

**Thesis Title** Electrocoagulation of Some Colouring Matters in Aqueous Alcoholic Solutions and Its Application

**Author** Miss Kanlaya Jumpatong

**Degree** Doctor of Philosophy (Chemistry)

**Thesis Advisory Committee**

Assoc. Prof. Dr. Duang Buddhasukh Chairperson

Dr. Apiwat Baramee Member

Assoc. Prof. Dr. Suganya Wongpornchai Member

### ABSTRACT

The primary aim of this research work is to study and utilise an electrochemical technique, viz. electrocoagulation (EC), as an alternative method of isolating natural products. Conventionally, EC is an electrochemical method by which various types of impurities including dyes and pigments can be removed from many kinds of wastewater. Thus, in the first stage of this research, optimal EC conditions were determined of coagulation of some model natural dyes and pigments, namely chlorophyllin, crocin, chlorophyll, and  $\beta$ -carotene. Another crucial variable is the EC medium, which conventionally has been purely aqueous in nature. In this model study ethanol containing various proportions of water was used as EC medium. Other

important variables studied were the type of electrode used and the duration of the EC process.

The experimental results of the above investigation indicated that the model water-soluble dyes (chlorophyllin and crocin) could be readily coagulated in every EC medium used, viz. 25, 50, 75, and 85% ethanol. However, the water-insoluble pigments (chlorophyll and  $\beta$ -carotene) were less readily coagulated. As for the type of electrode, it was found that iron is a somewhat better electrode than aluminium as far as coagulation rate is concerned. Finally, the coagulation seemed to be over or unchanged within 2 hours or less.

The second part of the research work consists of the application of EC to the decolourisation of real plant colouring matter and to the isolation or fractionation from natural source of selected natural products, viz. solasodine from *Solanum laciniatum*, asiaticoside from *Centella asiatica*, lactones from *Andrographis paniculata*, morindone from *Morinda angustifolia*, morin from *Artocarpus heterophyllus*, and phenolic dyes from *Caesalpinia sappan*. Each of this undertaking was done in comparison, where applicable, with a conventional method in which organic solvents were used in almost every step of extraction and purification.

The results of the above EC application show that in every case studied the decolourisation of plant colouring matter by EC is more efficient than the organic solvent-based method. As for the isolation of natural products mixed results were obtained, solasodine could be isolated successfully and in a higher yield than conventional method. Asiaticoside was more efficiently purified by EC than by solvent extraction. Compared to the simple crude extract the lactone compounds was

obtained in a more concentrated form by EC although apparently some of the lactones were lost in the EC process. Morindone was isolated in a comparable yield to that by conventional method but in a rather impure state while morin could not be isolated by EC. The phenolic dyes were electrolytically isolated in a lower yield than that by the classical method and only one natural compound (brazilin) was obtained from the dye mixture while two additional natural products (sappanol and episappanol) were identified in the ordinary extract.

From the above investigative study, it can be concluded that EC is an efficient method for the removal of plant colouring matter in an aqueous ethanolic medium. Furthermore, EC can also be applied beneficially as a purifying step in the isolation process of some natural products.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การจับก้อนสารสีบางชนิดด้วยไฟฟ้าในสารละลายแอลกอฮอล์ผสมน้ำ

และการประยุกต์

ผู้เขียน

นางสาวกัลยา จำปาทอง

ปริญญา

วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เคมี)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. คัง พุศสุกร์

ประธานกรรมการ

ดร. อภิวัฒน์ บารมี

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร. สุกัญญา วงศ์พรชัย

กรรมการ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เบื้องต้นของงานวิจัยนี้ คือการศึกษาและใช้ประโยชน์จากเทคนิคทางไฟฟ้าเคมี ซึ่งได้แก่ กระบวนการจับก้อนด้วยไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นวิธีการทางเลือกในการแยกสารสกัดธรรมชาติ โดยพื้นฐานแล้วกระบวนการจับก้อนด้วยไฟฟ้าเป็นกระบวนการทางไฟฟ้าเคมีที่สามารถกำจัดสิ่งเจือปนได้หลายชนิดอันได้แก่ สีข้อมและรงควัตถุต่างๆ ซึ่งจะถูกกำจัดออกจากรวบรวมหลายประเภท ดังนั้นในส่วนแรกของงานวิจัยนี้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดของกระบวนการจับก้อนด้วยไฟฟ้าได้ถูกกำหนดขึ้นเพื่อจับก้อนสีข้อมและรงควัตถุตัวอย่างบางประเภท ได้แก่คลอโรฟิลลิน โครซิน คลอโรฟิล และเบต้าแคโรทีน ตัวแปรที่สำคัญอีกตัวหนึ่งของเทคนิคนี้คือ ตัวกลางของกระบวนการจับก้อนด้วยไฟฟ้าซึ่งโดยปกติจะใช้น้ำเป็นตัวกลาง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้แอลกอฮอล์ในสารละลายผสมน้ำในอัตราส่วนต่างๆเป็นตัวกลางในการจับก้อนด้วยไฟฟ้า ได้ทำการศึกษาตัวแปร

อื่นๆที่มีความสำคัญกับการจับก่อนด้วยไฟฟ้า คือ ชนิดของอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ และระยะเวลาในการจับก่อนด้วยไฟฟ้า

ผลการทดลองของการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า สารสีที่ละลายน้ำได้ (คลอโรฟิลลิน และ โครซิน) สามารถถูกจับก่อนได้ดีในทุกความเข้มข้นของตัวกลางที่ใช้ในกระบวนการจับก่อนด้วยไฟฟ้า คือที่มีแอลกอฮอล์ 25 50 75 และ 85 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามรงควัตถุที่ไม่ละลายน้ำ (คลอโรฟิล และเบต้าแคโรทีน) ถูกจับก่อนได้น้อยกว่า ในการศึกษาชนิดของอิเล็กทรอนิกส์พบว่ามีอิเล็กทรอนิกส์ที่คิดว่าอะลูมิเนียม ทั้งนี้เนื่องจากอัตราเร็วในการจับก่อนเมื่อใช้เหล็กเป็นอิเล็กทรอนิกส์จะดีกว่า และพบว่า การจับก่อนจะเกิดสมบูรณ์ หรือไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อไป ภายในเวลา 2 ชั่วโมง หรือน้อยกว่า

ส่วนที่สองของงานวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการจับก่อนด้วยไฟฟ้าในการกำจัดสารสีธรรมชาติจากพืช และสกัดแยกสารบริสุทธิ์หรือแยกส่วนสารประกอบธรรมชาติที่สนใจจากแหล่งกำเนิด ได้แก่ โขลาโซตินจาก *Solanum laciniatum* เอเซียติโคไซด์จาก *Centella asiatica* แล็กโตนจาก *Andrographis paniculata* มอริโนนจาก *Morinda angustifolia* มอริโนนจาก *Artocarpus heterophyllus* และสารสีฟีนอลิก จาก *Caesalpinia sappan* ซึ่งในการสกัดสารสกัดแต่ละชนิดด้วยกระบวนการทางไฟฟ้าดังกล่าวจะทำการศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยวิธีธรรมดาที่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ในการสกัดแยก และทำสารให้บริสุทธิ์

ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การกำจัดสารสีด้วยกระบวนการจับก่อนด้วยไฟฟ้าในทุกกรณีมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการซึ่งใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ ส่วนการแยกสกัดสารจากธรรมชาติผลที่ได้จากการทดลองมีลักษณะหลากหลาย โขลาโซตินถูกแยกได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้ผลผลิตที่สูงกว่าการแยกด้วยวิธีธรรมดา เอเซียติโคไซด์สามารถทำให้บริสุทธิ์โดยกระบวนการจับก่อนด้วยไฟฟ้าดีกว่า เมื่อเทียบกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย ในการเปรียบเทียบปริมาณของสารสกัดแล็กโตนในสารสกัดหยาบธรรมดา พบว่าปริมาณแล็กโตนในสารสกัดหยาบที่กำจัดสิ่งเจือปนด้วยวิธีจับก่อนด้วยไฟฟ้ามีความเข้มข้นสูงขึ้น ถึงแม้ว่าปริมาณแล็กโตนบางส่วนจะหายไปในช่วงตอนของกระบวนการจับก่อนด้วยไฟฟ้าก็ตาม ส่วนมอริโนนจะถูกแยกในปริมาณที่ใกล้เคียงกันเมื่อเทียบกับการสกัดด้วยวิธีธรรมดา แต่มีความบริสุทธิ์ไม่มาก ในขณะที่มอริโนนไม่สามารถสกัดแยกได้ด้วยวิธีจับก่อนด้วยไฟฟ้า สารสีฟีนอลิกถูกแยกออกมาด้วยวิธีทางไฟฟ้าในปริมาณที่ต่ำลงเมื่อเทียบกับวิธีธรรมดา และพบว่าสารธรรมชาติที่แยกได้ด้วยวิธีดังกล่าวมีเพียงบราซิลลิน ในขณะที่ใช้การสกัดด้วยวิธีธรรมดาคะพบสารสีธรรมชาติเพิ่มอีก 2 ตัว คือ แซปพานอล และ อีพีแซปพานอล

จากการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการจับก้อนด้วยไฟฟ้าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการขจัดสารสีจากพืชเมื่อใช้ตัวกลางที่เป็นสารละลายแอลกอฮอล์ผสมน้ำ ยิ่งไปกว่านั้นกระบวนการจับก้อนด้วยไฟฟ้าสามารถนำมาประยุกต์เพื่อใช้ประโยชน์ในขั้นตอนการทำให้สารบริสุทธิ์ในกระบวนการสกัดแยกสารสกัดทางธรรมชาติบางชนิดได้



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved