รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสมุนไพรไทยโดยการสกัดและการทำปฏิกิริยาในน้ำกึ่งวิกฤต

สัญญาเลขที่ RMU 5180013

โดย นางสาว อาทิวรรณ โชติพฤกษ์ และคณะ

พฤษภาคม 2554

สัญญาเลขที่ RMU 5180013

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสมุนไพรไทยโดยการสกัดและการทำปฏิกิริยาในน้ำกึ่งวิกฤต

คณะผู้วิจัย **สังกัด**

นางสาวอาทิวรรณ โชติพฤกษ์ **ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ.และสกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ RMU 5180013

ชื่อโครงการ โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากสมุนไพรไทยโดยการสกัดและการทำปฏิกิริยาในน้ำกึ่งวิกฤต

ชื่อนักวิจัย รศ. ดร.อาทิวรรณ โชติพฤกษ์

อีเมล artiwan.sh@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ 15 พฤษภาคม 2551 ถึง 14 พฤษภาคม 2554

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะใช้เทคโนโลยีของไหลกึ่งวิกฤตในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากทรัพยากรทางการเกษตรของประเทศ โดยการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยวดยิ่ง (อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส และความดันสูงกว่า 70 บาร์) และน้ำที่สภาวะกึ่งวิกฤต (อุณหภูมิระหว่าง 100 ถึง 375 องศาเซลเซียส โดยความดันสูงพอที่รักษาสภาวะของเหลว) เนื่องจากมีความปลอดภัย ราคาถูก และมีประสิทธิภาพในการสกัดและการทำปฏิกิริยาสูง ในส่วนแรกจะเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำกึ่งวิกฤตในการสกัดพืชสมุนไพรไทย ได้แก่ รากของต้นยอ สมอไทย และมะระขี้นก โดยมุ่งเน้นการสกัดสารกลุ่มแอนทราควิโนนส์ และฟินอลิก ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในพืชสมุนไพรดังกล่าวข้างต้น และนอกจากการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรแล้ว ผู้วิจัยยังได้ศึกษาถึงกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและจากกรดไขมันปาล์มในปฏิกิริยาที่สภาวะวิกฤตยวดยิ่งอีกด้วย

Abstract

This research aims to investigate suitable conditions for sub- and supercritical fluids extraction and reaction of natural materials such as microalgae and herbs cultivated in Thailand to produce value added products. The active compounds of interest are antioxidative compounds which include carotenoids, anthraquinones, and phenolic compounds. Carotenoids are essential for living organisms and are widely used as industrial pigments in food and agro-industry. In addition to extraction of natural compounds, the process of supercritical esterification and transesterification of plam oil and palm fatty acids for the production of biodiesel was investigated.

Executive Summary

ของไหลวิกฤตยวดยิ่งหมายถึงของของไหลใดๆ ที่มีอุณหภูมิและความดันสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤตของของไหลนั้น โดยที่สภาวะวิกฤตหมายถึงสภาวะอุณหภูมิและความดันที่สสารจะไม่ปรากฏอยู่ในทั้งสภาวะไอหรือของเหลว ของไหลกึ่งวิกฤต (ของไหลที่สภาวะใกล้สภาวะวิกฤต) และของไหลวิกฤตยวดยิ่งนี้เองสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการที่สำคัญต่างๆ หลายชนิด แต่ที่นิยมนำมาใช้ในการสกัดพืชสมุนไพรคือคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะวิกฤตยวดยิ่ง เนื่องจากมีความปลอดภัย สามารถแยกออกจากสารสกัดได้ง่าย และอุณหภูมิที่ใช้ค่อนข้างต่ำ (อุณหภูมิวิกฤตของคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าประมาณ 31 องศาเซลเซียส) จึงไม่ทำให้สารสลายตัว อย่างไรก็ตามข้อเสียของการใช้คาร์บอนไดออกไซด์คือต้องใช้ความดันสูง เนื่องจากความดันวิกฤตของคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงถึงประมาณ 73 บรรยากาศ ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงตามไปด้วย นอกจากนี้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารไม่มีขั้วจึงไม่เหมาะกับการสกัดสารจำพวกที่มีขั้วในพืชสมุนไพรหลายชนิด ซึ่งในกรณีนี้ การสกัดอาจทำได้โดยใช้ *น้ำกึ่งวิกฤต* ซึ่งหมายถึงน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือด หรือ100 องศาเซลเซียส แต่ต่ำกว่าจุดวิกฤต หรือ 375 องศาเซลเซียส และที่สภาวะนี้เอง น้ำมีสมบัติคล้ายตัวทำละลายอินทรีย์และสามารถนำมาสกัดสารอินทรีย์จากพืชสมุนไพรหลายชนิดได้ อย่างไรก็ตามข้อเสียของการใช้น้ำกึ่งวิกตคืออุณหภูมิที่สูงอาจทำให้สารสลายตัว

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อทดสอบสภาวะการสกัดของสารสำคัญจากจุลสาหร่ายและสมุนไพรที่มีในประเทศด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยวดยิ่งและน้ำกึ่งวิกฤต โดยสารที่สนใจเป็นสารที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีหลายกลุ่ม ทั้งกลุ่มแคโรทินอยด์ กลุ่มควิโนนส์ และกลุ่มฟินอลิก โดยสารแคโรทินอยด์เป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตและยังใช้เป็นสารสีที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศ สารกลุ่มแอนทราควิโนนส์มีประโยชน์ในแง่ของการต้านเชื้อแบคทีเรียและไวรัส อีกทั้งยังต่อต้านการเกิดมะเร็งในอวัยวะต่างๆ เช่น มะเร็งในปอด ลำไส้อ่อน และเม็ดเลือดขาว ส่วนสารกลุ่มฟินอลิกเป็นสารที่มีศักยภาพที่จะนำมาพัฒนาเป็นยาต้านมะเร็งและรักษาอาการอักเสบได้ และนอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันและเอสเทอริฟิเคชันของน้ำมันปาล์มและกรดไขมันปาล์มเพื่อการผลิตไบโอดีเซลในเมธทานอลที่สภาวะวิกฤตยวดยิ่งโดยไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาอีกด้วย ซึ่งนับเป็นการประยุกต์ใช้ของไหลวิกฤตยวดยิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่ง

เนื้อหางานวิจัย

บทนำ

ประเทศไทยมีทรัพยากรทางการเกษตรที่หลากหลาย และมีอุตสาหกรรมการแปรรูปสินค้าเกษตรที่มีพัฒนาการก้าวหน้าอีกมากมาย ดังนั้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากผลผลิตทางการเกษตร รวมไปถึงผลิตผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตร จึงนับเป็นสิ่งที่จำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ตัวอย่างของงานวิจัยและพัฒนาในด้านนี้ ได้แก่ การพัฒนากระบวนการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพร การผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล เช่น Biogas, Biodiesel, และ Bioethanol ซึ่งในปัจจุบันการบริหารทรัพยากรทางการเกษตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบทางการเกษตรนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

