การศึกษาไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว

The Study of Chitosan from Fish Scale (*Lates calcarifer* and *Oreochromis niloticus*) and Shrimp shell (*Litopenaeus vannamei*)

วิจิตรา ตุ้งซี่[1*], เดชนะ บุญพัทโร[2], นาฏยา สุวรรณชาตรี[2]
Wijittra Tungse[1*], Dachana Boonpattaro[2], Nattaya Suwanchatri[2]

บทคัดย่อ

การสกัดไคติน และไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) เกล็ดปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และเปลือกกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ใช้วิธีการสกัดไคติน 4 ขั้นตอน คือ การเตรียมวัตถุดิบ โดยเอาส่วนเนื้อ ไขมันออก ล้างน้ำสะอาด และตากแดดให้แห้ง จากนั้นกำจัดแร่ธาตุด้วย 1 M HCl 24 ชั่วโมง ในเกล็ดปลา และ 72 ชั่วโมง ในเปลือกกุ้ง จากนั้นกำจัดโปรตีนด้วย 2 M NaOH 1 ชั่วโมง และการกำจัดสีด้วย 95% เอทานอล 5 นาที สำหรับการสกัดไคโตซานใช้ 2 M NaOH อุณหภูมิ 140 ºC 15 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 ±10 ºC เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในเกล็ดปลา และ 2 ชั่วโมง ในเปลือกกุ้งขาว จากการใช้เกล็ดปลาและเปลือกกุ้ง 100.15±016 กรัมของน้ำหนักแห้ง พบว่า ผลผลิตน้ำหนักไคตินที่สกัดได้จากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว มีค่าเท่ากับ 56.96±3.65, 56.15±0.19 และ 48.83±10.23% ตามลำดับ ($P>0.05$) และใช้ไคตินปริมาณ 30 กรัม ในการสกัดไคโตซาน พบว่า ปริมาณของไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว มีค่าเท่ากับ 27.97±4.06, 45.64±7.95 และ 90.05±4.25% ตามลำดับ ($P<0.05$) โดยไคตินมีลักษณะเป็นของแข็ง ไม่เป็นผงละเอียด มีลักษณะสีขาวใสในเกล็ดปลากะพงขาว สีน้ำตาลอ่อนในเกล็ดปลานิล และสีน้ำตาลอ่อนในเปลือกกุ้งขาว สำหรับไคโตซานในเกล็ดปลามีลักษณะเป็นของแข็ง ผงละเอียด ซึ่งมีลักษณะสีขาวทั้งเกล็ดปลากะพงขาวและเกล็ดปลานิล และไคโตซานในเปลือกกุ้งมีลักษณะเป็นแผ่นเล็กๆ มีสีน้ำตาลอ่อน

คำสำคัญ: ไคโตซาน, เกล็ดปลากะพงขาว, เกล็ดปลานิล, เปลือกกุ้งขาว

[1] อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
[2] นักศึกษา โปรแกรมวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
[*]**Corresponding author, E-mail:** aquaticfirn@hotmail.com

Abstract

The chitin and chitosan were extracted from fish scales and shrimp shell which part of seabass (*Lates calcarifer*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). The four steps of extraction process were conducted that the raw material preparation was done by removing meat and fat, following by water washing and sun light drying. The demineralization was processed by immerging fish scale and shrimp shell in 1 M HCl for 24 and 72 h., respectively and followed by immerging in 2 M NaOH for 1 h. of deproteinization. The decolorization was immerged in 95% of ethanol for 5 min. Finally the chitosan was extracted in 2 M NaOH at 140 ºC for 15 min, followed by drying fish scale and shrimp shell at 100±10 ºC for 1 and 2 h., respectively. The result showed that chitin production from 100.15±016 g of raw materials including seabass scale, tilapia scale and white shrimp shell were 56.96±3.65, 56.15±0.19 and 48.83±10.23%, respectively ($P>0.05$). While, the chitosan production from approximately 30 g of extracted chitin from seabass scale, tilapia scale and white shrimp shell were 27.97±4.06, 45.64±7.95 and 90.05±4.25%, respectively ($P<0.05$). In this study, the chitin was observed as white solid in seabass scale and brownish in tilapia scale and white shrimp shell. In addition, the chitosan was white solid powder in both fish scale materials while brownish small piece was observed in shrimp shell source.

