

การสกัดสารสีจากเปลือกผลแก้วมังกร

Extraction of Dye Pigment from Dragon Fruit Peel

วิภาดา สอนองราษฎร์^{*1,2} วิภาวี ขำจิตร³ วารินทร์ ยางเดิม³ ปรียาภรณ์ เชาว์ชาญ¹ พัชรารภรณ์ สารเสนา¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

²ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย เครือข่ายมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อุบลราชธานี 34190

³สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160

Wipada Sanongraj^{*1,2} Wipawee Khamwicit³ Warin Yangderm³ Pariyaphat Chaowchan¹

Phatcharaporn Sansana¹

¹Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Warinchamrap, Ubonratchathani 34190

Tel : 0-4535-3362 E-mail: wipadadechapanya@yahoo.com

²Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Ubonratchathani 34190, Thailand

³Institute of Engineering and Resources, Walailak University, Thasala, Nakorn Si Thammarat 80160

Tel : 0-7576-3245 E-mail: kwipawee@wu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสกัดสารสีจากแก้วมังกร หาความเข้มข้นของบีตาเลนจากสารสีที่สกัดได้ และวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสารสีที่สกัดได้จากแก้วมังกร จากการทดลองโดยใช้เปลือกแก้วมังกรอบแห้ง 5 กรัม ต่อดัวทำละลาย 100 มิลลิลิตร พบว่าดัวทำละลายที่สกัดสารสีจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้งได้ดีที่สุดได้แก่ น้ำ รองลงมา คือ ร้อยละ 80 ของเอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลการวิเคราะห์พบว่าสารสีอบแห้งที่สกัดได้มีค่า 87 กรัม/100 กรัม ของเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง และ 42.5 กรัม/100 กรัม ของเปลือกแก้วมังกรอบแห้งและความเข้มข้นของบีตาเลนเท่ากับ 17.01 กรัม/ลิตร และ 13.65 กรัม/ลิตร เมื่อใช้น้ำและ ร้อยละ 80 ของเอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามลำดับ ผลวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี สำหรับหาปริมาณ เหล็ก สังกะสี และทองแดง พบว่ามีค่าเท่ากับ 73.14 , 58.91 และ 7.72 มิลลิกรัมต่อกรัมของตัวอย่างแล้ววิเคราะห์หาสารสีแดงโดยใช้วิธีอัลตราไวโอเลตและวิธีเบิลสเปกโทรสโคปี พบว่าช่วงของความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับ 532 นาโนเมตร และการดูดกลืนแสงมีค่าเท่ากับ 1.452

คำหลัก สารสีอบแห้ง แก้วมังกร บีตาเลน และโลหะหนัก

Abstract

The main objectives of this study include the pigment extraction from dragon fruit peel, the betalain quantification from extracted pigment, and the heavy metal contaminated in dye extracted pigment from dragon fruit. When soaking 5 g of dried peel in 100 mL extracting solution, the results shows that the most suitable extracting solution is water followed by 80% ethanol + NaOH. The analyzing results indicated that yields in term of dried dye pigment to dried peel were 87 g dried dye pigment/100 g dried dragon fruit peel and 42.5 g dried dye pigment/100 g dried dragon fruit peel and the concentrations of betalain are 17.01 g/L and 13.65 g/L when using water and 80% ethanol + NaOH as extracting solution, respectively. The results from AAS revealed that the iron, zinc, and copper concentrations were 73.14, 58.91, and 7.72

mg/kg, respectively. The red dye pigment was analyzed using UV spectroscopy resulting in wavelength of 532 nm and the absorption of 1.452.

