

คลอโรฟิลล์สกัดพร้อมขงจากผักตบชวา

Extraction Chlorophyll Water Hyacinth

ธนภพ โสตรโยม^{1*} ชญาภัทร กี่อาริโย² นพพร สกุลยืนยงสุข¹ ดวงกมล ตั้งสัถิตพร¹
ศุภศิธร มาแสวง¹ ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง¹ สุมภา เทิดขวัญชัย³ และ เจนปอ ซู⁴

Thanapop Soteyome^{1*} Chayapat Kee-ariyo² Nopporn Sakulyunyongsuk¹
Duangkamol Tubgsatitporn¹ Supuksorn Masavang¹ Duangrat Saetang¹
Sumapar Thedkwanchai³ and Zhenbo Xu⁴

บทคัดย่อ

เครื่องต้มสารสกัดคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมขงจากผักตบชวามีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา และวิธีการทำเครื่องต้มสารสกัดคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมขงจากผักตบชวา การทดลองระยะเวลาสกัดผักตบชวาในเอทิลแอลกอฮอล์ 3 ระดับ คือ 3 5 และ 7 ชั่วโมง พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายในการสกัด คือ 5 ชั่วโมง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ (a) 0.56 ± 0.54 และปริมาณคลอโรฟิลล์ (b) 0.82 ± 0.64 การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่ใส่ลงในคลอโรฟิลล์ที่สกัดได้จากผักตบชวาที่อัตราส่วน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 20 30 และ 40 ของปริมาณของน้ำคลอโรฟิลล์ พบว่า ทั้ง 3 ระดับผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านรสชาติ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบ ที่มีปริมาณน้ำตาลทรายที่ร้อยละ 20 มากที่สุดและ นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า คลอโรฟิลล์สกัดพร้อมขงจากผักตบชวา มีค่าความสว่าง (L^*) 37.33 ± 0.10 ค่าสีแดง (a^*) 31.95 ± 0.06 ค่าสีเหลือง (b^*) 33.04 ± 0.34 ค่า a_w 0.41 ± 0.05 ค่าความชื้น 1.26 ± 0.34

คำสำคัญ : คลอโรฟิลล์, การสกัด, ผักตบชวา

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Food Science and Technology Program, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

² สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² Master of Home Economics Program, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

³ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

³ Foods and Nutrition Program, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

⁴ School of Food Science and Engineering, Guangdong Province Key Laboratory for Green Processing of Natural Product Safety, South China University of Technology, Guangzhou, China

* ผู้ประสานงานนิพนธ์ E-mail: thanapop.s@rmutp.ac.th



ABSTRACT

The purposes of the Instant Chlorophyll Extract Beverage Power from Water Hyacinth. The study begins with finding the suitable time of using ethyl alcohol as solvent in extracting Chlorophyll from Water Hyacinth. By soaking Water Hyacinth in ethyl alcohol for 3 periods of time including 3, 5, and 7 (hours), it was found that the most suitable time of using ethyl alcohol as the extracting solvent 5 hours with the amount of Chlorophyll (a) of 0.56 ± 0.54 and Chlorophyll (b) of 0.82 ± 0.64 . According to the study of sugar content in ready-made Chlorophyll extract from Water Hyacinth volume of sugar in 3 portions including 20, 30, and 40 percent of the Chlorophyll content, it was found that tasters gave similar scores of satisfaction in terms of appearance, color, odor, flavor, and general satisfaction. However, the ready-made Chlorophyll extract from Water Hyacinth with the sugar content of 20 percent received highest score of satisfaction and analysis physical and chemical, it was found that ready-made Chlorophyll extract from Water Hyacinth has luminance (*L) of 37.33 ± 0.10 , red component (a^*) was -31.95 ± 0.06 , and yellow component (b^*) was 33.04 ± 0.34 , the amount of Water Activity was 0.41 ± 0.05 , the humidity was 126 ± 0.34 .

