โครงการวิจัยที่ 5 การศึกษาวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกจากเศษเหลือปลาแซลมอน

หัวหน้าโครงการ: วันชัย วรวัฒนเมธีกุล

ผู้ร่วมงานวิจัย: เปรมวดี เทพวงศ์

การศึกษาวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกจากเศษเหลือปลาแซลมอน

วันชัย วรวัฒนเมธีกุล และ เปรมวดี เทพวงศ์

คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีการนำเข้าปลาแซลมอนจากต่างประเทศประมาณปีละ 30,000 ตัน เพื่อการแปรรูปสำหรับการบริโภคภายในประเทศ และส่งออก ทำให้มีเศษเหลือในปริมาณมาก ซึ่งเศษเหลือดังกล่าวสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าโดยศึกษาวิธีการสกัดกรดไฮยารูโรนิกเพื่อนำมาใช้ประโยชน์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกในเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ของปลาแซลมอน จากนั้นหาวิธีที่เหมาะสมในการสกัด รวมทั้งการนำเศษเหลือที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตไปใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับไม้ประดับในอาคาร

จากกการศึกษา พบว่าปริมาณเศษเหลือจากการแปรรูปปลาแซลมอนอยู่ระหว่างร้อยละ 32-38 การคัดเลือกตัวแทนของปลาตระกูลแซลมอน 2 ชนิด ที่มีการนำเข้ามาคือ ปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)* และปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)* พบว่าในปริมาณมากเศษเหลือส่วนที่มีมากที่สุด คือ หัว คิดเป็นร้อยละ 14.43 และ 13.45 ตามลำดับ โดยส่วนที่มีการนำไปใช้ประโยชน์น้อยที่สุดคือกระดูก จากการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกที่มีอยู่ในตัวอย่างเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ด้วยวิธี ELISA พบว่าในตัวอย่างเศษเหลือจากปลาแซลมอนแอตแลนติกมีปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ หัว (50,778) กระดูก (43,878) ลูกตา (35,128) หนัง (24,328) และเศษเนื้อติดกระดูก (5,805) ng/g ปลาเรนโบว์เทราต์มีปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ กระดูก (49,478) หนัง (19,128) หัว (5,275) และเศษเนื้อติดกระดูก (1,976) ng/g การเปรียบเทียบวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิก 2 วิธี คือ วิธีของ Murado และ Amagai พบว่าวิธีของ Murado ให้ปริมาณผลผลิตกรดไฮยาลูโรนิกสูงกว่าและมีต้นทุนในการผลิตกรดไฮยาลูโรนิกเท่ากับ 523.62 บาท/100 มิลลิกรัม ซึ่งต่ำกว่าวิธีของ Amagai กว่า 15 เท่า ปริมาณของกรดไฮยาลูโรนิกที่สกัดได้จากเศษเหลือส่วนต่างๆ ของว่าปลาแซลมอนแอตแลนติก โดยวิธี Murado เรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ คือ หัว (248) เศษเนื้อติดกระดูก (238) หนัง (91) ลูกตา (74) และกระดูก (42) ng/g

แนวทางการนำเศษเหลือที่เกิดขึ้นจำนวนมากจากกระบวนการสกัดกรดไฮยาลูโรนิก อันได้แก่ กระดูกของปลาแซลมอนและของปลาเรนโบว์เทราต์ ร้อยละ 90.80 และ 79.57 ตามลำดับ ส่วนหัวของปลาแซลมอนและของปลาเรนโบว์เทราต์ ร้อยละ 73.23 และ 76.73 ตามลำดับ เศษเหลือเหล่านี้มาวิเคราะห์หาองค์ประกอบตามพระราชบัญญัติปุ๋ย ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550) ได้แก่ ค่าอินทรีย์วัตถุ

ค่าไนโตรเจนทั้งหมด ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ค่าโพแทสเซียมทั้งหมดและค่าความเป็นกรดเป็นด่าง พบว่าเศษเหลือส่วนกระดูกของปลาแซลมอนแอตแลนติกมีคุณสมบัติได้ตามเกณฑ์สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับไม้ประดับในอาคารได้

คำสำคัญ: ปลาแซลมอน กรดไฮยาลูโรนิก ปุ๋ยอินทรีย์ ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้

Study on extraction of hyaluronic acid from salmon by-products

Wanchai Worawattanamateekul and Pramvadee Tepwong

Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkhen, Bangkok

Abstract

Thailand imported salmon about 30,000 tonnes annually for processing supply to domestic consumption and export. These generated significant volume of residues of could benefit economically by producing a hyaluronic acid. The objectives of this study were to determine the amount of hyaluronic acid in salmon residues, to find a suitable method for extraction and guidelines to used the extracted residues for garden tree organic fertilizer.The amount of residues left over from the salmon processing are between 32-38 %. Two species of salmon Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were used for this study the highest yield of residues is head about 14.43% and 13.45% respectively. Bone residue was the most under utilized part. Determination of hyaluronic acid in Atlantic salmon residues by ELISA were found in descending order that of heads (50,778), bones (43,878), eyeball (35,128), skins (24,328) and meat scrap from bones (5,805) ng / g. respectively. Also Rainbow trout by descending order of bones (49,478), skins (19,128), heads (5,275) and meat scrap from bones (1,976) ng / g respectively. Compared two extraction methods of Murado and Amagai found that Murado methods got higher yield and the cost of prodution is 523.62 baht per 100 mg which is lower than Amagai methods about 15 times. The amount of hyaluronic acid from Atlantic salmon residue by descending as followed heads (248), scrap meat from bones (238), skins (91), eyeball (74) and bones (42) ng / g respectively.Guidelines for used of extracted Atlantic salmon and rainbow trout bones yield 90.80% and 79.57% respectively. Heads of the salmon and rainbow trout yield 73.23% and 76.73% respectively. The residues were analyzed for compositions by the elements of fertilizers, No. 2 (2007), including the organic matter, total nitrogen, total phosphorus, total potassium and the pH. The results found that the bone of Atlantic salmon can used directly as garden tree organic fertilizer in the building.

Keywords: salmon, hyaluronic acid, organic fertilizer, by-product

บทนำ

ปลาแซลมอนเป็นปลาที่มีลักษณะเนื้อที่เป็นเอกลักษณ์เป็นที่นิยมในการบริโภคและแนวโน้มความต้องการเพิ่มสูงขึ้น ประเทศไทยมีการนำเข้าปลาแซลมอนจากต่างประเทศ ทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และการแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก (re-export) โดยปลาแซลมอนที่นำเข้ามาในประเทศส่วนใหญ่จะถูกแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ และส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ และส่วนหนึ่งถูกใช้เพื่อการบริโภคภายในประเทศ

จากฐานข้อมูลของกองประมงต่างประเทศ กรมประมง (2554) ระบุตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550–2554 ประเทศไทยมีการนำเข้าปลาแซลมอนเฉลี่ยประมาณ 36,791 ตัน/ปี หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณ 4,358 ล้านบาท/ปี โดยปลาแซลมอนที่นำเข้ามาในประเทศส่วนใหญ่จะถูกแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ และส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2550- 2554 มีปริมาณการส่งออกเฉลี่ย 7,069 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่า 2,387 ล้านบาท ซึ่งจากข้อมูลเดียวกันจะพบว่าในปี พ.ศ. 2550-2554 มีส่วนต่างของปริมาณการนำเข้าและส่งออกสูงถึงประมาณ 29,722 ตัน โดยในปริมาณส่วนต่างนี้ส่วนหนึ่งถูกใช้เพื่อการบริโภคภายในประเทศแต่อย่างไรก็ตามพบว่าในระหว่างการแปรรูปปลาแซลมอนเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เพื่อการส่งออก เช่น การแช่เยือกแข็ง การบรรจุกระป๋อง ฯลฯ จะมีเศษเหลือจากการแปรรูปที่ไม่สามารถส่งออกได้ประมาณ 40 % ซึ่งประกอบด้วย หัว 10% กระดูกก้างกลาง 8% เกล็ดและหนัง 12% ครีบท้อง พังผืด และท้อง 9% และอื่น ๆ 1% หลงเหลืออยู่ ซึ่งจากข้อมูลปริมาณการส่งออกพบว่าจะมีสัดส่วนของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาแซลมอนเหลืออยู่ภายในประเทศจำนวนมาก ซึ่งที่ผ่านมาเศษเหลือเหล่านี้มักถูกจำหน่ายในราคาถูกให้กับร้านอาหารรายย่อยและผู้ประกอบการผลิตอาหารสัตว์ รวมถึงในบางครั้งเศษเหลือบางส่วนถูกนำทิ้งออกนอกโรงงานในลักษณะของขยะเปียกซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะและผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งพบว่าการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือดังกล่าวเป็นการใช้ประโยชน์ที่ไม่คุ้มค่าและมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าของปลาทั้งตัวที่นำเข้าจากต่างประเทศ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปลาแซลมอนมีองค์ประกอบของสารที่มีมูลค่าสูงอยู่หลายชนิด เช่น กรดไฮยาลูโรนิก ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมเครื่องสำอางหรือทางด้านเภสัชกรรม โดยมีมูลค่าการนำเข้าที่สูงในแต่ละปี รวมถึงการศึกษากระบวนการสกัดที่เหมาะสมนี้ทำให้เกิดการใช้ประโยชน์ของปลาแซลมอนและเศษเหลืออย่างคุ้มค่าเพื่อผลิตสารที่มีมูลค่าสูงทดแทนการนำเข้า นอกจากนี้ยังทำการศึกษาเศษ

เหลือที่เกิดจากกระบวนการผลิตสารดังกล่าวเพื่อปรับให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ใช้สำหรับไม้ประดับในอาคาร เพื่อเป็นการผลิตที่มีเศษเหลือน้อยที่สุดและมีผลตอบแทนสูง

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกในเศษเหลือส่วนต่างๆ ของปลาแซลมอน หาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดกรดไฮยาลูโรนิก และแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งการนำเศษเหลือจากกระบวนการสกัดไฮยาลูโรนิกมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับไม้ประดับในอาคาร

ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลสถิติการนำเข้าและส่งออกปลาแซลมอนและผลิตภัณฑ์จากกรมประมง หนังสือ วารสาร และเว็บไซต์ต่าง ๆ รวมทั้งข้อมูลที่ควรทราบเกี่ยวกับการผลิตและการตลาดของปลาแซลมอนในต่างประเทศที่สำคัญ

2. สัมภาษณ์ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้า ส่งออก การแปรรูปและเศษเหลือที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตรวมถึงการจัดการและการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือ โดยใช้การสัมภาษณ์หรือตอบแบบสอบถามดังเอกสารแนบในภาคผนวกที่ ก

3. ศึกษาสัดส่วน น้ำหนักและองค์ประกอบของเศษเหลือปลาตระกูลแซลมอน 2 ชนิด ได้แก่ ปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)* และปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)* โดยวัดความยาวลำตัวมาตรฐาน ความยาวทั้งสิ้น ความยาวส่วนหัว ความกว้างลำตัว ชั่งน้ำหนักปลาทั้งตัวและเศษเหลือที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแล่ปลาคำนวณเป็นสัดส่วนร้อยละ

4. ศึกษาปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกในเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ของปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)* และปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)* โดยนำเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ได้แก่ หัว หนัง ลูกตา กระดูก และเศษเนื้อติดกระดูกส่งวิเคราะห์หาปริมาณกรดไฮยาลูโรนิก ด้วยวิธี Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) โดยหน่วยวิจัยที่มีความเป็นเลิศทางด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. ศึกษาวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกที่เหมาะสม โดยนำเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ของปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)* และปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)* มาสกัดกรดไฮยาลูโรนิกด้วยการสกัดที่ดัดแปลงจากวิธีของ Murado *et al.* (2012) เปรียบเทียบกับการสกัดโดยดัดแปลงวิธีของ Amagai *et al.* (2009) วิเคราะห์หาร้อยละผลผลิตของกรดไฮยาลูโรนิก เพื่อนำมาเปรียบเทียบปริมาณผลผลิต ระยะเวลา และความสะดวกในการผลิตของแต่ละวิธี และเลือกวิธีที่เหมาะสมเพื่อขยายขนาดการผลิตในระดับโรงงานต้นแบบต่อไป นำตัวอย่างที่มีปริมาณผลผลิตกรดไฮยาลูโรนิกมากมาตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพด้วยวิธี อิเล็กโทรโฟลิซิส cellulose acetate โดยเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีความเป็นกรด-ด่าง 3.5 โดยใช้ pyridine: acetic acid: water (1:9:115) และสีย้อมใช้ในการย้อมแผ่น cellulose acetate ใช้ 0.1% Alcian blue และเติม 0.02% sodium azide เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ และใช้ 0.1% acetic acid ในการล้าง

แผ่น cellulose acetate หลังจากย้อมสีเสร็จ จากนั้นนำมาอบที่อุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียสนาน 20 -30 นาที เพื่อให้แผ่น cellulose acetate แห้ง (Nakano *et.al*., 1994)

<u>วิธีการสกัดกรดไฮยารูโรนิกโดยวิธีของดัดแปลงมาจาก Murado *et al.* (2012)</u>

โดยชั่งตัวอย่าง 100 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร (วัด pH ของน้ำกลั่นทุกครั้ง) ปั่นตัวอย่างให้ละเอียดด้วย homogenizer จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 × g อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 15 นาที ช้อนเอาไขมันบริเวณผิวหน้าตัวอย่างออก จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้กรองผ่านชุดกรองสุญญากาศด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร 1

