



THE 1<sup>st</sup> NATIONAL

**Basic STEM Innovation**

E - FORUM 2021



เรื่อง การสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลาตะเพียนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมัน

(Chitosan extraction from Red Tilapia Fishscales to test lipid trapping efficiency.)

โดย 1. นายเจษฎากร

โพธิบุญ

2. นายชนุดม

หนักแน่น

โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงงานวิทยาศาสตร์

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในงานเวทีวิชาการนวัตกรรมสะเต็มศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งชาติ ครั้งที่ 1 (ออนไลน์)

The 1st National Basic STEM Innovation E-Forum 2021

วันที่ 18 – 19 กันยายน พ.ศ. 2564

เรื่อง การสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลาทับทิมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมัน

(Chitosan extraction from Red Tilapia Fishscales to test lipid trapping efficiency.)

|                   |          |
|-------------------|----------|
| โดย 1. นายเจษฎากร | โพธิบุญ  |
| 2. นายชนุดม       | หนักแน่น |

อาจารย์ที่ปรึกษา นายมงคล ปัญญารัตน์

|                  |   |
|------------------|---|
| ชื่อโครงการ      | การสกัดโคโคซานจากเกล็ดปลาหับทิมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมัน   |
| ชื่อผู้ทำโครงการ | 1.นายชนุดม หนักแน่น<br>2.นายเจษฎากร โพธิบุญ   |
| ครูที่ปรึกษา     | นายมงคล ปัญญารัตน์  |
| สถานศึกษา        | โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย 238 ถนนพระปกเกล้า ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมือง จังหวัด<br>เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50200 โทรศัพท์ 053-418673-5 โทรสาร 053-418673-5 |
| ระยะเวลาโครงการ  | มกราคม 2564 – กรกฎาคม 2564  |

### บทคัดย่อ

โครงการเรื่องการสกัดโคโคซานจากเกล็ดปลาหับทิมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมัน มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโคโคซานในเกล็ดปลาหับทิมและศึกษาประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมันของโคโคซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาหับทิมเปรียบเทียบกับโคโคซานมาตรฐาน โดยทำการทดลอง 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกศึกษาปริมาณโคโคซานจากเกล็ดปลาหับทิม โดยนำเกล็ดปลาหับทิมแห้งจำนวน 500 กรัมมากำจัดแร่ธาตุโดยการแช่ 1 M HCl ต่อมำกำจัดโปรตีนโดยการแช่ 2 M NaOH และกำจัดสีด้วยการแช่ 95 % เอทานอล พบว่าได้ปริมาณโคโคซาน  $246.61 \pm 2.55$  กรัมหรือเทียบสัดส่วนได้ 1 ใน 2 ของเกล็ดปลาหับทิม จากนั้นนำโคโคซานที่ได้ไปผ่านกระบวนการ Deacetylation พบว่าได้ปริมาณโคโคซาน  $127.02 \pm 0.22$  กรัมหรือเทียบสัดส่วนได้ 1 ใน 4 ของเกล็ดปลาหับทิม 500 กรัม จากนั้นนำโคโคซานที่สกัดได้ไปทดสอบประสิทธิภาพการจับตัวกับน้ำมันเป็นก้อนแล้วตกตะกอน โดยทำการทดสอบกับน้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์เปรียบเทียบกับโคโคซานมาตรฐาน ทำการทดสอบโดยนำน้ำมันพืช  $10 \text{ mm}^3$  มาผสมกับน้ำ  $30 \text{ mm}^3$  แล้วทำการใส่โคโคซานลงไปให้จับตัวกับน้ำมันครั้งละ 1 กรัมจนครบ 10 กรัม พบว่าโคโคซานจากเกล็ดปลาหับทิมจะเหลือน้ำมันปริมาตร  $0.43 \pm 0.05 \text{ mm}^3$  ส่วนโคโคซานมาตรฐานจะเหลือน้ำมันปริมาตร  $0.86 \pm 0.05 \text{ mm}^3$  จากนั้นทำการทดสอบการจับตัวกับน้ำมันจากสัตว์โดยนำน้ำมัน  $10 \text{ mm}^3$  มาผสมกับน้ำ  $30 \text{ mm}^3$  แล้วทำการใส่โคโคซานลงไปให้จับตัวกับน้ำมันครั้งละ 1 กรัมจนครบ 10 กรัม พบว่าโคโคซานจากเกล็ดปลาหับทิมจะเหลือน้ำมันปริมาตร  $0.41 \pm 0.01 \text{ mm}^3$  ส่วนโคโคซานมาตรฐานเหลือน้ำมันปริมาตร  $0.80 \pm 0.01 \text{ mm}^3$  จากการทดสอบประสิทธิภาพจะเห็นได้ว่าโคโคซานจากเกล็ดปลาหับทิมมีประสิทธิภาพการจับตัวกับน้ำมันเป็นก้อนแล้วตกตะกอนได้ดีกว่าโคโคซานมาตรฐาน 2 เท่า ทั้งในน้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์ ดังนั้นควรเลือกโคโคซานจากเกล็ดปลาหับทิมไปใช้ประโยชน์ในการดักจับไขมันในแหล่งน้ำจริงต่อไป

**คำสำคัญ :** โคโคซาน การดักจับน้ำมัน เกล็ดปลาหับทิม โคโคซานมาตรฐาน

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากคุณครูมงคล ปัญญารัตน์ คุณครูที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนโครงการเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณคุณครูศรายุทธ วิริยะคุณานนท์ ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการพร้อมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ณ ห้อง 411 อาคาร 4 โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และคณะผู้จัดทำขอบพระคุณนายรัฐพงศ์ วงศ์เชื่อนแก้ว นักศึกษาปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความรู้และคำปรึกษาในการทำโครงการเล่มนี้ ตลอดจนถึงพ่อแม่และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบใจเพื่อนในกลุ่มที่ให้ความร่วมมือ ร่วมแรง ร่วมใจ ช่วยกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ข้อเสนอแนะให้คำแนะนำ จนทำให้ผลงานเสร็จสมบูรณ์

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

| เรื่อง                                  | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อ                                | ก    |
| กิตติกรรมประกาศ                         | ข    |
| สารบัญ                                  | ค    |
| บทที่ 1 บทนำ                            | 1    |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง  | 3    |
| บทที่ 3 ขั้นตอนดำเนินงานและวิธีการทดลอง | 6    |
| บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ              | 9    |
| บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงการ          | 14   |
| ภาคผนวก                                 |      |
| บรรณานุกรม                              |      |