Keywords : Chlorophyll, Extract, Water Hyacinth

1. บทนำ

ผักตบชวาเป็นพืชที่มีลักษณะใบเป็นประเภทใบเดี่ยว แผ่นใบกว้างมนโค้ง มีรูปร่างค่อนข้างกลมภายในมีรูพรุนคล้ายฟองน้ำ และมีสีเขียวตลอดทั้งลำต้น (Kumar, 2007) สีเขียวที่อยู่ภายในผักตบชวาเป็นรงควัตถุซึ่งมีคลอโรฟิลล์เป็นส่วนประกอบอยู่ ดังนั้น การสกัดนำเอาคลอโรฟิลล์ออกจากผักตบชวา จึงเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจปัจจุบันจะพบเห็นคลอโรฟิลล์ทั้งชนิดน้ำและผงออกมาวางขายมากมาย และได้รับความนิยมจากผู้บริโภค เพราะคนเราสามารถนำเอาสารคลอโรฟิลล์ไปเป็นสารตั้งต้นในการสร้างเม็ดเลือดเมื่อร่างกายต้องการ โดยเฉพาะในภาวะที่เกิดความบกพร่องในการสร้างเม็ดเลือดแดง เนื่องจากขาดสารอาหาร เช่น ในภาวะโลหิตจาง (Wilson, Holst, & Rees, 2004) หากแต่บางครั้งผู้ขายก็ไม่ได้ระบุให้ผู้บริโภคได้ทราบแน่ชัดว่าคลอโรฟิลล์ที่สกัดออกมาวางขายในท้องตลาดเป็นคลอโรฟิลล์ที่สกัดจากพืชชนิดใด ทำให้บางครั้งอาจเกิดความเชื่อถือลดน้อยลง จึงทำให้ผู้ทดลองมีแนวคิดที่จะใช้ประโยชน์จากผักตบชวาที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก และเป็นวัชพืชที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์มาสกัดคลอโรฟิลล์เนื่องจากผักตบชวาเป็นพืชที่มีสีเขียวตลอดทั้งลำต้นและนำคลอโรฟิลล์ ที่สกัดได้มาทำเป็นเครื่องดื่มสารสกัดคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมขงจากผักตบชวา

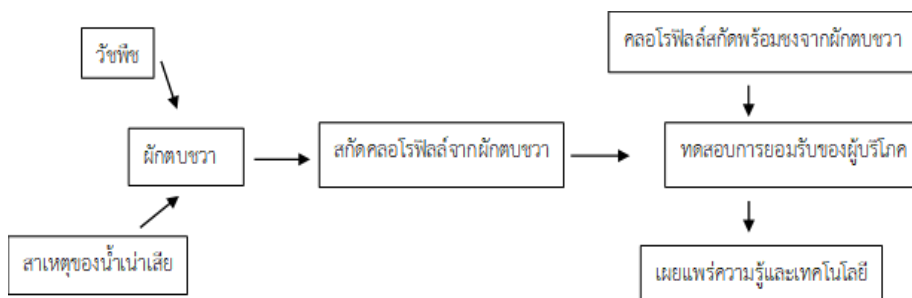


วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา
- 2) เพื่อศึกษาวิธีการทำเครื่องตีสารสกัดคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมขงจากผักตบชวา

2. ระเบียบวิธีวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการใช้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายในการสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา

ศึกษาการใช้เวลาที่เหมาะสมในการใช้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายในการสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวาโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) โดยการศึกษาเวลาที่ใช้แช่ใบผักตบชวา 3 ระดับ คือ 3 5 และ 7 ชั่วโมง