Keyword: chitosan, seabass scale, tilapia scale, white shrimp shell

บทนำ

เนื่องจากภูมิประเทศของประเทศไทยที่ติดกับชายฝั่งทะเล ส่งผลก่อให้เกิดอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารจากสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก ทำให้เกิดเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต ถ้าสามารถนำเศษเหลือทิ้งเหล่านั้นมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประโยชน์ได้ จะช่วยเพิ่มมูลค่าจากเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปอาหารได้อีกทางหนึ่ง อีกทั้งปัจจุบันประชาชนและผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้หันมาสนใจการอนุรักษ์ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมกันมากขึ้น ทำให้เกิดการคิดค้นและการนำสิ่งต่าง ๆ จากธรรมชาติมาใช้ในการเพาะเลี้ยง เพื่อทดแทนสารเคมีที่เป็นอันตราย เช่น ไคตินและไคโตซาน ซึ่งพบว่าในทุก ๆ ปี สัตว์น้ำสามารถผลิตไคตินได้ประมาณ 10^{11} ตัน (Wang and Chio, 1998)

ไคโตซาน (chitosan) จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต ไม่มีพิษ เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและมีลักษณะคล้ายกับเซลลูโลส (Li *et al*., 1992) และเป็นอนุพันธ์ตัวหนึ่งของไคติน ได้จากปฏิกิริยาการกำจัดหมู่อะซิทิล (deacetylation) ของไคตินด้วยด่างเข้มข้น ทำให้โครงสร้างของไคตินบางส่วนเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะหมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจน (ในรูปของหมู่อะซีตามิโด–$NHCOCH_3$ เปลี่ยนไปเป็นรูปของหมู่อะมิโน NH_2 ที่ตำแหน่งตัวที่ 2) สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไคโตซานพบว่าเป็นพอลิเมอร์สายยาวที่มีประจุบวกเนื่องจากมีหมู่อะมิโน (anino, NH_2) (กมลศิริ พันธนียะ, 2556) พบว่าไคโตซานถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในด้านการเกษตร การประมง อุตสาหกรรมอาหาร สิ่งทอ เครื่องสำอาง เภสัช การแพทย์ และอุตสาหกรมด้านอื่น ๆ (Muzzarelli, 1985)

พบว่าในวงการประมงได้มีการนำไคโตซานมาใช้ประโยชน์ในด้านการยืดอายุการรักษา และเก็บถนอมอาหารที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำ โดยมีการสกัดไคโตซานจากหัวกุ้งด้วยกระบวนการย่อย เพื่อนำมาใช้ในแง่เป็นสารเสริมคุณค่าอาหาร ของว่างที่ทำจากสัตว์น้ำ การปรุงแต่งรส และกลิ่นในอาหารขบเคี้ยวที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำ เป็นต้น นอกจากนี้มีการใช้ประโยชน์ในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ มีวิธีการนำมาใช้หลายรูปแบบ เช่น การคลุกกับอาหารเม็ด เพื่อกระตุ้นภูมิต้านทานโรค กระตุ้นการย่อยอาหาร และกระตุ้นการเจริญเติบโตในกุ้ง นอกจากนั้นยังช่วยให้เม็ดอาหารคงรูปอยู่ในน้ำได้นานกว่าโดยการเคลือบสารไคโตซานบนอาหารที่จะหว่านให้กุ้งกิน หรือเติมลงไปในน้ำเพื่อช่วยปรับสภาพแวดล้อมให้ดีอยู่เสมอ (ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ, 2548)