## บทนำ

### ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันปลาเป็นอาหารที่บริโภคกันแพร่หลายในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ด้วยสามารถนำมาแปรรูปคิดค้นเป็นเมนูต่าง ๆ เนื่องจากมีสารอาหารจำพวกโปรตีนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันที นอกจากนี้ในเนื้อปลายังมีไขมันที่ดีต่อร่างกาย คือ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า-3 ได้แก่ กรดไขมันดีเอชเอ (DHA) และกรดไขมันอีพีเอ (EPA) ซึ่งมีประโยชน์มากมายต่อร่างกาย เช่น ป้องกันโรคหัวใจ โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ โรคภูมิแพ้หอบหืด อีกทั้งยังบำรุงสมองเส้นประสาทและสายตา รวมถึงการพัฒนาสมองของทารกให้สมบูรณ์ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาที่ตามมาคือเศษเหลือทิ้งจากปลา โดยเฉพาะเกล็ดปลาหากเราวิเคราะห์โครงสร้างแล้วยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ซึ่งคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นคุณสมบัติของไคตินในเกล็ดปลาที่นำมาเปลี่ยนแปลงโครงสร้างให้เป็นไคโตซานได้ ซึ่งไคโตซานมีคุณสมบัติที่นำมาประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน เช่น การดักจับไขมัน การถนอมอาหาร การแพทย์ เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2017)

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้คิดค้นโครงการการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลาหับทิมเพื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับไขมันเทียบกับไคโตซานมาตรฐาน และสามารถนำไคโตซานนี้ไปประยุกต์ใช้ในด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้ยังเป็นการลดเศษซากเน่าเสียจากอาหารที่เรารับประทานเพื่อลดปัญหามลพิษที่จะตามมาด้วย

### 1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.1.1 เพื่อศึกษาปริมาณของไคโตซานในเกล็ดปลาหับทิม
- 1.1.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการจับตัวกับน้ำมันของไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาหับทิม

### 1.2 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

ไคโตซานที่ได้จากเกล็ดปลาหับทิมสามารถจับดักน้ำมันแล้วกลายเป็นก้อนตกตะกอนได้

### 1.3 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

- 1.3.1 ศึกษาปริมาณสารสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลาหับทิม
- 1.3.2 ศึกษาประสิทธิภาพของไคโตซานในการจับตัวกับน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์
- 1.3.3 สถานที่ทำโครงการ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โครงการ พสวท. โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย
- 1.3.4 ระยะเวลาในการศึกษา : เดือนมกราคม – กรกฎาคม 2564

#### 1.4 ตัวแปรของการศึกษา

- 1.4.1 ตัวแปรต้น : เกล็ดปลาหีบต้ม
- 1.4.2 ตัวแปรตาม : ปริมาณไคโตซานที่ได้จากเกล็ดปลาหีบต้ม ความสามารถของไคโตซานในการจับตัวกับไขมัน
- 1.4.3 ตัวแปรควบคุม : วิธีการสกัดไคโตซาน ปริมาณน้ำมันพืช ปริมาณน้ำมันสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง

#### 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ไคโตซาน คือ สารธรรมชาติชนิดหนึ่งที่มีในสัตว์กระดองแข็งและขาเป็นปล้อง เช่น เปลือกกุ้ง กุ้ง และกระดองปู (disthai.com, 2017)

1.5.2 การดักจับไขมัน คือ ปฏิกริยาระหว่างไคโตซานกับน้ำมัน แล้วเกิดการจับตัวกันเป็นก้อน

1.5.3 เกล็ดปลาหีบต้ม คือ ส่วนของเกล็ดเหลือทิ้งจากปลาหีบต้มจากชุมชนวัดเกต อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

1.5.4 ไคโตซานมาตรฐาน คือ ไคโตซานจากบริษัทยูนิยอนชาयน์ จำกัด เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพกับไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาหีบต้ม

#### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ทราบปริมาณไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาหีบต้ม
- 1.6.2 ทราบประสิทธิภาพการดักจับไขมันของไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาหีบต้ม
- 1.6.3 เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ไคโตซานดักจับไขมันในสิ่งแวดล้อม

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ปลาทับทิม (*Oreochromis niloticus*)



รูป 2.1 ปลาทับทิม (แหล่งที่มา : <https://pasusat.com>)<sup>1</sup>

ปลาทับทิม เป็นปลาที่นิยมเลี้ยง เนื่องจากเป็นปลาที่มีสีสัน และให้เนื้อค่อนข้างมาก และมีรสชาติเหมือนปลานิล การเลี้ยงง่าย อัตราการเติบโตสูง ราคาในตลาดค่อนข้างคงที่ และมีความต้องการอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในร้านอาหาร และตามโรงแรมหรือภัตตาคาร

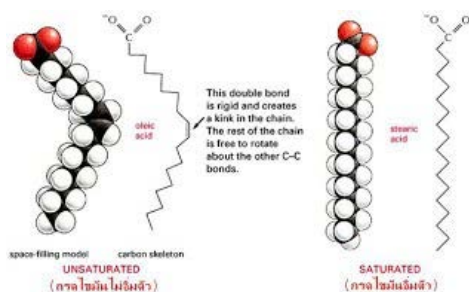
ปลาทับทิมเป็นปลาที่พัฒนาสายพันธุ์มาจากปลานิล ที่มีการผสมข้ามสายพันธุ์กับปลานิลแดงของต่างประเทศที่อยู่ในตระกูลเดียวกัน จนได้ปลาทับทิมพันธุ์แท้ที่มีรูปร่างลักษณะเฉพาะตัว มีคุณภาพของเนื้อที่หวาน นุ่ม และมีสีสวยงาม (ประสิทธิ์ศิลป์, 2011)

#### 2.2 ไขมัน

หมายถึง สารประกอบหลายชนิดซึ่งมีลักษณะร่วมกันคือ ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ แต่ไม่ละลายน้ำ ไขมันในทางเคมี คือ ไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งเป็นไตรเอสเทอร์ของกลีเซอรอลกับกรดไขมัน สถานะของไขมันที่อุณหภูมิห้องมีทั้งของแข็งและของเหลว ซึ่ง "น้ำมัน" ใช้กับไขมันที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง "ไขมัน" หมายถึง ไขมันที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง "ลิพิด" หมายถึงไขมันทั้งที่เป็นของเหลวและของแข็ง ตลอดจนสารที่เกี่ยวข้องอื่น ซึ่งโดยปกติใช้ในบริบททางการแพทย์หรือชีวเคมี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2017)

