

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5480092

ชื่อโครงการ: อุปกรณ์ไอรเหยแบบไร้เยื่อเลือกผ่านแบบใหม่ สำหรับการควบคุมการไหลของของเหลว การพ่นอากาศ และการดูดอากาศแบบอัตโนมัติ เพื่อวิเคราะห์สารระเหย

ชื่อนักวิจัย: น.ส.นวลละออ รัตนวิมานวงศ์
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชื่อนักวิจัยที่ปรึกษา: ผศ.ดร.ดวงใจ นาคะปรีชา

E-mail Address: nuanlaorr@swu.ac.th, nuanlaor@hotmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2554 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน 2556

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเสนอการออกแบบอุปกรณ์ไอรเหยแบบไร้เยื่อเลือกผ่าน (MBL-VP) แบบใหม่จำนวนสองแบบสำหรับการวัดสารระเหย แบบแรกคืออุปกรณ์ไอรเหยแบบไร้เยื่อเลือกผ่านสองหลุม ตัวอย่างหรือสารตัวให้และรีเอเจนต์หรือสารตัวรับจะถูกผลักเข้าสู่หลุมรูปกรวยภายในอุปกรณ์โดยผ่านทางช่องใต้ฐานด้วยปริมาตรที่คงที่ ส่งผลให้เกิดการแพร่ของสารที่สนใจภายในอุปกรณ์นี้ ภายหลังจากกระบวนการแพร่ยุติลง สารตัวรับจะถูกดูดออกจากหลุมและถูกผลักเข้าสู่เครื่องตรวจวัด ขณะที่ตัวอย่างจะถูกดูดทิ้งไป การจำกัดปริมาตรของสารละลายให้น้อยกว่าปริมาตรของหลุมช่วยขจัดปัญหาการกลั่นของสารข้ามผ่านหลุมซึ่งพบในอุปกรณ์ไอรเหยแบบเก่า อุปกรณ์ไอรเหยแบบไร้เยื่อเลือกผ่านแบบสองหลุมได้ถูกใช้คู่กับระบบการไหลอย่างต่อเนื่องสำหรับการวัดปริมาณเอทานอลในตัวอย่างของเหลวหลายชนิด โดยอาศัยปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตในกรดและไอรเหยของเอทานอล ยิ่งไปกว่านั้น อุปกรณ์แบบใหม่สามารถเร่งอัตราการระเหยของสารได้ด้วยการพ่นอากาศลงในหลุมของสารตัวให้ จากผลการทดลองพบว่าการใช้เวลา 144 วินาที ต่อหนึ่งตัวอย่างภายในช่วงความเข้มข้นของเอทานอลตั้งแต่ 5 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร วิธีใหม่นี้สามารถเทียบได้กับวิธีแก๊สโครมาโตกราฟีซึ่งถูกใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการวัดปริมาณเอทานอลในตัวอย่างจริงจำนวน 17 ตัวอย่าง ค่าคืนกลับของเอทานอลอยู่ในช่วงร้อยละ 96 ถึง 109 เปอร์เซ็นต์