นอกจากนั้นในด้านการเกษตรกรรม มีการนำไคโตซานมาใช้เป็นอาหารเสริมให้แก่พืช เพื่อช่วยควบคุมการทำงานของพืช ผลไม้ และต้นไม้ ให้ทำงานได้ดีขึ้น คล้ายๆ กับการเพิ่มปุ๋ยพิเศษให้แก่พืช ผัก ผลไม้ และยังนำไปใช้ในการป้องกันโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ และเชื้อราบางชนิดอีกด้วย พบว่าช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่ต้นพืช ผัก ผลไม้ ไม้ดอกไม้ประดับ ช่วยป้องกันการเกิดโรคซึ่งเกิดมาจากเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ไปกระตุ้นการสร้างภูมิต้านทานให้แก่เมล็ดพืชที่จะนำไปเพาะขยายพันธุ์ ทำให้มีอัตราการขยายพันธุ์เพิ่มขึ้น ปัจจุบันเกษตรกรได้นำเอาผลิตภัณฑ์ไคโตซานไปใช้ประโยชน์กับพืช ผัก ผลไม้ หลายชนิด เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ต้นหอม คะน้า แตงโม ข้าว ถั่ว ข้าวโพด ตลอดจนไม้ดอกไม้ประดับที่มีราคาสูงหลายชนิด เช่น ดอกคาร์เนชั่น ดอกเยอบีร่าพันธุ์นอก ดอกแคดิโอลัส และดอกบานชื่นฝรั่ง เป็นต้น อีกทั้งในวงการแพทย์ มีการใช้ไคโตซานมาหลายปีแล้ว เช่นการใช้ประโยชน์โดยนำมาประกอบเป็นอาหารเพื่อลดน้ำหนัก ทำผลิตภัณฑ์เสริมความงาม เช่น ครีมทาผิว ทำเป็นแผ่นไคโตซานเพื่อปิดปากแผลที่เกิดจากการผ่าตัดเฉพาะที่ ซึ่งพบว่าแผ่นไคโตซานจะช่วยให้คนป่วยเกิดการเจ็บปวดแผลน้อยกว่าการใช้ผ้าก๊อซชุบน้ำมันวาสลินมาปิดแผลเหมือนที่เคยปฏิบัติมาในสมัยก่อน นอกจากนี้เวลาที่แผลปิดดีแล้วและมีการลอกแผ่นไคโตซานออก ยังสะดวกและง่ายกว่าการลอกแถบผ้าก๊อช เพราะจะไม่มีการสูญเสียเลือดที่เกิดจากการลอกแผ่นปิดแผลออก ทำให้ผู้ป่วยไม่เจ็บปวดเท่ากับการใช้แถบผ้าก๊อซปิดแผล นอกจากนี้ยังใช้ไคโตซานเป็นส่วนผสมของยาหลายประเภท เช่น ยาที่ใช้พ่นทางจมูก เพื่อบรรเทาอาการโรคทางเดินหายใจ (ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ, 2548)

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสกัดไคโตซานจากเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปสัตว์น้ำ โดยใช้เกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว ซึ่งช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือทิ้งเหล่านี้ได้ยิ่งขึ้น และนำไคโตซานที่สกัดได้ไปประยุกต์ใช้ในการเกษตร การประมง หรือการแพทย์ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) เกล็ดปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และเปลือกกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*)

2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไคโตซานที่สกัดได้จากเกล็ดปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) เกล็ดปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และเปลือกกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*)

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

หลังจากการทดลองคาดว่าจะได้สารสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) เกล็ดปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และเปลือกกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ประมาณ 20-60%

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการทดลอง แบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การสกัดสารไคติน (ดัดแปลงจากวริษฐา พันธุ์สง่า และสุกานดา แสงใส, 2554)

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำเกล็ดปลา และเปลือกกุ้งขาว มาแยกเอาส่วนเนื้อ ไขมันออก แล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆครั้ง จากนั้นนำไปตากแดดไว้จนแห้ง

2. การกำจัดแร่ธาตุ

นำเกล็ดปลาและเปลือกกุ้งขาว มากำจัดแร่ธาตุด้วยกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 1 M เกล็ดปลาแช่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่เปลือกกุ้งแช่ใช้เวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) โดยใช้น้ำหนักต่อปริมาตร 1 ต่อ 20 หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนสะอาด

3. การกำจัดโปรตีน

นำกากของเกล็ดปลา และเปลือกกุ้งขาว ที่ได้จากการกำจัดแร่ธาตุด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอก-ไซด์ ความเข้มข้น 2 M กวนตลอดเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) ด้วย Stirring hot plate โดยใช้น้ำหนักต่อปริมาตร 1 ต่อ 20 หลังจากนั้นล้างน้ำด้วยน้ำกลั่นจนสะอาด