<sup>1</sup> ปลาทับทิม



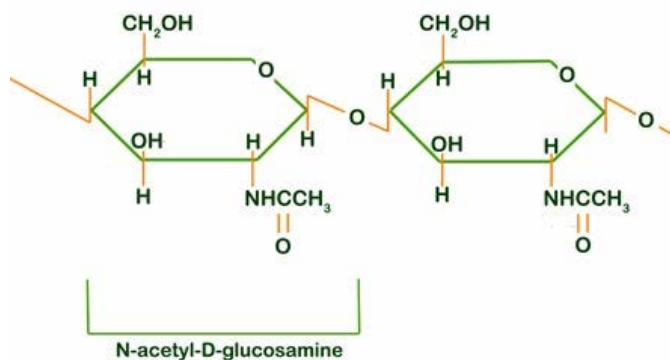


รูป 2.2 โครงสร้างของไขมัน (แหล่งที่มา : <https://sites.google.com/a/mengrai.ac.th>)<sup>2</sup>

ไขมันจำแนกได้เป็นไขมันอิ่มตัวกับไขมันไม่อิ่มตัว ไขมันไม่อิ่มตัวยังสามารถจำแนกต่อได้อีกเป็นไขมันซิส ซึ่งพบทั่วไปในธรรมชาติ และไขมันทรานส์ ซึ่งพบได้ยากในธรรมชาติ แต่พบในน้ำมันพืชที่ได้ทำไฮโดรจิเนชันไปแล้วบางส่วน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2017)

## 2.3 ไคติน (chitin)

เป็นคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่มีสายยาว มีโครงสร้างคล้ายกับเซลลูโลส (cellulose) โมเลกุลของไคติน เป็นพอลิเมอร์ของ N-acetyl-D-glucosamine ต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) แบบ  $\beta$ -1,4 แต่หมู่ hydroxyl (-OH) ที่ตำแหน่ง C<sub>3</sub> จะถูกแทนที่ด้วยกลุ่ม acetyl amino (-NHCOCH<sub>3</sub>) (พรเฉลิมวงศ์ และ รัตนাপนนท์, ม.ป.ป.)

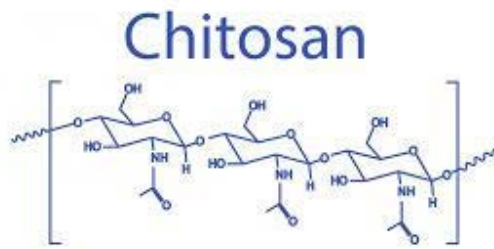


รูป 2.3 โครงสร้างไคติน (แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com>)<sup>3</sup>

<sup>2</sup> โครงสร้างไขมัน

<sup>3</sup> โครงสร้างไคติน

## 2.4 ไคโตซาน

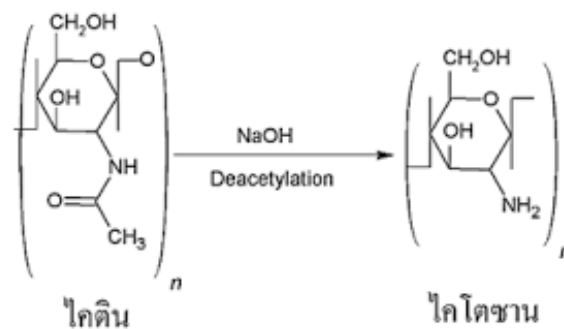


รูป 2.4 โครงสร้างไคโตซาน (แหล่งที่มา : <https://www.disthai.com>)<sup>4</sup>

ไคโตซาน คือ สารธรรมชาติชนิดหนึ่งที่มีในสัตว์กระดองแข็งและขาเป็นปล้อง เช่น เปลือกกุ้ง กุ้ง และ กระดองปู ซึ่งเมื่อนำมาสกัดแยกเอาแคลเซียม โปรตีน และแร่ธาตุที่ไม่ต้องการออกไป จากนั้นไปผ่าน กระบวนการ Deacetylation ทำให้โครงสร้างบางส่วนเปลี่ยนแปลงไปโดยมีการเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชันที่มีหมู่อะเซตามิโด (-NHCOCH<sub>3</sub>) เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของหมู่เอมิโน (-NH<sub>2</sub>) ที่ตำแหน่งคาร์บอนตัวที่ 2 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไคโตซานเป็นโพลีเมอร์สายยาว มีประจุบวก เนื่องจากเกิดโปรโตเนตหมู่เอมิโน (ในรูป-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) ปกติไคโตซานละลายได้ดีในกรดอินทรีย์ (disthai.com, 2017)

## 2.5 Deacetylation

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้ไคตินเปลี่ยนไปเป็นไคโตซาน คือการลดลงของหมู่อะซิติลหรือเรียกว่า Deacetylation ขณะที่มีการลดลงของหน่วยย่อย N-acetyl glucosamine เป็นการเพิ่มขึ้นของ glucosamine ในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งคือการเปลี่ยนแปลงไคตินให้เป็นไคโตซาน ส่งผลให้ไคโตซานจึงสามารถละลายได้ดีขึ้นในกรดต่างๆ เช่น กรดน้ำส้ม กรดแลคติก และกรดอินทรีย์อื่น ๆ (สุริดา, 2009)



รูป 2.5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไคตินเป็นไคโตซาน (แหล่งที่มา : <https://www.disthai.com/>)

<sup>4</sup> โครงสร้างไคโตซาน

### บทที่ 3

#### ขั้นตอนดำเนินงานและวิธีการทดลอง

##### 3.1 วัสดุ – อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทำโครงการงาน

|   |       |         |
|---|-------|---------|
| เกล็ดปลาหีบหิม (จากชุมชนวัดเกต อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่) | 1,500 | กรัม    |
| โคโคซานมาตรฐาน  | 100   | กรัม    |
| น้ำกลั่น  | 100   | ลิตร    |
| สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 M                        | 60    | ลิตร    |
| สารละลายไฮโดรคลอริก (HCl) 1 M                               | 30    | ลิตร    |
| 95 % เอทานอลแอลกอฮอล์                                       | 30    | ลิตร    |
| ตะกร้าใส่เกล็ดปลา   | 1     | ใบ      |
| กะละมัง   | 1     | ใบ      |
| บีกเกอร์ขนาด 100 ml.  | 10    | ใบ      |
| บีกเกอร์ขนาด 500 ml.  | 5     | ใบ      |
| บีกเกอร์ขนาด 1,000 ml.                                      | 3     | ใบ      |
| ขวดรูปชมพู่   | 2     | ใบ      |
| ขวดวัดปริมาตร   | 10    | ใบ      |
| ช้อนตักสาร  | 4     | คัน     |
| กระบอกล้าง  | 2     | ใบ      |
| จานเพาะเชื้อ  | 3     | ใบ      |
| แท่งแก้วคนสาร   | 2     | แท่ง    |
| ถังน้ำกลั่น   | 5     | ถัง     |
| ถังพลาสติกสำหรับใส่บีกเกอร์แช่เกล็ดปลา                      | 3     | ใบ      |
| ไมโครมิเตอร์  | 1     | อัน     |
| Stirring Hot plate  | 3     | เครื่อง |
| เครื่องปั่นแห้ง   | 1     | เครื่อง |
| ตู้ดูดควัน  | 1     | ตู้     |
| ตู้อบลมร้อน   | 3     | ตู้     |