2.1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา

วัดค่าปริมาณคลอโรฟิลล์โดยการนำคลอโรฟิลล์ที่สกัดได้ ผสมละลายเอทิลแอลกอฮอล์ในอัตราส่วนคลอโรฟิลล์ที่สกัดได้ต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 1:1 เป็นเวลา 3, 5 และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ แล้วนำสารละลายคลอโรฟิลล์ที่ได้มาทำการตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrometer ยี่ห้อ CECIL รุ่น CE-2021 2000 SERIES ที่ความยาวช่วงคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร (Laongsri, 1992) และนำค่าที่ได้ไปการคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (a) และคลอโรฟิลล์บี (b) จากสูตร

$$\text{คลอโรฟิลล์เอ (a)} = [12.7(\text{OD}663) - 2.69(\text{OD}645)] \times \frac{V}{1000 \times m}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์บี (b)} = [22.9(\text{OD}645) - 4.68(\text{OD}663)] \times \frac{V}{1000 \times m}$$

V = ปริมาตรของสารละลายที่ตรวจวัดคลอโรฟิลล์

m = น้ำหนักตัวอย่าง

OD = ค่าการดูดกลืนแสง



2.1.2 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา

ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบคลอโรฟิลล์ โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) โดยการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เวลา 45 นาที แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

2.1.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวาที่ผ่านการอบแห้งมาลงในอัตราส่วนคลอโรฟิลล์ผง 4.25 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิน้ำที่ใช้ขงอยู่ที่อุณหภูมิห้อง และรินน้ำคลอโรฟิลล์ลงในแก้วสีขาวใสปริมาณ 25-30 มิลลิลิตร เพื่อให้เห็นถึงสีของน้ำคลอโรฟิลล์ได้ง่ายเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) เพื่อมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale Test) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวนทั้งหมด 30 คน เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

2.1.2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

1) ตรวจวัดค่าสีของสารสกัดคลอโรฟิลล์โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIA MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยนำสารสกัดคลอโรฟิลล์ที่ผ่านการอบแห้งที่เหมาะสมจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาลงในอัตราส่วนคลอโรฟิลล์ผง 4.25 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการขงอยู่ในช่วง 25-28 องศาเซลเซียส และนำมาตรวจวัดค่าสี

2) ตรวจวัดค่า a_w โดยใช้เครื่อง Water Activity ยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น CX3TE โดยนำคลอโรฟิลล์ที่ผ่านการอบแห้ง มาทำการตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ

3) ตรวจวัดปริมาณความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ Sartorius Model รุ่น MA150C โดยนำคลอโรฟิลล์ที่ผ่านการอบแห้ง มาทำการตรวจวัดค่าความชื้น

2.2 ศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายขาวที่เหมาะสมในการเตรียมเครื่องดื่มสารสกัดคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมชงจากผักตบชวา

ศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายขาวที่ใส่ลงในสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา โดยการนำผงคลอโรฟิลล์ที่ได้มาละลายน้ำผสมกับน้ำตาลทรายขาวที่ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 20 30 และ 40 ของปริมาณน้ำคลอโรฟิลล์ เคี้ยวให้เข้มข้นจนเริ่มตกผลึก และเติมมอลโตเดกซ์ทรินเพื่อป้องกันการเกาะเป็นก้อน จากนั้นนำมาบดเป็นผง

2.2.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มสารสกัดคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมชงจากผักตบชวา



2.2.1.1 ตรวจวัดค่าสีของน้ำคลอโรฟิลล์ โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIA MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยนำคลอโรฟิลล์ที่ผ่านการอบแห้งมาชั่งในอัตราส่วน คลอโรฟิลล์ผง 4.25 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิ น้ำที่ใช้ในการชงอยู่ที่อุณหภูมิห้อง และนำมาตรวจวัดค่าสี

2.2.1.2 ตรวจวัดค่า a_w โดยใช้เครื่อง Water Activity ยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น CX3TE โดยนำคลอโรฟิลล์ที่ผ่านการอบแห้ง มาทำการตรวจวัดค่า a_w

2.2.1.3 ตรวจวัดปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ Sartorius Model รุ่น MA150C โดยนำคลอโรฟิลล์ที่ผ่านการอบแห้ง มาทำการตรวจวัดค่าความชื้น

