รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

การหาปริมาณสารแอสต้าแซนทินจากหัวกุ้งก้ามกรามด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม
Deterrmination of Astaxanthin from Shrimp Head with Appropriate Solvent.

วรรณวิษา เพชรอำพร[1] ราตรี บุมี[2]
Wanwisa Phetampron[1] Ratri Bumee[2]

[1]นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
[2]อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ หาปริมาณสารแอสต้าแซนทินและอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดจากหัวกุ้งก้ามกราม โดยใช้เอนไซม์ปาเปนจากยางมะละกอช่วยย่อยโปรตีนในหัวกุ้ง จากนั้นนำไปสกัดด้วยน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น น้ำมันมะกอกใส น้ำมันรำข้าว น้ำมันทานตะวัน และ น้ำมันมะพร้าวธรรมดา แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปหาปริมาณแอสต้าแซนทินด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิล สเปคโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่นในช่วง 400-600 นาโนเมตร จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้ปริมาณเอนไซม์ปาเปน 1.25% และเวลาในการย่อย 30 นาที จะได้ปริมาณโปรตีนจากหัวกุ้งมากที่สุด และในการสกัดหาปริมาณแอสต้าแซนทินด้วยน้ำมันต่างชนิดกันจะมีความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน ซึ่งน้ำมันมะกอกใสจะได้ปริมาณแอสต้าแซนทินสูงที่สุด คือ 3.534 มิลิกรัมต่อกรัม รองลงมาคือ น้ำมันมะพร้าวธรรมดา น้ำมันทานตะวัน น้ำมันรำข้าว และน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นตามลำดับ อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด คือ 1 ต่อ 2 ซึ่งมีความเหมาะสมและคุ้มค่าในการสกัดมากที่สุด

คำสำคัญ : ยูวี-วิสิเบิล สเปคโทรโฟโตมิเตอร์ / เอนไซม์ปาเปน / แอสต้าแซนทิน / กุ้งก้ามกราม

Abstracts

The purposes of this research were to study the determine amount of astaxanthin and the appropriate ratio in the extracts from the head of *Macrobrachium rosenbergii.* The papaya enzyme was used to extract the protein in shrimp head before being extracted with cold coconut oil. Olive oil, rice bran oil, sunflower oil and plain coconut oil. Then extract the amount to the UV-Visible Spectrophotometer. At wavelengths of 400-600 nm, the wavelength of the astaxanthin in each type of oil is different. While the amount of papain enzyme was 1.25%, , the most effective degradation time was 30 minutes. The most common is 3.534 mg/g, followed by normal coconut oil. Sunflower oil, rice bran oil and cold pressed coconut oil, respectively. The optimal ratio of 1:2 is the most appropriate and most cost effective.

Keywords: UV - Visible. Spectrophotometer / Papain enzyme / Astaxanthin / *Macrobrachium rosenbergii.*