ขั้นตอนที่ 1. การแยกตะกอนของสิ่งปลอมปนในสารละลาย Hydroalcoholic ที่ได้จากการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ โดยนำสารตัวอย่างที่ผ่านการกรองเติม 0.5 M NaCl และเติม ethanol 1.5 เท่าของปริมาตรตัวอย่าง นำสารละลาย Hydroalcoholic ที่ได้ บ่มที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อให้สารละลายตกตะกอน จากนั้นนำสารตัวอย่างไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 × g อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 15 นาที แยกเอาส่วนใสออกจากตะกอน นำตะกอนที่ได้มาละลายด้วยสารละลาย น้ำ : เอทานอล ในอัตราส่วน 1 : 0.75 (โดยปริมาตร) แล้วนำไป หมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 × g อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 15 นาที

ขั้นตอนที่ 2. การใช้ด่างกับสารละลาย Hydroalcoholic (โดยควบคุมสภาวะด่าง อุณหภูมิ สัดส่วนของเอทานอล และเวลา) โดยนำสารละลายส่วนใสที่ได้จากการ Centrifugation มาเติมด้วย 0.7 M NaOH ในสารละลายน้ำ : เอทานอล อัตราส่วน 1 : 0.75 โดยปริมาตร แล้วนำไป Centrifugation ที่ 6000 × g อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 15 นาที แล้วกรองผ่านเมมเบรน ขนาด 0.45 µm

ขั้นตอนที่ 3. การละลายตะกอนของกรดไฮยาลูโรนิกใน Hydroalcoholic phosphate monosodium และปรับให้มีสภาวะเป็นกลาง โดยละลายตะกอนที่ได้จากกรองผ่านเมมเบรน ขนาด 0.45 µm ด้วยสารละลายน้ำ : เอทานอล อัตราส่วน 1 : 0.75 โดยปริมาตร จากนั้นปรับ pH ของสารละลายที่ได้ให้มีสภาวะเป็นกลาง (ค่า pH ประมาณ 7.25) ด้วยสารละลาย NaH_2PO_4 เพื่อให้โปรตีนที่ไม่ละลายน้ำตกตะกอน จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 × g อุณหภูมิ 4 °Cเป็นเวลา 15 นาที แยกสารละลายส่วนใสออกจากตะกอนแล้วนำไปกรองผ่านเมมเบรน ขนาด 0.45 µm สารละลายใสที่ผ่านการกรอง จากนั้นนำไปทำแห้งด้วย Freeze dry

<u>วิธีการสกัดโดยดัดแปลงวิธีของ Amagai *et al.* (2009)</u>

โดยนำตัวอย่างมาผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 ปั่นผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน กรอง เพื่อแยกเอาแต่ส่วนใสมาเติม 3% CPC ในอัตราส่วน 1:1 เพื่อเอาส่วนของ muco-poloysaccharide ออกจาก hyaluronan เริ่มต้นก่อนที่จะแยกไขมันและโปรตีนออกด้วยสารเคมี จากนั้นนำมาหมุนเหวี่ยง 9,000 x g นาน 15 นาที อุณหภูมิ 4 °C นำตะกอนมาเติม 0.4 M NaCl นำมาหมุนเหวี่ยงที่ 9,000 x g นาน 15 นาที อุณหภูมิ 4 °C แยกตะกอนมาทำซ้ำ 3 ครั้ง รวมส่วนใสที่ได้เติม 10 % potassium acetate ในสารละลาย 95% ethanol นำมาหมุนเหวี่ยง 9,000 x g นาน 15 นาที อุณหภูมิ 4 °C นำส่วนตะกอนเติม 0.1 M Tris-HCl (pH 7.7) ที่มีส่วนผสมของเอนไซม์ mycolysin ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง อุณหภูมิ 37 °C หยุดปฏิกิริยาด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 15 นาที เติม 30% TCA จำนวน 2 เท่านำมาหมุนเหวี่ยงที่ 9,000 x g นาน 15 นาที อุณหภูมิ 4 °C นำส่วนใสมาเติม acetone จนเกิดตะกอนนำมาหมุนเหวี่ยง 20,000 x g นาน 15 นาที อุณหภูมิ 4 °C นำตะกอนมา dialyzed 48 ชั่วโมง ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปทำแห้งด้วย Freeze dry

6. การศึกษาการนำเศษเหลือจากกระบวนการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยสำหรับไม้ประดับในอาคาร

ศึกษาการนำเศษเหลือจากกระบวนการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกที่มีปริมาณมากมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบและธาตุอาหารหลัก การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือ ตามวิธีของ AOAC, 2006 ได้แก่ ความชื้น เถ้า และโปรตีน การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก โดยการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (N) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (K) ปริมาณอินทรียวัตถุ และค่ากรดด่าง ตามวิธีของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ที่ภาควิชาปฐพี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ผลการวิเคราะห์ที่ได้อาจจะต้องนำมาปรับหรือเพิ่มส่วนประกอบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับไม้ประดับในอาคาร

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ข้อมูลการนำเข้า – ส่งออกปลาแซลมอนของประเทศไทย

วัตถุดิบปลาแซลมอนในตลาดโลกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปลาแซลมอนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงและปลาแซลมอนที่จับได้จากธรรมชาติ โดยแหล่งปลาแซลมอนที่สำคัญของโลก มีอยู่ 2 แหล่งใหญ่ ๆ ก็คือ มหาสมุทรแอตแลนติก และมหาสมุทรแปซิฟิก เรียกว่า ปลาแซลมอนแอตแลติก และปลาแซลมอนแปซิฟิก จากตารางที่ 5.1 จะพบว่าสายพันธุ์ปลาแซลมอนที่มีปริมาณผลผลิตมากที่สุดในช่วงปี 2002- 2008 คือ ปลาแซลมอนแอตแลติกมีปริมาณผลผลิต 8,921 พันตัน รองลงมาคือ Pink salmon ซึ่งเป็นปลาแซลมอนขนาดเล็กที่สุดและมีจำนวนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปลาแซลมอนอลาสก้าสายพันธุ์อื่น ลักษณะเฉพาะของสายพันธุ์นี้ คือ เนื้อมีสีชมพูอ่อน เนื้อนุ่มมีปริมาณไขมันน้อยถึงปานกลาง และมีรสชาติดี สามารถนำมาทำอาหารได้หลากหลาย เนื่องจากสามารถจับได้ในปริมาณมากจึงมีราคาถูกกว่าปลาแซลมอนสายพันธุ์อื่นทำให้ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ส่วน Chum salmon เป็นปลาอีกชนิดที่ได้รับความนิยมเนื่องจากมีราคาไม่แพง เนื้อมีคุณภาพดี สีสันที่สวยงาม ไขมันน้อย และมีรสชาติดี

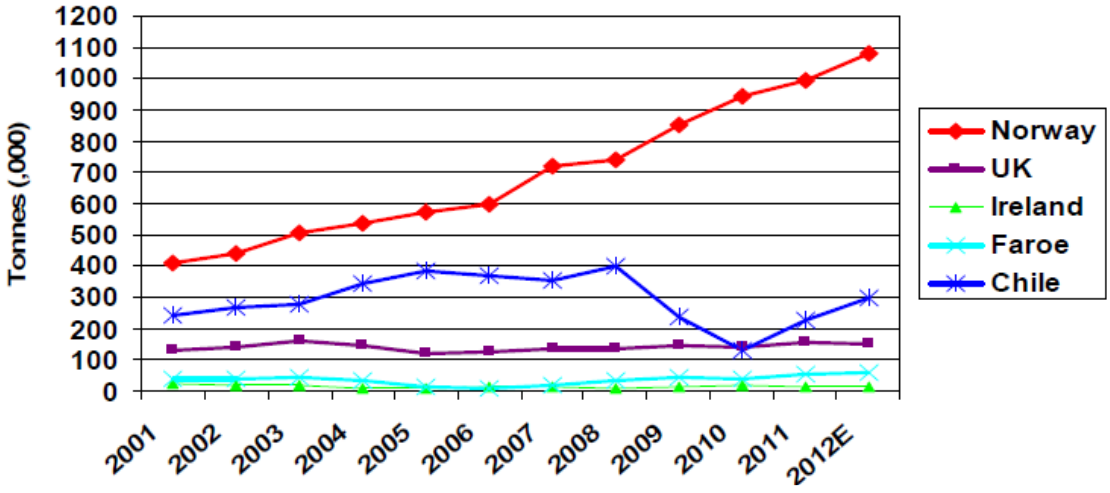
ตารางที่ 5.1 ผลผลิตปลาแซลมอนรวมแยกตามสายพันธุ์ในปี 2545-2551

สายพันธุ์	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	ผลรวม
Atlantic salmon	1050	1125	1225	1300	1340	1393	1488	8,921
Pink	430	445	500	495	425	494	282	3,071
Coho	150	155	165	160	145	142	147	1,064
Chum	325	425	275	400	300	324	282	2,331
Sockeye	95	160	145	100	150	153	136	993
Chinook	15	17	25	22	19	23	19	140
Small trout	155	250	245	235	250	275	275	1,685
Large trout	185	245	225	245	275	287	232	1,694
ผลรวม	2,405	2,822	2,805	2,957	2,904	3,091	2,861	**19,845**

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Kontailanalyse (2011) ปริมาณ : 1000 ตัน

ประเทศผู้ผลิตปลาแซลมอนที่สำคัญของโลก ได้แก่ ประเทศนอร์เวย์ ชิลี อังกฤษ ไอซ์แลนด์ และหมู่เกาะฟาร์โร ดังแสดงในภาพที่ 5.1 ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าประเทศนอร์เวย์มีผลผลิตปลาแซลมอนรวมสูงที่สุดมากกว่าปีละ 1 ล้านตัน ผลผลิตปลาแซลมอนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปี 2001 อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากประเทศนอร์เวย์เป็นประเทศผู้ริเริ่มการเลี้ยงปลาแซลมอนในปี 2527 ด้วยการศึกษาวิจัยอย่างจริงจังทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตปลาแซลมอนจากการเพาะเลี้ยงขึ้นเป็นจำนวนมาก ผนวกกับการจับปลาแซลมอนจากทั้งสองฝั่งมหาสมุทรที่ติดกับนอร์เวย์คือมหาสมุทรแอตแลนติกและมหาสมุทรแปซิฟิก ตลาดปลาแซลมอนของนอร์เวย์ที่สำคัญจะอยู่ที่สหภาพยุโรป ปี 2553 นอร์เวย์มีการค้าขายปลาแซลมอนในตลาดของสหภาพยุโรปคิดเป็นร้อยละ 66 ของตลาดการค้าทั้งหมด นอร์เวย์ได้เริ่มส่งออกปลาแซลมอนมาจำหน่ายในทวีปเอเชียตั้งแต่ปี 2533 มีปริมาณ 6.3 เมตริกตัน และเพิ่มปริมาณเป็น 34 เมตริกตัน ในปี 2538 คิดเป็นมูลค่า 190 ล้านดอร์ล่าสหรัฐอเมริกา สำหรับประเทศไทยนำเข้าปลาแซลมอนจากประเทศนอร์เวย์จำนวน 7,714 ตัน ในปี 2553 และในปี 2554 มีการนำเข้าลดลงเหลือ 6,630 ตัน ดังแสดงในตารางที่ 5.2 สำหรับราคาปลาแซลมอนในประเทศนอร์เวย์ในปี 2012 ราคาเฉลี่ยอยู่ที่ 3 ยูโร/กก. (120 บาท/กก.)

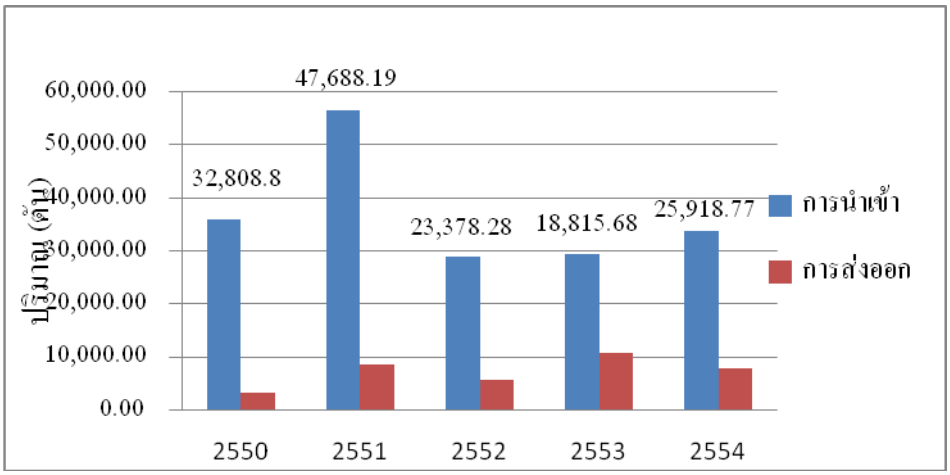
ประเทศชิลีเป็นประเทศที่ส่งออกปลาแซลมอนเป็นอันดับสองของโลกรองจากประเทศนอร์เวย์ก่อนปี 2533 ประเทศชิลีเป็นประเทศที่ไม่มีปลาแซลมอนแต่ภายในระยะเวลา 20 ปีชิลีสามารถพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาแซลมอนจนกลายเป็นประเทศที่มีผลผลิตปลาแซลมอนรายใหญ่หนึ่งในสองของโลกได้โดยมีผลผลิตปลาแซลมอนเลี้ยงใกล้เคียงกับนอร์เวย์ ชิลีเป็นประเทศที่มีปริมาณปลาแซลมอนเลี้ยงขยายตัวอย่างรวดเร็วมากโดยไม่มีการจับปลาแซลมอนจากทะเลเลยซึ่งแตกต่างจากนอร์เวย์ที่มีทั้งการเลี้ยงปลาแซลมอนและการจับปลาแซลมอนในทะเลชิลีสามารถเลี้ยงปลาแซลมอนได้มากเนื่องจากมีชายฝั่งทะเลที่ยาวถึง 4,300 กิโลเมตรมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและค่าแรงถูกโดยผลผลิตแซลมอนของชิลีส่วนใหญ่ส่งออกไปยังญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกาและส่วนหนึ่งส่งออกไปขายในประเทศแถบอเมริกาใต้และยุโรป สำหรับประเทศไทยนำเข้าปลาแซลมอนจากประเทศชิลีจำนวน 2,264 ตัน ในปี 2553 และในปี 2554 มีการนำเข้าลดลงเหลือ 977 ตัน ดังแสดงในตารางที่ 5.2