2.2.2 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมชงจากผักตบชวาโดยนำผงคลอโรฟิลล์ที่ผสมน้ำตาลและตกผลึกแล้วมาชั่งในอัตราส่วน คลอโรฟิลล์ผง 4.25 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิ น้ำที่ใช้ชงอยู่ที่อุณหภูมิห้อง โดยรินน้ำคลอโรฟิลล์ลงในแก้วสีขาวใสปริมาณ 25-30 มิลลิลิตร เพื่อให้เห็นถึงสีของน้ำคลอโรฟิลล์ได้ง่าย วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) นำผลที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale Test) ซึ่งใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวนทั้งหมด 30 คน โดยผู้ทดสอบชิม คือ นักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการใช้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายในการสกัดคลอโรฟิลล์พร้อมชงจากผักตบชวา

ตารางที่ 1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในสารสกัดพร้อมชงจากผักตบชวาที่ระยะเวลา 3 ระดับ

ทางเคมี	เวลาในการแช่ผักตบชวาในเอทิลแอลกอฮอล์ (ชั่วโมง)		
	3	5	7
ปริมาณคลอโรฟิลล์ (mg/g)			
ปริมาณคลอโรฟิลล์ (a)	0.34±0.19 ^b	0.56±0.54 ^a	0.57±0.09 ^a
ปริมาณคลอโรฟิลล์ (b) ^{ns}	0.73±0.22	0.82±0.64	0.83±0.33

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 1 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์สกัดในสารสกัดผักตบชวา พบว่าการสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ (a) น้อยที่สุด และที่ 5 และ 7 ชั่วโมง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ (a) ไม่ต่างกัน เนื่องจากตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์สามารถสกัดคลอโรฟิลล์ออกมาได้หมดที่ระดับ 5 ชั่วโมง สังเกตจากสีของผักตบชวาที่เริ่มเปลี่ยนเป็นสีขาว (สันห์, 2535) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ (b) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่ต่างกัน อย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จึงเลือกใช้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย ที่เวลา 5 ชั่วโมง

3.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบของน้ำคลอโรฟิลล์ที่ได้จากสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวาต่ออุณหภูมิในการอบแห้ง 3 ระดับ

คุณภาพ	อุณหภูมิในการอบแห้งสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา (องศาเซลเซียส)		
	50	60	70
ลักษณะปรากฏ	7.07 ^b ±0.74	7.70 ^a ±0.79	4.40 ^c ±1.35
สี	7.10 ^b ±0.84	7.73 ^a ±0.69	5.40 ^c ±1.91
กลิ่น	6.80 ^b ±0.92	7.67 ^a ±0.96	5.77 ^c ±1.33
กลิ่นรส	6.60 ^b ±0.81	7.37 ^a ±1.00	5.70 ^c ±1.56
รสชาติ	6.67 ^b ±0.99	7.27 ^a ±0.98	4.93 ^c ±1.36
ความชอบโดยรวม	6.93 ^b ±0.83	7.80 ^a ±0.89	4.97 ^c ±1.67

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำคลอโรฟิลล์จากผักตบชวาซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบน้ำคลอโรฟิลล์ที่แตกต่างกันมีผลต่อความชอบในด้านต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยการอบแห้งคลอโรฟิลล์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด ในทุกๆด้าน น้ำคลอโรฟิลล์จากผักตบชวาทั้ง 3 อุณหภูมิ มีสีที่แตกต่างตามอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำคลอโรฟิลล์จากผักตบชวามีสีเขียวมน้ำตาล เนื่องจากความร้อนจะทำให้หมู่ไฟทอลแตกออกจากโมเลกุลจึงได้ฟิโอฟิโบด์ สีเขียวของคลอโรฟิลล์จึงถูกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Von Elbe and Schwartz, 1996) น้ำคลอโรฟิลล์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ มีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว และมีรสชาติที่ไม่ขมจนเกินไปส่วนที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิม ให้คะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา อุนหนุมิ ในการอบที่ 60 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำคลอโรฟิลล์จาก ผักตบชวาต่ออุนหนุมิในการอบที่ 60 องศาเซลเซียส

คุณภาพ	น้ำคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา 60 องศาเซลเซียส
ทางกายภาพ	
ค่าสี - L^* (ความสว่าง)	74.40 ± 2.80
- a^* (สีแดง)	-1.03 ± 0.32
- b^* (สีเหลือง)	23.91 ± 1.01
ทางเคมี	
ค่า a_w	0.42 ± 0.05
ความชื้น (ร้อยละ)	3.99 ± 0.42

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ทางคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมขงจาก ผักตบชวา มีค่าความสว่าง (L^*) 74.40 ± 2.80 ค่าสีแดง (a^*) -1.03 ± 0.32 และค่าสีเหลือง (b^*) 23.91 ± 1.01 และคุณสมบัติทางกายภาพ ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.42 ± 0.05 ค่าความชื้น 3.99 ± 0.42

3.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปริมาณน้ำตาลทรายขาวที่เหมาะสมในการ ผสมในสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา

ศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายขาวที่ผสมในคลอโรฟิลล์ ที่ระดับร้อยละ 20, 30 และ 40 ของปริมาณน้ำคลอโรฟิลล์แล้วนำไปเคี่ยวให้เข้มข้น ก่อนนำไปอบแห้งพบว่า เมื่อนำผงมา ทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนไปทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติของลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวม ยกเว้นด้านรสชาติที่ระดับ น้ำตาลทรายขาวร้อยละ 20 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดที่ระดับคะแนน 8.13 ± 0.63

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของคลอโรฟิลล์สกัด พร้อมขงจากผักตบชวาต่อปริมาณของน้ำตาลทรายขาว จำนวน 3 ระดับ คือร้อยละ 20 30 และ 40 ของปริมาณน้ำคลอโรฟิลล์

คุณภาพ	ปริมาณน้ำตาลทราย (ร้อยละ)		
	20	30	40
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.70 ± 0.79	7.70 ± 0.79	7.07 ± 0.74
สี ^{ns}	7.73 ± 0.69	7.73 ± 0.69	7.10 ± 0.84
กลิ่น ^{ns}	7.67 ± 0.96	7.67 ± 0.96	6.80 ± 0.92
กลิ่นรส ^{ns}	7.37 ± 1.00	7.37 ± 1.00	6.60 ± 0.81

ตารางที่ 4 (ต่อ)

คุณภาพ	ปริมาณน้ำตาลทราย (ร้อยละ)		
	20	30	40
รสชาติ	8.13±0.63 ^a	6.40±0.50 ^b	5.97±0.81 ^c
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.80±0.89	7.80±0.89	6.93±0.83

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของสารสกัดคลอโรฟิลล์ผสมน้ำตาลร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำตาลคลอโรฟิลล์พบว่าคลอโรฟิลล์สกัดจากผักตบชวามีค่าความสว่าง (L^*) 37.33 ± 0.10 ค่าสีแดง (a^*) -31.95 ± 0.06 ค่าสีเหลือง (b^*) 33.04 ± 0.34 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.41 ± 0.05 ค่าความชื้น 1.26 ± 0.34

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของคลอโรฟิลล์สกัดจากผักตบชวาผสมน้ำตาลร้อยละ 20 พร้อมซง

คุณภาพ	ปริมาณน้ำตาลทราย (ร้อยละ 20)
ทางกายภาพ	
ค่าสี	
- ค่าความสว่าง (L^*)	37.33 ± 0.10
- ค่าสีแดง (a^*)	-31.95 ± 0.06
- ค่าสีเหลือง (b^*)	33.04 ± 0.34
ทางเคมี	
ค่า a_w	0.41 ± 0.05
ค่าความชื้น	1.26 ± 0.34

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแต่ละแถวที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. สรุปผลและอภิปรายผล

4.1 สรุปผล

จากการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวากับเอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายพบว่า เวลาที่ได้ปริมาณคลอโรฟิลล์ออกมามากที่สุด คือ 5 ชั่วโมง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ (a) เท่ากับ 0.56 ± 0.54 ปริมาณคลอโรฟิลล์ (b) เท่ากับ 0.82 ± 0.64 mg/g อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบสารสกัดคลอโรฟิลล์จากผักตบชวา คือ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่ามีความสว่าง (L^*) 74.40 ± 2.80 ค่าสีแดง (a^*) -1.03 ± 0.32 และค่าสีเหลือง (b^*) 23.91 ± 1.01 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.42 ± 0.05 และค่าความชื้น 3.99 ± 0.42 สีของคลอโรฟิลล์สกัดจากผักตบชวามีสีเขียวอมเหลือง ปริมาณน้ำตาลทรายขาว ที่มีผลต่อรสชาติของคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมซงจากผักตบชวา คือ ร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำตาลคลอโรฟิลล์ โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุดที่ระดับ 100 กรัม การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่ามีความสว่าง (L^*)



37.33±0.10 ค่าสีแดง (a*) -31.95±0.06 และค่าสีเหลือง (b*) 33.04±0.34 สีของคลอโรฟิลล์ สกัดพร้อมขงจากผักตบชวามีสีเขียวอมเหลือง

4.2 อภิปรายผล

การศึกษาคลอโรฟิลล์สกัดพร้อมขงจากผักตบชวาในครั้งนี้สกัดคลอโรฟิลล์จาก ผักตบชวาทดวยเอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย เวลาที่เหมาะสมต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้ อยู่ที่ 5 ชม. เนื่องจากเมื่อใช้เวลามากกว่า 5 ชม. ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้เมื่อนำมาวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบคลอโรฟิลล์มากกว่า 60 องศาเซลเซียส จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุที่อยู่ใน คลอโรฟิลล์ทำให้สีของคลอโรฟิลล์เข้มขึ้น จนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Chunchai (1983) ที่ทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบคลอโรฟิลล์ พบว่า รงควัตถุที่อยู่ในคลอโรฟิลล์จะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงทำให้สีของคลอโรฟิลล์เข้มขึ้นเมื่อมี การเพิ่มอุณหภูมิในการอบมากกว่า 60 องศาเซลเซียส

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยอธิการบดี คณบดี รองคณบดี ผู้ช่วยคณบดี หัวหน้าสาขา ทุกท่านที่ ช่วยให้การดำเนินงานตลอดจนข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยครั้งนี้ให้แล้วเสร็จ และขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่เอื้อเฟื้อเวลา และสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- Abdel-Latif, M.S., El-Agez, T.M., Taya, S. A., Batniji, A. Y., & El-Ghamri, H. (2013). Plant Seeds-Based Dye-Sensitized Solar Cells. *Material Sciences and Application*, 4, 516-520.
- Al-Bat'hi S.A., Alaei, I., & Sopyan, I. (2013). Natural Photosensitizers for Dye Sensitized Solar Cells. *National Journal of Renewable Energy Research*, 3(1), 138-143.
- Chantote, Preechart. (2550). Mathematical modeling for the separation of butanol from fermented water by solvent extraction with membrane separation (Master's thesis). Bangkok: Kasetsart University,
- Chunchai, W. (1983). Variation in the composition and in Vitro digestibility of water hyacinth. (Master's thesis). Khon kaen: Khon Kaen University.
- Kumar, T. (2007). Elements of water hyacinth. *Khonkaen Journal of Science*, 15(4), 217-223.
- Lopez, V. (1992). Transaction and the determinant region on yeast mitochondrial DNA. *National Institutes of Health*, 5(7), 17-26.
- Von Elbe, J.H., & Schwartz, S. J. (1996). Colorants. In O. R. Fennema (Ed), *Food Chemistry* (3rd ed.). New York: CRC Press.
- Wilson, J.R., Holst, N., & Rees, M. (2004). Determinants and patterns of population growth in water hyacinth. *Aquatic Botany*, 81, 51-67.