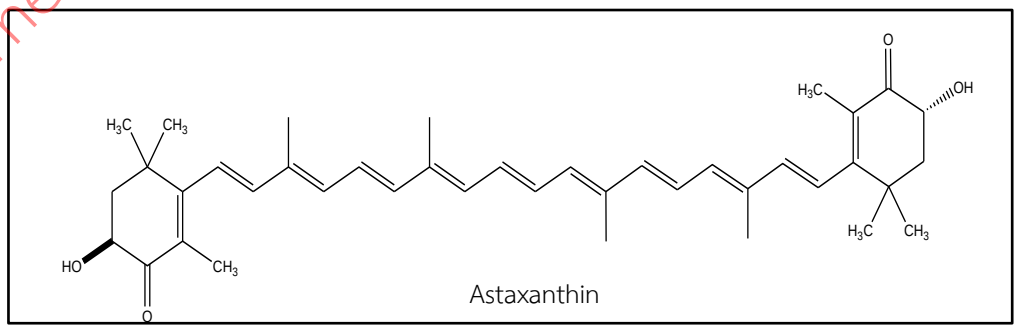
The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันกุ้งเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่ต้องการมากในท้องตลาดภายในและภายนอกประเทศ สามารถทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนไม่น้อย ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานแปรรูปกุ้งจำนวนมาก ซึ่งประกอบไปด้วยโรงงานขนาดกลางและขนาดใหญ่ ที่ดำเนินกิจการการแปรรูปกุ้งจำหน่ายให้กับท้องตลาดภายในประเทศและเพื่อส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ (ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2558) ผลิตภัณฑ์กุ้งที่ส่งออกที่สำคัญ คือ กุ้งสดแช่เย็นจนแข็ง กุ้งชุบแป้ง กุ้งชุบเกล็ดขนมปัง กุ้งคอกเทล กุ้งชุบแป้งทอดแช่แข็ง และกุ้งแห้ง (คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค (ภาคใต้), 2551) ในขณะเดียวกันจะมีเศษทิ้งของกุ้งจากกระบวนการแปรรูปเกิดขึ้นจำนวนมาก ซึ่งเศษทิ้งของกุ้งมีเป็นแหล่งสำคัญของโปรตีน ไคติน เกลือแร่ และแคโรทีนอยด์ (Sachindra et al., 2005) ซึ่งแคโรทีนอยด์ เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายในไขมัน (Fox and Verves, 1960) จำแนกได้เป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้ 1. แคโรทีน (Carotene) เป็นรงควัตถุที่มีสีส้มหรือส้ม-แดง เป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอน 2. แซโทฟิวส์ (Xanthophyll) มีสีเหลืองหรือส้ม-เหลืองเป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอน ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งแซนโทฟิวส์ มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับระดับ Oxidation ของโมเลกุล ได้แก่ แอสตาแซนธิน และแคนธาแซนธิน (สถาพร คำหอม, ม.ป.ป.)

แอสต้าแซนทิน (3,3´-dihydroxy-β, β-carotene-4,4´-dione) พบอยู่ในสาหร่าย, ยีสต์, ปลาแซลมอน, ปลาเทราท์, เคย, กุ้งน้ำเค็ม, กุ้งน้ำจืด และดอกไม้ อโดนิส ที่มีหลายสีเมื่อรวมกับโปรตีน (Yu Ri Lee et al., 2016) นอกจากนี้ยังในอวัยวะนกบางชนิด (Sachindra et al., 2005) จัดอยู่ในกลุ่มของแซนโธฟิลล์ หรืออาจเรียกว่า คีโต-แคโรทีนอยด์ (Ketocarotenoid) เนื่องจากมีโครงสร้างอยู่ในลักษณะที่อยู่ในรูปของเบตา-แคโรทีน ที่ถูกเติมออกซิเจน โดยโครงสร้างหลักประกอบไปด้วยแกนไฮโดรคาร์บอน ระหว่างคาร์บอนอะตอมจะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะคู่ ที่เรียกว่า polyene โดยปลายทั้งสองข้างเป็นวงแหวนแบบปิด (Ionone rings) ของไฮโดรคาร์บอน ตรงปลายวงแหวนจะมีหมู่ของไฮดรอกซิลและออกซิเจน ลักษณะโครงสร้างแบบ polyene (วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์, 2553) สารแอสตาแซนธินมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระและมีคุณสมบัติละลายในไขมัน จึงสามารถผ่านเข้าไปทำงานในทุกอวัยวะได้ เช่น ตา สมอง ระบบหัวใจ หลอด เลือด และผิวหนังด้วยโครงสร้างอันเป็นเอกลักษณ์ สามารถปกป้องเซลล์ได้ทั้งจากภายในและภายนอกเซลล์ ซึ่งแตกต่างกับสารต้านอนุมูลอิสระตัวอื่นที่ปกป้องได้เฉพาะด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น (ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, 2557) แอสต้าแซนทินสูตรโมเลกุล คือ $C_{40}H_{52}O_4$



Astaxanthin

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจหาปริมาณสารแอสต้าแซนทินจากหัวกุ้งก้ามกราม (Macrobrachium rosenbergii) ด้วยน้ำมันที่ต่างชนิดกันและหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัด เพื่อเป็นทางเลือกของการนำเศษทิ้งของกุ้งจากกระบวนการแปรรูปไปใช้ให้เกิดความคุ้มค่าและเป็นข้อมูลพื้นฐานในด้านผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เวชสำอางและอื่นๆ ต่อไป