Keywords: Dried dye pigment, dragon fruit, betalain heavy metal

1. บทนำ

ในปัจจุบันพบว่าสีผสมอาหารได้เข้ามามีบทบาทในส่วนผสมของอาหารเนื่องจากสีผสมอาหารใช้เพิ่มความดึงดูด หรือซ่อนเร้นความบกพร่องของผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามหากผู้ผลิตไม่คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคอาจใช้สีย้อมผ้าหรือสีย้อมกระดาษแทนสีธรรมชาติหรือสีสังเคราะห์ เนื่องจากสีย้อมผ้าให้สีที่ติดทนนานกว่าและราคาถูกกว่า สำหรับสีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์สามารถก่อให้เกิดอันตรายจากสารอื่นที่ปะปนมาได้เนื่องจากแยกสารออกไม่หมด ยังคงมีสารตกค้างในปริมาณที่มากเกินไป เช่น โลหะหนักต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น แคดเมียม ตะกั่ว สารหนู และปรอท เป็นต้น แม้ได้รับในปริมาณเล็กน้อย ก็สามารถสะสมอยู่ในร่างกาย และทำให้เกิดอันตรายขึ้นได้ [1, 2] ดังนั้นจึงมีการรณรงค์ให้คนใช้สีจากธรรมชาติกันมากขึ้น ซึ่งในประเทศไทยรู้จักการใช้สีธรรมชาติมายาวนานไม่ว่าจะเป็นสีทาขนมหรือสีย้อมผ้า

สีธรรมชาติ หมายถึง สีที่ได้จากการสังเคราะห์หรือสกัดจากวัตถุดิบธรรมชาติ ซึ่งส่วนมากจะมาจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เหง้า ดอก ผล เมล็ด แก่น ราก เป็นต้น ในประเทศไทยมีการใช้สีธรรมชาติอยู่หลายสีและจากพืชหลายชนิด เช่น สีเหลืองได้จากขมิ้นชันและขมิ้นอ้อย สีเขียวได้จากใบเตย สีน้ำเงินได้จากดอกอัญชัน สีม่วงได้จากลูกหว่า ใบสาวดำ เปลือกมังคุด และสีแดงจากกระเจี๊ยบและแก้วมังกรเป็นต้น [3] ทั้งนี้งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสกัดสีจากแก้วมังกรยังมีไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการสกัดสีแดงจากแก้วมังกร

แก้วมังกรเป็นผลไม้รสสุกที่ปลอดภัยจากสารพิษ มีกากใยสูง แคลอรีต่ำ อุดมไปด้วยวิตามินซี คลอโรฟิลล์ เมล็ดของแก้วมังกรอุดมไปด้วยไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย แก้วมังกรมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Hylocereus undatus* Britt. ซึ่งในต่างประเทศเรียกผลไม้ชนิดนี้ว่า “ดราگونฟรุต” เป็นพืชในตระกูลกระบองเพชร

แก้วมังกรเป็นพืชที่ปลูกได้ง่ายและกำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภคเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง [4]

สารสีแดงที่สกัดได้จากพืชหัวหรือราก ได้แก่ แครอท นอยด์ แอนโทไซยานิน บีทาเลน และสารประกอบฟีนอล แอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นโมเลกุลให้สีที่มีส่วนประกอบสองส่วนคือ แอนโทไซยานิดิน (anthocyanidin) และน้ำตาล แอนโทไซยานินมีหน้าที่ปกป้องผักและผลไม้จากการทำลายของรังสีอัลตราไวโอเล็ต มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การวิจัยพบว่า สารกลุ่มแอนโทไซยานิน มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของไขมันแอลดีแอล และยังทำให้เซลล์บุผนังหลอดเลือดมีความอ่อนนุ่ม การกินผักและผลไม้ที่มีสีน้ำเงินและสีม่วง จึงสามารถชะลอการเกิดโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือดและโรคหลอดเลือดหัวใจแข็งตัวได้ บีทาเลน (betalain) คือสารให้สีแดงและสีม่วงในหัวบีต (beet root) [4]

แก้วมังกร ประกอบด้วยสารบีตาไซยานินสีม่วงแดง และบีตาแซนทินสีเหลือง บีตาไซยานินมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พืชที่มีสารเหล่านี้มีคุณสมบัติในการป้องกันโรคอนุมูลอิสระที่เกิดจากความเครียดได้ และลดการเกาะตัวของเกล็ดเลือด [4]

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการสกัดสารสีจากเปลือกผลแก้วมังกรอบแห้งนั้น มีการเตรียมการในขั้นต้นโดยนำเปลือกผลแก้วมังกรสดไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน หลังจากเปลือกผลแก้วมังกรแห้งจึงนำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นผลไม้ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการสกัด

การศึกษาการสกัดสารสีจากเปลือกผลแก้วมังกรแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละส่วนการทดลองดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาการสกัดสีจากเปลือกผลแก้วมังกรอบแห้งโดยใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ

การสกัดที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นการสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent Extraction) ซึ่งกระบวนการสกัดของแข็งด้วยของเหลวหรือเรียกว่า การชะละลาย (leaching process) เป็นกระบวนการถ่ายโอนส่วนประกอบที่ละลายได้จากของแข็งไปสู่ตัวทำละลายที่เหมาะสมซึ่งอยู่โดยรอบ เป็นหนึ่งในหน่วยดำเนินการ (unit operation) ที่เก่าแก่ที่สุดในอุตสาหกรรม เคมีและอาหาร สามารถนำ

กระบวนการนี้ มาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอาหารได้อย่างกว้างขวาง เช่น อุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันพืช อุตสาหกรรมน้ำตาล และอุตสาหกรรมการผลิตผลไม้ ขั้นตอนของการสกัดสีจากเปลือกผลแก้วมังกรในการศึกษานี้มีดังต่อไปนี้

1. นำตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัดมาเป็นตัวทำละลายเปลือกผลแก้วมังกร ในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้ ตัวทำละลายซึ่งได้แก่ น้ำ , ร้อยละ 80 ของ เอทานอล, ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ (เอทานอล 100 มิลลิลิตร โซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 มิลลิลิตร) , เฮกเซน , เอทิลอะซิเตท และเมทานอล (สารเคมีที่ใช้ทั้งหมดเป็น reagent grade)

2. ชั่งเปลือกผลแก้วมังกรอบแห้งปริมาณ 5 กรัม ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง แช่ในตัวทำละลายแต่ละชนิดที่ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

3. นำตัวอย่าง จากข้อ 2 มากรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อแยกส่วนสารละลายออกจากเปลือกผลแก้วมังกร แล้ววัดปริมาตรสารละลายที่ได้ เนื่องจากในกระบวนการสกัดนั้นอาจมี เชื้อโรคหรือสารที่มีพิษอยู่ เราจึงนำมาฆ่าเชื้อโดยการเข้าเครื่องหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 5 นาที โดยหลักการของเครื่องนี้ก็คือ การทำให้น้ำร้อนจนกลายเป็นไอน้ำ แล้วไอน้ำก็จะเข้าไปแทรกตัวในเซลล์ ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว จะทำให้เซลล์ตาย

4. รายงานผลเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายของสารสีอบแห้งที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ (สังเกตด้วยตาเปล่า)

2.2 การทำผงสีจากสารสกัดที่ได้จากเปลือกผลแก้วมังกรอบแห้ง

ในการศึกษานี้ใช้การแช่แข็งระเหิดแห้ง (freeze drying) เพื่อทำผงสีจากสารละลายสีที่สกัดได้จากเปลือกแก้วมังกร freeze drying เป็นการนำหลักการระเหิดน้ำแข็งมาใช้ในการทำให้แห้ง โดยทำให้สารอยู่ในสภาพแช่เยือกแข็ง (frozen state) แล้วจึงระเหิดน้ำออกภายใต้ความดันต่ำระดับสุญญากาศ ณ ที่อุณหภูมิต่ำ จึงนิยมใช้กับสารที่ต้องการกลั่นเฉพาะตัว หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการรักษาคุณค่าทางอาหาร วิธีการแช่แข็งระเหิดแห้งนี้มี

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูง แต่คุณสมบัติสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี ของสารไม่เปลี่ยนแปลง มีการสูญเสียพวกสารระเหยน้อยมาก และยังมีคุณสมบัติในการละลายน้ำแล้วสามารถกลับคืนสู่ลักษณะเดิมได้ดี ขั้นตอนของการทำผงสีมีดังต่อไปนี้

1. เลือกสารสกัดจากตัวทำละลายที่ให้สีใกล้เคียงสีเปลือกผลแก้วมังกรมากที่สุด มา 2 ชนิด

2. นำสารสกัดทั้ง 2 ชนิด มาแช่แข็งเพื่อเตรียมตัวอย่างเข้าเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง เพื่อให้ได้อยู่ในรูปผงสี โดย กรณีสารละลายที่สกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายแช่แข็งในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และกรณีใช้ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ แช่แข็งโดยใช้ไนโตรเจนเหลว

3. นำตัวอย่างที่เตรียมได้ในข้อ 2 เข้าเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง ที่อุณหภูมิที่ -45 ถึง -60 องศาเซลเซียส ความดันที่ 300 – 800 milli Torr (mT) เพื่อให้เป็นผงสี โดยชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ก่อนใส่ตัวอย่าง และชั่งน้ำหนักรวมหลังจากเข้าเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็งเพื่อหาปริมาณสารสีอบแห้งที่สกัดได้จากเปลือกผลแก้วมังกร

2.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของบีทาเลนในสารสีอบแห้งที่ได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิด

ความเข้มข้นของบีทาเลน (สารที่ให้สีแดงในแก้วมังกร) ในสารสีอบแห้งที่สกัดได้ถูกวิเคราะห์และเปรียบเทียบโดยใช้เทคนิคอัลตราไวโอเลตสเปกโตรโฟโตเมทรี เพื่อคำนวณหาค่าการดูดกลืนแสง หลักการทำงานของเครื่องคือการดูดกลืนแสงหรือรังสีที่อยู่ในช่วงอัลตราไวโอเลตและวิสิเบิล ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 190-800 นาโนเมตร (nm) ของสารเคมีนั้น ส่วนใหญ่ได้แก่พวกสารอินทรีย์ (organic compound) หรือสารประกอบเชิงซ้อน (complex compound) หรือสารอนินทรีย์ (inorganic compound) ทั้งที่มีสีและไม่มีสี สมบัติของสารดังกล่าวนี้ได้นำมาใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณอย่างกว้างขวาง เพราะวิธีนี้ให้ความถูกต้องแม่นยำดี และมีสภาพไว (sensitivity) สูง โดยอาจทำอาจจะการวิเคราะห์อยู่ในรูปของธาตุหรือโมเลกุลก็ได้ โดยทั่วไปเทคนิคการวิเคราะห์นี้บางครั้งนิยมเรียกว่า UV-VIS Spectrophotometry แต่ถ้าสารที่ทำกรวิเคราะห์มีสีหรือทำให้สีเกิดขึ้น สารที่มีสีนั้นจะ

ดูดกลืนแสงในช่วงวิสิเบิล อาจเรียกว่า คัลเลอริเมตรี (colorimetry)

เพื่อทำการวิเคราะห์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นต้องนำสารสีอบแห้งที่ได้จากตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิด มาอย่างละ 0.1 กรัม ไปละลายในน้ำ 10 มิลลิลิตร และวัดค่าดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 358 นาโนเมตร โดยเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีผสมอาหารคิงคอล คาร์โมอีซิน ที่ปริมาณและความยาวคลื่นเท่ากัน และนำค่าการดูดกลืนแสงไปคำนวณหาความเข้มข้นของบีทาเลน โดยใช้ สมการที่ (1) [5]

$$BLC = \frac{(A \times DF \times MW \times 1,000)}{(TM \times 1)} \quad (1)$$

เมื่อ BLC (The Betalain Content) = ความเข้มข้นของบีทาเลน (กรัม/ลิตร)

A = ค่าการดูดกลืนแสง

DF = Dilution Factor

MW = มวลโมเลกุลของบีทาเลน (550 กรัม/โมล)

TM (Molar extinction coefficient) = 60,000 ลิตร/โมล

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสารสีอบแห้งที่สกัดได้

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่เป็นอันตรายที่อาจปนเปื้อนมากับเปลือกของแก้วมังกรที่นำมาสกัดใช้เทคนิคเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี ซึ่งเป็นกระบวนการวิเคราะห์ธาตุในรูปของอะตอมอิสระ โดยพิจารณาจากค่าของการดูดกลืนแสง ซึ่งอาศัยการวัดความเข้ม resonance radiation จากแหล่งกำเนิดแสงที่ลดลงเนื่องจากถูกดูดกลืนโดยอะตอมอิสระที่สภาวะพื้นตามปกติแล้วธาตุแต่ละชนิดจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน และขนาดของการดูดกลืนแสงจะแปรผันตามความเข้มของอะตอมอิสระ ความเข้มข้นของสารตัวอย่างคำนวณได้จากกราฟของสารละลายมาตรฐาน ในกรณีสารตัวอย่างมีปริมาณน้อยและไม่ทราบองค์ประกอบของสารตัวอย่างควรใช้วิธี standard addition ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มความเข้มข้นต่างๆ ของธาตุที่จะวิเคราะห์ลงในสารละลายตัวอย่าง ค่าสัญญาณที่ได้จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้น จุดตัดที่ได้จะเป็นค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่าง

ขั้นตอนในการเตรียมสารตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ประกอบไปด้วยสองส่วนคือ การเตรียมเครื่องแก้วและการเตรียมสารเคมี การเตรียมเครื่องแก้วเริ่มจากทำความสะอาดเครื่องแก้ว โดยใช้สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น ร้อยละ 20 แช่ทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อกำจัดไอออนของโลหะที่ผิวของผนังภายใน หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำปราศจากไอออน แล้วนำไปอบเพื่อไล่น้ำออกด้วยเตาอบอุณหภูมิสูง (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

เตรียมสารเคมีโดยการกรดไนตริกเข้มข้น และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น มาผสมกันในอัตรากรดไนตริกเข้มข้น 1 ส่วน ต่อกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 ส่วนที่ตู้ดูดควัน เตรียมสารละลายมาตรฐานโดยนำสารละลายมาตรฐานสังกะสี ทองแดง และ เหล็ก 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มาปรับความเข้มข้น 0.25, 0.50, 1.00 และ 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้ปิเปตอย่างละเอียดในการดูดสารและใช้น้ำปราศจากไอออนในการปรับปริมาตร

เมื่อเตรียมเครื่องแก้วและสารเคมีต่าง ๆ พร้อมแล้ว นำสารสีอบแห้งจากเปลือกผลแก้วมังกรมาอบให้แห้งด้วยเตาอบอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออก จากนั้นนำสารสีอบแห้งปริมาณ 0.75 กรัม มาย่อยโดยใช้กรดไนตริกเข้มข้น 1 ส่วน ต่อกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 ส่วน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ทำการย่อยจนสารเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีขาวและมีปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำกลั่นที่ปราศจากไอออนแล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ห้า ทิ้งไว้หนึ่งคืน เติมน้ำที่ปราศจากไอออนเพื่อปรับปริมาตรให้ได้สารละลายที่มีปริมาตร 50 มิลลิลิตร และนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS

สารให้สีที่สกัดได้จากเปลือกผลแก้วมังกรวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ในการเตรียมตัวอย่าง นำสารสีอบแห้งที่สกัดได้ไปอบด้วยเตาอบอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออก จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อเตรียมตัวอย่างขนาด 0.1 กรัม และ 0.25 กรัม ตามลำดับการชั่งน้ำหนักนั้นจะต้องชั่งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ นำสารที่ชั่งเสร็จแล้วมาละลายกับน้ำโดยเติมน้ำปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้มากรองกับกระดาษกรองเบอร์ 1 เพื่อนำส่วนที่ไม่ละลายแยกออกจากกัน จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UV-

VIS Spectrophotometer เพื่อวิเคราะห์การดูดกลืนแสง ก่อนทำการวัดต้องทำการเปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมงเพื่อทำการอุ่นแหล่งกำเนิดแสง จากนั้นทำการเท สารลงไปในแท่งวัด แล้วนำเข้าเครื่องเพื่อวิเคราะห์การดูดกลืนแสง

3. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยอธิบายได้เป็นส่วนๆ ตามการทดลอง ดังนี้

3.1 ผลการศึกษาการสกัดสารสีจากเปลือกผลแก้วมังกรอบแห้งโดยใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ

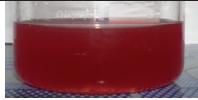
เมื่อนำเปลือกแก้วมังกรอบแห้งแช่ใน น้ำ , ร้อยละ 80 ของ เอทานอล, ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + NaOH , เฮกเซน , เอทิลอะซิเตท และเมทานอล ปรากฏว่าเมื่อเติม ตัวทำละลายลงไปนั้น ตัวทำละลายแต่ละตัวจะละลายสีที่ได้ออกมาแตกต่างกัน โดยสารสีที่สกัดได้โดยใช้ น้ำ มีสีแดงชุน สารสีที่สกัดได้โดยใช้ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล และเมทานอล มีสีเหลืองอำพัน สารสีที่สกัดได้โดยใช้ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + NaOH มีสีชมพูอมแดง สารสีที่สกัดได้โดยใช้เฮกเซนมีสีน้ำตาลอมเหลือง และสารสีที่สกัดได้โดยใช้เอทิลอะซิเตทมีสีเขียวอมเหลืองดังแสดงใน ตารางที่ 1