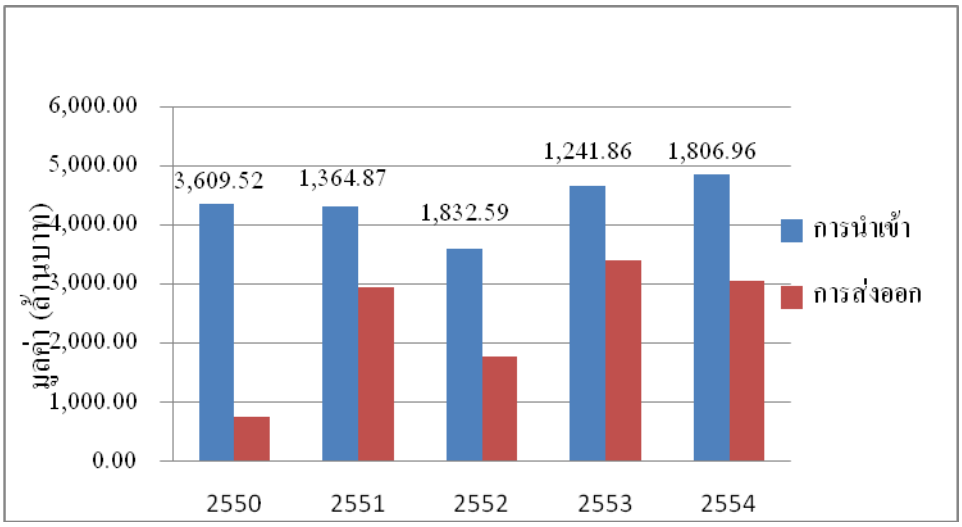
ภาพที่ 5.1 ผลผลิตปลาแซลมอนของประเทศที่สำคัญของโลกในปี 2544-2555

ที่มา : Kontailanalyse, 2011

จากการสำรวจข้อมูลพบว่าผู้ประกอบการในประเทศไทยนิยมนำเข้า Atlantic salmon และ Chum salmon มาใช้ในการแปรรูปมากที่สุด โดยส่วนใหญ่นำเข้าจากประเทศนอร์เวย์ แนวโน้มการนำเข้าและส่งออกปลาแซลมอนจากสถิติการนำเข้าปลาแซลมอนในช่วงปี 2550-2554 พบว่ามีการนำเข้าปลาแซลมอนรวมสูงสุดในปี 2551 คิดเป็นปริมาณ 56,264 ตัน แต่ต่อมาในปี 2552 ลดลงเหลือ 28,853 ตัน สำหรับการนำเข้าในช่วง 3 ปีหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นคิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 30,590 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ย 4,370 ล้านบาท สำหรับปริมาณการส่งออกในช่วงปี 2550-2554 มีความแปรปรวนมาก เมื่อคิดเป็นปริมาณส่งออกเฉลี่ยประมาณ 7,069 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ย 2,387 ล้านบาท คิดเป็นการเสียดุลการค้าสินค้าปลาแซลมอนเฉลี่ยมีมูลค่า 1,983 ล้านบาทต่อปี ดังแสดงในภาพที่ 5.2 และภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.2 ปริมาณการนำเข้า-ส่งออกปลาแซลมอนและผลต่างในปี 2550 – 2554



ภาพที่ 5.3 มูลค่าการนำเข้า-ส่งออกปลาแซลมอนและผลต่างในปี 2550 - 2554

จากตารางที่ 5.2 ในช่วงปี 2553-2554 พบว่าประเทศไทยมีการนำเข้าปลาแซลมอนจากประเทศสหรัฐอเมริกาคิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 7,883 ตัน มูลค่าเฉลี่ย 856 ล้านบาท คิดเป็นราคาเฉลี่ยเท่ากับ 108 บาทต่อกิโลกรัม รองลงมาคือประเทศนอร์เวย์มากที่สุดคิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 7,172 ตัน มูลค่าเฉลี่ย 1,621.5 ล้านบาทคิดเป็นราคาเฉลี่ยเท่ากับ 226 บาทต่อกิโลกรัม ญี่ปุ่นคิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 4,693 ตัน มูลค่าเฉลี่ย 587 ล้านบาท คิดเป็นราคาเฉลี่ยเท่ากับ 125 บาทต่อกิโลกรัม ชิลีปริมาณเฉลี่ย 1,620 ตัน มูลค่าเฉลี่ย 296 ล้านบาท คิดเป็นราคาเฉลี่ยเท่ากับ 182 บาทต่อกิโลกรัม และในการส่งออกปลาแซลมอนพบว่าประเทศไทยส่งออกปลาแซลมอนไปยังประเทศญี่ปุ่นมากที่สุดในช่วงปี 2553-2554 คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 7,985 ตัน มูลค่าเฉลี่ย 3,010 ล้านบาท คิดเป็นราคาเฉลี่ยเท่ากับ 376 บาทต่อกิโลกรัม รองลงมาคือประเทศ สหรัฐอเมริกาคิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 182 ตัน มูลค่าเฉลี่ย 49 ล้านบาท คิดเป็นราคาเฉลี่ยเท่ากับ 269 บาทต่อกิโลกรัม ไต้หวันคิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 172 ตัน มูลค่าเฉลี่ย 11 ล้านบาท คิดเป็นราคาเฉลี่ยเท่ากับ 63 บาทต่อกิโลกรัม และเนเธอร์แลนด์คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 146 ตัน มูลค่าเฉลี่ย 18 ล้านบาท คิดเป็นราคาเฉลี่ยเท่ากับ 123 บาทต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 5.2 ปริมาณ และมูลค่าการนำเข้า – ส่งออก ปลาแซลมอนของประเทศไทย

ประเทศต้นทาง	การนำเข้า				การส่งออก			
	ปี 2553		ปี 2554		ปี 2553		ปี 2554	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
นอร์เว	7,714.07	1,744.59	6,630.23	1,499.22	-	-	-	-
สหรัฐอเมริกา	6,870.51	686.70	8,897.14	1,026.75	145.87	30.87	219.50	69.82
ญี่ปุ่น	5,184.77	560.27	4,202.81	614.30	9,143.21	3,156.05	6,827.21	2,864.47
ชิลี	2,264.90	414.20	977.01	178.21	11.76	1.70	-	-
จีน	2,253.03	290.15	688.42	82.04	161.59	12.81	6.06	0.19
โปแลนด์	1,756.07	383.62	1374.05	390.75	0.98	0.13	0.58	1.21
เยอรมัน	759.88	158.78	722.27	166.61	270.90	63.01	48.06	17.05
เกาหลีใต้	727.67	79.64	7793.43	629.06	32.10	15.56	7.66	4.19
แคนนาดา	493.20	54.94	723.20	76.02	57.06	17.99	77.06	24.35
รัสเซีย	382.43	40.06	-	-	34.52	6.02	8.11	0.27
ไอร์แลนด์	220.70	55.03	-	-	-	-	-	-
หมู่เกาะฟาร์โร	127.93	30.56	86.79	19.77	-	-	-	-
เวียดนาม	114.62	23.69	40.57	1.54	63.13	12.97	89.10	20.17
ออสเตรเลีย	92.84	25.92	138.05	47.21	-	-	-	-
เนเธอร์แลนด์	81.30	19.08	225.73	19.53	176.43	17.94	117.24	19.27
ไอซแลนด์	68.15	16.69	-	-	-	-	-	-
อังกฤษ	54.74	15.55	36.75	44.56	57.62	14.29	19.91	0.51
นิวซีแลนด์	42.24	13.24	179.35	0.03	-	-	-	-
เดนมาร์ค	41.50	10.04	0.03	6.66	5.96	1.56	5.70	1.22
ฝรั่งเศส	36.67	8.48	65.44	2.88	25.80	11.05	0.68	0.46
มาเลเซีย	26.54	3.04	25.27	8.78	37.58	5.64	8.04	0.61
สิงคโปร์	19.57	5.83	45.68	-	10.36	1.97	4.11	1.4
อเมริกาซามัวร์	10.97	10.06	-	-	-	-	-	-
อิตาลี	7.12	0.73	-	-	19.85	8.42	1.45	1.98
สเปน	2.26	0.63	-	-	1.77	0.41	9.38	5.21
ไต้หวัน	2.13	0.83	-	-	171.85	8.44	174.43	14.18
กรีซ	0.13	0.05	-	-	-	-	-	-
อินโดนีเซีย	0.04	0.02	1.99	1.99	-	-	0.18	0.23
สกอตแลนด์	-	-	8.73	8.73	-	-	-	-
สวิสเซอร์แลนด์	-	-	0.03	0.03	-	-	-	-
เบลเยี่ยม	-	-	-	-	1.86	0.23	1.64	1.33
ผลรวมทั้งหมด	29,355.99	4,652.64	33,562.51	4,860.86	10,540.31	3,410.78	7,643.74	3,053.90

ที่มา: ส่วนควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต กรมประมง, 2555

2. การสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ 3 รายพบว่าปัญหาที่สำคัญของอุตสาหกรรมปลาแซลมอน คือ ความผันผวนของปริมาณผลผลิตปลาแซลมอนซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและความต้องการของตลาดโลกในแต่ละปี รายละเอียดของการสัมภาษณ์ของผู้ประกอบการมีดังต่อไปนี้

1. บริษัท ไทยยูเนี่ยน โฟรเซ่น โปรดักส์ จำกัด พบว่า ลักษณะการประกอบธุรกิจเป็นแบบครบวงจร คือ มีการนำเข้าวัตถุดิบปลาแซลมอนมาผลิตสินค้าตามที่ลูกค้าต้องการเพื่อส่งออกทั้งหมด และมีบางส่วนที่ส่งให้กับแมคโครและโลตัสในรูปแบบของปลาทั้งตัว การจัดซื้อวัตถุดิบจากประเทศนอร์เวย์ โดยสายพันธุ์ปลาแซลมอนที่นิยมใช้ในการผลิตมากที่สุดคือ Atlantic salmon ที่โรงงานใช้ผลิตเป็นปลาสดแล่แช่เยือกแข็ง ซาชิมิ และตัดแต่งส่วนเนื้อเพื่อไปทำเป็นซูชิ และอีกชนิดหนึ่งคือ Pink salmon ซึ่งเป็นปลาแซลมอนขนาดเล็กที่สุดและมีจำนวนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปลาแซลมอนอลาสก้าสายพันธุ์อื่น ลักษณะเฉพาะของสายพันธุ์นี้คือเนื้อมีสีชมพูอ่อน เนื้อนุ่มมีปริมาณไขมันน้อยถึงปานกลาง และมีรสชาติดี สามารถนำมาทำอาหารได้หลากหลาย เนื่องจากสามารถจับได้ในปริมาณมากจึงมีราคาถูกกว่าปลาแซลมอนสายพันธุ์อื่น โดยนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบบรรจุกระป๋อง ซึ่งส่วนใหญ่มักส่งออกไปจำหน่ายยังกลุ่มประเทศในแถบยุโรป โดยมีการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือเกิดขึ้นคิดเป็นร้อยละ 38 ของปลาแซลมอนที่เอาเครื่องในและเหงือกออกแล้ว โดยจะแยกส่วนของเศษเหลือออกเป็นส่วนต่าง ๆ เช่น หนัง ท้อง ก้าง และหัว เพื่อสะดวกในการจำหน่ายให้กับโรงงานอาหารสัตว์หรือโรงงานปลาป่น ส่วนเนื้อที่เหลือจากการตัดแต่ง หรือเนื้อส่วนติดกระดูกที่ขูดออกมานำไปแปรรูปเป็นสเปรดทาขนมปัง หรือขายให้กับร้านอาหาร ส่วนหนังปลาแซลมอนจะมีผู้มารับซื้อเพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปอย่างอื่น ในปัจจุบันแนวโน้มทางการตลาดของปลาแซลมอนมีการขยายตัวสูงขึ้นแต่มีวัตถุดิบไม่เพียงพอต่อความต้องการผู้บริโภค อีกทั้งราคาของปลาแซลมอนมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม

2. บริษัทฟิชเชอรี่ แอกเซท จำกัด พบว่า ลักษณะการประกอบธุรกิจเป็นการผลิตสินค้าแบบแช่เยือกแข็ง วัตถุดิบจะจัดซื้อจากประเทศนอร์เวย์ และชิลี โดยสายพันธุ์ปลาแซลมอนที่นิยมใช้ในการผลิตมากที่สุดคือ Atlantic salmon ที่โรงงานใช้ผลิตเป็น ปลาสดแล่แช่เยือกแข็ง ซาชิมิ และตัดแต่งส่วนเนื้อเพื่อไปทำเป็นซูชิแล้วจัดส่งในประเทศไทยทั้งหมด เศษเหลือที่เกิดขึ้นคิดเป็นร้อยละ 35 ของของปลาแซลมอนที่เอาเครื่องในออกแล้ว โดยจะแยกส่วนของเศษเหลือออกเป็นส่วนต่างๆ เช่น หนัง ท้อง ก้าง และหัว เพื่อสะดวกในการนำไปขายให้กับโรงงานอาหารสัตว์หรือโรงงานปลาป่น ส่วนหนัง

ปลาแซลมอนจะมีผู้มารับซื้อเพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปอย่างอื่น ในปัจจุบันแนวโน้มทางการตลาดของปลาแซลมอนมีการขยายตัวสูงขึ้นแต่มีวัตถุดิบไม่เพียงพอต่อความต้องการผู้บริโภค