### 3.2 วิธีการทดลอง

#### 3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาปริมาณโคโคซานในเกล็ดปลาหิม

##### ตอนที่ 1 การสกัดสารโคโคซาน (ดัดแปลงจากนาฏยาและเดชนะ, 2559)

- 1.1 นำเกล็ดปลามาล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งแล้วทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ด้วยตู้อบลมร้อน
- 1.2 นำเกล็ดปลาที่ได้จากข้อ 1.1 มากำจัดแร่ธาตุโดยแช่ในกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 1 M (น้ำหนักต่อปริมาตร 1: 20) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นทำการล้างด้วยน้ำกลั่นจนสะอาด ควรแช่เกล็ดปลาในกรดไฮโดรคลอริก จนกว่าจะไม่มีแคลเซียมคาร์บอเนตหลงเหลืออยู่ สังเกตได้จากไม่มีฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น ดังสมการ
 
$$2\text{HCl (aq)} + \text{CaCO}_3 \text{ (s)} \longrightarrow \text{CaCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} + \text{CO}_2 \text{ (g)}$$
- 1.3 ทำการกำจัดโปรตีนส่วนเกินของเกล็ดปลาที่ได้จากข้อ 1.2 มาแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 M (น้ำหนักต่อปริมาตร, 1: 20) คนให้เข้ากันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนสะอาด
- 1.4 ทำการกำจัดสี โดยนำเกล็ดปลาที่ได้จากข้อ 1.3 มาแช่ใน 95 % เอทานอล (น้ำหนักต่อปริมาตร 1: 20) คนตลอดเวลา 5 นาที บน Stirring Hot plate จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนสะอาด แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ด้วยตู้อบลมร้อน

##### ตอนที่ 2 การสกัดโคโคซาน (ดัดแปลงจากนาฏยาและเดชนะ, 2559)

- 2.1 นำสารสกัดโคโคซานที่ได้จากตอนที่ 1 มากำจัดหมู่ Acetyl (Deacetylation) ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 M (น้ำหนักต่อปริมาตร 1: 20) ทำการคนตลอดเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส บน stirring hot plate (ในขั้นตอนนี้ต้องใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากสารละลาย NaOH มีความเข้มข้นมาก เมื่อให้ความร้อนสูงจะเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรง เนื่องจากขั้นตอนการกำจัดหมู่ อะซิทิลต้องใช้ความร้อนสูงเท่านั้นจึงจะสามารถกำจัดหมู่อะซิทิลออกได้หมด)
- 2.2 นำโคโคซานที่ได้จากข้อ 2.1 ได้ไปล้างน้ำกลั่นจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำโคโคซานไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

### 3.2.2 การทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับไขมันของไคโตซานที่สกัดได้

**ตอนที่ 1** การทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมันพืชกับไคโตซานที่สกัดได้เทียบกับไคโตซานมาตรฐาน

- 1.1 นำน้ำมันพืชเทใส่บีกเกอร์ให้มีความสูง 10 mm ในบีกเกอร์ขนาด 100 ml จำนวน 2 บีกเกอร์
- 1.2 นำไคโตซานที่สกัดได้ใส่ลงไปในบีกเกอร์ใบที่ 1 ครั้งละ 1 กรัม
- 1.3 นำไคโตซานมาตรฐานใส่ลงไปในบีกเกอร์ใบที่ 2 ครั้งละ 1 กรัม
- 1.4 ทำขั้นตอนที่ 1.2 และ 1.3 พร้อม ๆ กัน
- 1.5 หยดใส่ไคโตซานเมื่อน้ำมันจับตัวกันเป็นก้อนจนหมด
- 1.6 จดบันทึกปริมาณน้ำมันพืชที่เหลืออยู่ทุก ๆ ครั้ง ที่ใส่ไคโตซานลงในบีกเกอร์ โดยการวัดความสูงของระดับน้ำมันพืชและคำนวณโดยใช้สูตรปริมาตรของทรงกระบอก
- 1.7 บันทึกผลการทดลอง

**ตอนที่ 2** การทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมันจากสัตว์กับไคโตซานที่สกัดได้เทียบกับไคโตซานมาตรฐาน

- 1.1 นำน้ำมันจากสัตว์เทใส่บีกเกอร์ให้มีความสูง 10 mm ในบีกเกอร์ขนาด 100 ml จำนวน 2 บีกเกอร์
- 1.2 นำไคโตซานที่สกัดได้ใส่ลงไปในบีกเกอร์ใบที่ 1 ครั้งละ 1 กรัม
- 1.3 นำไคโตซานมาตรฐานใส่ลงไปในบีกเกอร์ใบที่ 2 ครั้งละ 1 กรัม
- 1.4 ทำขั้นตอนที่ 1.2 และ 1.3 พร้อม ๆ กัน
- 1.5 หยดใส่ไคโตซานเมื่อน้ำมันจับตัวกันเป็นก้อนจนหมด
- 1.6 จดบันทึกปริมาณน้ำมันจากสัตว์ที่เหลืออยู่ทุก ๆ ครั้ง ที่ใส่ไคโตซานลงในบีกเกอร์ โดยการวัดความสูงของระดับน้ำมันจากสัตว์และคำนวณโดยใช้สูตรปริมาตรของทรงกระบอก
- 1.7 บันทึกผลการทดลอง