จาก ตารางที่ 2 จะพบว่าตัวทำละลายที่สามารถสกัดสีของเปลือกแก้วมังกรอบแห้งได้ดีที่สุดคือ น้ำและ 80% เอทานอล+โซเดียมไฮดรอกไซด์ (จากการสังเกตด้วยตาเปล่า) ซึ่งจะให้สีที่ใกล้เคียงกับสีของเปลือกแก้วมังกรจริง โดยจากการใช้ตัวทำละลายน้ำ 100 มิลลิลิตร ให้สารสกัด ปริมาณ 95 มิลลิลิตร และจากการใช้ตัวทำละลาย ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ 120 มิลลิลิตร (เอทานอล 100 มิลลิลิตร และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 mL) ให้ปริมาณสารสกัด 118 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปทำให้อยู่ในรูปผงสี

3.2 การทำผงสีจากสารสกัดที่ได้จากเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง

นำสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลาย น้ำ และ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ ไปทำให้อยู่ในรูปผงโดยเข้าเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze dryer) ที่

ตารางที่ 1 สารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายชนิดต่างๆ

ชนิดตัวทำละลาย	สารสกัดที่ได้
น้ำ	
ร้อยละ 80 ของ เอทานอล	
ร้อยละ 80 ของ + โซเดียมไฮดรอกไซด์	
เฮกเซน	
เอทิลอะซิเตท	
เมทานอล	

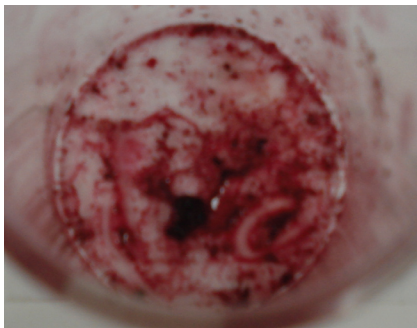
ตารางที่ 2 ค่า pH และผลการสกัดสีจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง 5 กรัม ในตัวทำละลายแต่ละชนิด

ตัวทำละลาย	ผลการสกัดสี	pH
น้ำ	สีแดงชุน	6.81
เฮกเซน	สีน้ำตาลอมเหลือง	3.57
เอทิลอะซิเตท	สีเขียวอมเหลือง	7.40
เมทานอล	สีเหลืองอำพัน	6.07
ร้อยละ 80 ของ เอทานอล	สีเหลืองอำพัน	4.72
ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์	สีชมพูอมแดง	5.11

อุณหภูมิที่ -45 ถึง -60 องศาเซลเซียส ความดันที่ 300 – 800 mT จะได้สารสีอบแห้งมีลักษณะแสดงดัง รูปที่ 1 และแสดงปริมาณสารสีอบแห้งที่ได้ดัง ตารางที่ 3 โดยพบว่าสารสีอบแห้งที่สกัดได้โดยใช้ น้ำเป็นตัวทำละลายมี ปริมาณ 87 กรัม/100 กรัม เปลือกผลแก้วมังกรอบแห้ง และเมื่อใช้ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอก



(ก) สารสีอบแห้งจากตัวทำละลายน้ำ



(ข) สารสีอบแห้งจากตัวทำละลาย

ร้อยละ 80 ของ เอทานอล+โซเดียมไฮดรอกไซด์
รูปที่ 1 ลักษณะสารสีอบแห้งที่ผ่านการอบแห้งแบบเยือกแข็ง

ตารางที่ 3 ปริมาณสารสีอบแห้งที่ได้จากตัวทำละลาย น้ำ และ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์

ชนิดตัวทำละลาย	ปริมาตรตัวทำละลายที่ใช้ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสารสกัด ที่ผ่านการกรอง (มิลลิลิตร)	ปริมาณสารสีอบแห้ง (กรัม/100 กรัมเปลือกผลแก้วมังกรอบแห้ง)
น้ำ	100	95	87
ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์	120	118	42.5

ไซต์ เป็นตัวทำละลายปริมาณสารสีอบแห้งที่สกัดได้เท่ากับ 42.กรัม/100 กรัม เปลือกผลแก้วมังกรอบแห้ง