3. บริษัทกู๊ดเวิลด์ อินเตอร์เทรด จำกัด พบว่า ลักษณะการประกอบธุรกิจเป็นแบบครบวงจร คือ มีการนำเข้าวัตถุดิบปลาแซลมอน ผลิตสินค้าตามที่ลูกค้าต้องการแล้วส่งออกทั้งหมด โดยมีการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือ การจัดซื้อวัตถุดิบจะจัดซื้อจากประเทศนอร์เวย์โดยตรงและไม่รับซื้อปลาแซลมอนที่ผลิตในฟาร์ม เนื่องจากมีการปนเปื้อนค่อนข้างสูงปลาแซลมอนที่ได้อาจมีคุณภาพที่ไม่ดี หรือลูกค้าที่ต้องการสั่งให้ผลิตจะจัดส่งวัตถุดิบมาให้เอง โดยสายพันธุ์ปลาแซลมอนที่นิยมใช้ในการผลิตมากที่สุดคือ *Oncorhynchus keta* (Chum salmon) ได้รับความนิยมมากด้วยราคาที่ไม่สูง เนื้อมีคุณภาพดีสีสวย และรสชาติอร่อย สีของเนื้อปลาขึ้นอยู่กับแหล่งทำการประมงและอายุของปลา สีของเนื้อปลาดูได้จากสีของหางปลาซึงจะมีสีอ่อนลงจากหางขึ้นมาที่ลำตัว โรงงานผลิตซาชิมิและตัดแต่งส่วนเนื้อเพื่อไปทำเป็นซูชิ และส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นทั้งหมด เศษเหลือที่เกิดขึ้นคิดเป็นร้อยละ 32 ของของปลาแซลมอนที่เอาเครื่องในออกแล้ว โดยจะแยกส่วนของเศษเหลือออกเป็นส่วนต่างๆ เช่น หนัง ท้อง ก้าง และหัว เพื่อสะดวกในการนำไปใช้แปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากเศษเหลือ เช่น ส่วนหนังและส่วนท้อง จะนำมาทำน้ำมันปลา ส่วนกระดูกหัว และก้าง จะนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์ ในปัจจุบันแนวโน้มทางการตลาดของปลาแซลมอนมีความต้องการสูงโดยเฉพาะวัตถุดิบ ที่จับได้จากธรรมชาติมีปริมาณค่อนข้างน้อยไม่เพียงพอต่อการบริโภคสดหรือนำมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

ตารางที่ 5.3 สรุปข้อมูลสำคัญจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

	ลักษณะการประกอบธุรกิจ	วิธีการจัดซื้อ	สายพันธุ์ปลาแซลมอน	กำลังการผลิต (ตัน/วัน)	รูปแบบสินค้า	กลุ่มประเทศที่จัดส่ง	เศษเหลือจากการแปรรูป/ Yield	ความสนใจเข้าร่วม
1. บ. ไทยยูเนียนโฟรเซ่น	ครบวงจร	- นำเข้าจากประเทศนอร์เว	-Atlantic salmon - Pink salmon	200-500	- ตัดแต่งเนื้อเพื่อทำซาชิมิ และซูชิ - ปลาแล่แช่เยือกแข็ง - บรรจุกระป๋อง	- ญี่ปุ่นร้อยละ 100 - ภายในประเทศ	38 %	สนใจ
2. บ. ฟิชเชอรี่แอกแซท	ผลิตสินค้าแช่เยือกแข็ง	- นำเข้าจากประเทศนอร์เวและชิลี	-Atlantic salmon	1	- ปลาแล่แช่เยือกแข็ง	- ภายในประเทศร้อยละ 100	35 %	สนใจ
3. บ.กู๊ดเวิลด์อินเตอร์เทรดจำกัด	ครบวงจร	-นำเข้าจากประเทศนอร์เว -ลูกค้าจัดส่งมาให้	- Chum salmon	2.5	-ตัดแต่งเนื้อเพื่อทำซาชิมิ และซูชิ	- ญี่ปุ่นร้อยละ 100	32 %	สนใจ

3. ศึกษาสัดส่วน น้ำหนักและองค์ประกอบของเศษเหลือปลาตระกูลแซลมอน

จากการศึกษาการวัดความยาวลำตัวของปลาแซลมอนทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)* และปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)* จำนวน 6 ตัวอย่าง ซึ่งมีน้ำหนักต่อตัวเฉลี่ยประมาณ 4 กิโลกรัม พบว่า ปลาเรนโบว์เทราต์ มีความยาวที่มากกว่าปลาแซลมอนแอตแลนติก โดยมีความยาวทั้งสิ้นเฉลี่ย 71.7 $\pm$ 8.5 เซนติเมตร และความยาวมาตรฐานเฉลี่ย 51.5 $\pm$ 2.8 เซนติเมตร ที่ยาวกว่าปลาแซลมอนแอตแลนติกเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณาความกว้างของลำตัวและความยาวเฉลี่ยส่วนหัวมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)*

ปลาปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)*

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบความยาวและความกว้างของปลาแซลมอนแอตแลนติกและปลาเรนโบว์เทราต์

การวัดความยาว (cm)	ปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)*	ปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)*
ความยาวส่วนหัว (Head length : HL)	13.2 $\pm$ 1.1	13.8 $\pm$ 2.1
ความยาวทั้งสิ้น (Total length : TL)	67.5 $\pm$ 9.5	71.7 $\pm$ 8.5
ความยาวมาตรฐาน (Standard length : SL)	49.2 $\pm$ 13.4	51.5 $\pm$ 2.8
ความกว้างลำตัว (Body Width)	17.2 $\pm$ 1.4	16.9 $\pm$ 2.1

จากการศึกษาสัดส่วนของปลาแซลมอนที่นำเอาส่วนเหงือก และอวัยวะภายในออกแล้ว ทั้ง 2 ชนิด เมื่อนำมาตัดแต่งเพื่อผลิตเป็นเนื้อปลาแล่ (fillet) โดยปลาแซลมอนแอตแลนติกมีส่วนเนื้อปลาแล่คิดเป็นร้อยละ 47.96 และปลาเรนโบว์เทราต์ มีส่วนเนื้อปลาแล่คิดเป็นร้อยละ 51.80 พบว่าส่วนนี้เป็นส่วนที่มีปริมาณมากที่สุดและมีมูลค่าสูงสุดของปลาแซลมอนทั้ง 2 ชนิด นอกจากนี้ยังพบเศษเหลือเป็นของแข็งซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์จากปลาแซลมอนแอตแลนติก (ร้อยละ 52.04) และปลาเรนโบว์เทราต์ (ร้อยละ 48.2) คือ หัว เศษเนื้อและเนื้อติดกระดูก กระดูก เนื้อส่วนท้อง หนัง เกล็ด และตา โดยมีปริมาณจากมากไปน้อยตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5.5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ He *et.al.* (2011) พบว่า เศษเหลือของปลาแซลมอนแอตแลนติกทั้งตัวที่ประกอบไปด้วย หัว เนื้อเศษเหลือ หนัง เนื้อท้อง และเครื่องใน มีประมาณรวมคิดเป็นร้อยละ 50 จากปลาแซลมอนทั้งตัว ซึ่งเศษเหลือดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีก เนื่องจากเศษเหลือดังกล่าวยังมีโปรตีน และไขมันที่มีประโยชน์ งานวิจัยนี้จึงนำส่วนของเศษเหลือชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ปริมาณมากมาทำการศึกษาวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกเพื่อคัดเลือกส่วนที่มีปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกอยู่มาก และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือที่มีมูลค่าเพิ่มมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบร้อยละผลผลิตรวมของปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)* และปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)*

องค์ประกอบ	ร้อยละผลผลิต (% yield)	
	ปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)*	ปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)*
เนื้อ	47.96	51.80
หัว	14.43	13.45
เศษเนื้อติดกระดูก	7.22	13.37
กระดูก	11.75	6.87
เนื้อส่วนท้อง	8.91	7.26
หนัง	7.48	5.58
เกล็ด	1.88	1.30
ตา	0.37	0.37

4. ศึกษาปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกในเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ของปลาแซลมอน

วิเคราะห์หาปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกที่มีอยู่ในตัวอย่างเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ของปลาแซลมอนแอตแลนติก ได้แก่ หัว หนัง กระดูก เศษเนื้อติดกระดูก และลูกตา ด้วยวิธี ELISA พบว่า ในตัวอย่างปลาแซลมอนแอตแลนติกส่วน หัว กระดูก ลูกตา และหนังมีปริมาณความเข้มของกรดไฮยาลูโรนิกมาก โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย และปลาเรนโบว์เทราต์ ส่วนกระดูก และหนัง มีปริมาณความเข้มของกรดไฮยาลูโรนิกมาก และมีปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Bradford assay ดังแสดงในตารางที่ 5.6

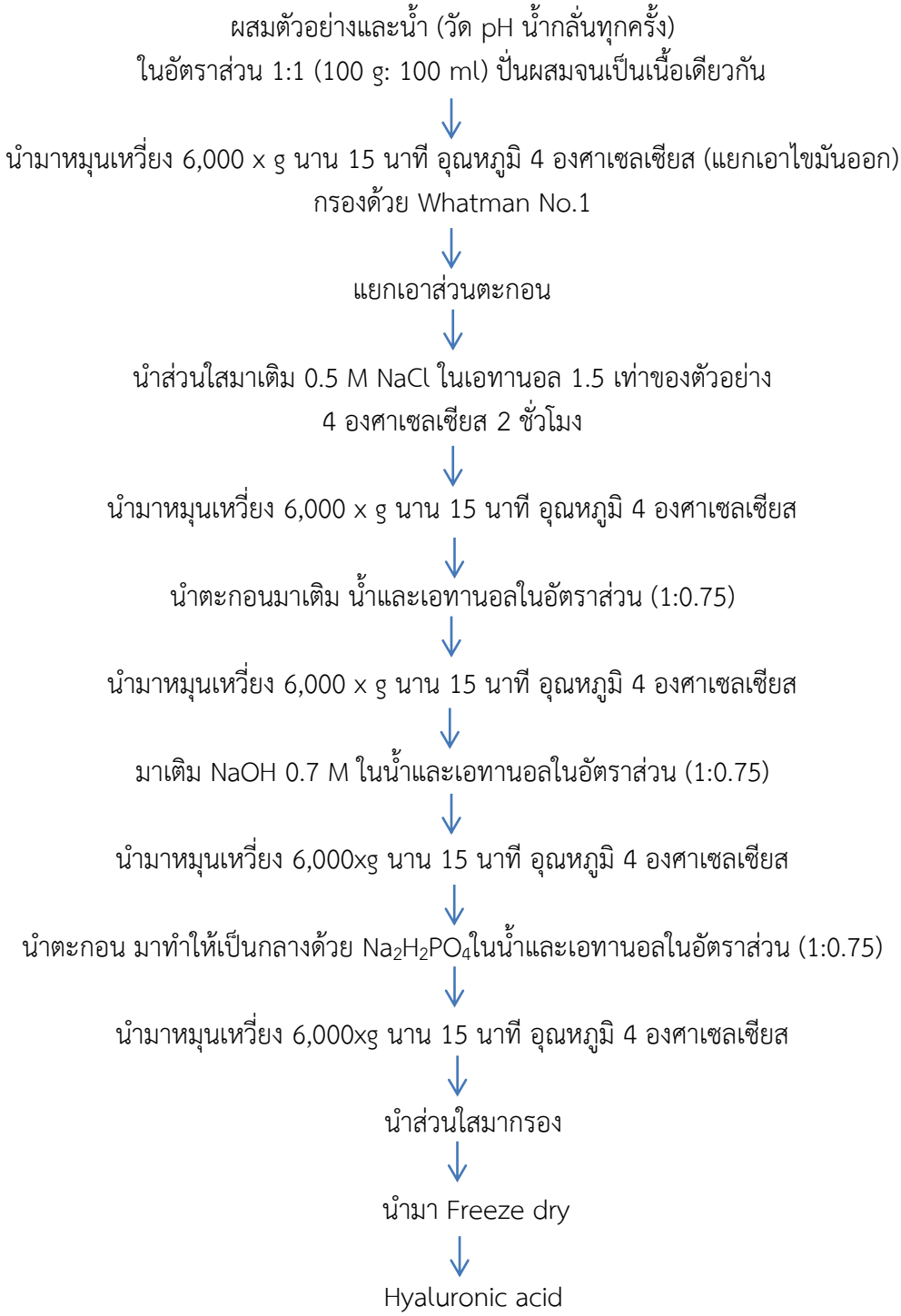
ตารางที่ 5.6 ปริมาณกรดไฮยาลูโรนิก และปริมาณโปรตีนจากส่วนต่าง ๆ ของปลาแซลมอนที่วิเคราะห์ด้วยวิธี ELISA

องค์ประกอบ	ปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)*		ปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)*	
	ปริมาณ HA (ng/g)	ปริมาณโปรตีน (µg/g)	ปริมาณ HA (ng/g)	ปริมาณโปรตีน (µg/g)
หัว	50,778 ± 0	261 ± 12.6	5,275 ± 340	480 ± 0.3
หนัง	24,328 ± 3,606	374 ± 18.9	19,128 ± 5586	430 ± 1.5
กระดูก	43,878 ± 20,223	317 ± 0.3	49,478 ± 13152	331 ± 25.0
เศษเนื้อติดกระดูก	5,805 ± 3,026	250 ± 35.4	1976 ± 853	249 ± 21.2
ลูกตา	35,128 ± 4,879	264 ± 32.6	ND	ND

หมายเหตุ ND = Not Detected

5. ศึกษาวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกที่เหมาะสม

นำเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ของปลาแซลมอนแอตแลนติก และปลาเรนโบว์เทราต์ ได้แก่ หัว หนัง กระดูก และเศษเนื้อติดกระดูก นำมาสกัดกรดไฮยารูโรนิกโดยดัดแปลงด้วยวิธีของ Murado *et al.* (2012) ดังแสดงในภาพที่ 5.4 และ 5.5 และดัดแปลงด้วยวิธีของ Amagai *et al.* (2009) ดังแสดงในภาพที่ 5.6 และ 5.7