4. การกำจัดสี

นำเกล็ดปลา และเปลือกกุ้งขาวมากำจัดสี โดยใช้เอทานอล 95% คนตลอดเวลา 5 นาที บน Stirring hot plate โดยใช้น้ำหนักต่อปริมาตร 1 กรัมต่อ 20 มิลลิลิตร หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนสะอาด แล้วนำไปอบจนแห้ง ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 การสกัดไคโตซาน (ดัดแปลงจากวริษฐา พันธุ์สง่า และสุกานดา แสงใส, 2554)

1. นำไคตินที่สกัดได้มากำจัดหมู่ Acetyl (Deacetylation) ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 M โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ในอัตราส่วน 1 ต่อ 20 คนตลอดเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 140±10 องศา-เซลเซียส ด้วย Stirring hot plate

2. หลังจากนั้นนำไคโตซานที่ได้ไปล้างน้ำ และกรองจนหมดด่าง ขั้นตอนสุดท้ายนำไคโตซานจากเกล็ดปลาไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100±10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และไคโตซานของเปลือกกุ้งขาวอบแห้งที่อุณหภูมิ 100±10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

นำข้อมูลไปวิเคราะห์เปรียบเทียบร้อยละจากไคตินตั้งต้น และเปรียบเทียบร้อยละจากปริมาณเปลือกตั้งต้น และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองของข้อมูลที่รวบรวมด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test (จรัญ จันทลักขณา, 2549)

สรุปผลการวิจัย

เกล็ดปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) เกล็ดปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และเปลือกกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) มีน้ำหนักเฉลี่ย 100.12±0.15, 100.32±0.05 และ 100.01±0.02 กรัม ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งพบว่าสามารถสกัดไคตินได้ทั้ง 3 ชนิด โดยมีน้ำหนักไคติน 56.96±3.65, 56.15±0.19 และ 48.83±10.23% ตามลำดับ (ภาพ 1) ซึ่งน้ำหนักไคตินที่สกัดได้จากเกล็ดปลากะพงมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือไคตินที่สกัดจากเกล็ดปลานิล และไคตินจากเปลือกกุ้งขาวมีค่าน้อยที่สุด ($P>0.05$) (ตาราง 1)

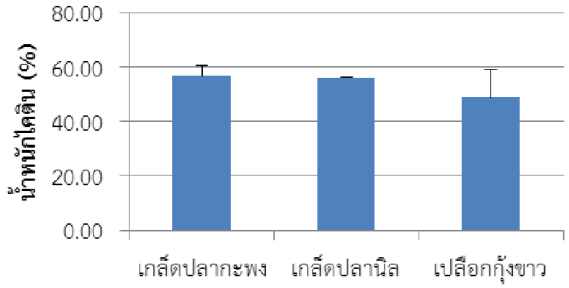
จากการเปรียบเทียบปริมาณของไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว พบว่ามีปริมาณไคโตซาน 27.97±4.06, 45.64±7.95 และ 90.05±4.25 % ตามลำดับ (ภาพ 2) ซึ่งน้ำหนักไคโตซานที่สกัดได้จากเปลือกกุ้งมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือไคโตซานจากเกล็ดปลานิล และไคโตซานจากปลากะพงมีค่าน้อยที่สุด ($P<0.05$) (ตาราง 1)

ลักษณะไคตินจากเกล็ดปลากะพงขาวมีลักษณะแข็ง ไม่เป็นผงละเอียด เป็นสีขาวใส เกล็ดปลานิลมีลักษณะแข็ง เป็นสีน้ำตาลอ่อน เปลือกกุ้งขาวมีลักษณะแข็ง เป็นสีน้ำตาลอ่อน ดังภาพ 3 และลักษณะไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาวมีลักษณะเป็นผง มีสีขาว เกล็ดปลานิลมีลักษณะเป็นผง มีสีขาว แต่เปลือกกุ้งขาวมีลักษณะเป็นแผ่นเล็กๆ มีสีน้ำตาลอ่อน ดังภาพ 4

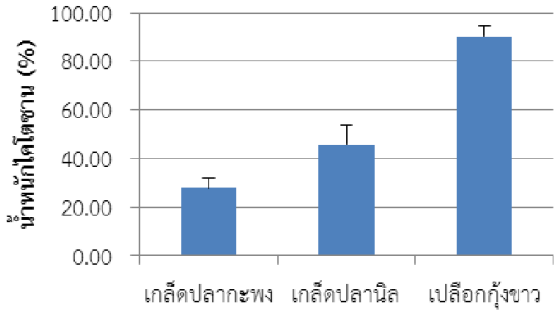
ตาราง 1 น้ำหนักเกล็ดหรือเปลือกเฉลี่ย (กรัมของน้ำหนักแห้ง) น้ำหนักไคติน (%) และน้ำหนักไคโตซาน (%)

ชนิดสัตว์น้ำ	น้ำหนักเกล็ดหรือเปลือกเฉลี่ย (กรัมของน้ำหนักแห้ง)	น้ำหนักไคติน (%)	น้ำหนักไคโตซาน (%)
เกล็ดปลากะพงขาว	100.12±0.15 ^{a}	56.96±3.65^{a}	27.97±4.06^{c}
เกล็ดปลานิล	100.32±0.05 ^{a}	56.15±0.19^{a}	45.64±7.95^{b}
เปลือกกุ้งขาว	100.01±0.02 ^{a}	48.83±10.23^{a}	90.05±4.25^{a}

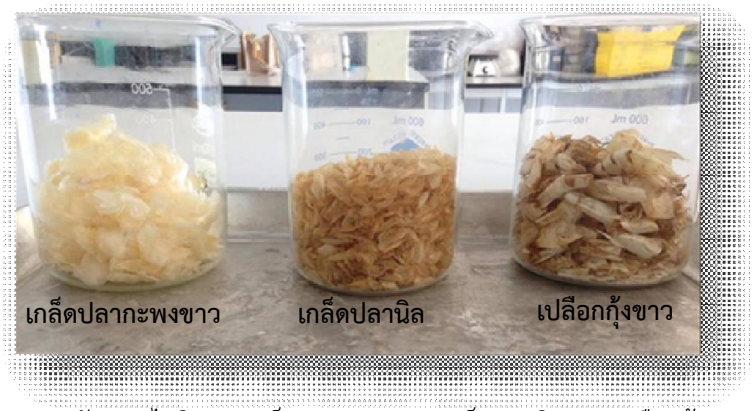
หมายเหตุ: อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพ 1 น้ำหนักไคติน (%) จากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว



ภาพ 2 น้ำหนักไคโตซาน (%) จากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว



ภาพ 3 ลักษณะไคตินจากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว

ภาพ 4 ลักษณะไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองของ พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์ และคณะ (2556) พบว่า มีไคติน คิดเป็น%น้ำหนักแห้งของเปลือกในปูเป้ใหญ่ ปูดาว ปูบิ้ง ปูก้ามยาวดำ ปูฤาษีจุด ปูแมงมุมหนาม และปูฟองน้ำ มีค่าเท่ากับ 13.05±0.27, 12.95±0.33, 12.87±0.38, 12.39±0.31, 12.25±0.54, 12.11±0.25 และ 12.03±0.54 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากไคตินที่สกัดจากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว เนื่องจากเป็นสัตว์คนละชนิดกัน และในการทดลองของ กิ่งชม พิชวงค์ และคณะ (2548) พบว่า ไคตินจากเปลือกกุ้งมีปริมาณ 30% ซึ่งแตกต่างกับปริมาณไคตินจากเปลือก

กุ้งขาวในการศึกษาครั้งนี้โดยมีค่าสูงกว่าเพียงเล็กน้อย (48.83%) นวลใจ โคตรแสง และพงษกร ชมพูแสน (2556) รายงานว่า เปลือกกุ้ง 50 กรัม พบปริมาณไคติน 4.96 กรัม คิดเป็น 9.92 % ซึ่งพบว่าไคตินที่สกัดจากเปลือกกุ้งขาวในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่ามาก (48.83%) ซึ่งสัตว์ชนิดเดียวกัน อาจจะมีปริมาณไคตินที่ได้แตกต่างกันได้ เนื่องจากมีวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน (ตาราง 2) ส่วนการทดลองของ วริษฐา พันธุ์สง่า และสุกานดา แสงใส (2554) ใช้เกล็ดปลากะพงขาว จำนวน 150 กรัม กำจัดโปรตีนด้วยด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ได้ไคติน 80 กรัมของน้ำหนักแห้ง (53%) ซึ่งสอดคล้องกับไคตินที่สกัดจากเกล็ดปลากะพงขาวในการศึกษาครั้งนี้

จากการทดลองของ พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์ และคณะ (2556) พบว่า มีไคโตซานในปูบึ้ง ปูเป้ใหญ่ ปูดาว ปูฤาษีจุด ปูฟองน้ำ ปูแมงมุมหนาม และปูแมงมุมขาแดง โดยมีค่าไคโตซาน คิดเป็น%น้ำหนักแห้งเท่ากับ 10.65±0.15, 10.17±0.16, 9.99±0.31, 9.89±0.15, 9.86±0.39, 9.55±0.20 และ 9.47±0.26 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากไคโตซานที่สกัดจากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว เนื่องจากเป็นสัตว์คนละชนิดกัน และในการทดลองของกิ่งชม พิชวงค์ และคณะ (2548) พบว่าไคโตซานจากเปลือกกุ้งมีปริมาณ 42% ส่วนงานทดลองของ นวลใจ โคตรแสง และพงษกร ชมพูแสน (2556) รายงานว่าปริมาณสารไคโตซานจากกุ้งที่กำจัดหมู่อะซิทิล 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง จะได้ปริมาณไคโตซาน 9.44 และ 7.78% ซึ่งทั้งสองการทดลองมีความแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ โดยพบว่าปริมาณไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งขาวมีค่าต่ำกว่า (48.83%) ซึ่งสัตว์ชนิดเดียวกัน อาจจะมีปริมาณไคโตซานที่ได้แตกต่างกันได้ เนื่องจากมีวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน (ตาราง 2) ส่วนการทดลองของ วริษฐา พันธุ์สง่า และสุกานดา แสงใส (2554) รายงานว่า เมื่อนำไคตินจากเกล็ดปลากะพงไปสกัดไคโตซานด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพื่อกำจัดหมู่อะซิทิลออกจากพอลิเมอร์ของไคติน จะได้จำนวนไคโตซาน 3.16 กรัม (3.95%) ซึ่งแตกต่างจากไคโตซานที่สกัดจากเกล็ดปลากะพงขาวในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมีค่าสูงกว่า (56.96%)

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์ และคณะ (2556) รายงานว่าลักษณะไคโตซานจากปูแต่ละชนิดมีสีค่อนข้างขาว ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับไคโตซานจากปลากะพงขาวและปลานิล ในการทดลองของ กิ่งชม พิชวงค์ และคณะ (2548) รายงานว่าลักษณะไคตินและไคโตซานจากเปลือกกุ้งเป็นของแข็ง มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะไคตินและไคโตซานจากเปลือกกุ้งขาวในการศึกษาครั้งนี้ แต่ในการทดลองของ วริษฐา พันธุ์สง่า และสุกานดา แสงใส (2554) รายงานว่าสีของไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาวมีลักษณะเป็นของแข็ง สีน้ำตาลอ่อน ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาครั้งนี้ โดยพบว่ามีลักษณะสีขาว

ดังนั้นเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาวสามารถนำมาสกัดไคตินและไคโตซานได้ โดยเปลือกกุ้งขาวสามารถให้ผลผลิตไคโตซานสูงที่สุด ซึ่งในสัตว์แต่ละชนิด มีปริมาณไคตินและไคโตซานแตกต่างกัน แต่ในสัตว์ชนิดเดียวกันก็สามารถมีปริมาณไคตินและไคโตซานแตกต่างกันได้ เนื่องจากวิธีการสกัดแตกต่างกัน และพบว่าลักษณะทางกายภาพของไคตินและไคโตซานจะแตกต่างกันระหว่างกุ้งกับปลา

ตาราง 2 วิธีการสกัดไคตินและไคโตซานจากสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ

ชนิดสัตว์น้ำ	การสกัดไคติน		การสกัดไคโตซาน	อ้างอิง
	การกำจัดแร่ธาตุ	การกำจัดโปรตีน		
เกล็ดปลากะพงขาว	- 2 M HCl 1:20 อุณหภูมิห้อง	- 2 M NaOH 1:20 อุณหภูมิห้อง	- 30% NaOH 1:20 140 ºC 2 ชั่วโมง	วริษฐา พันธุ์สง่า และสุกานดา แสงใส (2554)
เปลือกกุ้ง	- 1 M HCl 1:10 1 คืน	- 4% NaOH 1: 20 อุณหภูมิห้อง 1 คืน	- 50% NaOH 1:15 95 ºC 2 ชั่วโมง	นวลใจ โคตรแสง และพงษกร ชมพูแสน (2556)
กระดองปู	- 1 N HCl 1 ชั่วโมง เททิ้งเติมสารแช่ใหม่อีก 1 ชั่วโมง	- 1 N NaOH 1:20 90 ºC 2 ชั่วโมง - เมทานอล 1:10 1 ชั่วโมง	- 50% NaOH 1:20 100 ºC 2 ชั่วโมง	พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์และคณะ (2556)
เปลือกกุ้ง	- 4% HCl 1:4 อุณหภูมิห้อง	- 1 g : 4 ml 4% NaOH 24 ชั่วโมง	- ครั้งที่ 1 50% NaOH 1:10 อุณหภูมิห้อง 48 ชั่วโมง - ครั้งที่ 2 50% NaOH 1:4 60 ºC 48 ชั่วโมง	กิ่งชม พิชวงค์ และคณะ (2548)
เกล็ดปลากะพงขาว และเกล็ดปลานิล	- 1 M HCL 1:20 อุณหภูมิห้อง 1 คืน	- 2 M NaOH 1:20 อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง - เอทานอล 1:20 5 นาที	- 2 M NaOH 1:20 140 ºC 15 นาที	การศึกษาครั้งนี้
เปลือกกุ้งขาว	- 1 M HCL 1:20 อุณหภูมิห้อง 3 คืน	- 2 M NaOH 1:20 อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง - เอทานอล 1:20 5 นาที	- 2 M NaOH 1:20 140 ºC 15 นาที	การศึกษาครั้งนี้

ข้อเสนอแนะและการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

ควรมีการประเมินคุณภาพหลังการเก็บรักษานอกเหนือจากการหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก เช่น การตรวจสีผิวและสีเนื้อ การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคตได้ เช่น นำไปเป็นอาหารเสริมสุขภาพ นำไปปลูกต้นไม้ หรือนำไปผสมในอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กมลศิริ พันธนียะ. (2556). **ไคติน-ไคโตซาน** (Online). www.nicaonline.com, 10 เมษายน 2559.

กิ่งชม พิชวงค์, ประธาน จิรานุวัฒนวงษ์ และปิยศักดิ์ ประกอบแสง. (2548). **การชุบเคลือบพริกด้วยไคติน-ไคโตซานจากเปลือกกุ้ง** (รายงานโครงงาน). ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จรัญ จันทลักขณา. (2549). **การวิเคราะห์และการวางแผนงานวิจัย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นวลใจ โคตรแสง และพงษกร ชมพูแสน. (2556). “ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของคะน้า.” ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย**. ครั้งที่ 2. 12-13 กันยายน 2556. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 478-484.

ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ. (2548). **ไคติน-ไคโตซาน** (Online). http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/chitin.html, 10 เมษายน 2559.

พันธุ์ทิพย วิเศษพงษ์พันธุ์, ดวงเดือน วารีวะณิช, อรรถวุฒิ กันทะวงศ์ และวีระพงษ์ ศรีโฉมงาม. (2556). “ผลผลิตและคุณลักษณะของไคโตซานจากเปลือกปูที่เหลือทิ้งจากอวนจมปู.” ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** ครั้งที่ 51. 5-7 กุมภาพันธ์ 2556. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 422-429.

วริษฐา พันธุ์สง่า และสุกานดา แสงใส. (2554). **อะโลเวราเจลจากเกล็ดปลา**. (รายงานโครงการหมายเลข ChE-2011-23). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Li, Q., Dunn, E.T., Grandmaison, E.W. and Goosen, M.F.A. (1992). Applications and properties of chitosan. **Journal of Bioactive and Compatible Polymers**. 7: 370-397.

Muzzarelli, R.A.A. 1985. **Chitin**. In: The polysaccharides. Aspinall G. O. (ed.), p. 417– 450, Academic Press, New York.

Wang, S.L. and Chio, S.H. (1998). Deproteinization of shrimp and crab shell with the protease of *Pseudomonas aeruginosa* K-187. Enzyme and Microbial Technology. 22(7): 629–633.