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินโครงการ

#### 4.1 การศึกษาปริมาณของโคโคซานในเกล็ดปลาต้ม

จากการทดลองพบว่า เมื่อนำเกล็ดปลาต้มแห้งจำนวน 500 g มาสกัดโคโคตินโดยการแช่สารละลาย HCl 1 M จากนั้นนำเกล็ดปลาที่ได้ไปแช่ต่อในสารละลาย NaOH 2 M ในขั้นตอนการกำจัดโปรตีนและกำจัดสี ด้วยแช่ 95% เอทานอล น้ำหนักของสารสกัดโคโคตินจะเหลืออยู่ 1 ใน 2 ของน้ำหนักเกล็ดปลาแห้งเริ่มต้น และเมื่อนำโคโคตินที่สกัดได้ไปผ่านกระบวนการ Deacetylation เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างเป็นโคโคซานจะเหลือน้ำหนักอยู่ 1 ใน 4 ของน้ำหนักเกล็ดปลาแห้งเริ่มต้น คำนวณน้ำหนักโคโคตินและน้ำหนักโคโคซานต่อเกล็ดปลาต้มแห้ง 500 กรัม ได้ดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณโคโคซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาต้ม

| การทดลองครั้งที่ | น้ำหนักเกล็ดปลาเริ่มต้น<br>(กรัมของน้ำหนักแห้ง) | น้ำหนักโคโคติน<br>(กรัม) | น้ำหนักโคโคซาน<br>(กรัม) |
|------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| 1                | 500.00  | 246.73                   | 127.14                   |
| 2                | 500.00  | 244.01                   | 126.77                   |
| 3                | 500.00  | 249.10                   | 127.16                   |
| ค่าเฉลี่ย        | 500.00  | $246.61 \pm 2.55$        | $127.02 \pm 0.22$        |



รูปที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของเกล็ดปลา (A) โคโคติน (B) และโคโคซาน (C)

เมื่อสังเกตลักษณะทางกายภาพของการสกัดโคโคตินและโคโคซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาต้ม พบว่าโคโคตินมีลักษณะเป็นของแข็ง สีขาวบริสุทธิ์ เป็นแผ่นเหนียวคล้ายเยื่อกระดาษ

ส่วนลักษณะของโคโคซาน เป็นของแข็ง สีขาวเหลือง เนื้อละเอียด ไม่เหนียว ทั้งนี้จะสังเกตเห็นว่าปริมาณโคโคซานจะมีน้ำหนักน้อยกว่าโคโคติน เนื่องจาก ในการแช่โคโคตินด้วย NaOH ในการเปลี่ยนโครงสร้าง

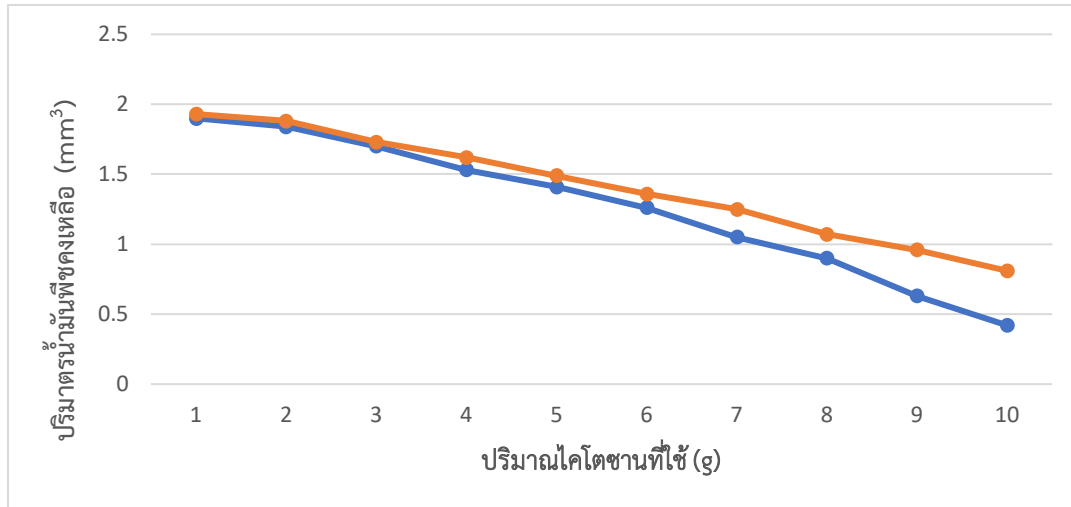
ไคตินให้เป็น ไคโตซาน จะทำให้ไคตินถูกกักคร่อน จึงมีน้ำหนักรวบรวมหายไป ทั้งนี้มีรายงานว่าไคตินจะมีลักษณะ ไม่ละลายน้ำหรือตัวทำละลายที่เป็นกรดอินทรีย์อื่นๆ ส่วนไคโตซานสามารถละลายน้ำได้ดีและละลายในตัวทำละลายกรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์ที่เจือจางบางชนิด เช่น  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $\text{HNO}_3$   $\text{HCl}$  เป็นต้น (สุริดา, 2009)

#### 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการจับตัวของไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาที่หมักกับน้ำมันพืช

เมื่อนำไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาที่หมักมาทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับไขมัน โดยการใส่ไคโตซาน ลงไปในน้ำมันพืชที่ลอยอยู่เหนือน้ำครั้งละ 1 กรัม โดยทำการใส่ไปเรื่อย ๆ จนน้ำมันพืชหมด จากความสูงน้ำมันพืชเริ่มต้น 10 mm จากผลการทดสอบพบว่าไคโตซานสามารถดักจับน้ำมัน ได้ดังตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบ ประสิทธิภาพในการจับตัวของไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาที่หมักกับ น้ำมันพืช เปรียบเทียบกับไคโตซานมาตรฐาน