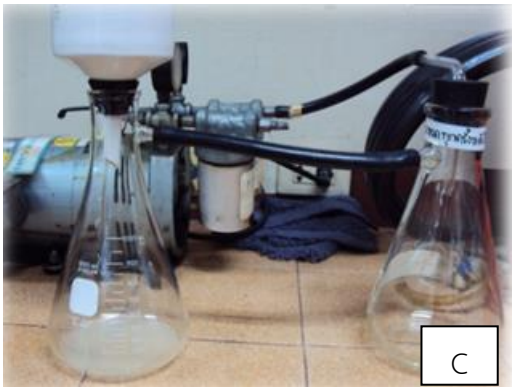


ภาพที่ 5.4 วิธีการสกัดกรดไฮยารูโรนิกโดยวิธีของดัดแปลงมาจาก Murado *et al.* (2012)

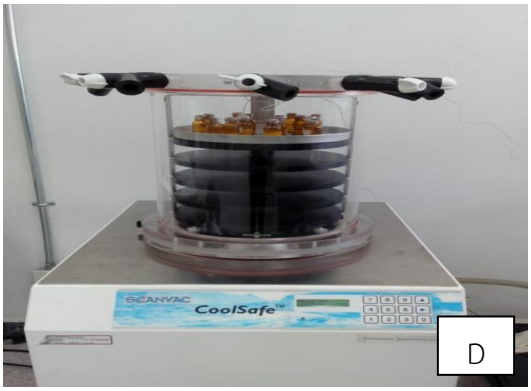
ที่มา: Murado *et al.* (2012)

ตัวอย่างปั่นผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1

ตัวอย่างหลัง Centrifuge



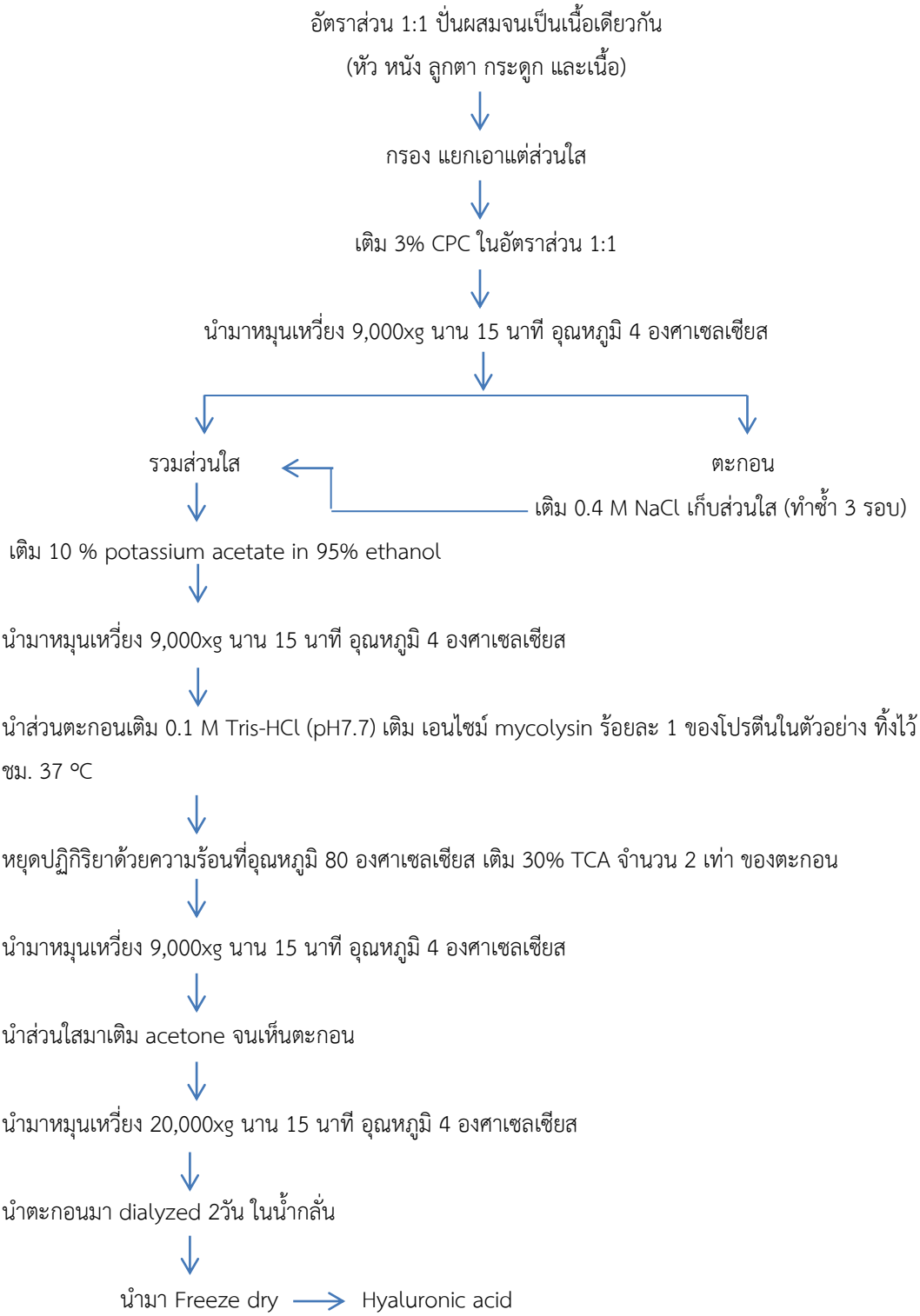
กรองผ่านชุดเครื่องกรองสุญญากาศ



ทำแห้งด้วยวิธี Freeze dry

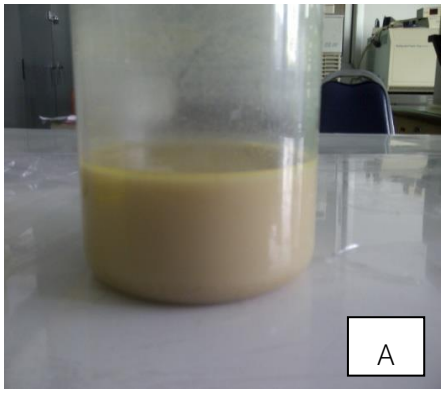
ตัวอย่างแห้งด้วยวิธี Freeze dry

ภาพที่ 5.5 รูปที่ A-E ขั้นตอนการสกัดกรดไฮยารูโรนิกโดยดัดแปลงมาจากวิธีของ Murado *et al.* (2012)

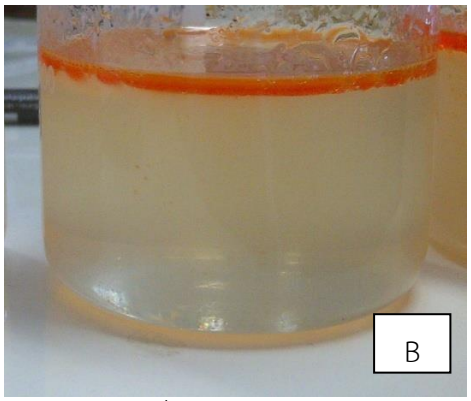


ภาพที่ 5.6 วิธีการสกัดกรดไฮยารูโรนิกโดยวิธีของดัดแปลงมาจาก Amagai *et al.* (2009)

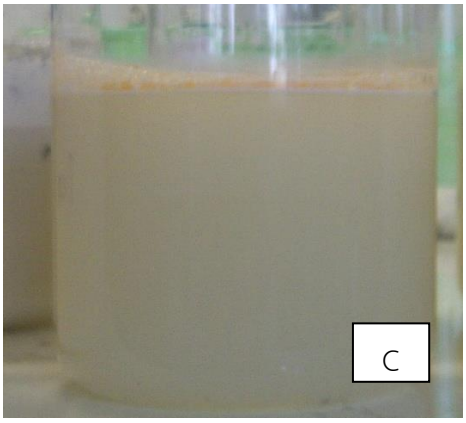
ที่มา: Amagai *et al.* (2009)



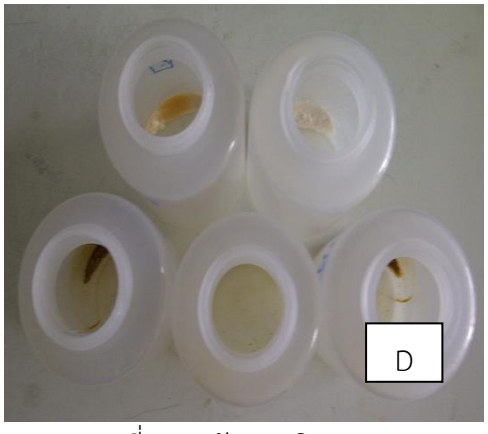
ตัวอย่างปั่นผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1



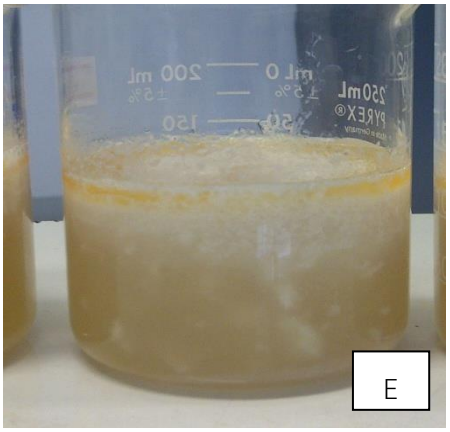
ตัวอย่างที่แยกเป็นของเหลวใส



ส่วนใสหลังเติม 3% CPC ในอัตราส่วน 1:1

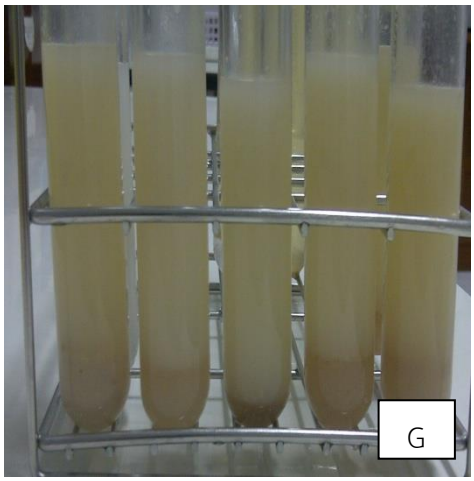


ตะกอนที่แยกหลังจากเติม CPC

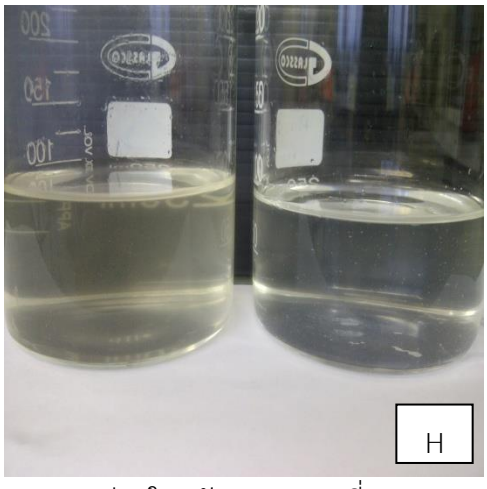


ส่วนใสเติม 10 % potassium

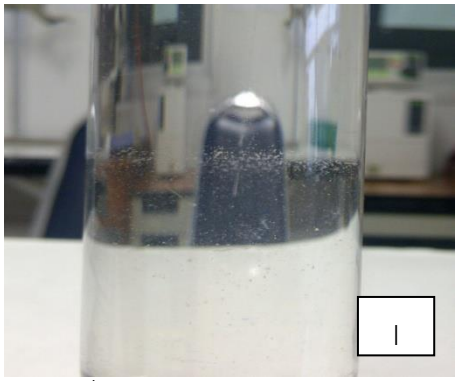
ตะกอนหลังเติม 10 % potassium



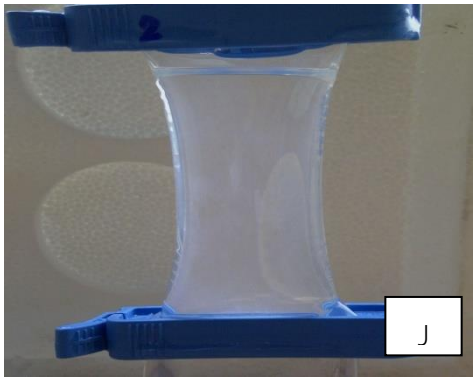
หยุดปฏิกิริยาและเติม 30% TCA



ส่วนใสหลังจากหมุนเหวี่ยง

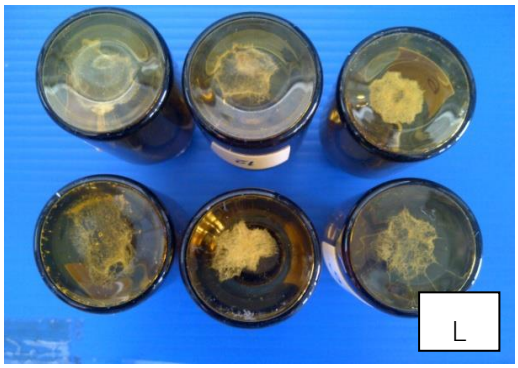


ตะกอนที่เกิดจากการเติม acetone



ลักษณะของถุง dialyzed

ตัวอย่างก่อนทำแห้ง



ตัวอย่างหลังจากการทำ freeze dry

ภาพที่ 5.7 รูปที่ A-L ขั้นตอนการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกด้วยวิธีของ Amagai *et al.* (2009)

จากภาพที่ 5.4- 5.7 เมื่อทำการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกโดยดัดแปลงวิธีของ Murado *et al.* (2012) และ วิธีของ Amagai *et al.* (2009) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5.7 พบว่าการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกจากปลาแซลมอนแอตแลนติกและปลาเรนโบว์เทราต์ ที่ดัดแปลงวิธีการสกัดมาจากวิธีของ Murado *et al.* (2012) มีร้อยละของผลผลิต (yield) ส่วนใหญ่มากกว่าวิธีของ Amagai *et al.* (2009) โดยส่วนของปลาแซลมอนแอตแลนติกมีปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกมากที่สุดในส่วนของเศษเนื้อติดกระดูก หนัง หัว และ กระดูก ตามลำดับ สำหรับปลาเรนโบว์เทราต์ พบว่า ส่วนที่มีปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกมากที่สุด คือ หัว หนัง กระดูก และเศษเนื้อติดกระดูก ตามลำดับ