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาปริมาณสารแอสต้าแซนทินและอัตราส่วนที่เหมาะสมในสารสกัดจากหัวกุ้งก้ามกราม

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ขอบเขตเชิงเนื้อหา

1) กุ้งก้ามกราม *(Macrobrachium rosenbergii)* จากร้านขายอาหารทะเล ตลาดศูนย์จังหวัดกำแพงเพชร

2) เอนไซม์ที่ช่วยในการย่อยโปรตีนในหัวกุ้ง คือ เอนไซม์ปาเปน

3) ตัวทำละลายของพืชที่ใช้ในการสกัด คือ น้ำมันมะกอกใส, น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น, น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันรำข้าว และ น้ำมันทานตะวัน

4) หาปริมาณของแอสต้าแซนทิน ด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิล สเปคโทรโฟโตมิเตอร์

5) หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัด

ขอบเขตเชิงตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ 1) ตัวทำละลาย ได้แก่ น้ำมันมะกอกใส, น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น, น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันรำข้าว และ น้ำมันทานตะวัน

2) เวลาในการย่อยโปรตีน ได้แก่ 30, 150, และ 270 นาที

3) ปริมาณน้ำมันที่ใช้สกัด ได้แก่ 0.25 %, 0.75 % และ 1.25 %

4) อัตราส่วนหัวกุ้ง : น้ำมัน ได้แก่ 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 และ 1:5

ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณแอสต้าแซนทิน

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ตัวทำละลาย, เอนไซม์ปาเปนและ วิธีการสกัด

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างเอนไซม์ปาเปนจากยางมะละกอ

กรีดยางจากผลมะละกอที่โตเต็มที่ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป โดยใช้มีดสแตนเลส กรีดจากส่วนขั้วลงมาเบา ๆ อย่าให้แผลลึกถึงส่วนเนื้อ รองยางที่ได้ด้วยภาชนะที่ไม่ใช้โลหะ เพื่อจะได้ยางที่ขาวและมีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนได้ดี นำน้ำยางสดจากผลมะละกอมาเก็บค้างคืนในตู้เย็น 1 คืน เพื่อทิ้งให้น้ำยางจับตัวกันเป็นก้อน **ตัวอย่างกุ้ง**

การเตรียมตัวอย่างจากกุ้งก้ามกราม โดยแยกส่วนหัวกุ้งก้ามกรามเก็บไว้ที่อุณหภูมิ-18 ถึง -20 °C

การสกัดเอนไซม์ปาเปนจากยางมะละกอ

แล้วนำมากวนกับเอทิลแอลกอฮอล์ (95%) 3 มิลิลิตรต่อกรัม กรองอย่างเร็วด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ ล้างตะกอนซ้ำอีกครั้งด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ตามด้วยอะซิโตนเพื่อไล่แอลกอฮอล์ออกจากตะกอนมากที่สุด นำตะกอนมาเกลี่ยบางๆบนจานแก้วหรือกระจกนาฬิกา อบในตู้อบสุญญากาศอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสประมาณ 4-5 ชั่วโมงจนแห้ง บดให้ละเอียด เก็บในภาชนะบรรจุแก้วชาผนึกฝาให้แน่นเก็บไว้ในที่มืดและเย็น

ย่อยโปรตีนจากหัวกุ้งก้ามกามด้วยเอนไซม์ปาเปนจากยางมะละกอ

นำหัวกุ้งมาละลายน้ำแข็ง โดยแช่ในอ่างน้ำเป็นเวลา 30 นาที พักให้สะเด็ดน้ำ แล้วปั่นให้ละเอียดย่อยด้วยเอนไซม์ปาเปนความเข้มข้น (0.25 0.75และ 1.25%ของน้ำหนักกุ้ง)และ สารละลายบัพเพอร์พีเอชอัตราส่วน 1:1 (หัวกุ้ง: บัฟเฟอร์)เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำมาย่อยสลายที่อุณหภูมิ 65 °C (30 150และ 270 นาที) โดยใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิให้ความร้อนต่อที่อุณหภูมิ 90 °C อีก 10 นาที เพื่อหยุดปฏิกิริยาการย่อยสลายแล้วแยกส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวออกจากกัน โดยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

การสกัดแอสต้าแซนทินจากหัวกุ้งก้ามกาม

ผสมส่วนที่เป็นของแข็งที่ได้จากการขั้นตอนย่อยกับน้ำมันอัตราส่วน 1: 2 (หัวกุ้ง : น้ำมัน) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 90 นาที เขย่าทุกๆ 10 นาที แยกส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวออกจากกัน โดยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนที่เป็นน้ำมันไว้ในหลอดที่ห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันที่เกิดจากแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 ถึง -20 °C ก่อนนำไปวิเคราะห์แอสต้าแซนทินต่อไป

การวิเคราะห์แอสต้าแซนทินโดยวิธีของ Sachindra & Mahendrakar , (2005)

ปิเปตสารที่สกัดได้ 0.5 มิลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตร 10 มิลิลิตร แล้วปรับด้วยน้ำมันจนครบปริมาตรแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง สเปกโตโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 485 นาโนเมตร คำนวณหาความเข้มข้นของแอสต้าแซนทิน โดยสมการของ Sachindra & Mahendrakar (2005)

$$\text{Astaxantin } (\mu g/g \text{ waste}) = \frac{A \times V \times D \times 10^6}{100 \times W \times E_{1cm}^{1\%}}$$

เมื่อ A คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 485 นาโนเมตร

V คือ ปริมาตรของน้ำมันพืชที่สามารถนำกลับมาได้ (มิลิลิตร)

D คือ จำนวณเท่าของการเจือจาง

W คือ น้ำหนักของหัวกุ้ง (กรัม)

$E_{1cm}^{1\%}$ คือ ค่าคงที่การดูดกลืนแสงของแอสต้าแซนทินที่ละลายอยู่ในไขมัน (Chen and Meyers. 1984)

ทดสอบสารเบื้องต้น

นำสารสกัดหยาบแอสต้าแซนทินที่ได้ปริมาณ 1 มิลิลิตร มาทดสอบโดยใช้กรดซัลฟิวลิก โดยถ้าเป็นกลุ่มสารแซนโทรฟิลล์เปลี่ยนเป็นสารน้ำเงินหรือสีเขียวแก่เข้ม

ผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 สภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนในหัวกุ้งพบว่า ความเข้มข้นของเอนไซม์ปาเปน 1.25 % เวลาในการย่อย 270 นาที ย่อยได้ดีที่สุด แต่ความเข้มข้นของเอนไซม์ปาเปน 1.25 % เวลาในการย่อย30 นาที มีความคุ้มค่าและประหยัดเวลาในการสกัดแอสต้าแซนทิน ซึ่งได้ผลการย่อยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 1 สภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนในหัวกุ้งก้ามกราม

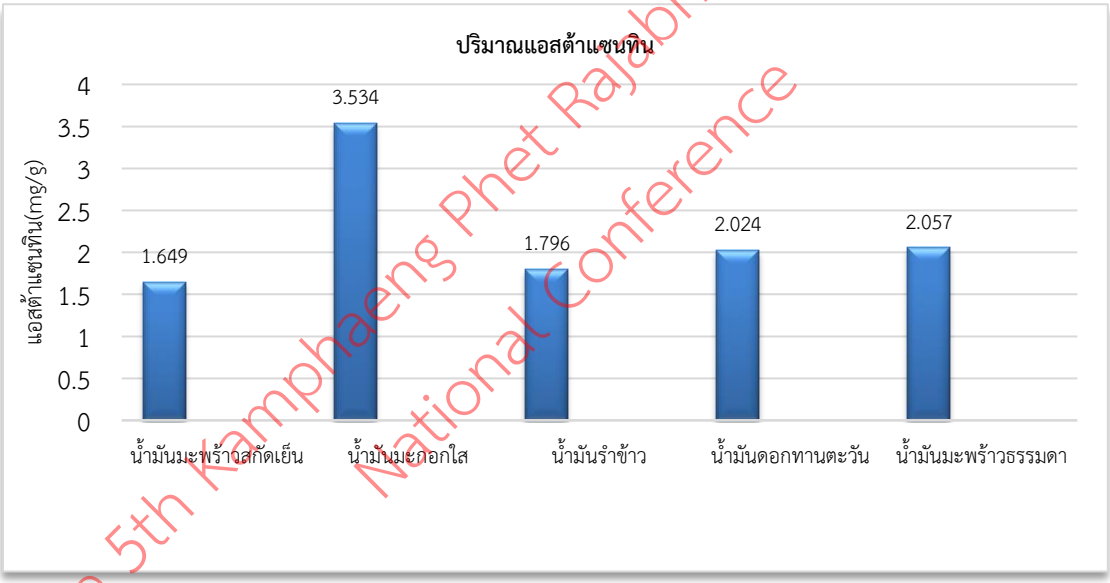
ลำดับ	ความเข้มข้นเอนไซม์ (%)	เวลา (นาที)	น้ำหนักกุ้ง (g)	น้ำหนักหลังการย่อย (g)	น้ำหนักคงเหลือ (g)
1	0.25	30	1.0025	12.1911	0.1749
2	0.25	150	1.0036	12.2143	0.1858
3	0.25	270	1.0030	12.2168	0.2014
4	0.75	30	1.0010	12.1962	0.2037
5	0.75	150	1.0030	12.1416	0.2147
6	0.75	270	1.0036	12.1788	0.2269
7	1.25	30	1.0042	12.1248	0.2215
8	1.25	150	1.0033	12.0770	0.2253
9	1.25	270	1.0041	12.0006	0.2434

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

ตารางที่ 2 ความยาวคลื่นของแอสต้าแซนทินเมื่ออยู่ในน้ำมันต่างๆ

ลำดับ	ตัวทำละลาย	ความยาวคลื่น(nm)
1	น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น	479.90
2	น้ำมันมะกอกใส	482.10
3	น้ำมันรำข้าว	481.60
4	น้ำมันดอกทานตะวัน	481.00
5	น้ำมันมะพร้าวธรรมดา	481.70

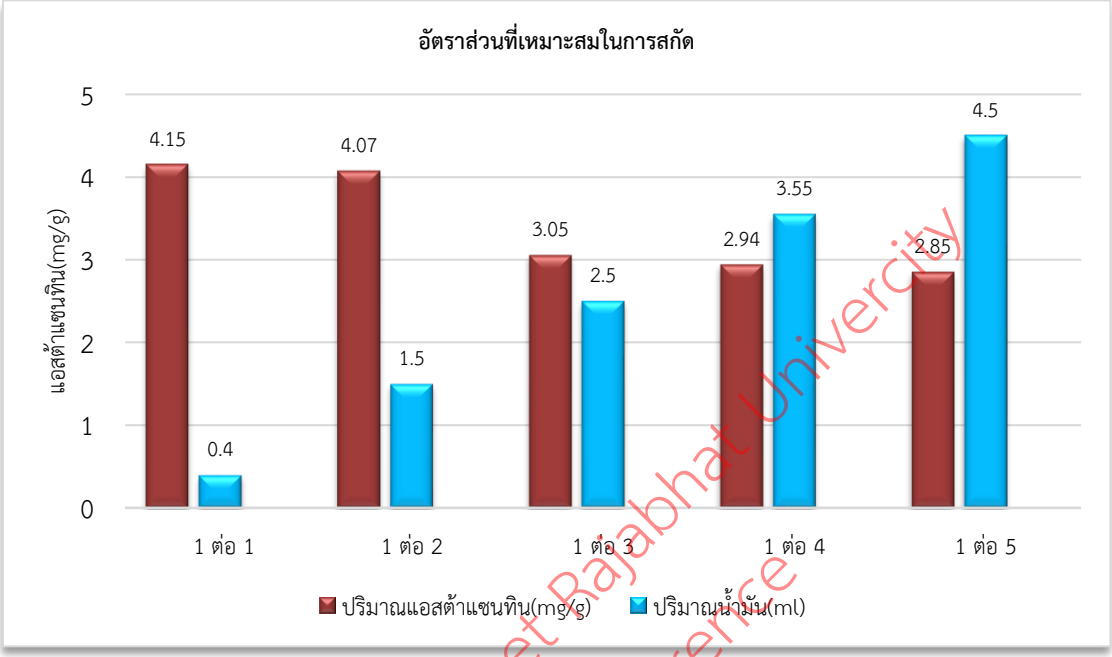
*ความเข้มข้นของเอนไซม์ปาเปน 1.25% เวลาในการย่อย 30 นาที



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณแอสต้าแซนทินที่สกัดจากน้ำมัน

จากภาพที่ 1 น้ำมันที่สกัดให้ปริมาณแอสต้าแซนทินมากที่สุด คือ น้ำมันมันมะกอกมีปริมาณแอสต้าแซนทิน 3.534 มิลิกรัมต่อกรัม

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference



ภาพที่ 2 อัตราที่เหมาะสมในการสกัดแอสต้าแซนทิน

จากภาพที่ 2 อัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดแอสต้าแซนทิน โดยใช้น้ำมันมะกอก คือ อัตราส่วน 1 ต่อ 1 แต่เมื่อพิจารณาการแล้วปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการสกัดนั้นได้กลับคืนมาได้น้อย ดังนั้น อัตราส่วนที่เหมาะมากกว่าจึงเป็นอัตราส่วน 1 ต่อ 2 ซึ่งไม่แตกต่างกับอัตราส่วน 1 ต่อ 1 อย่างมีนัยสำคัญกัน

ตารางที่ 5 ทดสอบสารกลุ่มแซนโทฟิลล์เบื้องต้นในน้ำมันที่ทำการสกัดแอสต้าแซนทิน

ลำดับ	สกัดด้วยตัวทำละลาย	แซนโทฟิลล์
1	น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น	+
2	น้ำมันมะกอกใส	+
3	น้ำมันรำข้าว	+
4	น้ำมันดอกทานตะวัน	+
5	น้ำมันมะพร้าวธรรมดา	+

** (+) พบสารในกลุ่มแซนโทฟิลล์
(-) ไม่พบสารในกลุ่มแซนโทฟิลล์

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการหาสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนในหัวกุ้งเพื่อไปสกัดหาปริมาณแอสต้าแซนทิน คือ ความเข้มข้นของเอนไซม์ปาเปน 1.25% เวลาในการย่อย 30 นาที มีความคุ้มค่าในการสกัดมากที่สุด ซึ่งจากการหาความยาวคลื่นด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิล สเปคโทรโฟโตมิเตอร์ในช่วง 400-600 นาโนเมตร พบว่าความยาวคลื่นของแอสต้าแซนทินในน้ำมันแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เนื่องจากน้ำมันแต่ละชนิดมีโครงสร้างสารทางเคมีไม่เหมือนกัน เมื่อน้ำมันที่ถูกใช้ในการสกัดจะอยู่ในรูปที่สร้างพันธะกับสารแอสต้าแซนทินเป็นส่วนที่มีผลต่อความยาวคลื่น ซึ่งในการสกัดหาปริมาณแอสต้าแซนทิน

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

ด้วยน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น น้ำมันมะกอกใส น้ำมันรำข้าว น้ำมันทานตะวัน และ น้ำมันมะพร้าวธรรมดา พบว่า น้ำมันมะกอกใสสกัดได้ปริมาณแอสต้าแซนทินสูงที่สุดถึง 3.534 มิลิกรัมต่อกรัม รองลงมา คือ น้ำมันมะพร้าวธรรมดา น้ำมันทานตะวัน น้ำมันรำข้าว และ น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นตามลำดับ จากน้ำมันมะกอกที่สกัดให้ปริมาณแอสต้าแซนทินสูงที่สุด จึงนำไปหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัด พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด คือ 1 ต่อ 2 ซึ่งซึ่งมีความคุ้มค่าในการสกัดมากที่สุด

จากการทดลองที่แสดงให้เห็นได้ว่า การนำหัวกุ้งไปย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์ปาเปนก่อนนำไปสกัดด้วยน้ำมันช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดแอสต้าแซนทิน เนื่องจากเอนไซม์ปาเปนไปสลายพันธะที่เกิดขึ้นระหว่างแอสต้าแซนทินกับโปรตีน ทำให้แอสต้าแซนทินถูกไฮโดรไลซ์อยู่ในรูปที่เป็นอิสระและเมื่อนำไปสกัดด้วยน้ำมันจึงทำให้แอสต้าแซนทินละลายในน้ำมันได้มากขึ้น (Chen & Meyers,1982) ซึ่งเมื่อแอสต้าแซนทินละลายอยู่ในน้ำมันจึงไม่ต้องขจัดตัวทำละลายออกสามารถนำสารสกัดที่ได้ไปใช้ประโยชน์ได้และน้ำมันยังทำให้แอสต้าแซนทินมีการชะลอตัวในการสลายตัวในขบวนการสกัด เนื่องจากน้ำมันมีสารต้านออกซิเดชันหลายชนิด การที่ได้ปริมาณแอสต้าแซนทินเพิ่มขึ้นนั้นมาจากวัตถุดิบที่ใช้ในการสกัด โดย Sachindra et al. (2005) พบว่า ส่วนของหัวกุ้งมีปริมาณแอสต้าแซนทินมากที่สุด เท่ากับ 153.1 ไมโครกรัมต่อกรัม ขณะที่ส่วนเปลือกและเนื้อกุ้งมีปริมาณแอสต้าแซนทินรองลงมาตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

บดินทร์ ผดุงสวัสดิ์ (2558). **การถ่ายยีน crtW เพื่อการสร้างแอสตาแซนทินในยาสูบ พิทูเนีย และคาลิบรากัวโดยใช้เชื้ออะโกรแบคทีเรีย.** ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธรรมรัตน์ แสงหิรัญ และสุทัศ สุระวัง (2556). **ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแอสตาแซนธินจากหัวกุ้งโดยใช้เอนไซม์ปาเปนร่วมกับน้ำมันรำข้าว**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สกุลคุณ มากคุณ มยุรี จัยวัฒน์ จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกรและอัธยา กังสุวรรณ (2553). **การสกัดและผลของแอสตาแซนธินจากเปลือกกุ้งต่อการเปลี่ยนแปลง ค่าสีและค่า TBA ของปลาทับทิม (*Oreochromis* sp.) แช่เย็น.** มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศ พะเยา.

ดวงกมล เรือนงาม (2553). **การสกัดสารแอสตาแซนทินจากสาหร่าย *Haematococcus pluvialis*.** *คณะ*วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

สุพัตรา กลิ่นไกล (2549). **การผลิตปาเปนดิบ**. สืบค้นเมื่อ 4 กรกฎาคม 2561, จาก http://www.vcharkarn.com/blog/33548

Tania Chacón-Ordóňez , Patricia Esquivel, Víctor M. Jiménez, Reinhold Carle, and Ralf M. Schweiggert. (2016). **Deposition Form and Bioaccessibility of Keto-carotenoids from Mamey Sapote (Pouteria sapota), Red Bell Pepper (Capsicum annuum), and Sockeye Salmon (Oncorhynchus nerka)** Filet. Journal of Agricultora And Food Chemistry.

Natália Mezzomo, Julian Martínez, Marcelo Maraschin and Sandra R.S. Ferreira. (2013). **Pink shrimp (P. brasiliensis and P. paulensis) residue: Supercritical fluid extraction of carotenoid fraction.** Brazil Journal of Supercritical Fluids. 74 : 22– 33.

Natália Mezzomo, Bianca Maestri, Renata Lazzaris dos Santos,Marcelo Maraschin and Sandra R.S. Ferreira. (2011). **Pink shrimp (P. brasiliensis and P. paulensis) residue: Influence of extraction method on carotenoid concentration.** 85 : 1383–1391

Jianing Pu , Peter J. Bechtel and Subramaniam Sathivel. (2010). **Extraction of shrimp**

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference

astaxanthin with flaxseed oil: Effects on lipid oxidation and astaxanthin degradation rates. biosy stems engineering. 107 :364 -371.

Behnaz Razi Parjikolaei , Rime Bahij El-Houri, Xavier C. Fretté and Knud Villy Christensen (2015). **Influence of green solvent extraction on carotenoid yield from shrimp (Pandalus borealis) processing waste.** Journal of Food Engineering.155 : 22–28

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat Univercity
National Conference