จาก รูปที่ 1 พบว่าลักษณะของสารสีที่สกัดจากเปลือกแก้วมังกรโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายและใช้ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล+โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นตัวทำละลาย ให้ลักษณะสารสีอบแห้งแตกต่างกัน โดยสารสีอบแห้งจากตัวทำละลายน้ำจะมีลักษณะเป็นผงสีส้มถึงแดงชุน ส่วนสารสีอบแห้งที่ได้จากตัวทำละลาย ร้อยละ

80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ จะมีลักษณะเหนียวหนืด ไม่เป็นผงและมีสีแดง

3.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของบีทาเลนในสารสีอบแห้งที่สกัดได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิด

จากการเปรียบเทียบระหว่างเข้มข้นของบีทาเลนในสารสีอบแห้งที่สกัดได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิดและความเข้มข้นของสีผสมอาหารคิงคอลล การโมอีซิน ให้ผลการทดลองดังแสดงใน ตารางที่ 4 โดยความเข้มข้นของบีทาเลนจากสารสีอบแห้งที่สกัดได้โดยใช้น้ำและ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีค่า 17.010 กรัม/ลิตร และ 13.649 กรัม/ลิตร ตามลำดับ

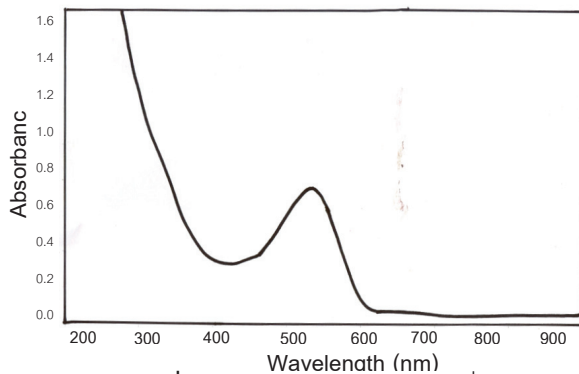
ตารางที่ 4 ค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของบีทาเลนจากสารสีอบแห้งที่สกัดได้ และสีผสมอาหาร ที่ความยาวคลื่น 358 nm

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นของบีทาเลน (กรัม/ลิตร)
สารสีอบแห้งที่สกัดโดยใช้น้ำ	1.856	17.010
สารสีอบแห้งที่สกัดโดยใช้ 80% เอทานอล+โซเดียมไฮดรอกไซด์	1.489	13.649
ผงสีผสมอาหาร	1.786	16.37

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสารสีอบแห้งที่สกัดได้

ผลการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงของสารสีอบแห้งที่สกัดได้โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายโดยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer [6] พบว่า ความยาวคลื่นของสารสีอบแห้งที่สกัดได้จากเปลือกผลแก้วมังกรมีค่าอยู่ในช่วง 532 นาโนเมตร ค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.1425 ดังแสดงในรูปที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความยาวคลื่น พบว่าค่าที่ได้มีค่าอยู่ในช่วงการดูดกลืนแสงของสีเขียวแดง

การคำนวณหาปริมาณโลหะหนักโดยนำสารละลายมาตรฐานของ ทองแดง สังกะสี เหล็ก ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน มาวัดค่าการดูดกลืนแสง ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก สังกะสี และทองแดง โดยเครื่อง AAS แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักดังกล่าวในสารสีอบแห้งที่สกัดได้มีค่าเท่ากับ 73.14, 58.90, และ 7.72 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยค่า



รูปที่ 2 การดูดกลืนแสงของสารสีอบแห้งที่สกัดได้

ดังกล่าวไม่เกินค่ามาตรฐานสีผสมอาหารที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข (200 , 200 , 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ) [7 ,8]

ในการหาปริมาณโลหะหนักนั้นต้องมีการตรวจสอบวิธีการหาค่าที่ได้มานั้นถูกต้องแม่นยำมากน้อยแค่ไหน โดยการทำ Recovery test ซึ่งคำนวณได้จากสูตรที่แสดงใน สมการที่ 2

$$\text{Recovery test} = \frac{\text{spike conc.} - \text{original conc.}}{\text{added conc.}} \quad (2)$$