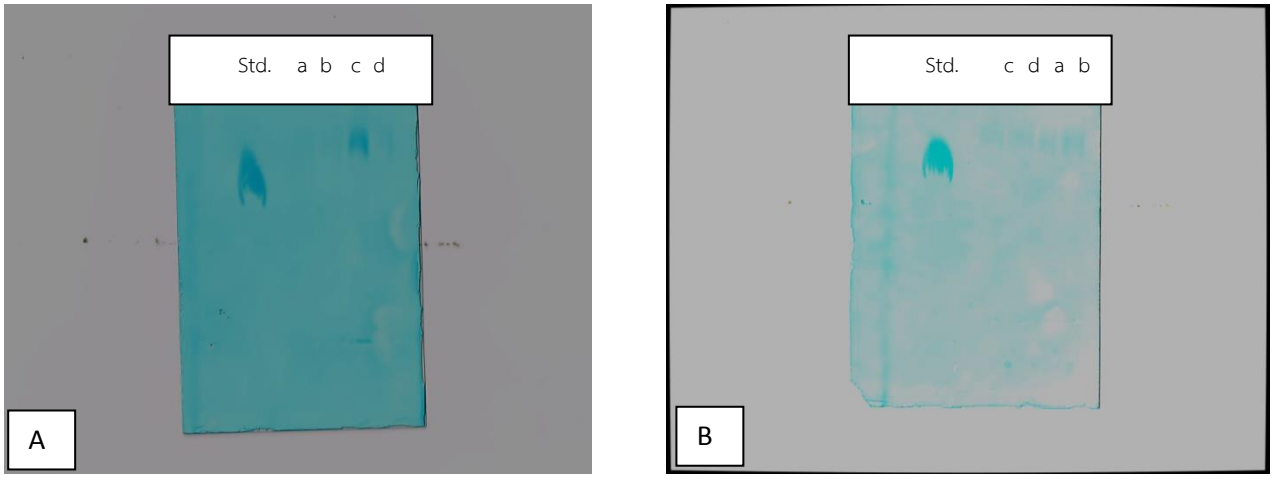
ตารางที่ 5.7 ปริมาณผลผลิต (yield) ของกรดไฮยารูโรนิกที่ได้จากวิธีการสกัด 2 วิธี

ส่วนของปลา	ความชื้น		ปริมาณผลผลิต[A] mg/g ของน้ำหนักแห้ง		ปริมาณผลผลิต[B] mg/g ของน้ำหนักแห้ง	
	ปลาแซลมอนแอตแลนติก	ปลาเรนโบว์เทราต์	ปลาแซลมอนแอตแลนติก	ปลาเรนโบว์เทราต์	ปลาแซลมอนแอตแลนติก	ปลาเรนโบว์เทราต์
หัว	62.68±0.82	60.38±3.92	1.21	1.12	1.64	1.40
หนัง	60.99±3.21	60.63±2.27	0.50	0.73	1.81	0.95
กระดูก	57.42±4.28	58.41±1.48	0.32	1.23	1.25	0.82
เศษเนื้อติดกระดูก	72.54±4.04	69.73±3.64	0.52	0.64	2.08	0.57

หมายเหตุ A วิธีของ Amagai *et al.* (2009)
B วิธีของ Murado *et al.* (2012)
a, b, c ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน

จากตารางที่ 5.7 แสดงให้เห็นว่าจากการทดลองการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกทั้ง 2 วิธี วิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกที่ดัดแปลงมาจากด้วยวิธีของ Murado *et al.* (2012) เป็นวิธีที่เหมาะสม เนื่องจากให้ผลผลิตของกรดไฮยาลูโลนิกส่วนใหญ่สูงกว่าวิธี Amagai *et al.* (2009) มาใช้ในการทดลองครั้งต่อไป และพบว่าส่วนของเศษเหลือที่เหมาะสมที่จะนำมาสกัดกรดไฮยาลูโรนิก คือ ส่วนหัวและส่วนกระดูก เนื่องจากเป็นส่วนของเศษเหลือที่มีปริมาณมาก และให้ผลผลิต (yield) ของกรดไฮยารูโรนิกมาก สำหรับปลาแซลมอนแอตแลนติกถึงแม้เศษเนื้อติดกระดูกจะมีปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกมากกว่าส่วนอื่น ๆ ก็ตาม แต่ส่วนเนื้อนี้ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหาร เช่น ขนมขบเคี้ยว

การทำไส้กรอก หรือ ซูริมิ เป็นต้น จึงเลือกส่วนหัว และส่วนกระดูกของปลาแซลมอนแอตแลนติก และปลาเรนโบว์เทราต์ มาเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกในขั้นต่อไป แล้วนำส่วนของกรดไฮยาลูโรนิกที่สกัดได้ของทั้งวิธีนี้มาตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟลิซีส cellulose acetate membrane แสดงในภาพที่ 5.8



ภาพที่ 5.8 A และ B อิเล็กโทรโฟลิซีสของกรดไฮยาลูโรนิกจากเศษเหลือของปลาแซลมอนแอตแลนติก และปลาเรนโบว์เทราต์ โดยดัดแปลงมากจากวิธีของ Amagai *et al.* (2009) และ Murado *et al.* (2012)

หมายเหตุ std. หมายถึงตัวอย่างมาตรฐานจาก rooster comb

a หมายถึง กระดูกของปลาแซลมอนแอตแลนติกที่ใช้ทำการศึกษา

b หมายถึง กระดูกของปลาเรนโบว์เทราต์ ที่ใช้ทำการศึกษา

c หมายถึง หัวของปลาแซลมอนแอตแลนติกที่ใช้ทำการศึกษา

d หมายถึง หัวของปลาเรนโบว์เทราต์ ใช้ทำการศึกษา

จากภาพแสดงการเคลื่อนที่ของกรดไฮยาลูโรนิกที่ได้จากการสกัดเศษเหลือส่วนต่างๆ เปรียบเทียบกับตัวอย่างมาตรฐานจาก rooster comb ความเข้มข้น 5,000 ppm จากภาพเป็นการยืนยันว่าผลของวิธีการที่ใช้ในการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกทั้ง 2 วิธี ซึ่งสังเกตได้จากแถบสีที่มีลักษณะเป็นแถบเดียวและอยู่ในแนวเดียวกันกับตัวอย่างมาตรฐาน แสดงดังภาพที่ 5.8 แต่ในการทำอิเล็กโทรโฟลิซีสของกรดไฮยาลูโรนิกจากเศษเหลือของปลาแซลมอนแอตแลนติก และปลาเรนโบว์เทราต์ มี

ข้อจำกัดคือถ้าสารละลายกรดไฮยาลูโรนิกถ้ามีความเข้มข้นน้อยเกินไปจะแสดงแถบสีไม่เข้มมากทำให้สังเกตเห็นสีแถบสีได้ไม่ชัดเจน เมื่อเทียบกับตัวอย่างมาตรฐาน

ตารางที่ 5.8 ปริมาณกรดไฮยาลูโรนิก และปริมาณโปรตีนจากผลผลิตกรดไฮยาลูโรนิกที่สกัดได้จากวิธีการสกัด 2 วิธี จากปลาแซลมอนแอตแลนติก ที่วิเคราะห์ด้วยวิธี ELISA

องค์ประกอบ	วิธีของ Amagai *et al.* (2009)		วิธีของ Murado *et al.* (2012)	
	ปริมาณ HA (ng/g ของตัวอย่างสด)	ปริมาณโปรตีน (µg/g)	ปริมาณ HA (ng/g ของตัวอย่างสด)	ปริมาณโปรตีน (µg/g)
หัว	28±21	0.12±0.04	248±119	0.87±0.18
หนัง	51±50	0.09±0.05	91*	0.73*
กระดูก	13±5	0.08±0.02	42±34	0.81±0.26
เศษเนื้อติดกระดูก	15±7	0.07±0.02	238±74	1.11±0.08
ลูกตา	11±11	0.04±0.02	74±37	0.74±0.66

หมายเหตุ * ตัวอย่างมีหนึ่งซ้ำ

ผลผลิตกรดไฮยาลูโรนิกจากเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ของปลาแซลมอลแอตแลนติก ได้แก่ หัว หนัง กระดูก เศษเนื้อติดกระดูก และลูกตา ที่ได้จากวิธีสกัดที่ดัดแปลงจากวิธีของ Amagai *et al.* (2009) และ Murado *et al.* (2012) เมื่อทำการส่งวิเคราะห์ปริมาณของกรดไฮยาลูโรนิก ด้วยวิธี ELISA และปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Bradford assay พบว่าวิธีของ Murado *et al.* (2012) ให้ปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกต่อตัวอย่างสด 1 กรัม มากกว่าวิธีของ Amagai *et al.* (2009) ในทุกตัวอย่าง โดยมีปริมาณของกรดไฮยาลูโรนิกมากไปน้อยตามลำดับดังนี้ หัว เศษเนื้อติดกระดูก หนัง ลูกตา และกระดูก แต่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า ดังแสดงในตารางที่ 5.8 แต่อย่างไรก็ตามทั้งสองวิธีมีโปรตีนในปริมาณที่น้อยมาก Murado *et al.* (2012) กล่าวว่าในการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกนั้นควรจะมีโปรตีนในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายอยู่ประมาณ 5-10 โมโคกรัมโปรตีนต่อมิลลิกรัมของกรดกรดไฮยาลูโรนิก เนื่องจากการปนเปื้อนของโปรตีนนั้นมีผลต่อการนำผลิตภัณฑ์กรดกรดไฮยาลูโรนิกไปใช้ประโยชน์ ซึ่งอาจก่อให้เกิดสารก่อภูมิแพ้ ดังนั้นการกำจัดโปรตีนเป็นส่วนสำคัญมากสำหรับการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ และอีกประการหนึ่ง กรดไฮยาลูโลนิกมีคุณสมบัติพิเศษหลายประการที่เหมาะสมกับจะใช้เป็นวัสดุชีวภาพในส่วนผสมต่าง ๆ เพราะเป็นสารที่พบตามธรรมชาติและเกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ในระดับเซลล์ เช่น ควบคุมการอักเสบ การสร้างเส้นเลือด เป็นต้น (Leach and Schmidt, 2005)

ต้นทุนการผลิต

ตารางที่ 5.9 ต้นทุนในการผลิตกรดไฮยาลูโรนิก 100 มิลลิกรัม

วัตถุดิบ	วิธีของ Amagai *et al.* (2009)			วิธีของ Murado *et al.* (2012)		
	ราคา	ปริมาณที่ใช้ในการผลิต	ราคา (บาท)	ราคา	ปริมาณที่ใช้ในการผลิต	ราคา (บาท)
1.เศษเหลือของปลาแซลมอน	60/kg	4.166 kg	249.96	60/kg	300 g	18.00
2. สารเคมีที่ใช้						
- CPC 100 g	2,800	124 g	3499.44	-	-	
- Ethanol absolute 2.5 l	920	2.0 l	736.00	920	1.36 l	502.05
- Potassium acetate 500 g	600	200 g	240.00	-	-	-
- Sodium chloride 1 kg	170	468 g	79.56	170	21 g	3.57
- Trichloroacetic acid 500 g	1,840	300g	1104.00	-	-	-
- Acetone 2.5 l	650	5 l	1300.00	-	-	-
- Enzyme proteaste 1 g	9,900	~50 mg	495.00	-	-	-
3. อุปกรณ์ที่ใช้						
- membrane 30 m	9,185	200 cm	612.33	-	-	-
รวม			8,316.29			523.62

จากผลการทดลองตารางที่ 5.9 จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตกรดไฮยาลูโรนิก ให้ได้ปริมาณ 100 มิลลิกรัมของทั้งสองวิธีพบว่าวิธีของ Murado มีต้นทุนในการผลิตกรดไฮยาลูโรนิกเท่ากับ 523.62 บาท ซึ่งต่ำกว่าวิธีของ Amagai กว่า 15 เท่า เนื่องจากใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่หาง่าย มีราคาไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ยังให้ปริมาณผลผลิตกรดไฮยาลูโรนิกที่สูงกว่าอีกด้วย เช่นเดียวกัน Nguyen *et.al* (2013) กล่าวว่าในการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกนั้นมีต้นทุนในการผลิตที่สูงเนื่องจากแหล่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกรดไฮยาลูโรนิกนั้นหายากหรือมีปริมาณน้อย เช่น น้ำในลูกตา หงอนไก่ เป็นต้น อีกทั้งยังต้องใช้เวลา และแรงงานจำนวนมากในการผลิตกรดไฮยาลูโรนิกให้ได้ปริมาณที่มาก จึงทำให้ราคาในการผลิตกรดไฮยาลูโรนิกราคาสูง แต่อย่างไรก็ตามกรดไฮยาลูโรนิกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ทางการแพทย์ เครื่องสำอางค์ ใช้ทำอาหาร (special food) และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เป็นต้น

6. การศึกษาการนำเศษเหลือจากกระบวนการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยสำหรับไม้ประดับอาคาร

การนำเศษเหลือจากกระบวนการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกที่มีปริมาณมาก ได้แก่ หัว และกระดูก มาวิเคราะห์หาองค์ประกอบและธาตุอาหารหลัก เพื่อให้เหมาะสำหรับเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมกับไม้ประดับในอาคาร หลังจากการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกโดยดัดแปลงจากวิธีของ Murado *et al.* (2012) พบว่า เศษเหลือที่เป็นของแข็งในส่วนที่มีปริมาณมากคิดจากน้ำหนักแห้งเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ คือ ส่วนหัวของปลาเรนโบว์เทราต์ ส่วนกระดูกของปลาแซลมอนแอตแลนติก ส่วนหัวของปลาแซลมอนแอตแลนติก และส่วนกระดูกของปลาเรนโบว์เทราต์ ส่วนที่เหลือเหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นทำปุ๋ย เนื่องจากประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปองค์ประกอบของโปรตีน หรือแร่ธาตุที่มีปริมาณสูงซึ่งจะถูกใช้ไปอย่างช้าๆในดิน (พูนสุข, 2542) พบว่า มีเศษเหลือหลังจากการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกออกไปแล้วมีปริมาณดังต่อไปนี้ หัวของปลาแซลมอนและของปลาเรนโบว์เทราต์ ร้อยละ 73.23 และ 76.73 ตามลำดับ ส่วนกระดูกของปลาแซลมอนและของปลาเรนโบว์เทราต์ ร้อยละ 90.80 และ 79.57 ตามลำดับ จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือ ตามวิธีของ AOAC (2006) ได้แก่ ความชื้น เถ้า และโปรตีน ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 11 พบว่า ส่วนหัวของปลาแซลมอนแอตแลนติกและปลาเรนโบว์เทราต์ มีความชื้นร้อยละ 62.18 และ ร้อยละ 60.63 มีโปรตีนร้อยละ 15. 68 และ ร้อยละ 18.62 มีเถ้าร้อยละ 5.74 และ ร้อยละ 4.48 ในส่วนกระดูกของปลาแซลมอนแอตแลนติกและปลาเรนโบว์เทราต์มีความชื้นร้อยละ 57.42 และร้อยละ 58.41 มีโปรตีนร้อยละ 14.19 และ ร้อยละ 16.12 มีเถ้าร้อยละ 7.10 และ ร้อยละ 4.44

ตารางที่ 5.10 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือหลังจากการสกัดกรดไฮยาลูโรนิก

องค์ประกอบทางเคมี	ปลาแซลมอนแอตแลนติก		ปลาเรนโบว์เทราต์	
	หัว	กระดูก	หัว	กระดูก
ความชื้น	62.18±0.83	57.42±4.28	60.63±0.98	58.41±1.49
เถ้า	5.74±0.98 (15.43)	7.10±0.09 (16.67)	4.48±0.51 (11.37)	4.44±0.12 (10.67)
โปรตีน	15.68±1.31 (42.17)	14.19±0.93 (33.32)	18.62±0.85 (47.29)	16.12±0.85 (38.75)

หมายเหตุ ( ) หมายถึง dry basis

ตัวอย่างที่เป็นเศษเหลือดังกล่าวอาจนำมาทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับไม้ประดับในอาคารเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษเหลือที่มีอยู่มากหลังจากการสกัดกรดไฮยาลูโรนิก โดยการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (N) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (K) และค่ากรดด่าง ตามวิธีของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ภาควิชาปฐพี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เพื่อที่จะได้นำผลการวิเคราะห์มาปรับปรุงคุณภาพ และองค์ประกอบให้เหมาะสมเพื่อเป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับไม้ประดับในอาคาร ดังแสดงในตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 ตารางแสดงปริมาณธาตุอาหารหลัก pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุจากเศษเหลือของกระบวนการสกัดกรดไฮยาลูโรนิก เปรียบเทียบกับเกณฑ์ พรบ. ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2550

องค์ประกอบ	ปลาแซลมอนแอตแลนติก		ปลาเรนโบว์เทราต์		เกณฑ์ขั้นต่ำสุดตาม พรบ.ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่ไม่เป็นของเหลว
	หัว	กระดูก	หัว	กระดูก	
Total N	6.34	6.69	8.20	7.44	≥ 1.0
Total P	5.18	5.97	4.45	4.77	≥ 0.5
P_2O_5	11.86	13.67	10.19	10.92	
Total K	0.35	0.50	0.41	0.47	≥ 0.5
K_2O	0.42	0.60	0.49	0.56	
pH	5.65	6.09	6.09	6.16	5.5-10
% อินทรียวัตถุ	65.20	61.86	66.88	65.34	≥ 30

จากตารางที่ 5.11 พบว่า ส่วนหัวของปลาแซลมอนแอตแลนติก และปลาเรนโบว์เทราต์ มีไนโตรเจนทั้งหมด (N) อยู่ร้อยละ 6.34 และ 8.20 มีฟอสฟอรัสทั้งหมด (P) อยู่ร้อยละ 5.18 และ 4.45 มีโพแทสเซียมทั้งหมด (K) อยู่ร้อยละ 0.35 และ 0.41 มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 5.65 และ 6.09 อินทรีย์วัตถุอยู่ร้อยละ (OM; organic matter) 65.20 และ 66.88 และพบว่าส่วนกระดูกของปลาแซลมอนแอตแลนติก และปลาเรนโบว์เทราต์ มีไนโตรเจนทั้งหมด (N) อยู่ร้อยละ 6.69 และ 7.44 มีฟอสฟอรัสทั้งหมด (P) อยู่ร้อยละ 5.97 และ 4.77 มีโพแทสเซียมทั้งหมด (K) อยู่ร้อยละ 0.50 และ 0.47 มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 6.09 และ 6.16 มีอินทรีย์วัตถุ (OM; organic matter) อยู่ร้อยละ 61.86 และ 65.34 ดังแสดงในตารางที่ 5.11

จากการตรวจวิเคราะห์พบว่าในตัวอย่างเศษเหลือของปลาแซลมอนแอตแลนติก และปลาเรนโบว์เทราต์มีธาตุอาหารจำเป็นสำหรับพืช จึงนำเศษเหลือที่ได้จากการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ คือ สารประกอบที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ พืช สัตว์ จุลินทรีย์ ผ่านกระบวนการผลิตทางธรรมชาติใช้ในการปรับปรุงดินทางกายภาพ ทำให้ดินร่วนซุย ระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดี รากพืชชอนไชหาอาหารได้ง่าย ตามกำหนด พรบ. ของปุ๋ยนั้นจะต้องมีปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (ค่า OM) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ ตาม พ.ร.บ. ปุ๋ยยังกำหนดค่าของธาตุอาหารดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่

น้อยกว่าร้อยละ 1.0 ของน้ำหนัก ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.5 ของน้ำหนัก ปริมาณโพแทชเซียมทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.5 ของน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.0 ของน้ำหนัก ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5-10 จะเห็นได้ว่าปริมาณธาตุอาหารในเศษเหลือจากการสกัดอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนดอีกด้วย แต่จากการทดลองจะเห็นได้ว่ามีธาตุอาหารบางตัวที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีกระบวนการปรับคุณภาพโดยใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมมาปรับธาตุอาหาร ซึ่งเรียกว่า ปุ๋ยผสม คือการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารอยู่ตั้งแต่ 2 ธาตุขึ้นไป โดยการนำอาแม่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ มาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยมีธาตุอาหารตรงตามเกรดหรือสูตรที่ต้องการ โดยชนิดของแม่ปุ๋ยเคมีที่ให้ปริมาณธาตุอาหารรับรองที่นิยมใช้มีดังนี้

- ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) แอมโมเนียคลอไรด์ (25-0-0) แอมโมเนียมไนเตรท (34-0-0) ยูเรีย (46-0-0)
- ธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) ได้แก่ ร๊อคฟอสเฟต (0-3-0) ซูเปอร์ฟอสเฟต (0-20-0) ดับเบิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-40-0) ทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0)
- ธาตุอาหารโปตัสเซี่ยม (K) ได้แก่ โปตัสเซี่ยมซัลเฟต (0-0-50) โปตัสเซี่ยมคลอไรด์ (0-0-60)
- ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ได้แก่ ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) โมโนแอมโมเนียฟอสเฟต (11-52-0)
- ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) และโปตัสเซี่ยม (K) ได้แก่ โปตัสเซี่ยมไนเตรท (13-0-46)

ในการผลิตปุ๋ยไม้ประดับนั้นต้องคำนึงถึงประเภทของไม้ประดับว่าเป็นพืชที่ปลูกไว้เพื่อความสวยงาม ใช้ประดับตกแต่งอาคารบ้านเรือนให้เกิดความเจริญตา ส่วนใหญ่ไม้ประดับมักเป็นพืชดอก จึงเรียกรวมกันว่า ไม้ดอกไม้ประดับ ซึ่งความเป็นจริงแล้วไม้ประดับไม่จำเป็นต้องมีดอกก็ได้ เพียงมีใบที่ดูดีหรือมีสีสันสวยงามก็ใช้ได้ ไม้ประดับมีขนาดเล็กหรือขนาดย่อมพอเหมาะแก่พื้นที่จัดตกแต่ง อาจปลูกไว้ในกระถาง ปลูกลงดิน หรือแขวนห้อยไว้ก็ได้ ไม้ประดับมีหลายชนิด ซึ่งไม้ประดับนั้นมักจะอยู่ในบริเวณที่มีแสงสว่างน้อย ต้นไม้ก็ควรได้รับปุ๋ยน้อยตามไปด้วย ซึ่งแสงสว่างกับการให้ปุ๋ยก็มีความสัมพันธ์กัน โดยส่วนใหญ่แล้วต้นไม้ที่มีประดับในอาคารหรือปลูกภายในอาคารจะเจริญเติบโตช้าความต้องการปุ๋ยลดน้อยลงจากเดิม (เกตุอร, ม.ป.ป.) ถ้าปุ๋ยมากกิ่งก้านของต้นไม้ก็จะแผ่ออกไปยืดยาว ไม่เข้ารูปทรงทำให้ไม่สวยงาม ดังนั้นการให้ปุ๋ยไม้ประดับอาคารต้องคำนึงถึงประเภทของไม้ประดับว่าเป็นไม้ประดับประเภทดอก หรือไม้ประเภทใบ โดยทั่วไปการใส่ปุ๋ยให้แก่ไม้ประดับมักใช้ปุ๋ยไนโตรเจน เช่น ยูเรีย (46-0-0) ช่วยเร่งการเจริญเติบโต โดยใส่หลังจากปลูกประมาณ 3–7 วัน และครั้งต่อไปใส่สัปดาห์ละครั้ง เพื่อเร่งให้ต้นไม้สร้างใบ แตกยอด กิ่งก้านได้ดีขึ้น การให้ปุ๋ยไม้ประดับในอาคารควรใส่ปุ๋ยเพียงเล็กน้อย ไม่ควรใส่มากเหมือนไม้กลางแจ้ง เนื่องจากภายในอาคารไม่เหมือนกับสภาพธรรมชาติปกติ จะทำให้พืชยืดลำต้นเร็ว และอ่อนแอไม่ทนต่อโรคแมลง ช่วงการใส่ปุ๋ย ควรใส่

ระยะที่นำไม้ออกมาพักฟื้นภายนอกอาคาร ปุ๋ยที่ใช้อาจเป็นปุ๋ยเม็ดสูตรเสมอ เช่น 15-15-15 โดยใส่ทางดิน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยน้ำสูตรไนโตรเจนสูง เช่น 21-13-13 เสริมไปด้วยโดยการฉีดพ่นทางใบสัปดาห์ละครั้ง

จะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมี เป็นรูปแบบเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชที่ยั่งยืนวิธีหนึ่ง เพราะจะได้มีการนำส่วนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์กลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง ทำให้ธาตุอาหารซึ่งเป็นทรัพยากรที่สาคัญที่มีอยู่ในดินไม่ถูกเคลื่อนย้ายออกไปจากดินทั้งหมด ทำให้มีการเติมปุ๋ยเคมีน้อยลง สามารถเพิ่มความสมบูรณ์ดินให้มีความเหมาะสมในการปลูกพืช ช่วยเพิ่มผลผลิตพืช และช่วยให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นการลดปัญหาปุ๋ยเคมีที่จำหน่ายในท้องตลาดมีราคาแพง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษเหลือ ที่สามารถนำนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

1. ปริมาณเศษเหลือที่เกิดขึ้นจากการแปรรูปปลาแซลมอนอยู่ระหว่างร้อยละ 32-38 การศึกษาปริมาณเศษเหลือส่วนต่างๆของปลาตระกูลแซลมอน 2 ชนิด คือ ปลาแซลมอนแอตแลนติก *(Salmo salar)* และปลาเรนโบว์เทราต์ *(Oncorhynchus mykiss)* พบว่าหัวคือส่วนที่มีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.43 และ 13.45 ตามลำดับ โดยส่วนที่มีการนำไปใช้ประโยชน์น้อยที่สุดคือกระดูก จากการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกที่มีอยู่ในตัวอย่างเศษเหลือส่วนต่าง ๆ ด้วยวิธี ELISA พบว่าในตัวอย่างเศษเหลือจากปลาแซลมอนแอตแลนติกมีปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ หัว (50,778) กระดูก (43,878) ลูกตา (35,128) หนัง (24,328) และเศษเนื้อติดกระดูก (5,805) ng/g ปลาเรนโบว์เทราต์มีปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ กระดูก (49,478) หนัง (19,128) หัว (5,275) และเศษเนื้อติดกระดูก (1976) ng/g

2. การเปรียบเทียบวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิก 2 วิธี คือ วิธีของ Murado *et al.* 2012 และ Amagai *et al.* 2009 พบว่าวิธีของ Murado ให้ปริมาณผลผลิตกรดไฮยาลูโรนิกสูงกว่าและมีต้นทุนในการผลิตเท่ากับ 523.62 บาท ซึ่งต่ำกว่าวิธีของ Amagai กว่า 15 เท่า ปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกที่สกัดได้จากเศษเหลือส่วนต่างๆ เรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ คือ หัว (248) เศษเนื้อติดกระดูก (238) หนัง (91) ลูกตา (74) และกระดูก (42) ng/g กรดไฮยาลูโรนิกที่สกัดได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ อุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ อุตสาหกรรมผลิตอาหาร (special food) และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เป็นต้น