เป็นที่ทราบดีว่าเทคโนโลยีของไหลวิกฤตยิ่งยวดและของไหลกึ่งวิกฤตได้รับความสนใจและมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างกว้างขวาง เช่น กระบวนการสกัดสาระสำคัญจากพืชสมุนไพร การผลิตเคมีภัณฑ์ ยาและเภสัชภัณฑ์ และอนุภาคพอลิเมอร์ขนาดเล็กเพื่อการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมไปถึงกระบวนการนำสารเคมีและวัสดุของเสียกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้เทคโนโลยีของไหลวิกฤตยิ่งยวดและของไหลกึ่งวิกฤตนี้ ยังใช้กับกระบวนการย่อยสลายของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยพบว่าปฏิกิริยาการย่อยสลายของเสียโดยใช้น้ำกึ่งวิกฤตและน้ำที่สภาวะวิกฤตยวดยิ่ง เป็นกระบวนการที่รวดเร็ว และปลอดภัย และไม่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา

ผู้วิจัยจึงเสนอที่จะใช้เทคโนโลยีของไหลวิกฤตยวดยิ่งและของไหลกึ่งวิกฤตในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากทรัพยากรทางการเกษตรของประเทศ โดยเลือกคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะวิกฤตยวดยิ่ง (อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ความดันสูงกว่า 70 บาร์) น้ำที่สภาวะกึ่งวิกฤต (อุณหภูมิระหว่าง 100 ถึง 375 องศาเซลเซียส โดยความดันสูงพอที่รักษาสภาวะของเหลว) เป็นตัวกลางในการผลิต เนื่องจากมีความปลอดภัยและมีราคาถูก งานวิจัยที่เสนอขอทุนนี้แบ่งออกเป็นสองส่วน ในส่วนแรกจะเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำกึ่งวิกฤตในการสกัดพืชสมุนไพรไทย ได้แก่ สมอไทย และมะระขี้นก โดยมุ่งเน้นการสกัดสารกลุ่มฟินอลิค ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในพืชสมุนไพรดังกล่าว และนอกจากการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรแล้ว ผู้วิจัยยังได้ศึกษาถึงกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและจากกรดไขมันปาล์มในปฏิกิริยาที่สภาวะวิกฤตยวดยิ่งอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสม ในการสกัดและทำปฏิกิริยาในของไหลวิกฤตยวดยิ่งและน้ำกึ่งวิกฤต

2 พัฒนาวิธีการสกัด เช่นการใช้ตัวทำละลายร่วม เพื่อลดอุณหภูมิในการสกัดเพื่อป้องกันการสลายตัวของสารสำคัญในสารสกัด

3 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดและการเกิดปฏิกิริยา

4 ในกรณีการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

ระเบียบวิธีวิจัย

1 รวบรวมเอกสารวิจัย

2 ทดสอบวิธีการวิเคราะห์สาร

3 ทดลองการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยวดยิ่งและน้ำกึ่งวิกฤต

4 สรุปผลและทำรายงานและเตรียมผลงานตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ

ผลที่ได้จากงานวิจัย

ผลที่ได้จากงานวิจัยในโครงการนี้ ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติจำนวน 14 เรื่อง ดังต่อไปนี้

1. Budrat P. and **Shotipruk A.** Enhanced Recovery of Phenolic Compounds from Bitter Melon (*Mormordica charantia*) by Subcritical Water Extraction, Separation and Purification Technology. 66(1), 2009, 125-129 (IF-2009 = 2.879).
2. Rangsriwong P., Rangkadilok N., Satayavivad J., Goto M., **Shotipruk A.** Subcritical Water Extraction of Polyphenolic Compounds from *Terminalia chebula* Retz. Fruits, Separation and Purification Technology. 66(1), 2009, 51-56 (IF-2009 = 2.879).
3. Kiathevest K., Goto M., Sasaki M., Pavasant P., **Shotipruk A.** Extraction and Concentration of Anthraquinones from Roots *of Morinda citrifolia* by Non-ionic Surfactant Solution, Separation and Purification Technology. 66(1), 2009, 111-117 (IF-2009 = 2.879).
4. Yothipitak W., Goto M., Tonanon N., Panatpong Boonnoun, **Shotipruk A.**, Response Surface Methodology to supercritical carbondioxide extraction of essential oil from amormum krevanh Pierre., Accepted manuscript, Separation Science and Technology44: 3923-3936 (IF-2009= 1.028).
5. Pelumpitak W., Prasitchoke P., Goto M., **Shotipruk A.** Extraction of Marigold Lutein Fatty Acid Esters by Supercritical Carbon Dioxide and Saponification to Free Lutein, Separation Science and Technology 46 (4), 2011, 605-610 (IF-2009=1.028).
6. Wattanasintana W., **Shotipruk A.**, Recovery of Anti-cancer Damnacanthal from Roots of *Morinda citrifolia* by Microwave-Assisted Extraction, Separation Science and Technology 44: 2942-2955 (IF-2009: 1.028).
7. Boonsongsawat T., **Shotipruk A**., Tantayakom V., Prasitchoke P., Chandavasu C., Boonnoun P., Muangnapoh C. Solvent Extraction of Biologically Derived 1,3-Propanediol with Ethyl Acetate and Ethanol Cosolvent, Separation Science and Technology 45: 541-547 (IF-2009: 1.028).

8. Kaewboonnum, Santiwattana P, and **Shotipruk A.**, Recovery of γ-Oryzanol from Rice Bran Oil Soapstock, Separation and Purification Technology, In press (IF-2009: 1.028).
9. Ruen-ngam D., **Shotipruk A.**, and Pavasant P. Comparison of Extraction Methods for Recovery of Astaxanthin from *Haematococcus pluvialis,* Separation Science and Technolgoy, In press. (IF-2009: 1.028).
10. Vechpanich J. and **Shotipruk A.** Recovery of free lutein from *Tagetes erecta*: Determination of suitable saponification and crystallization conditions, Separation Science and Technology, In press. (IF-2009: 1.028).
11. Tubtimdee C., **Shotipruk A.** Extraction of Phenolic Compounds from *Terminalia chebula Retz* with Water-Ethanol and Water-Propylene Glycol and Sugaring-Out Concentration of Extracts. Separation and Purification Technology 77 (3), 2011, 339-346 (IF-2009 = 2.879).
12. Boonyeun P., Shotipruk A., Prommuak C., Suphantharika M., Muangnapoh C. Enhancement of Amino acids Production by Two-Step Autolysis of Spent Brewer's Yeast, Chemical Engineering Communications, In press (IF-2009=0.586).
13. Yujaroen D., Goto M., Sasaki M., **Shotipruk A.**, Esterification of palm fatty acid distillate (PFAD) in supercritical methanol: Effect of hydrolysis on reaction reactivity, Fuel 88: 2011-2016 (IF-2009: 3.179)
14. Jomtib N., Goto M., Sasaki M., Shotipruk A. Effect of Co-solvents on Transesterification of Refined Palm Oil in Supercritical Methanol, Engineering Journal, In press.

