ดี
ขึ้น

การประดิษฐ์และการประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพของเซลล์เคมีไฟฟ้าขนาดเล็กแบบสาม
ขั้วไฟฟ้าคือท่อแพลตตินัม (Pt-T) ขนาดเล็กจะถูกอธิบายไว้ในส่วนที่หนึ่งของโครงการวิจัยนี้ โดย
เป็นการวางท่อแพลตตินัมบนขั้วไฟฟ้าทำงานในตำแหน่งที่ตั้งตรง ท่อแพลตตินัมนี้ทำหน้าที่เป็นทั้ง
ขั้วไฟฟ้าช่วย และเป็นที่บรรจุสารละลายตัวอย่างขนาด 30 – 60 ไมโครลิตร เซลล์เคมีไฟฟ้าจะถูกทำ
ให้สมบูรณ์ได้โดยการใส่ขั้วไฟฟ้าอ้างอิงขนาดเล็กเข้ามาในเซลล์จากด้านบนที่เปิดไว้ เซลล์นี้แสดง
ให้เห็นถึงความยืดหยุ่นในการเลือกขั้วไฟฟ้าทั่วไปมาประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ยังสามารถนำมา
ประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดและการหาปริมาณของสารต่าง ๆ ได้หลากหลาย ตั้งแต่ ยา ฮอร์โมน
วิตามิน สารที่สามารถเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ได้ อีกทั้งการประยุกต์ใช้กับเซนเซอร์ทางชีววิทยาใน
ระดับไมโครลิตรได้

ส่วนที่สองของงานนี้อธิบายถึงการสร้างขั้วไฟฟ้าแถบทองแดงระดับไมโครแบบแถวโดย
การประกบแผ่นทองแดงที่มีความหนาในระดับไมโครเมตรกับแผ่นอะคริลิกให้เป็นแถวซ้อนกัน
เว้นระยะอย่างสม่ำเสมอจำนวนเจ็ดแถว ขั้วไฟฟ้านี้มีความไวสูงสำหรับการตรวจวัดไฮโดรเจนเปอร์
ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) และ โดพามีน (Dopamine) เมื่อเปรียบเทียบกับขั้วไฟฟ้าทองแดง

แบบแผ่นกลม ซึ่งปรากฏการณ์นี้บ่งบอกว่ามีประสิทธิภาพในการถ่ายโอนมวลสารที่มากขึ้น โดยเป็นไปตามการคาดการณ์ที่ว่ามีการแพร่กระจายของสารบริเวณรอบ ๆ แถบขนาดไมโครในลักษณะครึ่งทรงกลม

การตรวจวัดและการหาปริมาณออกซิโทซิน (OXT) ในส่วนที่สาม เริ่มจากความต้องการของกลุ่มประสาทวิทยาที่ได้มีการทำงานร่วมกัน โดยต้องการหาความเข้มข้นของ OXT ในตัวอย่างสมองของหนูทดลองจากไมโครไดอะไลซิสในระดับพิโคโมลาร์ การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีไฟฟ้าโดยใช้เซลล์ท่อแพลตตินัมขนาดเล็ก (Pt-T) กับขั้วไฟฟ้าเพชรที่มีโบรอนเจือปนสามารถตรวจวัดออกซิโทซินที่ความเข้มข้นประมาณ 60 ไมโครโมลาร์ การวิเคราะห์หาปริมาณสารในระดับที่ต่ำกว่านี้ได้ถูกพยายามทำโดยเทคนิคอิมมูโนเซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้า ซึ่งเป็นที่ทราบว่าสามารถตรวจวัดสารชีวโมเลกุลได้ในระดับเฟมโตโมลาร์ อย่างไรก็ตามมีปัญหาเกิดขึ้นเนื่องจากขนาดที่เล็กของออกซิโทซิน และไม่มีโมโนโคลนอลแอนติบอดีคู่ที่เหมาะสมสำหรับการทำปฏิกิริยาทางภูมิคุ้มกันแบบแซนวิชที่มีประสิทธิภาพ และยังแก้ไขไม่ได้



สาขาวิชาเคมี

ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

WEI CHUNG SIM : TOOL DEVELOPMENT FOR ADVANCED SMALL-
VOLUME / MICROELECTRODE VOLTAMMETRY AND
APPLICATION. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PANIDA
KHUNKAEWLA, Ph.D. 137 PP.

MINIATURISATION / GREEN CHEMISTRY / MICROBANDS ARRAY

Promoted by advancements in microelectronics and in micro- and nano-fabrication methods, the miniaturisation of electroanalytical instrumentation has been a topic of high interest. Besides, environmental problems have also alarmed, leading to high attention on the potential negative impacts of scientific activities on Mother Earth.

The three subtopics of this PhD research project were structured with the key ideas of introducing tools and techniques which are easy, economical, green and accessible to most research and teaching laboratories, especially those with limited budgets. It is believed that these properties are the factors for driving electrochemistry towards a greener practice with better analytical performance.

The making and potential application of a miniaturised 3-electrode electrochemical minicell arrangement, namely the Platinum-tube (Pt-T) minicell was described in part 1 of this thesis. Upon placement on an upright working electrode, this little gadget served both as the counter electrode and the holder of 30 – 60 μl of sample solution. The electrochemical cell was then completed with the insertion of a mini reference electrode from the top opening. The cell demonstrated its flexibility in the choice of electrodes. It also showed a wide applicability for the detection and

quantification of various analytes ranging from drugs, hormones, vitamins, and redox labels as well as biosensing applications at the μl level.

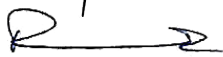
Part 2 of this work described the production of a Cu microband array electrode by sandwiching a piece of micron-thick copper foil in between acrylic plates to produce an array of seven evenly spaced microbands. This electrode demonstrated higher sensitivity for the detection of hydrogen peroxide and dopamine in comparison to a Cu disc electrode. This phenomenon suggested a more efficient mass transport mode, which agreed with the prediction of a hemicylindrical diffusion field around the vicinity of the microbands.

Oxytocin detection and quantification in Part 3 was initially driven by the need of a collaborating neuroscience group aiming at the detection of picomolar oxytocin in samples from rat brain microdialysis. Electrochemical detection in the Pt-T minicell with a boron doped diamond electrode detected oxytocin at about $60\text{ }\mu\text{M}$. Lower level detection was then attempted with electrochemical immunosensing technique known for femtomolar biomolecule detection. However, the problems arising from the small size of oxytocin and the lack of suitable monoclonal antibody pair for effective sandwich immunoreaction are yet to be solved.

School of Chemistry

Academic Year 2019

Student's Signature 

Advisor's Signature 

Co-advisor's Signature 