3. ปริมาณเศษเหลือที่เกิดขึ้นจำนวนมากจากกระบวนการสกัดกรดไฮยาลูโรนิก อันได้แก่ กระดูกของปลาแซลมอนและปลาเรนโบว์เทราต์ ร้อยละ 90.80 และ 79.57 ตามลำดับ ส่วนหัวของปลาแซลมอนและปลาเรนโบว์เทราต์ ร้อยละ 73.23 และ 76.73 ตามลำดับ เศษเหลือเหล่านี้เมื่อนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบตามพระราชบัญญัติปุ๋ย ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550) ได้แก่ ค่าอินทรียวัตถุ ค่าไนโตรเจนทั้งหมด ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ค่าโพแทสเซียมทั้งหมดและค่าความเป็นกรดเป็นด่าง พบว่าเศษเหลือส่วนกระดูกของปลาแซลมอนแอตแลนติกมีคุณสมบัติได้ตามเกณฑ์สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับไม้ประดับในอาคารได้ทันที ส่วนเศษเหลืออีก 3 ส่วน คือ หัวปลาแซลมอนแอตแลกติก หัวและกระดูกปลาเทราต์ มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดต่ำกว่าเกณฑ์เล็กน้อย อาจจะต้องเพิ่มธาตุอาหารชนิดนี้ลงไป โดยการเติมโพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50) โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) หรือโพแทสเซียมไนเตรต (13-0-46) เพื่อปรับคุณสมบัติให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงวิธีการสกัดไฮยาลูโรนิกให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อปรับใช้กับเศษเหลือของปลาชนิดอื่นที่มีปริมาณมากให้สามารถขยายขนาดการผลิตไปถึงระดับโรงงานต้นแบบ

2. ควรทดลองผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเม็ดหรือรูปแบบอื่นจากเศษเหลือของโครงการอื่นที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ต่อให้สามารถนำไปใช้ทดลองกับไม้ประดับในอาคารชนิดต่างๆ

สรุปแผนงานวิจัย

โครงการวิจัยที่ 5 การศึกษาวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกจากเศษเหลือปลาแซลมอน

แผนงานวิจัย	ผลที่ได้
1. ศึกษาข้อมูลสถิติการนำเข้าปลาแซลมอนจากกรมประมงหรือกรมศุลกากรและสัมภาษณ์ผู้ประกอบการรายใหญ่	การนำเข้าในระหว่างปี 2553-2554 พบว่ามีการนำเข้าปลาแซลมอนประมาณปีละ 30,000 ตัน และส่งออกประมาณปีละ 9,000 ตัน การสัมภาษณ์ผู้ประกอบการพบว่าการนำเข้าปลาแซลมอนจะอยู่ในรูปปลาทั้งตัวแช่แข็งไม่มีอวัยวะภายใน และเหงือก โดยเศษเหลือที่เกิดขึ้นมีการแยกเป็นประเภทต่างๆ ซึ่งมีปริมาณรวมร้อยละ 32-35
2. ศึกษาปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกในส่วนต่าง ๆ ของปลาแซลมอน	ปริมาณร้อยละของเศษเหลือเรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ ดังนี้ ○ ปลาแซลมอนแอตแลนติก หัว >> กระดูก >> เนื้อท้อง >> หนัง ○ ปลาเรนโบว์เทราต์ หัว >> เศษเนื้อติดกระดูก >> เนื้อท้อง >> กระดูก >> หนัง ปริมาณกรดไฮยาลูโรนิกที่สกัดได้เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ ดังนี้ ○ ปลาแซลมอนแอตแลนติก หนัง >> หัว >> กระดูก >> เนื้อติดกระดูก ○ ปลาเรนโบว์เทราต์ หัว >> ตา >> หนัง >> กระดูก
3. ศึกษาวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกที่เหมาะสมและแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์	การศึกษาวิธีการสกัดกรดไฮยาลูโรนิก 2 วิธี พบว่าวิธีของ Murado *et al.* 2012 ให้ปริมาณผลผลิตส่วนใหญ่มากกว่าวิธีของ Amagai *et al.* 2009 แต่ด้วยข้อจำกัดของปริมาณเศษเหลือ จึงเลือกส่วนหัวและกระดูกมาใช้ในการผลิตกรดไฮยาลูโรนิกต่อไป
4. นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุอาหารหลักของพืช(N-P-K) ปรับสูตรให้เหมาะสมกับไม้ประดับในอาคาร	เศษเหลือจากการสกัดกรดไฮยาลูโรนิกของส่วนหัวและกระดูกของปลาทั้ง 2 ชนิด มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยอินทรีย์ตามเกณฑ์ขั้นต่ำของพระราชบัญญัติปุ๋ย ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550) ยกเว้นค่าโพแทสเซียมทั้งหมดต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดเล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2554. **สถิติการนำเข้าส่งออกปลาแซลมอน.** ส่วนควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต กรมประมง, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. **มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง).** แหล่งที่มา: http://www.ldd.go.th/Fertilizer/Organic_Fertilizer.pdf. วันที่เข้าถึง 13 พฤษภาคม 2556.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **ปุ๋ยอินทรีย์ การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ.**เอกสารวิชาการลำดับที่ 17/2548. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พูนสุข ประเสริฐสรรพ์. 2542. **การใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือ.** ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

A.O.A.C. 2006. **Official Method of Analysis of AOAC International.** 18th ed. A.O.A.C. International, Maryland.

Alaska Fresh Thailand. ม.ป.ป. **คู่มือปลาแซลมอนอลาสก้า**. แหล่งที่มา: Alaskafreshthailand.com. 1 มิถุนายน 2555.

Amagai, I., Y. Tashiro and H. Ogawa. 2009. Improvement of the extract proceduce for hyaluronan from fish eyeball and the molecular characterization. **Food sci and technol.** 75: 805-810.

Garg, H.G. and C.A. Hales. 2004. Methods for Analysis of Hyaluronan and its Fragments. **Chemistry and Biology of Hyaluronan.**

Kontailanalyse. 2011. **Salmon Market Analysis (SMA) is an annual report analysing trends in the world´s most important salmon markets**.แหล่งที่มา: http://www.kontali.no. 25 มิถุนายน2555.

Leach, J.B. and C.E., Schmidt. 2005. Characterization of protein release from photocrosslinkable hyaluronic acid-polyethylene glycol hydrogel tissue engineering scaffolds. J.Biomaterials.26 (2): 125–135.

Linnaeus. 1758. FAO Species Fact Sheet. *In* Food and agriculture organization of the united nation. Available source: http://www.fao.org/fishery/species/2929/en, June 10, 2012.

Linnaeus. 1758. Salmo salar. Available source: http://th.wikipedia.org/wiki/Carl, May 10, 2012

Murado, M. A., M. I. Montemayor, M. L. Cabo, J. A. Vázquez and M. P. González. 2012. Optimization of extraction And purification process of hyaluronic acid from fish eyeball . **Food and bioproducts processing** . 90: 491–498.

Nguyen, H.K.T and P.T.T Trang. 2013. Efeect of Rice –Washing Water on the Hyaluronic acid Production of *Streptococcus Thermophilus*, pp. 168-170. *In* **Biomedical Engineering in Vietnam Conference 2013.**

Weigel, P.H., V.C. Hascall, and M. Tammi. 1997. Hyaluronan synthase. **J. biological chemistry.** 272 : 13997-14000.

Shan, H., F. Chris and Z. Wei. 2011. Characterisation of processing wastes of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) harvested in Australia. **International J. Food Sci & Technol.** 46(9) : 1898-1904.

Takuo, N., K. Nakano and S.S. Sim. 1994. A Simple rapid method to estimate Hyaluronic Acid concentration in Rooster Comb and Wattle using cellulose acetate electrophoresis. **J. Agric.Food**. 42: 2766-2768.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม

<u>คำชี้แจง</u> กรุณากรอกข้อมูลลงในช่องที่กำหนด หรือทำเครื่องหมาย / หน้าข้อมูลที่ตรงกับโรงงาน / บริษัทของท่าน

****** ต้องการทราบรายละเอียดเกี่ยวกับปลาแซลมอนเป็นส่วนใหญ่**

1. ชื่อสถานประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม/ บริษัท
2. ลักษณะของการประกอบธุรกิจ
   - ○ บริการห้องเย็นรับฝากสินค้า
   - ○ ผลิตสินค้าแบบกระป๋อง
   - ○ ผลิตสินค้าแบบแช่แข็ง
   - ○ ผลิตสินค้ารูปแบบอื่นๆ .....
   - ○ บริการขนส่งรถห้องเย็น
   - ○ ผลิตภัณฑ์จากเศษเหลือ
   - ○ ครบวงจร
   - ○ อื่น ๆ (ระบุ)
3. ขนาด / กำลังผลิตของโรงงาน .....

   จำนวนพนักงาน ..... ทุนจดทะเบียน
4. มาตรฐานที่โรงงาน / บริษัทได้รับ
   - ○ GMP
   - ○ HACCP
   - ○ ISO
   - ○ THAILAND 'S BRAND
   - ○ อื่น ๆ (ระบุ) .....
5. สัตว์น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต
   - ○ สัตว์ทะเล
     - ○ Tuna สายพันธ์ .....
     - ○ Salmon สายพันธ์ .....
     - ○ Sardine
     - ○ Mackeral
     - ○ ปลาหมึก

○ กุ้ง

○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

○ สัตว์น้ำจืด (ระบุ) .....

6. ปลาที่นิยมนำมาผลิตและใช้เป็นวัตถุดิบมากที่สุดจงเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

.....

เหตุผลที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลัก

.....

** อัตราส่วนการรับปลาแซลมอน คิดเป็น ..... %

7. การรับซื้อสินค้า (แหล่งรับซื้อสินค้า)

.....

.....

8. วิธีการซื้อ

○ นำเข้าจากต่างประเทศ .....

○ จัดซื้อภายในประเทศ

○ ประมูลจาก .

○ เหมาจาก .....

○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

9. ผู้กำหนดราคาในการซื้อ – ขาย

○ โรงงาน / บริษัท

○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

10. ท่านซื้อสินค้าครั้งละ .....ตัน

ความถี่ในการจัดซื้อ ○ ทุก .....วัน ○ 1-2 ครั้ง /เดือน ○ 6 เดือน /ปี

○ อื่นๆ (ระบุ) .....

ช่วงที่มีปริมาณสินค้ามากที่สุด (ระบุเดือน) ..... เพราะ

.....

ช่วงที่มีปริมาณสินค้าน้อยที่สุด (ระบุเดือน) ..... เพราะ

.....

ความผันผวนของราคาและปริมาณ .....

11. ท่านมีการแบ่งขนาด / เกรดของสินค้าหรือไม่

○ ไม่มี

○ มี (ทำข้อ 12)

12. ในกรณีที่มีการแบ่งขนาด/ เกรด

เกณฑ์ในการแบ่งเขนาด / เกรด (ระบุ) .....

.....

จำนวนขนาด / เกรด ..... ขนาด/ เกรด

แบ่งเป็น 1. .....

2 .....

3 .....

4. .....

5. .....

13. วิธีการตรวจมาตรฐานความสด(ระบุ) .....

14. การเก็บรักษาวัตถุดิบก่อนการแปรรูป

○ เก็บ stock ด้วยวิธี ○ แช่แข็งที่อุณหภูมิ - 20°C ระยะเวลาในการเก็บ ..... วัน

ขนาดของห้องเย็น ..... สามารถเก็บได้..... ตัน

○ Chilling ระยะเวลาในการเก็บ ..... ชั่วโมง

○ เมื่อรับวัตถุดิบมาแล้วใช้ทันที

○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

15. รูปแบบของสินค้า

○ เนื้อปลาสดแล่(ฟิเลท์แบบลอกหนัง ฟิเลท์แบบไม่ลอกหนัง)

○ บรรจุกระป๋อง

○ บรรจุถุง

○ ตามลูกค้าสั่ง (ยกตัวอย่าง) .....

○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

16. หลังจากการแปรรูปสินค้า

○ ขายเศษเหลือทำข้อ 17

○ นำไปใช้ประโยชน์โดยแปรรูปที่โรงงาน / บริษัทของท่านเองทำข้อ 18

○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

17. ท่านขายเศษเหลือให้กับ

○ โรงงานอาหารสัตว์

○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

18. ท่านนำเศษเหลือไปใช้ประโยชน์ในด้านใด

- ○ อาหารสัตว์
- ○ อาหารมนุษย์
- ○ อาหารเสริม / เครื่องสำอาง
- ○ ของใช้
- ○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

19. ท่านแยกประเภทเศษเหลือหรือไม่

- ○ ไม่
- ○ แยก เป็น ○ หัว ○ หนัง ○ เกล็ด ○ ก้าง ○ ส่วนของเครื่องใน

20. สัดส่วน (yield) ระหว่างตัวผลิตภัณฑ์กับเศษเหลือ (คิดจากปลา 100 กิโลกรัม)

.....

.....

21. ลักษณะการจัดจำหน่ายสินค้า

- ○ ส่งออกต่างประเทศ.....% ทำข้อ 22
- ○ ส่งในประเทศ ..... %
- ○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

22. ประเทศกลุ่มใดที่นิยมซื้อสินค้า (โปรดระบุประเภทที่นิยม)

- ○ ยุโรป นิยม .....
- ○ อเมริกา นิยม .....
- ○ เอเชีย นิยม .....
- ○ แอฟริกา นิยม .....
- ○ ญี่ปุ่น นิยม .....
- ○ สหรัฐอเมริกา นิยม .....
- ○ แคนนาดา นิยม .....
- ○ อื่น ๆ (ระบุ) .....

.....

.....

23. แนวโน้มทางการตลาด อิ่มตัว เพราะ .....

หดตัว เพราะ .....

ขยายตัว เพราะ .....

24. แนวทางการดำเนินธุรกิจ

.....

.....

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งที่กรุณาให้ข้อมูล