งานวิจัยเรื่องที่ 1-3 เกี่ยวข้องกับการสกัดด้วยน้ำกึ่งวิกฤต งานวิจัยเรื่องที่ 4-5 เกี่ยวข้องกับการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยวดยิ่ง งานวิจัยเรื่องที่ 6-12 เป็นการศึกษากระบวนสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์หรือการไฮโดรไลซิส และงานวิจัยเรื่องที่ 13-14 ศึกษาปฏิกิริยาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและกรดไขมันปาล์มที่สภาวะของไหลวิกฤตยวดยิ่ง ซึ่งสามารถสรุปผลที่ได้จากงานวิจัยแต่ละเรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) Enhanced Recovery of Phenolic Compounds from Bitter Melong (Mormordica charantia) by subcritical water extraction

ชื่อเรื่อง (ไทย) การเพิ่มปริมาณสารฟีนอลิกจากมะระขี้นกโดยการสกัดน้ำสภาวะกึ่งวิกฤติ

ชื่อผู้เขียน ปาริฉัตร บุตรรัตน์, อาทิวรรณ โชติพฤกษ์

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยนี้เพิ่มปริมาณการสกัดกลุ่มสารฟีนอลิกจากมะระขี้นกโดยการสกัดที่สภาวะน้ำกึ่งวิกฤต โดยศึกษาการสกัดที่อุณหภูมิในการสกัด 130-200 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของน้ำที่ใช้สกัด 2-5 มิลลิลิตร/นาที ที่ความดันคงที่ 10 เมกะปาสคาล เพื่อหาปริมาณสารฟีนอลิกและสภาวะในการสกัดที่เหมาะสม พบว่าที่อุณหภูมิในการสกัดระหว่าง 150-200 องศาเซลเซียส และอัตราการไหล 2 มิลลิลิตร/นาที ปริมาณสารฟีนอลิกที่สกัดด้วยสภาวะน้ำกึ่งวิกฤต (52.63 มิลลิกรัมของกรดแกลลิค(GAE)/กรัมของน้ำหนักแห้ง(DW)) มีปริมาณมากกว่าการสกัดโดยใช้เมทิวแอลกอฮอล์(5.00-6.00 มิลลิกรัมของกรดแกลลิค/กรัมของน้ำหนักแห้ง) และการใช้น้ำสกัดด้วยซอกต์เลต (5.00-7.00 มิลลิกรัมของกรดแกลลิค/กรัมของน้ำหนักแห้ง) กรดฟีนอลิกที่สกัดได้มากที่สุดจากผลมะระมะระขี้นกด้วยน้ำกึ่งวิกฤต คือ คาเทชิน ซึ่งปริมาณสารคาเทชินที่สกัดด้วยวิธีสภาวะน้ำกึ่งวิกฤต การสกัดด้วยเมทิวแอลกอฮอล์ และการสกัดด้วยซอกต์เลต คือ 46.16 1.61 และ1.77 มิลลิกรัม/กรัมของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ แม้ว่าปริมาณสารฟีนอลิกในการสกัดโดยสภาวะน้ำกึ่งวิกฤตที่อุณหภูมิในการสกัดต่ำมีค่าน้อยกว่าที่อุณหภูมิในการสกัดสูง แต่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า อย่างไรก็ตามปริมาณสารฟินอลิกรวมสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำกึ่งวิกฤตมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการสกัดด้วยเมทิวแอลกอฮอล์ และน้ำที่สภาวะความดันปกติ

เรื่องที่ 2

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) Subcritical Water Extraction of Polyphenolic Compounds from Terminalia chebula Retz. fruits

ชื่อเรื่อง (ไทย) การสกัดสารประกอบพอลิฟีนอลิกจากผลสมอไทยด้วยน้ำกึ่งวิกฤติ

ชื่อผู้เขียน ภัทรกร รังสีวงศ์[1], นุชนารถ รังคดิลก[2], จุฑามาศ สัตยาวิวัฒน์[2], โมโตโนบุ โกโต[3] อาทิวรรณ โชติพฤกษ์[1]

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ห้องปฏิบัติการเภสัชวิทยา สภาบันวิจัยจุฬาภรณ์

[3] ภาควิชาเคมีประยุกต์และชีวเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยคุมาโมโต ประเทศญี่ปุ่น

ชื่อวารสาร Separation and Purification Technology

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการสกัดสารประกอบพอลิฟีนอลิกจากผลสมอไทยเช่น กรดแกลลิค กรดแอลลาจิก และคอริลาจิน ด้วยน้ำสภาวะกึ่งวิกฤติ โดยทดสอบสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดได้แก่ อุณหภูมิ (120-220 องศาเซลเซียส) และอัตราการไหลของน้ำที่ใช้สกัด (2-4 มิลลิลิตร/นาที) ที่ความดันคงที่ที่ 4 เมกะปาสคาล ที่มีผลต่อปริมาณสารพอลิฟีนอลิกและความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด พบว่าน้ำกึ่งวิกฤตสามารถสกัดกรดแกลลิคและกรดแอลลาจิกสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและได้ปริมาณสูงสุดที่ 180 องศาเซลเซียส ในขณะที่สารสกัดคอริลาจินได้ปริมาณสูงสุดที่ 120 องศาเซลเซียส พบว่าอัตราการไหลของน้ำมีผลต่อการสกัดและอัตราการไหลที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารฟีนอลิก คือ 4 มิลลิลิตร/นาที เมื่อเปรียบเทียบกับการสกดัวิธีอื่นๆ พบว่าการสกัดด้วยน้ำกึ่งวิกฤติมีประสิทธิภาพในการสกัดสารฟีนอลิกจากผลสมอไทยทั้งในแง่ของปริมาณและคุณภาพด้านการต่อต้านอนุมูลอิสระของสารที่สกัดได้

เรื่องที่ 3

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) Extraction and Concentration of Anthraquinones from Roots of *Morinda citrifolia* by non-ionic surfactant solution

ชื่อเรื่อง (ไทย) การสกัดและการทำให้เข้มข้นของสารแอนทราคิวโนนส์จากรากของต้นยอโดยสารละลายลดแรงตึงผิวไม่มีประจุ

ชื่อผู้เขียน กิติศักดิ์ เกียรติ์เทเวศน์[1], โมโตโนบุ โกโต[2], มิตซูรุ ซาซากิ[2], ประเสริฐ ภวสันต์[1], อาทิวรรณ โชติพฤกษ์[1]

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ภาควิชาเคมีประยุกต์และชีวเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยคุมาโมโต ประเทศญี่ปุ่น