จากการวิเคราะห์พบว่าค่า recovery test มีค่า ร้อยละ 78.9, ร้อยละ 109.5 และ ร้อยละ 112.3 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 25 ผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าสารสีอบแห้งที่สกัดได้จากเปลือกแก้วมังกรมีความปลอดภัยในการนำไปผสมอาหารเนื่องจากมีการปนเปื้อนของโลหะหนักดังกล่าวน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด

5. สรุป

จากการศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารสีจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง สามารถสรุปได้ว่า น้ำ และ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดในการสกัดสารสีจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง โดยให้สีที่ใกล้เคียงกับสีเปลือกแก้วมังกรมากที่สุด

วิธีการทำสารที่สกัดได้จากเปลือกแก้วมังกรให้เป็นผงสีคือการใช้เทคนิคการอบแห้งแบบเยือกแข็ง โดยเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง พบว่า ปริมาณสารสีอบแห้ง

ที่ได้จากการแช่เปลือกแก้วมังกรในน้ำมีปริมาณมากกว่าปริมาณสารสีอบแห้งที่ได้จากการแช่เปลือกแก้วมังกรใน 80% เอทานอล+โซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารสีอบแห้งที่ได้มีลักษณะแตกต่างกันคือ สารสีอบแห้งที่ได้จากสารสกัดที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย มีลักษณะเป็นผงสีแดงขุ่น ส่วนสารสีอบแห้งที่ได้จากสารสกัดที่ใช้ ร้อยละ 80 ของ เอทานอล + โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นตัวทำละลาย มีลักษณะเหนียวหนืดสีแดง

เมื่อนำสารสีอบแห้งที่ได้จากทั้ง 2 ชนิดตัวทำละลายมาวัดค่าการดูดกลืนแสงของสีที่ความยาวคลื่น 358 นาโนเมตร เทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสีผสมอาหาร ที่ความยาวคลื่นเท่ากัน พบว่า ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดจากตัวทำละลายน้ำมีค่ามากกว่าสารสกัดจากตัวทำละลาย ร้อยละ 80 ของ เอทานอล+โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของบีทาเลน 17.010 กรัม/ลิตร และ 13.649 กรัม/ลิตร ตามลำดับ โดย ความเข้มข้นของสีผสมอาหารคิงคอลล คาร์โมอีซิน คือ 16.37 กรัม/ลิตร

จากผลการหาค่าความเข้มข้นพบว่า สารสีอบแห้งที่ได้จากตัวทำละลายน้ำ ให้ค่าความเข้มข้นของบีทาเลนมากกว่า ผงสีผสมอาหารคิงคอลล คาร์โมอีซิน ที่ระดับความเจือจางเท่ากัน

การตรวจวิเคราะห์โลหะหนักทั้งสามชนิดพบว่าค่าที่ได้ไม่เกินมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข ดังนั้นผลจากการวิเคราะห์การสกัดสีจากเปลือกแก้วมังกรเบื้องต้นแสดงให้เห็นแนวโน้มที่จะสามารถนำมาทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ได้

จากงานวิจัยเรื่องนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาการทำผงสีจากแก้วมังกรได้ และอีกทั้งยังเป็นข้อมูลสำหรับผู้สนใจในการประกอบกิจการการทำสีผงจากธรรมชาติได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่เอื้ออำนวยสถานที่ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย ศูนย์เครือข่ายมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ขอขอบคุณ คุณจริยาพร คงบุญ นักวิทยาศาสตร์ประจำศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่ช่วยวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อน

เอกสารอ้างอิง

- [1] กฤษณา ภูตะคาม. 2529. เกษังภัณฑ์ธรรมชาติ เล่ม 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [2] รัตนา อินทรานุกุล. 2547. การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] http://www.elib-online.com/doctor49/food_color001.html.
- [4] http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?i1=64&i2=45.
- [5] Markus R. Mobhammer et al. 2005. Development of a process for the production of a betalain-based colouring foodstuff from cactus pear. Innovative Food Science and Emerging Technologies 6 (2005): 221-231.
- [6] http://www.thaiscience.com/lab_vol20%freeze/ 30p.
- [7] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21. 2529. กำหนดสีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานการใช้ การผสม และฉลาก.
- [8] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98. 2529. มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน.