

## บทสรุป

ผลการศึกษาการผลิตไคตินและไคโตแซนจากเปลือกกุ้งกุลาดำ (ส่วนเปลือกลำตัว) โดยไม่ใช้ความร้อนสามารถกำหนดสภาวะที่เหมาะสม ได้แก่ การกำจัดโปรตีนจากเปลือกกุ้งด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 4 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง ต่อด้วยการกำจัดเกลือแร่ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลานาน 72 ชั่วโมง ได้ผลผลิตไคตินที่มีปริมาณไคตินร้อยละ 74.81 โดยน้ำหนัก และการละลายในตัวทำละลาย N,N dimethylacetamide (DMAc – 5% LiCl) ร้อยละ 51.40 โดยน้ำหนัก เมื่อทำการกำจัดหมู่อะซิติกด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนไคตินที่สะเด็ดน้ำต่อสารละลายต่าง 1:10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 วัน พบว่าไคโตแซนที่มีลักษณะทางกายภาพและสมบัติเชิงหน้าที่ที่แตกต่างกัน เมื่อใช้เวลาในการแช่ต่าง 8 วัน ไคโตแซนมีระดับการกำจัดหมู่อะซิติก น้ำหนักโมเลกุล เท่ากับ 53.96 % และ 1290 kDa ตามลำดับ และแสดงสมบัติทางกายภาพและเชิงหน้าที่ ประกอบด้วยความหนืด 251.9 เซนติพอยส์ ค่า HLB (Hydrophilic Lipophilic Balance) เท่ากับ 23.39 ค่าความสามารถในการเกิดและความคงตัวของอิมัลชัน เท่ากับ 100 % และ 0.35 % ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการกระจายตัวของเม็ดไขมันเป็นแบบ unimodal ซึ่งมีความสม่ำเสมอของขนาดเม็ดไขมัน หากต้องการไคโตแซนที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติกและน้ำหนักโมเลกุลที่จำเพาะ อาจต้องทำการศึกษาให้เหมาะสมเพิ่มเติม

การศึกษารวมผลของไคโตแซนที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติก ร้อยละ 94 และน้ำหนักโมเลกุล 990 กิโลดาลตต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์มายองเนส โดยใช้ไคโตแซนและแซนแทนกัมในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เป็นส่วนผสมในมายองเนส พบว่าเมื่อความเข้มข้นของไคโตแซนเพิ่มขึ้น ลักษณะการไหลต้องใช้แรง (yield stress) มากขึ้นและมากกว่าชุดควบคุม แต่น้อยกว่าการใช้แซนแทนกัม ส่วนค่าความหนืดพบว่าการใช้แซนแทนกัมจะทำให้ มายองเนสมีค่าความหนืดสูงมากกว่าการใช้ไคโตแซน ในขณะที่ความคงตัวของมายองเนสที่เติมแซนแทนกัมเพิ่มขึ้นมีค่ามากขึ้นและมากกว่าตัวอย่างที่เติมไคโตแซน ลักษณะของมายองเนสมีความหนาแน่นและพีเอชไม่แตกต่างกันมากนัก

การศึกษารวมสมบัติเชิงหน้าที่ของไคโตแซนที่มีกำจัดหมู่อะซิติกต่างกัน 3 ระดับคือ ร้อยละ 75-80, 81-85 และ 86-90 และแต่ละระดับมีน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน 3 ระดับคือ 100-500, 600-1000 และ 1100-1500 กิโลดาลต พบว่าเมื่อความเข้มข้นของไคโตแซนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนืดของสารละลายไคโตแซนมีค่าเพิ่มขึ้น ( $p < 0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติกเพิ่มขึ้น ความหนืดของสารละลายไคโตแซนมีแนวโน้มลดลง แต่ความสามารถในการจับน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ ร้อยละ 267.25 281.18 และ 493.88 ตามลำดับ ความสามารถในการจับไขมันมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ ร้อยละ 152.53 149.81 และ 184.69 ตามลำดับ และมีค่าสมดุลของหมู่ที่ชอบน้ำกับหมู่ที่ชอบไขมันเพิ่มขึ้นเท่ากับ 24.57 35.07 และ 43.13 ตามลำดับ ไคโตแซนที่ผ่านการไฮโดรไลส์ให้มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 419.22 943.54 และ 1326.74 กิโลดาลต ส่งผลต่อสมบัติเชิงหน้าที่ต่างกัน คือเมื่อน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น ความหนืดของสารละลายไคโตแซน

มีค่าเพิ่มขึ้น ( $p < 0.05$ ) ความสามารถในการจับน้ำและจับไขมัน รวมทั้งค่าสมมูลของหมู่ที่ชอบน้ำกับหมู่ที่ชอบไขมันมีค่าลดลง ( $p < 0.05$ ) อาจเนื่องมาจากที่น้ำหนักโมเลกุลสูง มีพื้นที่ในการสัมผัสกับน้ำและไขมันน้อย และมักเป็นกลุ่มที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติกต่ำ จึงมีกลุ่มอะมิโนอิสระน้อย ทำให้ความสามารถในการจับน้ำได้ลดลง ค่าสมมูลของหมู่ที่ชอบน้ำกับหมู่ที่ชอบไขมันจึงมีค่าลดลง

จากการศึกษาเพื่อคัดเลือกปริมาณไคโตแซนที่เหมาะสมในการเตรียมอิมัลชัน พบว่าการใช้สารละลายไคโตแซนเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 2.0 ที่อัตราส่วนระหว่างสารละลายไคโตแซนต่อน้ำมันพืช 9:1 เป็นสภาวะที่มีค่าความคงตัวของอิมัลชันสูงที่สุดและสามารถเกิดอิมัลชันได้สูงสุดเช่นกัน จึงใช้สภาวะดังกล่าวในการศึกษาสมบัติของไคโตแซนที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติก และน้ำหนักโมเลกุลต่างกันต่อสมบัติการเกิดอิมัลชัน พบว่าเมื่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติกเพิ่มขึ้น น้ำหนักโมเลกุลมีค่าลดลง ส่งผลให้ความหนืดของอิมัลชันมีค่าลดลง ( $p < 0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบว่าไคโตแซนที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติกสูง (ร้อยละ 86-90) น้ำหนักโมเลกุลต่ำ (600-1000 กิโลดาลตัน) และสารละลายไคโตแซนมีความเข้มข้นสูง (ร้อยละ 2.0) มีความสามารถในการเกิดอิมัลชันและมีความคงตัวสูง รวมทั้งมีอนุภาคเม็ดไขมันขนาดเล็กประมาณ 8 ถึง 10 ไมโครเมตร อีกทั้งมีการกระจายตัวของเม็ดไขมันอย่างสม่ำเสมอ

การศึกษาปัจจัยการผลิตไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก (Microcrystalline chitin) โดยใช้ชนิดของกรด ความเข้มข้น และเวลาในการย่อยสลายต่างกัน พบว่าไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่ใช้กรดอะซิติกเป็นตัวย่อยสลายมีระดับการกำจัดหมู่อะซิติกสูงกว่าไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่ใช้กรดไฮโดรคลอริกและกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นของกรดและเวลาที่ใช้ในการย่อยสลาย ไม่ส่งผลให้ระดับของการกำจัดหมู่อะซิติกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่ใช้กรดไฮโดรคลอริกในการย่อยสลายมีน้ำหนักโมเลกุล 133-272 กิโลดาลตัน ซึ่งเล็กกว่าไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่ใช้กรดฟอสฟอริกและกรดอะซิติกที่มีน้ำหนักโมเลกุล 191-382 และ 351-581 กิโลดาลตัน ตามลำดับ ปัจจัยการผลิตไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่มีต่อสมบัติด้านอิมัลชัน พบว่าไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่มีขนาดน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะส่งผลให้ไคตินมีความสามารถในการก่ออิมัลชันได้ดี และมีการกระจายตัวของเม็ดไขมันที่ดี เม็ดไขมันมีขนาดเล็ก ปริมาณมากและมีขนาดสม่ำเสมอ ผลของไคตินรูปผลึกขนาดเล็กและแซนแทนกัมต่อคุณลักษณะของมายองเนส พบว่าการเติมไคตินรูปผลึกขนาดเล็กและแซนแทนกัมปริมาณสูงขึ้นมีผลให้มายองเนสมีการกระจายตัวของอนุภาคของเม็ดไขมันสูงขึ้น ผลกระทบของมายองเนสที่เติมไคตินรูปผลึกขนาดเล็กในปริมาณแตกต่างกันได้รับคะแนนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสต่ำกว่า มายองเนสที่เติมแซนแทนกัมในปริมาณแตกต่างกัน โดยการเติมปริมาณแซนแทนกัมและไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่สูงขึ้น มีผลให้คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะความข้นหนืดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

การศึกษาปัจจัยในการดัดแปรไคโตแซนจากกระบวนการไม่ใช้ความร้อนให้เป็นสารอนุพันธ์ชนิดคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซน (CM-Chitosan) ประกอบด้วย การทำปฏิกิริยากับด่าง (Alkalization) และการทำปฏิกิริยากับกรดโมโนคลอโรอะซิติก (Carboxymethylation) พบว่าการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เข้มข้นเพิ่มขึ้น มีผลทำให้น้ำหนักโมเลกุลของคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนมีแนวโน้มลดลง ( $p < 0.05$ ) การเพิ่มระยะเวลาของการ Alkalization มีผลทำให้น้ำหนักโมเลกุลหลังจากการ Carboxymethylation มีแนวโน้มที่

สูงขึ้น และการใช้เวลาในการ Carboxymethylation เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักโมเลกุลของคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนเพิ่มสูงขึ้น การใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ระยะเวลาการทำปฏิกิริยากับค่า และระยะเวลาการทำปฏิกิริยาคาร์บอกซีเมทิลเลชันเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ Degree of substitution (DS) ของหมู่คาร์บอกซีเมทิลในคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนมีแนวโน้มสูงขึ้น คาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนที่เตรียมได้มีความหนืดอยู่ในช่วง 6.30 – 25.42 เซ็นติพอยต์ ค่า HLB ของสารละลายคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนอยู่ในช่วงระหว่าง 5.99 – 8.35 ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ อิมัลชันที่เติมคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนที่เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 50 ปริมาตรร้อยละ 1 มีปริมาณเม็ดไขมันที่สูงกว่า อิมัลชันที่เติมคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนที่เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 30 และ 40 การเพิ่มระยะเวลาของปฏิกิริยาคาร์บอกซีเมทิลเลชันมีผลทำให้อิมัลชันที่ผลิตได้มีแนวโน้มของปริมาณเม็ดไขมันเพิ่มขึ้น

ผลของคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนที่มีต่อลักษณะของมายองเนส พบว่ามายองเนสที่เตรียมด้วยการเติมสารเพิ่มความคงตัวต่างกัน 2 ชนิด คือ คาร์บอกซีเมทิลไคโตแซน และแซนแทนกัม มีลักษณะภายนอกเป็นสีขาวครีม ผิวของมายองเนสละเอียดไม่เกิดการแยกตัวของไขมันและน้ำเมื่อทิ้งไว้ให้คงตัวเป็นเวลา 12 ชั่วโมง มายองเนสที่เติมคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนในปริมาณมากกว่า 0.5% และแซนแทนกัมในปริมาณมากกว่า 0.10 % มีความหนืดสูงกว่ามายองเนสชุดควบคุมที่ไม่เติมสารเพิ่มความคงตัว