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการสกัดด้วยสารละลายลดแรงตึงผิวหรือการสกัดด้วยไมเซลล์ (Micelle mediated extraction, MME) ของสารแอนทาคิวโนนส์จากรากของต้นยอ และการทำให้เข้มข้นขึ้นด้วยวิธีคลาวด์พอยท์ (Cloud point Concentration, CPC) ของสารสกัด ซึ่งเป็นทางเลือกของการสกัดและการทำให้เข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากการใช้สารละลายอินทรีย์อันตราย ในส่วนแรกทดลองการสกัดด้วยวิธี MME ที่ความดันปกติ โดยทดสอบสารละลายที่ใช้ในการสกัดใช้สารลดแรงตึงผิว 2 ชนิด คือ ไทตัน เอ็กซ์-100 และจินาพอล เอ็กซ์-080 เพื่อหาผลของความเข้มข้นของเปอร์เซ็นต์การสกัดแอนทราคิวโนนส์ จากนั้นจึงทดลองสกัดด้วยสารละลายลดแรงตึงผิ ภายใต้สภาวะความดันสูง (Micelle mediated pressurized hot water extraction, MMPHWE) โดยทดลองในระบบต่อเนื่องที่อัตราการไหลคงที่ 4 มิลลิลิตร/นาที โดยใช้สารละลายลดแรงตึงผิวที่ความเข้มข้นระหว่าง 1 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตรต่อปริมาตร การสกัดที่เหมาะสมที่สุดคือการใช้สารละลายไทตัน เอ็กซ์-100 1 เปอร์เซ็นต์ ที่ 80 องศาเซลเซียส เมื่อนำสารสกัดที่ได้จากสภาวะนี้มาทำให้เข้มข้นขึ้นด้วยวิธี CPC และศึกษาผลของความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว เวลาและอุณหภูมิ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ ที่ 75 องศาเซลเซียส และเวลาคือ 30 นาที โดยใช้ไทตัน เอ็กซ์-100 1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตรต่อปริมาตร (สารลดแรงตึงผิวต่อสารสกัด) เมื่อวิเคราะห์สารสกัดเพื่อหาปริมาณสารสารด้านมะเร็งแดมนาแคนธัลที่มีความสำคัญทางยาด้วยเครื่อง HPLC พบว่า MMPHWE สกัดสารได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการสกัดโดยน้ำร้อนที่สภาวะความดันสูงที่ไม่ใช้สารลดลงตึงผิว เนื่องจากใช้อุณหภูมิการสกัดต่ำกว่า จึงช่วยลดการสลายตัวล นอกจากนั้นพลังงานที่ต้องการใช้ในการสกัดและการทำให้เข้มข้นยังลดลงอีกด้วย

เรื่องที่ 4

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) Response Surface Methodology to Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Essential Oil from *Amormum Krevanh Pierre*

ชื่อเรื่อง (ไทย) วิธีการวิเคราะห์พื้นผิวสำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกระวานด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วกฤตยวดยิ่ง

ชื่อผู้เขียน (ไทย) วิภาวี โยธิพิทักษ์[1] โมโตโนบุ โกโต[2] ณัฐพร โฑนานนท์[1] ปณัฐพงศ์ บุญนวล[1] อาทิวรรณ โชติพฤกษ์[1]

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย)

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ภาควิชาเคมีประยุกต์และชีวเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยคุมาโมโต ประเทศญี่ปุ่น

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Separation Science and Technology

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์พื้นผิวใช้สำหรับศึกษาผลกระทบของภาวะในการดำเนินการและสำหรับคาดการณ์ภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผลกระวานด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยวดยิ่ง ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่อุณหภูมิในการดำเนินการ (33-67 องศาเซลเซียส) ความดัน (91-259 องศาเซลเซียส) และเวลาในการสกัด (20-70 นาที) ปัจจัยหลักของการสกัดได้แก่ความดันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการสกัด และจากแบบจำองการวิเคราะห์พื้นผิว พบว่าภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดคือ 33 องศาเซลเซียส 175 บาร์ และเวลา 70 นาที โดยให้ผลได้ของน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 17.3 มิลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ผลได้ของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ในทุกภาวะการสกัดมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (9.74 มิลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ขณะที่องค์ประกอบของน้ำมันที่สกัดได้คล้ายคลึงกัน ซึ่งประกอบด้วย 1,8 ซินีโอล (70.87%) เบต้า-ไพนีน (8.89%) และ ลิโมนีน (4.81%)

เรื่องที่ 5

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Marigold Lutein Fatty Acid Esters: Effects of Cosolvents and Saponification Conditions

ชื่อเรื่อง (ไทย) การสกัดเอสเทอร์กรดไขมันของลูทีนจากดอกดาวเรืองด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยวดยิ่ง—ผลของตัวทำละลายร่วมและสภาวะการสปอนนิฟิเคชัน

ชื่อผู้เขียน (ไทย) วิสินี เพลัมพิทักษ์[1], พัฒานนท์ ประสิทธิ์โชค[2], โกโตะ โมโตโนบุ[3] และอาทิวรรณ โชติพฤกษ์[1]

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย)

1. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 10330
2. บริษัท ปตท. เคมิคอล ระยอ
3. ภาควิชาชีวเคมีและเคมีประยุกต์ มหาวิทยาลัยกูมาโมโตะ ญี่ปุ่น

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Separation Science and Technology

บทคัดย่อ (ไทย)

การสกัดสารเอสเทอร์ของกรดไขมันของลูทีนจากดอกดาวเรืองด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยวดยิ่งร่วมกับตัวทำละลายร่วมได้รับการศึกษา โดยผลการสกัดในกรณีที่ไม่ได้ใช้ตัวทำละลายร่วมพบว่าปริมาณแซนโธฟิลรวมที่สกัดได้มีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิและความดันของคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยวดยิ่งมีค่าสูงขึ้น และสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือที่อุณหภูมิ 60°C และ 40 เมกกะปาสคาล ที่สภาวะนี้ สามารถสกัดปริมาณแซนโธฟิลรวมได้สูงสุดคือสกัดได้ 74.4±0.9% และพบว่าน้ำมันปาล์มเป็นตัวทำละลายร่วมที่มีประสิทธิ์ภาพสูงกว่าน้ำมันถั่วเหลืองและเอทธานอล โดยสามารถเพิ่มปริมาณสารแซนโธฟิลรวมที่สกัดได้เป็น 87.2±4.4% หรือคิดเป็นปริมาณที่เพิ่มขึ้นถึง 16% เมื่อสักดโดยใช้น้ำมันปาล์มในปริมาณ 10% โดยน้ำหนักของน้ำมันปาล์ม นอกจากนี้ เมื่อนำสารสกัดโอเรโอเรซินมาทำปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชันเป็นเวลา 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 75°C โดยใช้สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40% น้ำหนัก/ปริมาตร โดยใช้อัตราส่วนของสารโอเรโอเรซินต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1 ต่อ 2 พบว่าสภาวะนี้สามารถทำให้สารเอสเทอร์ของกรดไขมันของลูทีนไปเป็นลูทีนอิสระได้

เรื่องที่ 6

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) Recovery of Anti-Cancer Damnacanthal from Roots of Morinda citrifolia by Microwave-Assisted Extraction

ชื่อเรื่อง (ไทย) การสกัดสารต้านมะเร็งแดมนาแคนธัลจากรากของต้นยอด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ชื่อผู้เขียน (ไทย) นางสาววราภรณ์ วิทยสินธนา และรองศาสตราจารย์ ดร. อาทิวรรณ โชติพฤกษ์

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย)

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 10330

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Separation Science and Technology

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงอิทธิพลของขนาดของอนุภาค เวลา อุณหภูมิการสกัด ชนิดของตัวทำละลาย อัตราส่วนของปริมาณเอธทานอล และอัตราส่วนของของเหลวและตัวอย่างรากยอ ต่อการสกัดสารต้านมะเร็งแดมนาแคนธัลด้วยคลื่นไมโครเวฟ ปริมาณการสกัดที่ได้มากที่สุดเกิดขึ้นเมื่อทำการสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟเป็นเวลา 5 นาที โดยสกัดจากตัวอย่างรากทีมีขนาดเล็ก และมีอุณหภูมิการสกดั 100 และ 120 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัดที่มากกว่านี้จะทำให้ได้สารสกัดในปริมาณที่น้อยลงเนื่องจากสารสกัดเกิดการสลายตัว สารละลายอินทรีย์บริสุทธิ์ที่เหมาะสมต่อการสะกัดที่สุดืออะซิโตนและเมธทานอล อย่างไรก็ตาม สารละลายผสมระหว่างน้ำและเอธทานอลในอัตราส่วน 80% โดยปริมาตรของเอธทานอล สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มผลได้ของการสกัดสารแดมนาแคนธัล การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟนับเป็นการสกัดที่ให้ผลดีที่สุดเมื่อเทียบกับการสกัดด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การสกัดด้วยเครื่องสกัดซอกเลต หรือการสกัดด้วยคลื่นเหนือเสียง

เรื่องที่ 7

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ**)** Solvent Extraction of Biologically Derived 1,3-Propanediol with Ethyl Acetate and Ethanol Cosolvent

ชื่อเรื่อง (ไทย) การสกัดสาร 1,3 โพรเพนไดออลที่ได้จากกระบวนการชีวภาพด้วยเอทธิลอะซิเตตและตัวทำละลายร่วมเอธทานอล

ชื่อผู้เขียน (ไทย) ฐาปกรณ์ บุญส่งสวัสดิ์[1], อาทิวรรณ โชติพฤกษ์[1], วีรภัทร ตัณตยาคม[2], พัฒานนท์ ประสิทธิ์โชค[2], ชยา จันทรวสุ[2], ปณัฐพงศ์ บุญนวล[1], จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์[1],

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย)

1. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 10330
2. บริษัทปตท.เคมิคอล จำกัด มาบตาพุด ระยอง 21150

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Separation Science and Technology

งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้เอทธิลอะซิเตตและสารละลายผสมระหว่างเอทธิลอะซิเตตกับเอธทานอลสำหรับการสกัดสาร 1,3 โพรเพนไดออลที่ได้จากกระบวนการชีวภาพ ผลการทดลองการสกัดแบบจำลองสารผสมของน้ำหมักแสดงให้เห็นว่าเอทธิลอะซิเตตเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยมีสัมประสิทธิ์การกระจายตัว1,3 โพรเพนไดออลเท่ากับ 0.22 ที่ 303.15 เคลวิน อุณหภูมิ ในช่วง 303.15 ถึง 323.15 K ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว ในทางตรงกันข้ามการเติมกลีเซอรอลลงไปในสารละลายสายป้อน (ที่ความเข้มข้น 4, 8, 12 กรัม/ลิตร) ทำให้สัมประสิทธิ์การกระจายตัวมีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตามค่าการเลือกของสารประกอบดังกล่าวมีค่าลดลง และเมื่อใช้เอธทานอลเป็นตัวทำละลายร่วมที่อัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่างเอทธิลอะซิเตตกับเอธทานอล 90:10 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวจะเพิ่มจาก 0.22 เป็น 0.31 ที่ 303.15 เคลวิน ซึ่งทำให้จำนวนขั้นตอนในการสกัดที่ต้องใช้เชิงทฤษฎี (number of theoretical stages, NTS) ที่จะทำให้ได้ค่าการนำกลับของ 1,3 โพรเพนไดออล 90% จากเฟสน้ำลดลงจาก 3 เป็น 2 เมื่ออัตราส่วนระหว่างปริมาตรตัวทำละลายและสายป้อนมีค่าเท่ากับ of 9 นอกจากนี้ เมื่อทดลองสกัดน้ำหมักจากกระบวนการหมักจริงที่ 303.15 เคลวิน พบว่าการใช้เอธทานอลเป็นตัวทำละลายร่วมทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของสาร 1,3 โพรเพนไดออลเพิ่มขึ้นจาก 0.14 เป็น 0.20

เรื่องที่ 8

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) γ-Oryzanol Recovery from Rice Bran Oil Soapstock

ชื่อเรื่อง (ไทย) การแยกสารแกมมา-ออริซานอลจากไขสบู่น้ำมันรำข้าว

ชื่อผู้เขียน (ไทย) พิชชานันท์ แก้วบุญนำ จรรยา เวชพานิช ประวิทย์ สันติวัฒนา และอาทิวรรณ โชติพฤกษ์

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย) 1. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท กรุงเทพ 10330
2. บริษัทไทยร่วมใจน้ำมันพืชไทย คลองเตย กรุงเทพ

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Separation Science and Technology

งานวิจัยนี้เสนอผลการทดลองเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการนำกลับของแกมมา-ออริซานอล สารประกอบต้านอนุมูลอิสระที่มีมูลค่าสูง ออกจากไขสบู่น้ำมันรำข้าวซึ่งมีราคาถูก โดยมีขั้นตอนเริ่มจากการนำไขสบูไปผ่านกระบวนการซาปอนนิฟิเคชันและทำให้แห้ง จากนั้นจึงสกัดด้วยเอธิลอะซิเตต แล้วจึงนำสารสกัดมาผ่านการทำให้บริสุทธ์ด้วยกระบวนการตกผลึกซ้ำ 2 ครั้ง ผลการทดลองเมื่อใช้สารสกัดที่สกัดโดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับมาทำให้บริสุทธิ์โดยการตกผลึกในระบบตัวทำละลายผสมของเอธิลอะซิเตตกับเมทานอล พบว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตกผลึกครั้งแรกคือ การตกผลึกที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในตัวทำละลายผสมเอธิลอะซิเตตกับเมทานอลที่อัตราส่วน 20 % โดยปริมาตรของเอธิลอะซิเตต และสภาวะที่เหมาะสมต่อการตกผลึกครั้งที่สองที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่สภาวะดังกล่าวนี้ ผลได้และความบริสุทธิ์ของสารแกมมา-ออริซานอลที่ได้มีค่าเท่ากับ 55.17±0.59 % โดยน้ำหนัก and 74.60±4.12 % โดยน้ำหนัก

เรื่องที่ 9

ชื่อภาษาอังกฤษ Comparison of Extraction Methods for Recovery of Astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*

ชื่อภาษาไทย การเปรียบเทียบวิธีการสกัดเพื่อการนำกลับของสารแอสต้าแซนตินจากสาหร่าย *Haematococcus pluvialis*

ชื่อผู้แต่ง ดวงกมล เรือนงาน อาทิวรรณ โชติพฤกษ์ และประเสริฐ ภวสันต์

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 10330

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Separation Science and Technology

งานวิจัยนี้ศึกษาการสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดด้วยอัลตราซาวด์ และไมโครเวฟช่วยในการสกัดสารแอสต้าแซนตินจากสาหร่าย *Haematococcus pluvialis* ในทุกกรณีข้างต้นพบว่าอะซิโตนเป็นตัวทำละลายที่ให้ปริมาณสารสกัดที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับตัวทำละลายอื่นที่ใช้ ได้แก่ เมธทานอล เอธทานอล และอะซิโตไนไตร และวิธีที่ให้สารสกัดที่มากที่สุดได้แก่การใช้คลื่นไมโครช่วยในการสกัด ที่สภาวะอุณหภูมิ 75°C โดยสกัดเป็นเวลา 5 นาที ซึ่งให้ค่านำกลับของสารแอสต้าแซนตินเท่ากับ74±4%

เรื่องที่ 10

ชื่อภาษาอังกฤษ Recovery of free lutein from *Tagetes erecta*: Determination of suitable saponification and crystallization conditions

ชื่อภาษาไทย การนำกลับของลูทีนอิสระจากดอกดาวเรือง: สภาวะที่เหมาะสมของปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชันและการตกผลึก

ชื่อผู้แต่ง จรรยา เวชพานิชย์ และ อาทิวรรณ โชติพฤกษ์

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 10330

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Separation Science and Technology

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนผลิตซึ่งประกอบด้วยกระบวนการสะปอนนิฟิเคชัน เพื่อทำการเปลี่ยนรูปลูทีนเอสเทอร์ที่สกัดจากดอกดาวเรืองให้เป็นลูทีนอิสระ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของเวลาในการทำปฏิกิริยาในช่วง 0-7 ชั่วโมง, ปริมาณสารละลายด่าง(สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์)ต่อ 1 กรัมโอลิโอเลซินในช่วง 0.3-1 มิลลิลิตรและความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ 25-45% โดยปริมาตร โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส พบว่าความเข้มข้นของฟรีลูทีนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มจนถึง 4 ชั่วโมง และหลังจากนั้นจะเกิดการสลายตัว สำหรับปริมาณและความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เมื่อทำปฏิกิริยาที่ 4 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของฟรีลูทีนจะมีค่ามากที่สุดที่ 40% และ 0.5 มิลิลิตรของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ซึ่งในสภาวะที่มีความเป็นด่างรุนแรงจะทำให้เกิดการสลายตัวได้ หลังจากกระบวนการสปอนนิฟิเคชั่นแล้วฟรีลูทีนที่ได้ยังคงมีสิ่งเจือปนอยู่จึงต้องมีการทำสารให้บริสุทธิ์โดยผ่านกระบวนการตกผลึกโดยใช้วิธีการเติมสารที่ไปลดความสามารถของตัวทำละลายซึ่งจะทำการศึกษาอัตราส่วนของตัวทำละลายที่เติมซึ่งจะศึกษาสองชนิดคือน้ำกับเอทานอลและน้ำกับไอโซโพพานอลในช่วง 2:0.3-2:1 โดยปริมาตรและทำการศึกษาผลของเวลาในการตกผลึกในช่วง 0.25-2 ชั่วโมงทำการทดลองที่ 65 องศาเซลเซียส พบว่าตัวทำละลายที่เป็นน้ำกับเอทานอลที่อัตราส่วน 2:0.5 เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง จะได้ฟรีลูทีนที่มีความบริสุทธิ์ 85.53% และร้อยละผลได้ 99.12% ซึ่งเป็นสภาวะที่ดีที่สุด

เรื่องที่ 11

ชื่อภาษาอังกฤษ Extraction of phenolics from Terminalia chebula Retz with water-ethanol and water-propylene glycol and sugaring-out concentration of extracts

ชื่อภาษาไทย การสกัดฟินอลิกจากสมอไทยด้วยน้ำ-เอทธานอลและน้ำ-พรอพิลีนไกลคอลและการทำให้สารสกัดเข้มข้นขึ้นโดยใช้น้ำตาล

ชื่อผู้แต่ง จันทร์พร ทับทิมดี และอาทิวรรณ โชติพฤกษ์

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 10330

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Separation and Purification Technology

ในงานวิจัยนี้ การออกแบบการทดลองแบบเซนทรัลคอมพอสิทแบบทรงกลมได้ถูกนำมาใช้ในการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดสารฟินอลิกจากสมอไทย เช่น อุณหภูมิ สัดส่วนของตัวทำละลาย และเวลาในการสกัด โดยใช้ตัวทำละลายผสมของน้ำ-เอทธานอล และน้ำ-พรอพิลีนไกลคอล จากนั้นยังศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้การน้ำตาลในการทำให้สารสกัดเข้มข้นขึ้น และเสนอแบบจำลองพอลิโนเมียลอันดับที่สองสำหรับผลได้ในการสกัดโดยเป็นฟังก์ชันของสภาวะในการสกัด โดยแบบจำลองสามารถคาดการณ์ผลการทดลองได้โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.901 และ 0.828 สำหรับน้ำ-เอทธานอล และน้ำ-พรอพิลีนไกลคอลตามลำดับ และเมื่อเติมกลูโคสในสารสกัดของผลสมอไทยในน้ำ-เอทธานอล และน้ำ-พรอพิลีนไกลคอล สารละลายผสมเกิดการแยกชั้นออกเป็น 2 เฟส คือ (1) เฟสด้านบนซึ่งมีเอทธานอลเป็นองค์ประกอบหลักและมีสารประกอบฟินอลิกละลายอยู่ และ (2) เฟสที่มีกลูโคสเป็นองค์ประกอบหลัก ความเข้มข้นของกลูโคสที่จะทำให้เกิดการแยกเฟสมีค่าเท่ากับ 200 กรัมต่อลิตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของฟินอลิกรวม กรดแกลลิก และกรดอีลาจิกในน้ำ-เอทธานอล มีค่าเท่ากับ 1.98, 4.89 และ3.52 ตามลำดับ และในน้ำ-พรอพิลีนไกลคอล มีค่าเท่ากับ 1.98, 4.34 และ 3.22 ตามลำดับ

เรื่องที่ 12

ชื่อภาษาอังกฤษ Enhancement of Amino Acids Production by Two-Step Autolysis of Spent Brewer's Yeast

ชื่อภาษาไทย การเพิ่มผลผลิตกรดอะมิโนจากยีสต์ที่เหลือจากการหมักเบียร์ด้วยกระบวนการย่อยสลายตัวเองแบบสองขั้นตอน

ชื่อผู้แต่ง พึงใจ บุญยืน[1], อาทิวรรณ โชติพฤกษ์[1], ฉัตรทิพย์ พรหมหมวก[1], มานพ สุพรรณธริกา[2], จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์[1]

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย)

1. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 10330
2. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพ 10400

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Separation Science and Technology

งานวิจัยนี้เสนอการใช้การย่อยสลายตัวเองแบบสองขั้นตอน เพื่อเพิ่มผลผลิตของกรดอะมิโนจากยีสต์ที่เหลือจากการหมักเบียร์ เทคนิคนี้พัฒนาขึ้นจากการเปรียบเทียบพลวัตรของการผลิตและการแพร่ออกของโปรตีนและกรดอะมิโนในระหว่างกระบวนการย่อยสลายตัวเองของสารแขวนลอยของยีสต์ความเข้มข้น 22 % โดยน้ำหนักกับสารแขวนลอยยีสต์ความเข้มข้นต่ำกว่า คือ 11.25% โดยน้ำหนัก ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าในสารแขวนลอยยีสต์ที่มความเข้มข้นสูงกว่า โปรตีนจะถูกย่อยสลายกลายเป็นกรดอะมิโนได้อย่างมีประสิทธิผล แต่จะถูกปล่อยออกจากเซลได้น้อยกว่า เนื่องจากมีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นภายในและภายนอกเซลน้อย ดังนั้นกระบวนการแบบสองขั้นตอนซึ่งในระหว่าง 13 ชั่วโมงแรก การเปลี่ยนไปของโปรตีนจะเกิดขึ้นได้ดีในสารแขวนลอยของยีสต์ที่มีความเข้มข้นสูง จากนั้นจึงปล่อยให้มีการย่อยสลายตัวเองต่ออีก 26 ชั่วโมงในสารแขวนลอยยีสต์ที่มีความเข้มข้นต่ำลง ในกระบวนการแบบสองขั้นตอนนี้ จะได้ผลได้ของกรดอะมิโนสูงกว่ากระบวนการย่อยสลายตัวเองในสารแขวนลอยความเข้มข้นต่ำถึง 25% คือ จาก 0.4 เป็น 0.5 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และนอกเหนือจากนี้แล้ว การเติม NaCl ลงในสารแขวนลอยระหว่างการย่อยสลายตัวเองยังไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการผลิตโปรตีนแต่มีผลในการย้ำยั้งการผลิตกรดอะมิโน

เรื่องที่ 13

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) Esterification of palm fatty acid ditillate (PFAD) in supercritical methanol: Effect of hydrolysis on reaction reactivity

ชื่อเรื่อง (ไทย) เอสเทอร์รีฟิเคชันของกรดไขมันบริสุทธิ์ในเมทานอลวิกฤติยิ่งยวด: ผลไฮโดรไลซิสของปฏิกิริยา

ชื่อผู้เขียน ดวงกมล อยู่เจริญ[1], โมโตโนบุ โกโต[2], มิตซูรุ ซาซากิ[2], อาทิวรรณ โชติพฤกษ์[1]

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ภาควิชาเคมีประยุกต์และชีวเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยคุมาโมโต ประเทศญี่ปุ่น

ชื่อวารสาร(อังกฤษ) Fuel

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นความสามารถของกรดไขมันปาล์มบริสุทธิ์ที่เป็นทางเลือกสารตั้งต้นสำหรับการผลิตกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ และความน่าจะเป็นของของการใช้กระบวนการเอสเทอร์รีฟิเคชันตัวเร่งปฏิกิริยากรด โดยทางอุตสาหกรรมพิสูจน์ถึงความทนต่อการกัดกร่อนและปัญหาของสิ่งแวดล้อมกับการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาในสภาวะวิกฤติยิ่งยวดของเมทานอล ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส กับกรดไขมันปาล์มบริสุทธิ์ถึงอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอล 1:6 และเวลาการเกิดปฏิกิริยา 30 นาที เอสเทอร์รีฟิเคชันของกรดไขมันปาล์มบริสุทธิ์ในสภาวะวิกฤติยิ่งยวดของเมทานอลให้ผลผลิตของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์รีฟิเคชันของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในสภาวะวิกฤติยิ่งยวดของเมทานอล ผลผลิตของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์เพิ่มสูงขึ้นถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส กับความต้องการที่สูงของเมทานอลที่ถูกใช้ (1:45 ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ต่อโมลของเมทานอล) เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการเอสเทอร์รีฟิเคชันตัวเร่งปฏิกิริยากรดของกรดไขมันปาล์มบริสุทธิ์ ผลผลิตของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์75 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ในเวลา 5 ชั่วโมง ในสารตั้งต้นมีน้ำ(ระหว่าง 0-30 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตรต่อปริมาณ) จะพบว่าผลผลิตของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ต่ำจากกรดไขมันปาล์มบริสุทธิ์ นี่เป็นผลลบที่พิสูจน์ให้เห็นว่าการไฮโดรไลซิสของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์เพิ่มขึ้น ซึ่งอย่างไรก็ตามสามารถลดลงเมื่อมีการใช้เมทานอลสูง

เรื่องที่ 14

ชื่อเรื่อง (อังกฤษ) Effect of Co-solvents on Transesterification of Refined Palm Oil in Supercritical Methanol

ชื่อเรื่อง (ไทย) ผลของตัวทำละลายร่วมต่อทรานส์เอสเทอริฟิเคชันของน้ำมันปาลม์บริสุทธิ์ในเมทธานอลวิกฤตยวดยิ่ง

ชื่อผู้เขียน (ไทย) นฤพล จอมติ๊บ[1], ฉัตรทิพย์ พรหมหมวก[1], โมโตโนบุ โกโตะ[2], มิซูรุ ซาซากิ[2] และ อาทิวรรณ โชติพฤกษ์[1]

ชื่อหน่วยงาน/สังกัดของผู้เขียน (ไทย)

1. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 10330
2. ภาควิชาชีวเคมีและเคมีประยุกต์ มหาวิทยาลัยกูมาโมโตะ ญี่ปุ่น

ชื่อวารสาร (อังกฤษ) Engineering Journal

งานวิจัยนี้ศึกษาปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์โดยไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาในเมทธานอลวิกฤตยวดยิ่งและตัวทำละลายร่วม เช่น โทลูอีน เบนซีน และเฮกเซน เมื่อไม่มีตัวทำละลายร่วม เมทธิลเอสเทอร์สามารถผลิตได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส โดยใช้เมทธานอลต่อน้ำมันในอัตราส่วน 45:1 โดยได้ค่าการเปลี่ยนเท่ากับ 89.4% ภายในเวลา 50 นาที ปฏิกิริยาสามารถเกิดได้ดีขึ้นเมื่อใช้ตัวทำละลายร่วม เช่น เบนซีน และโทลูอีน (ในอัตราส่วน 10% โดยปริมาตรตัวทำละลายร่วมต่อน้ำมัน) โดยให้ค่าการเปลี่ยน 92.1 and 95.1% ตามลำดับ ขณะที่สามารถลดอัตราส่วนเมทธานอลต่อน้ำมันที่ต้องใช้จาก 45:1 เป็น 25:1 ได้ และการเติมเฮกเซนจะให้ผลการเปลี่ยนที่น้อยลงเนื่องจากเฮกเซนลดลง

สรุปงานวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าเทคโนโลยีการสกัดและการทำปฏิกิริยาในของไหลกึ่งวิกฤตและของไหลวิกฤตยวดยิ่งมีความเหมาะสมต่อการสกัดพืชสมุนไพรหลายชนิด อย่างไรก็ตามอุณหภูมิและความดันสูงที่ใช้ในสภาวะนี้อาจทำให้มีผลเสียในแง่ของการสลายตัวของสารสกัดและในด้านของพลังงานที่ต้องใช้ ดังนั้นการสกัดร่วมกับตัวทำละลายร่วมชนิดอื่นๆ เช่นการใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับการสกัดด้วยน้ำกึ่งวิกฤต จะช่วยลดอุณหภูมิในการสกัดลงมาได้ นอกจากนี้การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีอื่นๆ เช่นการใช้อัลตราซาวด์ และไมโครเวฟยังเป็นกระบวนการที่ต้องนำมาพิจารณาเปรียบเทียบถึงความเหมาะสมสำหรับการสกัดพืชสมุนไพรแต่ละชนิด สำหรับการผลิตไบโอดีเซลที่สภาวะวิกฤตยวดยิ่งโดยไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานั้น เป็นกระบวนการที่มีความเป็นไปได้ แต่เนื่องจากสภาวะอุณหภูมิและความดันสูงที่ต้องใช้ ทำให้ต้องพิจารณาเลือกสารตั้งต้น และพัฒนากระบวนการให้มีความเหมาะสม เพื่อให้กระบวนการมีความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์

Output ที่ได้จากโครงการ ผลงานที่ได้ตีพิมพ์ลงวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

1. Budrat P. and **Shotipruk A.** Enhanced Recovery of Phenolic Compounds from Bitter Melon (*Mormordica charantia*) by Subcritical Water Extraction, Separation and Purification Technology. 66(1), 2009, 125-129 (IF-2009 = 2.879).
2. Rangsriwong P., Rangkadilok N., Satayavivad J., Goto M., **Shotipruk A.** Subcritical Water Extraction of Polyphenolic Compounds from *Terminalia chebula* Retz. Fruits, Separation and Purification Technology. 66(1), 2009, 51-56 (IF-2009 = 2.879).
3. Kiathevest K., Goto M., Sasaki M., Pavasant P., **Shotipruk A.** Extraction and Concentration of Anthraquinones from Roots *of Morinda citrifolia* by Non-ionic Surfactant Solution, Separation and Purification Technology. 66(1), 2009, 111-117 (IF-2009 = 2.879).
4. Yothipitak W., Goto M., Tonanon N., Panatpong Boonnoun, **Shotipruk A.**, Response Surface Methodology to supercritical carbondioxide extraction of essential oil from amormum krevanh Pierre., Accepted manuscript, Separation Science and Technology44: 3923-3936 (IF-2009= 1.028).
5. Pelumpitak W., Prasitchoke P., Goto M., **Shotipruk A.** Extraction of Marigold Lutein Fatty Acid Esters by Supercritical Carbon Dioxide and Saponification to Free Lutein, Separation Science and Technology 46 (4), 2011, 605-610 (IF-2009=1.028).
6. Wattanasintana W., **Shotipruk A.**, Recovery of Anti-cancer Damnacanthal from Roots of *Morinda citrifolia* by Microwave-Assisted Extraction, Separation Science and Technology 44: 2942-2955 (IF-2009: 1.028).

7. Boonsongsawat T., **Shotipruk A**., Tantayakom V., Prasitchoke P., Chandavasu C., Boonnoun P., Muangnapoh C. Solvent Extraction of Biologically Derived 1,3-Propanediol with Ethyl Acetate and Ethanol Cosolvent, Separation Science and Technology 45: 541-547 (IF-2009: 1.028).
8. Kaewboonnum, Santiwattana P, and **Shotipruk A.**, Recovery of γ-Oryzanol from Rice Bran Oil Soapstock, Separation and Purification Technology, In press (IF-2009: 1.028).
9. Ruen-ngam D., **Shotipruk A.**, and Pavasant P. Comparison of Extraction Methods for Recovery of Astaxanthin from *Haematococcus pluvialis,* Separation Science and Technolgoy, In press. (IF-2009: 1.028).
10. Vechpanich J. and **Shotipruk A.** Recovery of free lutein from *Tagetes erecta*: Determination of suitable saponification and crystallization conditions, Separation Science and Technology, In press. (IF-2009: 1.028).
11. Tubtimdee C., **Shotipruk A.** Extraction of Phenolic Compounds from *Terminalia chebula Retz* with Water-Ethanol and Water-Propylene Glycol and Sugaring-Out Concentration of Extracts. Separation and Purification Technology 77 (3), 2011, 339-346 (IF-2009 = 2.879).
12. Boonyeun P., Shotipruk A., Prommuak C., Suphantharika M., Muangnapoh C. Enhancement of Amino acids Production by Two-Step Autolysis of Spent Brewer's Yeast, Chemical Engineering Communications, In press (IF-2009=0.586).
13. Yujaroen D., Goto M., Sasaki M., **Shotipruk A.**, Esterification of palm fatty acid distillate (PFAD) in supercritical methanol: Effect of hydrolysis on reaction reactivity, Fuel 88: 2011-2016 (IF-2009: 3.179)
14. Jomtib N., Goto M., Sasaki M., Shotipruk A. Effect of Co-solvents on Transesterification of Refined Palm Oil in Supercritical Methanol, Engineering Journal, In press.

ภาคผนวก

Reprint บทความสำหรับการเผยแพร่