| ปริมาณ<br>ไคโตซาน<br>ที่ใช้<br>(กรัม) | ปริมาตรน้ำมันพืชคงเหลือ ( $\text{mm}^3$ ) |      |      |                                   |                        |      |      |                                   |
|---------------------------------------|---|------|------|-----------------------------------|------------------------|------|------|-----------------------------------|
|                                       | ทดสอบโดยไคโตซานจากเกล็ดปลาที่หมัก         |      |      |                                   | ทดสอบโดยไคโตซานมาตรฐาน |      |      |                                   |
|                                       | การทดสอบครั้งที่                          |      |      | เฉลี่ย                            | การทดสอบครั้งที่       |      |      | เฉลี่ย                            |
|                                       | 1   | 2    | 3    |                                   | 1                      | 2    | 3    |                                   |
| 1.00                                  | 1.88                                      | 1.94 | 1.90 | <b><math>1.91 \pm 0.03</math></b> | 1.93                   | 1.96 | 1.93 | <b><math>1.94 \pm 0.02</math></b> |
| 2.00                                  | 1.81                                      | 1.90 | 1.84 | <b><math>1.85 \pm 0.05</math></b> | 1.88                   | 1.94 | 1.91 | <b><math>1.91 \pm 0.03</math></b> |
| 3.00                                  | 1.65                                      | 1.82 | 1.70 | <b><math>1.72 \pm 0.09</math></b> | 1.73                   | 1.83 | 1.77 | <b><math>1.78 \pm 0.05</math></b> |
| 4.00                                  | 1.49                                      | 1.66 | 1.53 | <b><math>1.56 \pm 0.09</math></b> | 1.62                   | 1.72 | 1.65 | <b><math>1.66 \pm 0.05</math></b> |
| 5.00                                  | 1.32                                      | 1.49 | 1.41 | <b><math>1.41 \pm 0.09</math></b> | 1.49                   | 1.59 | 1.55 | <b><math>1.54 \pm 0.05</math></b> |
| 6.00                                  | 1.16                                      | 1.32 | 1.26 | <b><math>1.25 \pm 0.08</math></b> | 1.36                   | 1.50 | 1.47 | <b><math>1.44 \pm 0.07</math></b> |
| 7.00                                  | 0.98                                      | 1.14 | 1.05 | <b><math>1.06 \pm 0.08</math></b> | 1.25                   | 1.31 | 1.26 | <b><math>1.27 \pm 0.03</math></b> |
| 8.00                                  | 0.77                                      | 1.01 | 0.90 | <b><math>0.89 \pm 0.12</math></b> | 1.07                   | 1.22 | 1.11 | <b><math>1.13 \pm 0.08</math></b> |
| 9.00                                  | 0.52                                      | 0.72 | 0.63 | <b><math>0.62 \pm 0.10</math></b> | 0.96                   | 1.06 | 0.99 | <b><math>1.00 \pm 0.05</math></b> |
| 10.00                                 | 0.39                                      | 0.48 | 0.42 | <b><math>0.43 \pm 0.05</math></b> | 0.81                   | 0.90 | 0.87 | <b><math>0.86 \pm 0.05</math></b> |



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโคโคซานที่ใช้กับปริมาณน้ำมันพืชที่คงเหลือ (น้ำมันพืชที่ไม่ถูกจับตัวเป็นก้อน)

**กราฟสีน้ำเงิน** หมายถึง ปริมาณน้ำมันพืชที่คงเหลือ (น้ำมันพืชที่ไม่จับตัวกับโคโคซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาหีบต้มแล้วตกตะกอน)

**กราฟสีส้ม** หมายถึง ปริมาณน้ำมันพืชที่คงเหลือ (น้ำมันพืชที่ไม่จับตัวกับโคโคซานมาตรฐานตกตะกอน)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า เมื่อใส่โคโคซานลงไปครั้งละ 1 กรัม โคโคซานจะจับตัวกับน้ำมันพืชแล้วกลายเป็นก้อนตกตะกอนลงไปบนชั้นน้ำกลั่น โดยสารสกัดโคโคซานจากเกล็ดปลาหีบต้มสามารถดักจับน้ำมันพืชแล้วกลายเป็นก้อนตกลงไปบนชั้นน้ำกลั่นได้ดีกว่าโคโคซานมาตรฐาน เนื่องจากพบว่าขณะที่ใช้โคโคซาน 10 กรัม น้ำมันพืชในบีกเกอร์ที่ทำการทดสอบด้วยโคโคซานจากเกล็ดปลาหีบต้มมีปริมาณน้ำมันพืชเฉลี่ยคงเหลือ  $0.43 \pm 0.05 \text{ mm}^3$  แต่ในบีกเกอร์ที่ทำการทดสอบด้วยโคโคซานมาตรฐานมีปริมาณน้ำมันพืชคงเหลือ  $0.86 \pm 0.05 \text{ mm}^3$

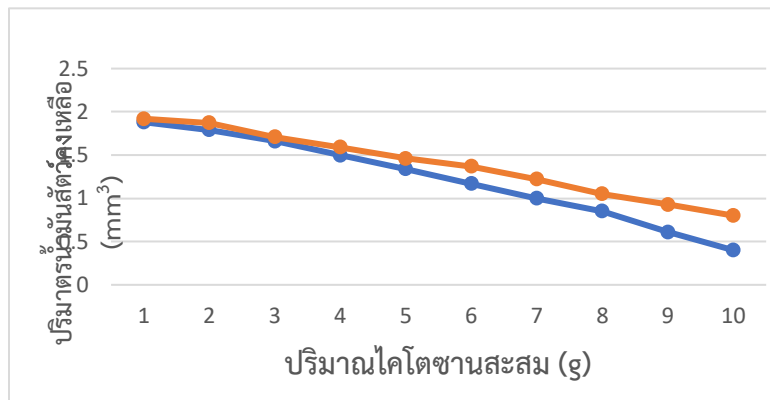
#### 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพในการจับตัวของโคโคซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาหีบต้มกับน้ำมันสัตว์

เมื่อนำโคโคซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาหีบต้มมาทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับไขมัน โดยการใส่โคโคซาน ลงไปในน้ำมันสัตว์ที่ลอยอยู่เหนือน้ำครั้งละ 1 กรัม โดยทำการใส่ไปเรื่อย ๆ จนน้ำมันสัตว์หมด จากความสูงน้ำมันสัตว์เริ่มต้น 10 mm จากผลการทดสอบพบว่าโคโคซานสามารถดักจับน้ำมัน ได้ดังตาราง 4.3



ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบ ประสิทธิภาพในการจับตัวของไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาที่หมักกับ น้ำมันสัตว์ เปรียบเทียบกับไคโตซานมาตรฐาน

| ปริมาณไคโตซานที่ใช้ (กรัม) | ปริมาณน้ำมันสัตว์ที่หลงเหลือ (mm <sup>3</sup> ) |      |      |                    |                        |      |      |                    |
|----------------------------|---|------|------|--------------------|------------------------|------|------|--------------------|
|                            | ทดสอบโดยไคโตซานจากเกล็ดปลาที่หมัก               |      |      |                    | ทดสอบโดยไคโตซานมาตรฐาน |      |      |                    |
|                            | การทดสอบครั้งที่                                |      |      | เฉลี่ย             | การทดสอบครั้งที่       |      |      | เฉลี่ย             |
|                            | 1   | 2    | 3    |                    | 1                      | 2    | 3    |                    |
| 1.00                       | 1.88  | 1.88 | 1.86 | <b>1.87 ± 0.01</b> | 1.92                   | 1.93 | 1.92 | <b>1.92 ± 0.01</b> |
| 2.00                       | 1.79  | 1.78 | 1.78 | <b>1.78 ± 0.01</b> | 1.87                   | 1.87 | 1.88 | <b>1.87 ± 0.01</b> |
| 3.00                       | 1.66  | 1.64 | 1.65 | <b>1.65 ± 0.01</b> | 1.71                   | 1.70 | 1.70 | <b>1.70 ± 0.01</b> |
| 4.00                       | 1.50  | 1.52 | 1.50 | <b>1.51 ± 0.01</b> | 1.59                   | 1.58 | 1.57 | <b>1.58 ± 0.01</b> |
| 5.00                       | 1.34  | 1.35 | 1.37 | <b>1.35 ± 0.13</b> | 1.46                   | 1.48 | 1.48 | <b>1.47 ± 0.01</b> |
| 6.00                       | 1.17  | 1.10 | 1.13 | <b>1.13 ± 0.02</b> | 1.37                   | 1.35 | 1.36 | <b>1.36 ± 0.01</b> |
| 7.00                       | 1.00  | 0.99 | 0.98 | <b>0.99 ± 0.01</b> | 1.22                   | 1.21 | 1.22 | <b>1.22 ± 0.01</b> |
| 8.00                       | 0.85  | 0.83 | 0.84 | <b>0.84 ± 0.01</b> | 1.05                   | 1.03 | 1.03 | <b>1.04 ± 0.01</b> |
| 9.00                       | 0.61  | 0.60 | 0.62 | <b>0.61 ± 0.01</b> | 0.93                   | 0.92 | 0.95 | <b>0.93 ± 0.02</b> |
| 10.00                      | 0.40  | 0.41 | 0.41 | <b>0.41 ± 0.01</b> | 0.80                   | 0.79 | 0.80 | <b>0.80 ± 0.01</b> |

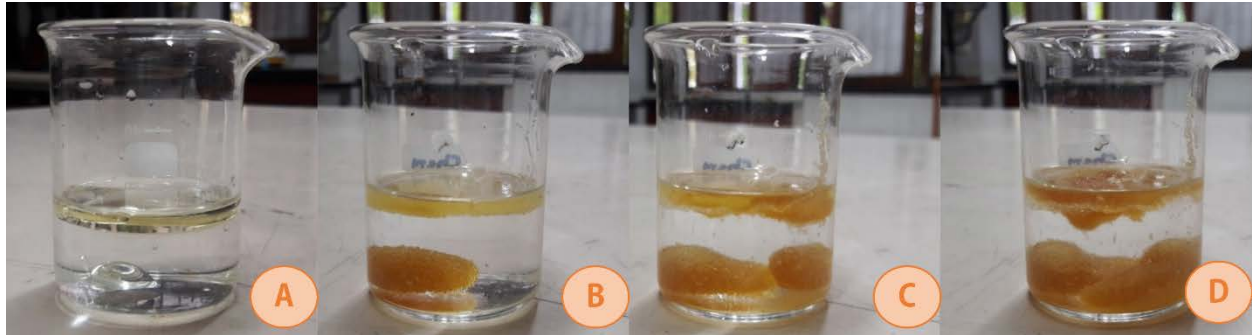


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไคโตซานที่ใช้กับปริมาณน้ำมันจากสัตว์ที่หลงเหลือ (น้ำมันสัตว์ที่ไม่ถูกจับตัวเป็นก้อน)

**กราฟสีน้ำเงิน** หมายถึง ปริมาณน้ำมันสัตว์ที่หลงเหลือ (น้ำมันสัตว์ที่ไม่จับตัวกับไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลาที่หมักแล้วตกตะกอน)

**กราฟสีส้ม** หมายถึง ปริมาณน้ำมันสัตว์ที่หลงเหลือ (น้ำมันสัตว์ที่ไม่จับตัวกับไคโตซานมาตรฐานตกตะกอน)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า เมื่อใส่ไคโตซานลงไปครึ่งละ 1 กรัม ไคโตซานจะจับตัวกับน้ำมันสัตว์แล้ว กลายเป็นก้อนตกตะกอนลงไปบนชั้นน้ำกลั่น โดยสารสกัดไคโตซานจากเปลือกปลาหีบหิมสามารถดักจับน้ำมัน สัตว์แล้วกลายเป็ก้อนตกลงไปบนชั้นน้ำกลั่นได้ดีกว่าไคโตซานมาตรฐาน เนื่องจากพบว่าขณะที่ใช้ไคโตซาน 10 กรัม น้ำมันสัตว์ในบีกเกอร์ที่ทำการทดสอบด้วยไคโตซานจากเปลือกปลาหีบหิมมีปริมาณน้ำมันสัตว์เฉลี่ย คงเหลือ  $0.41 \pm 0.01 \text{ mm}^3$  แต่ในบีกเกอร์ที่ทำการทดสอบด้วยไคโตซานมาตรฐานมีปริมาณน้ำมันสัตว์คงเหลือ  $0.80 \pm 0.01 \text{ mm}^3$



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำมัน ปริมาณน้ำมันเริ่มต้น (A) ปริมาณน้ำมันเมื่อใช้ไคโตซาน 1 กรัม (B) ปริมาณ น้ำมันเมื่อใช้ไคโตซาน 3 กรัม (C) ปริมาณน้ำมันเมื่อใช้ไคโตซาน 5 กรัม (D)

## บทที่ 5

### สรุปผลการดำเนินโครงการ

#### 5.1 อภิปรายผลการดำเนินโครงการ

5.1.1 จากการศึกษาปริมาณไคโตซานในเกล็ดปลาที่พบพบว่า เมื่อนำเกล็ดปลาไปสกัดในขั้นตอนที่ 1 ได้สารสกัดไคตินปริมาณ  $246.61 \pm 2.55$  กรัมต่อเกล็ดปลาหรือเทียบสัดส่วนได้ 1 ใน 2 ของเกล็ดปลาจากนั้นนำไคตินมาผ่านกระบวนการ Deacetylation ในขั้นตอนที่ 2 ได้สารสกัดไคโตซาน  $127.02 \pm 0.22$  กรัมต่อเกล็ดปลา 500 กรัมหรือเทียบสัดส่วนได้ 1 ใน 4 ของเกล็ดปลาทั้งหมด ซึ่งจากผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยในการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาวของนาฏยาและคณะ (2559). ที่ทำการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาวได้ปริมาณ  $27.97 \pm 4.06$  จากเกล็ดปลากะพงขาว 100 กรัมหรือเทียบสัดส่วนได้ 1 ใน 4 เช่นเดียวกัน

5.1.2 จากการนำไคโตซานไปทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมันให้เป็นก้อนแล้วตกตะกอนเปรียบเทียบกับระหว่างไคโตซานที่สกัดได้กับไคโตซานมาตรฐาน ในน้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์ โดยการนำน้ำมันพืช  $10 \text{ mm}^3$  มาผสมกับน้ำ  $30 \text{ mm}^3$  เมื่อใช้ปริมาณไคโตซานที่ 10 กรัม พบว่าไคโตซานจากเกล็ดปลาที่พบมีปริมาณไคตินประมาณ  $0.43 \pm 0.05 \text{ mm}^3$  ส่วนไคโตซานมาตรฐานเหลือปริมาณไคตินประมาณ  $0.86 \pm 0.05 \text{ mm}^3$  จากนั้นทำการทดสอบโดยนำน้ำมันจากสัตว์  $10 \text{ mm}^3$  มาผสมกับน้ำ  $30 \text{ mm}^3$  พบว่าเมื่อใช้ปริมาณไคโตซานที่ 10 กรัม ไคโตซานจากเกล็ดปลาที่พบมีปริมาณไคตินประมาณ  $0.41 \pm 0.01 \text{ mm}^3$  ส่วนไคโตซานมาตรฐานเหลือปริมาณไคตินประมาณ  $0.80 \pm 0.01 \text{ mm}^3$  จะเห็นได้ว่าไคโตซานที่สกัดได้มีประสิทธิภาพมากกว่าไคโตซานมาตรฐาน 2 เท่า ทั้งนี้กลไกการจับตัวของไคโตซานกับน้ำมันเกิดได้เพราะไคโตซานเป็นพอลิเมอร์ที่มีประจุบวกจากการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีผ่านกระบวนการ Deacetylation ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นของหมู่อะมิโน ( $\text{NH}_2$ ) โดยกระบวนการนี้จะใช้ความเข้มข้นของด่าง ( $\text{NaOH}$ ) ตั้งแต่ 40 % ขึ้นไป เรียกว่าค่าระดับการกำจัดหมู่อะซิติล (Degree of Deacetylation, %DD) ถ้า %DD มากก็จะยิ่งทำให้อนุพันธ์ของไคโตซานทำละลายหรือจับกันกับสารอินทรีย์ได้ดี ทำให้ไคโตซานสามารถจับกับสารอินทรีย์ที่มีประจุลบได้ดี นั่นคือไคโตซานสามารถดักจับน้ำมันให้เป็นก้อนแล้วตกตะกอนได้ และจะเห็นได้ว่าไคโตซานจากเกล็ดปลาที่พบสามารถจับกับน้ำมันได้ดีกว่าไคโตซานมาตรฐานเพราะมี %DD ที่สูงกว่าในกระบวนการ Deacetylation (สุทธิดา, 2009)

## 5.2 สรุปผลการดำเนินโครงการ

5.2.1 จากการศึกษาปริมาณไคโตซานในเกล็ดปลาหีบหิมพบว่าเกล็ดปลาหีบหิมสามารถสกัดสารไคโตซานได้ปริมาณ  $127.02 \pm 0.22$  กรัม

5.2.2 จากทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมันให้เป็นก้อนแล้วตกตะกอน ของไคโตซานจากเกล็ดปลาหีบหิมเปรียบเทียบกับไคโตซานมาตรฐาน พบว่าทั้งในน้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์มีประสิทธิภาพในการดักจับน้ำมันได้ดีกว่าไคโตซานมาตรฐานถึง 2 เท่า

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรนำไปทดสอบในแหล่งน้ำจริงที่มีปริมาณไขมันมากและส่งผลให้น้ำเน่าเสีย

5.3.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาเป็นนวัตกรรมในการใช้ดักจับไขมันในแหล่งน้ำจริง

## บรรณานุกรม

นาฏยา สุวรรณชาติและคณะ. (2559). "การศึกษาไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาว." ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. ครั้งที่ 6. 15-16 สิงหาคม 2559. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 1069-1077.

ประสิทธิ์ศิลป์ ชัยยะวัฒน์โยธิน. (29 สิงหาคม 2554). ปลาทับทิม. เข้าถึงได้จาก Freshfishs:  
<https://freshfishs.wordpress.com>

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมวงศ์, และ นิธิยา รัตนานนท์. (ม.ป.ป.). Chitin / ไคโตซาน. เข้าถึงได้จาก Food Wiki:  
<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1188/chitin>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (4 มิถุนายน 2560). ไขมันและน้ำมัน. เข้าถึงได้จาก คลังความรู้: <https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.scimath.org>

สุธิดา. (2552). วารสารวิชาอุตสาหกรรมศึกษา. เข้าถึงได้จาก file:///C:/Users/Modern15/Downloads/1965-6419-1-PB.pdf

disthai.com. (2560). ไคโตซาน. เข้าถึงได้จาก Disthai: <https://www.disthai.com>

## ภาคผนวก

การคำนวณความเข้มข้นและการเตรียมสารเคมีที่ใช้

การแช่เกล็ดปลาในสารละลาย HCl

เจือจางสารละลาย HCl (aq) 1 M ปริมาตร 6 L จากสารละลาย HCl 12 M

$$\begin{aligned}C_1 V_1 &= C_2 V_2 \\(12 \text{ M})(V_1) &= (1 \text{ M})(6000 \text{ cm}^3) \\V_1 &= 500 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

การแช่เกล็ดปลาในสารละลาย NaOH

เตรียมสารละลาย NaOH (aq) 1 M ปริมาตร 6 L จาก NaOH (s)

$$\begin{aligned}mol &= \frac{CV}{1000} \\ \frac{g}{mw} &= \frac{CV}{1000} \\ \frac{g}{40 \text{ g/mol}} &= \frac{(1 \text{ M})(6000 \text{ cm}^3)}{1000} = 240 \text{ g}\end{aligned}$$

ขั้นตอนในการแช่เกล็ดปลาและกำจัดสีย้อมด้วยเอทานอลแอลกอฮอล์

การคำนวณปริมาตรน้ำมัน

$$V = \pi r^2 h$$

โดยที่ V = ปริมาตรน้ำมันคงเหลือ ( $\text{mm}^3$ )

r = รัศมีของบีกเกอร์เท่ากับ 0.25 mm

h = ความสูงของระดับน้ำมันที่ลดลง (mm)