แบบที่สองคืออุปกรณ์ไอรเหยแบบไร้เยื่อเลือกผ่านสามหลุมสำหรับการวัดปริมาณเอทานอลและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในไวน์ภายในคราวเดียวกัน ภายในอุปกรณ์นี้ประกอบไปด้วยหลุมรูปกรวยจำนวนสามหลุมสำหรับตัวอย่างไวน์จำนวนหนึ่งหลุมและรีเอเจนต์จำนวนสองหลุมซึ่งแต่ละรีเอเจนต์จะจำเพาะเจาะจงกับสารที่ต้องการตรวจวัดแต่ละชนิด ค่าการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนไปของรีเอเจนต์ทั้งสองชนิดที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตรจะถูกตรวจวัดตามลำดับต่อเนื่องกันภายหลังจากการระเหยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เวลา 100 วินาที และของเอทานอลที่เวลา 130 วินาที ยุติลง กระบวนการวัดทั้งหมดใช้เวลา 5 นาที ในช่วงความเข้มข้นของเอทานอลเท่ากับ 5 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 25 ถึง 300 มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีที่นำเสนอใหม่นี้เทียบเท่ากับวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ไวน์จำนวน 10 ตัวอย่าง ค่าคืนกลับของเอทานอลและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในทั้งไวน์ขาวและไวน์แดงอยู่ในช่วงร้อยละ 98 ถึง 102 เปอร์เซ็นต์และร้อยละ 99 ถึง 105.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อุปกรณ์ไอรเหยแบบไร้เยื่อเลือกผ่าน (MBL-VP) แบบใหม่นี้สามารถใช้ได้อย่างสะดวกและกำจัดปัญหาการเอ่อล้นของสารข้ามหลุมได้อย่างหมดสิ้น การศึกษาแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำในการวิเคราะห์เอทานอลและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในตัวอย่างทั้งที่ใส, มีสี หรือมีสารแขวนลอยปนอยู่ ระบบใหม่นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการวัดสารปริมาณน้อยโดยการปรับเปลี่ยนเวลาการระเหยและการพ่นอากาศตามความเหมาะสม

คำหลัก: membraneless vaporization unit, dual chamber, เอทานอล, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไวน์

Abstract

Project Code: MRG5480092

Project Title: New membraneless vaporization unit with fully automatic control of liquid handling, aeration and air-vent for analysis of volatile compounds

Investigator: Dr. Nuanlaor Ratanawimarnwong

Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

Mentor: Assoc. Prof. Duangjai Nacapricha

E-mail Address: nuanlaorr@swu.ac.th, nuanlaor@hotmail.com

Project Period: 2 years (1st July 2011 – 30th June 2013)

This work presents the development of a new design for a membraneless vaporization (MBL-VP) unit. The first design is called dual chamber MBL-VP for measurement of volatile compound. With the new unit design, exact volumes of sample and reagent are introduced into their respective cone-shaped chambers via parts at the base of the cones. Diffusion of volatile analyte is allowed to take place. After a certain time interval, acceptor solution is withdrawn from the chamber into a detector flow-cell, while the sample solution is withdrawn to waste. Unlike the previous MBL-VP design, problems with overflow of solutions are prevented by limiting the input volume to be less than the volume of the chamber. The developed flow system with the dual chamber MBL-VP unit was tested for the determination of ethanol content in various liquid samples, using the oxidation reaction between potassium dichromate and the diffused ethanol. In addition, in order to accelerate the ethanol diffusion process, the donor chamber was aerated. As the result, relatively short analysis time of 144 s was achieved for ethanol in the range of 5 to 50 % (v/v). The proposed method was successfully validated with a gas chromatographic method for the determination of ethanol content in 17 alcoholic samples. Percentage recovery was in the range of 96 - 109 %.

Later, another design of three chambers membraneless vaporization (MBL-VP) unit was developed for simultaneous analysis of ethanol and total SO₂ in wine. The unit was designed to have three cone chambers for a sample solution and two acceptor solutions which specific to ethanol and SO₂ detection. The absorbance change of the acceptor solutions at 590 nm was sequentially monitored after diffusion time of 100 s for SO₂ and 130 s for ethanol. The analysis time of 5 min was achieved for the concentration ranges of 5 to 25 % (v/v) ethanol and 25 to 300 mg SO₂ L⁻¹. The proposed method was successfully validated with the standard methods in 10 wine samples. Percentage recoveries of both white and red wines were in the range of 98.0-102.0 % and 99.0 – 105.3 % for ethanol and SO₂, respectively.

These novel MBL-VP designs are robust and problem of overflow of solution is completely eliminated. The study demonstrated the accuracy of the unit for quantitative analysis of ethanol and SO₂ for both clear and colored solutions and also liquid containing solid suspension. The new system can also be applied to other samples present at trace level. For such sample, diffusion and aeration period must be adjusted accordingly.

Keywords: membraneless vaporization unit (MBL-VP), dual chamber, ethanol, sulfur dioxide, wine