

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทรัพยากรประมงในบึงบอระเพ็ด

บึงบอระเพ็ดเป็นชื่อที่ทำให้จังหวัดนครสวรรค์เป็นที่รู้จักของคนทั้งประเทศ ในด้านความสมบูรณ์ของพรรณปลาน้ำจืดของที่ราบลุ่มภาคกลาง เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดที่สำคัญของประเทศ โดยจากเอกสารประกอบการบรรยายของสถานีประมงจังหวัดนครสวรรค์พบว่าบึงบอระเพ็ดในอดีต เมื่อปี 2502 มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาถึง 148 ชนิด (ไพศาลและคณะ, 2520) และถึงแม้เมื่อเวลาผ่านไป สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ลดลง แต่จากการศึกษาผลผลิตทางการประมงของสุอินทร์ (2537) พบว่ายังมีพันธุ์ปลาถึง 62 ชนิด จึงทำให้ชาวบ้านที่อาศัยอยู่รอบบึงบอระเพ็ด ประกอบอาชีพทำการประมงเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริมประมาณ 5,100 ราย (ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดนครสวรรค์, 2543) โดยปลาที่จับได้ส่วนใหญ่จะจำหน่ายแก่อำเภอค้าคนกลางที่มารับซื้อภายในหมู่บ้านหรือที่ทำขึ้นปลา บางส่วนก็ทำการประมงเพื่อหาปลาไปเป็นอาหารของปลาที่ทำการเลี้ยงไว้ในบ่อ และบางส่วนก็เก็บไว้บริโภคในครัวเรือน ปลาที่ไม่อยู่ในสภาพที่จะขายเป็นปลาสดได้ก็จะใส่เกลือเพื่อทำเป็นปลาร้าต่อไป การทำการประมงในบึงบอระเพ็ด ชาวประมงสามารถทำได้สะดวกโดยไม่มีระบบบันทึกผลผลิตสัตว์น้ำที่ทำการประมงได้เหมือนในต่างประเทศบางประเทศ ทำให้ประเทศไทยขาดฐานข้อมูลที่แท้จริงในเรื่องผลผลิตสัตว์น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

นครสวรรค์เป็นจังหวัดที่เป็นต้นกำเนิดแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญที่สุดในประเทศไทย เกิดจากการรวมของแม่น้ำสายที่สำคัญของภาคเหนือ คือ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน ดังนั้นในช่วงฤดูน้ำหลาก ปลาในกลุ่มปลาสร้อย และปลาแขยง ซึ่งมีการแพร่กระจายในสาขาของแม่น้ำเจ้าพระยา (ชวลิต และคณะ, 2540) โดยเฉพาะปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) และปลาแขยงข้างลาย (*Mystus mysticetus*) จึงเป็นทรัพยากรประมงที่ถูกจับได้เป็นจำนวนมากในแหล่งน้ำต่างๆของจังหวัดนครสวรรค์โดยเฉพาะบึงบอระเพ็ด ทำให้ขายได้ราคาต่ำในรูปของปลาสด เนื่องจากมีอายุในการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นแม้จะมีความอุดมสมบูรณ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติ มีผลผลิตสัตว์น้ำรวมปริมาณมาก ก็ไม่ทำให้ชาวประมงมีรายได้ที่ดี เพราะ

ผลผลิตส่วนใหญ่ไม่สามารถจำหน่ายได้ในราคาที่เหมาะสม และชาวประมงไม่สามารถเป็นผู้กำหนดราคาได้

นอกจากนั้นนครสวรรค์ยังเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงปลาน้ำจืดมากเป็นลำดับต้นๆของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2546 ปริมาณสัตว์น้ำจืดที่จับได้ทั้งหมดของจังหวัดนครสวรรค์เท่ากับ 39,122 ตัน ในจำนวนนี้เป็นผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำถึง 30,506 ตัน (ศูนย์สารสนเทศกรมประมง, 2548) โดยปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) เป็นหนึ่งในชนิดของปลาที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงมากที่สุด เพราะเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว และเนื้ออร่อย นอกจากนี้ยังสามารถเลี้ยงได้ทั้งในบ่อและในกระชัง ลูกปลาสวายที่เกษตรกรนำมาเลี้ยงส่วนใหญ่ผลิตได้จากการฉีดฮอร์โมนผสมเทียม ซึ่งสถานีประมงบึงบอระเพ็ดประสบความสำเร็จในการเพาะพันธุ์โดยการฉีดฮอร์โมนผสมเทียมเป็นรายแรก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2509 (มะลิ, 2513) ในปัจจุบันนครสวรรค์จัดเป็นแหล่งใหญ่ในการผลิตลูกปลาสวายออกจำหน่ายทั่วประเทศ และยังเป็นแหล่งที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสวายเป็นจำนวนมากอีกด้วย

2.2 ผลกระทบปลาป่น

จากการที่นครสวรรค์เป็นแหล่งที่มีผลผลิตสัตว์น้ำเป็นจำนวนมาก หากสามารถทำการแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตสัตว์น้ำดังกล่าวแทนที่จะนำไปเป็นอาหารสัตว์หรือปล่อยให้เน่าเสียไป การแปรรูปในเวลาที่เหมาะสมจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีราคา และสามารถเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพ ราคาถูกสำหรับประชาชนในท้องถิ่น และประเทศ โดยสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบของอาหารอื่นได้หลายชนิด การแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาแห้งป่นสำหรับเป็นอาหารของมนุษย์เป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าปลาน้ำจืด โดยปกติแล้วพบว่าการผลิตปลาแห้งป่นส่วนใหญ่นิยมผลิตเป็นอาหารสัตว์มากกว่าอาหารมนุษย์ (จูอะดี และคณะ, 2539) เนื่องจากวัตถุดิบส่วนใหญ่ได้มาจากปลาทะเลที่เป็นผลพลอยได้จากการจับหรือที่เรียกว่าปลาเป็ดทำให้คุณภาพไม่ดี

ปลาแห้งป่น (dried ground fish) ในความหมายที่กระทรวงอุตสาหกรรมให้คำจำกัดความไว้คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาทั้งตัวที่รับประทานได้ ผ่านกรรมวิธีการทำให้สุก แห้ง และป่นหรือฟู การผลิตปลาแห้งป่นสำหรับอาหารมนุษย์มีขั้นตอนและวิธีการผลิตเช่นเดียวกับการทำปลาป่นเพื่อเป็นอาหารสัตว์ทุกประการ แต่วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตต้องมีคุณภาพดีและผลิตอย่างถูกสุขลักษณะ

กระบวนการผลิตปลาแห้งป่นมีขั้นตอนที่สำคัญคือ ขั้นตอนการทำให้สุก การอบแห้ง การระบายความร้อน การบดร่อนผ่านตะแกรงหยาบและละเอียด รวมถึงการบรรจุ (จูอะดี และมะลิ, 2539)

นงนุช (2538) ได้รายงานองค์ประกอบของปลาป่นแห้งสำหรับเป็นอาหารของมนุษย์ ดังนี้ โปรตีน ร้อยละ 67-75 ไขมัน ไม่เกินร้อยละ 10 ไคซีน เหลือร้อยละ 7 ของโปรตีน ฟลูออไรด์ ประมาณ 100 ส่วนในล้าน เกลือ ไม่เกินร้อยละ 3 จากรายงานที่พบเกี่ยวกับการผลิตปลาแห้งป่น เพื่อเป็นอาหารของมนุษย์นั้นจะใช้ปลาเป็ดที่มีคุณภาพดีเป็นวัตถุดิบในการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแห้งป่นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ฤดูกาลผลิต และกรรมวิธีการผลิต (จูอะดี และคณะ, 2539) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานปลาแห้งป่นไว้ดังนี้ ปลาแห้งป่นต้องมีลักษณะป่นหรือฟู ปลาแห้งป่นชนิดไม่ปรุงรสต้องมีโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนักอบแห้ง ถ้าไม่เกินร้อยละ 23 ความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ฟลูออรีนไม่เกิน 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับวัตถุดิบเสียที่อนุญาตให้ใช้ได้คือ กรดเบนโซอิก หรือโซเดียมเบนโซเอตหรือโพแทสเซียมเบนโซเอต กรดซอร์บิกหรือโพแทสเซียมซอร์เบต หรือแคลเซียมซอร์เบต อาจใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันได้ไม่เกิน 10000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่อนุญาตให้ใช้สืผสมอาหารทุกชนิด และยอมให้มีสารปนเปื้อน ได้แก่ ตะกั่ว ปรอทและสารหนู ในปริมาณไม่เกิน 1.0, 0.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับจูลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^5 โคโลนีต่อกรัม *E. coli* ต้องน้อยกว่า 3 ต่อกรัม ต้องไม่พบ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่าง 1 กรัม การตรวจคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ให้คะแนน 1-4 ตัวอย่างที่มีกลิ่นรสตามธรรมชาติของปลาหรือส่วนประกอบที่ใช้ทำดีมาก ได้คะแนน 4 มีกลิ่นรสพอดิ พอใช้และไม่ดี เช่น หืน คาวจัด ให้คะแนน 3, 2 และ 1 ตามลำดับ กลิ่นรสของตัวอย่างที่ได้มาตรฐานต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3 จากผู้ตรวจสอบอย่างน้อย 5 คน และปริมาณก้าง เกล็ด และครีบปลา ที่ป่นในผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก (มอก.700-2530) ปลาแห้งป่นที่มีคุณภาพดีควรมีระดับโปรตีนสูงและมีปริมาณเถ้าต่ำ ปราศจากสิ่งปลอมปน (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2530)

ส่วนในปลาน้ำจืด เนื่องจากปริมาณปลาน้ำจืดมีไม่มากเหมือนปลาทะเลในการที่จะจัดตั้งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมผลิตปลาป่น ชาวบ้านนิยมแปรรูปเป็นปลาแห้งเพื่อเก็บไว้บริโภคในครัวเรือน หรือทำเป็นปลาแห้งเสียบไม้เป็นอุตสาหกรรมครัวเรือน หรืออาจมีการจำหน่ายให้แก่โรงงานผลิตน้ำพริกที่ใช้ปลาแห้งเป็นส่วนประกอบ อาหารไทยหลายชนิดนอกเหนือจากน้ำพริก ก็มีปลาแห้งเป็นส่วนประกอบ เช่น แกงเลียง หรือยำปลาป่น

2.3 กระบวนการทำแห้ง

2.3.1 ความหมายของการทำแห้ง

การทำแห้งหรือการกำจัดน้ำ (drying) หมายถึง การใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในอาหาร โดยการระเหยน้ำหรือการระเหิดของแข็งในการอบแห้งแบบแช่แข็ง (freeze drying) กำจัดความชื้นนี้ไม่รวมถึงการกำจัดน้ำออกจากอาหารด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น การแยกโดยทางกล การทำให้ชื้นโดยใช้เมมเบรน เป็นต้น เนื่องจากในกระบวนการเหล่านี้มีการกำจัดน้ำน้อยกว่าการทำแห้ง(สมเพียร, 2542)

2.3.2 วัตถุประสงค์ของการทำแห้ง

วัตถุประสงค์ของการทำแห้งคือ ยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร โดยการลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ซึ่งมีผลยับยั้งการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ โดยทั่วไปอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการมักจะต่ำพอที่จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้นการลดน้ำหนักและปริมาณของอาหารจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและขนส่ง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค (สมเพียร, 2542)

2.3.3 ปริมาณน้ำอิสระกับคุณภาพอาหาร

ความชื้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียของอาหารมากที่สุด วิธีถนอมอาหารที่เก่าแก่ที่ เช่น การทำซัน การทำแห้ง การเติมเกลือหรือน้ำตาลก็อาศัยการลดความชื้น แต่ความชื้นไม่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์ต้องการเจริญเติบโตหรือปฏิกิริยาเคมีและชีวเคมีต้องการเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา ดังนั้นปริมาณความชื้นจึงไม่สามารถใช้เป็นดัชนีวัดความเสี่ยงของอาหารเหมือน pH ที่ใช้เป็นดัชนีวัดความเป็นกรด-ด่างของอาหาร การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมี จะถูกวัดโดยปริมาณน้ำในอาหารที่จุลินทรีย์ และปฏิกิริยาชีวเคมีสามารถนำไปใช้ได้ซึ่งจะบอกเป็นค่า a_w โดยทั่วไปอาหารที่เน่าเสียง่าย เช่น เนื้อสัตว์ ผักและผลไม้สดจะมีค่า a_w ใกล้ 1.0 อาหารที่ทนทานสามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องจะมีค่า a_w ในช่วง 0.00 - 0.90 ขึ้นกับชนิดของอาหาร อาหารที่มีความชื้นปานกลางจะมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.60 - 0.90 ซึ่งการยับยั้งจุลินทรีย์อาจต้องอาศัยการถนอมอาหารวิธีอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การใช้ความร้อนหรือการใช้สารกันเสีย เป็นต้น

2.3.4 กลไกการอบแห้ง

เมื่ออากาศร้อนถูกเป่าลงบนชิ้นอาหารที่เปียกชื้น ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปที่ผิวหน้าของอาหาร ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ จะทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำและแพร่กระจายผ่าน Boundary film ของอากาศและพาไอน้ำระเหยออกไป ทำให้ผิวนอกของอาหารจะมีความดันไอของไอน้ำลดลงเกิดความแตกต่างของความดันไอของน้ำระหว่างอากาศภายนอกกับความชื้นภายในชิ้นอาหารจึงเป็นแรงขับให้น้ำจากภายในเคลื่อนย้ายออกมาที่ผิวนอกของอาหารได้ (Fellows, 1993)

2.3.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

สภาพธรรมชาติของอาหารหรือคุณลักษณะของอาหารที่นำมาทำแห้ง เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดประการแรกที่มีผลต่ออัตราการทำแห้งของอาหาร ซึ่งสภาพธรรมชาติของอาหารนั้นจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับโครงสร้าง สภาพของน้ำในอาหาร และองค์ประกอบทางเคมีในอาหาร สภาพทางธรรมชาติของอาหารจะมีผลต่ออัตราการทำแห้งคือ ถ้าสภาพธรรมชาติของอาหารเอื้ออำนวยหรือสะดวกต่อการส่งผ่านความร้อนมายังโมเลกุลของน้ำในอาหารและง่ายต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำ จะทำให้อัตราการทำแห้งของอาหารชนิดนั้นเป็นไปได้เร็ว เมื่อพิจารณาสภาพธรรมชาติของอาหารในแง่โครงสร้างของอาหารนั้นจะมีผลต่ออัตราการทำแห้งคือ ถ้าอาหารมีโครงสร้างที่มีรูพรุนมากซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอาหารประเภทที่มีเส้นใยสูง เช่น พวผักใบต่าง ๆ สภาพดังกล่าวจะทำให้โมเลกุลของน้ำในอาหารเคลื่อนที่ออกไปได้ง่าย ทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้นแต่อย่างไรก็ตามอาหารที่มีรูพรุนมากเกินไปอาจจะทำหน้าที่เหมือนฉนวนนำความร้อนซึ่งอาจส่งผลทำให้อัตราการทำแห้งลดลงบ้างเนื่องจากการทำให้การส่งผ่านความร้อนไปยังโมเลกุลของน้ำในอาหารไม่ค่อยดีนัก ในด้านองค์ประกอบทางเคมีในสภาพธรรมชาติของอาหารก็มีความสำคัญและมีผลต่ออัตราการทำแห้งของอาหาร อาหารที่มีชนิดและความเข้มข้นของสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบต่างกันจะมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำและการส่งผ่านความร้อนไปยังโมเลกุลของน้ำต่างกันด้วยทำให้อัตราการทำแห้งต่างกันมากที่สุด

ขนาด รูปร่าง การเตรียม และการจัดเรียงของอาหาร อาหารที่จะนำมาทำแห้งมีขนาดและรูปร่างต่างกันจะมีผลต่ออัตราการทำแห้งของอาหาร โดยอาหารที่มีอากาศและรูปร่างที่ทำให้อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรอาหารมากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งผ่านความร้อนไปทั่วชิ้นอาหารเพื่อระเหยนํ้าออกจากอาหารได้ดีขึ้น (สุภรณ์, 2530)

สถานะในการทำแห้ง นอกจากธรรมชาติของอาหาร ขนาด รูปร่าง การเตรียม และการจัดเรียงอาหารซึ่งมีผลต่ออัตราการทำแห้งแล้ว สถานะของการทำแห้งด้วยวิธีการหรือเครื่องมือทำแห้งแบบต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยสำคัญมากประการหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการทำแห้งอาหารเนื่องจากถ้า

สภาวะการทำแห้งเอื้ออำนวยให้ประสิทธิภาพของการส่งผ่านความร้อนเข้าไปทำให้น้ำในอาหารเป็นไปได้ดีและในขณะเดียวกันทำให้น้ำหรือไอน้ำเคลื่อนที่ออกจากอาหารได้เร็วขึ้นจะเป็นผลทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้นซึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อสภาวะขณะทำแห้งอาหารได้แก่ อุณหภูมิ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่ออัตราการทำแห้งกล่าวคือถ้าตัวกลางที่ให้ความร้อนแก่น้ำในอาหารเช่น อากาศร้อนในเครื่องทำแห้งแบบตู้มีอุณหภูมิสูง จะมีผลทำให้อุณหภูมิในอากาศร้อนกับอุณหภูมิของน้ำในอาหารนั้นมีความแตกต่างกันมาก ให้ความร้อนส่งผ่านให้กับน้ำในอาหารได้ดี ซึ่งจะทำให้น้ำในอาหารเคลื่อนที่และระเหยออกจากอาหารได้ง่ายและทำให้อัตราการทำแห้งสูงขึ้น นอกจากอุณหภูมิแล้ว ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการทำแห้งไม่ว่าจะเป็นความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในบรรยากาศขณะทำแห้งด้วยการตากแดดหรือความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเครื่องทำแห้งแบบต่าง ๆ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศขณะทำแห้งมีค่าสูงจะมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำและการระเหยของไอน้ำออกจากชิ้นอาหารมาสู่อากาศโดยรอบนั้นเป็นไปได้ยากขึ้นเนื่องจากอากาศภายนอกนั้นมีปริมาณน้ำสูงอยู่แล้วโดยทั่วไปจึงเป็นผลให้อัตราการทำแห้งช้าลง นอกจากนั้นปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการทำแห้ง ได้แก่ ความดันของบรรยากาศ และความเร็วลม ซึ่งการทำแห้งอาหารโดยทั่วไปไม่ว่าจะเป็นการตากแดดหรือการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งจะทำแห้งที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือ 760 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งเป็นสภาพบรรยากาศปกติ อย่างไรก็ตามถ้าลดความดันของบรรยากาศขณะทำแห้งจะทำให้จุดเดือดของน้ำในอาหารลดลง ทำให้การเคลื่อนตัวและการระเหยของน้ำออกจากอาหารง่ายขึ้น และถ้าในขณะที่ทำแห้งอาหารถ้าบรรยากาศโดยรอบมีลมพัดผ่านจะช่วยให้น้ำและไอน้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าอาหารและระเหยออกจากผิวอาหารได้เร็ว ทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น

2.3.6 การเก็บรักษาอาหารแห้ง

อาหารแห้งที่เก็บที่ค่าวอเตอร์แอกวิตีต่ำกว่า 0.70 จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์แต่ทั้งนี้จะต้องรักษาค่าวอเตอร์แอกวิตีไม่ให้เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บ อย่างไรก็ตามยังมีการเสื่อมเสียอื่นๆ อีกทำให้ต้องเก็บอาหารแห้งที่ค่าวอเตอร์แอกวิตีต่ำกว่านี้มาก และควรหลีกเลี่ยงภาวะที่ส่งเสริมการเสื่อมเสียของอาหารแห้ง การเสื่อมเสียของอาหารแห้งเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

- การออกซิไดซ์เองเนื่องจากอากาศ มักเกิดจากไขมันทำให้เหม็นหืน เกิดกับวิตามินซีทำให้เสียคุณค่าทางอาหาร เกิดกับคลอโรฟิลล์ เอนโทไซยานิน ทำให้สีซีด เกิดกับน้ำมัน ระบายและสารให้กลิ่นทำให้กลิ่นเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงปัจจัยที่เสริมปฏิกิริยาคือแสงและอุณหภูมิ

- เนื่องจากเอนไซม์ที่อยู่ในอาหารแต่แรกหรือมาจากแหล่งอื่นภายหลังจึงต้องมีการทำลายเอนไซม์
- การเปลี่ยนสี เนื่องจากอนุมูลิ ควรรหลีกเลี่ยงโดยไม่เก็บในที่ร้อนหรือเก็บในที่ไม่มีอากาศถ่ายเท
- การเกาะจับตัวเป็นก้อน เนื่องจากดูความชื้นจากอากาศควรรหลีกเลี่ยงโดยการเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท

2.3.7 วิธีการทำแห้ง

2.3.7.1 การรมควัน

การรมควันเป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนควบคู่กับการใช้ควันไฟเพื่อให้ผลิตภัณฑ์แห้งและมีกลิ่นรสของควันไฟการรมควันอาจมีต้นกำเนิดมาจากชาวอินเดียแดงที่แขวนเนื้อสัตว์ไว้บนส่วนสูงของเต็นท์หรือ กระจง เมื่อติดไฟเพื่อใช้ความร้อน ควันไฟที่เกิดขึ้นได้ลอยไปเกาะที่ผิวเนื้อที่แขวนไว้ซึ่งช่วยทำให้รสชาติของเนื้อสัตว์ดีขึ้น การรมควันมีวัตถุประสงค์เพื่อ การถนอมรักษาเนื้อสัตว์โดยช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสดีขึ้น และป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนจากการออกซิไดส์ ผลิตภัณฑ์จะถูกทำให้สุกและรมควันไปด้วยกัน โดยความร้อนจะทำให้เนื้อสุก และควันจะทำให้เกิดสีน้ำตาลที่ คงตัวขึ้นบนผิวหนัง ของผลิตภัณฑ์ สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดโดยกรดอะมิโนอิสระจากโปรตีนหรือสาร ประกอบไนโตรเจนจะทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอกซิลจากน้ำตาลและสารคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ และสารประกอบต่าง ๆ ในควันไฟจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสเฉพาะตัวเกิดขึ้นควันไฟที่ดีจะได้มาจาก ไม้เนื้อแข็งไม้ที่นิยมใช้กันมากในยุโรป ได้แก่ ไม้จากต้นฮิกกอรี่ (hickory) แอปเปิล พลัม โอ๊ก และเมเปิล หรือไม้อื่นๆ ที่ไม่มียางสำหรับประเทศไทย นิยมใช้ขี้เลื่อยไม้สักหรือขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งต่างๆ หรืออาจใช้ขี้ข้าวโพด และกากอ้อยก็ได้ ควันไฟ ประกอบด้วยสารเคมีต่างๆมากกว่า 200 ชนิด ที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อนซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดกลิ่นรสและการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ดังนี้

ฟอร์มาลดีไฮด์	25 - 40	ppm
กรดฟอร์มิก	90 - 125	ppm
กรดอะซิติก	460 - 500	ppm
ฟีนอล	20 -30	ppm
คีโตน	190 -200	ppm
เรซินและแว็กซ์	> 1000	ppm

2.3.7.2 เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนแบบตู้หรือถาด (Traydryer)

เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนแบบตู้หรือถาด เป็นการทำให้แห้งโดยอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนประเภทพาความร้อนเป็นหลัก โดยส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องทำแห้งแบบนี้ ได้แก่ ตู้หรือห้องอบ แหล่งพลังงานความร้อน พัดลม ตัวกรองอากาศ และช่องระบายอากาศ โดยอาหารที่ต้องการทำให้แห้งที่ผ่านการเตรียมมาเรียบร้อยแล้วจะถูกจัดเรียงไว้ในถาด วางเรียงเป็นชั้นไว้ในตู้ ขณะที่เครื่องทำงานพัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกเข้าไปในเครื่องผ่านแผ่น กรองอากาศที่กรองพวกฝุ่นละอองและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่ปนเปื้อนมากับอากาศ อากาศที่กรองแล้วจะผ่านขดลวดให้ความร้อนทำให้เกิดกระแสลมซึ่งพัดผ่านอาหาร ความร้อนจากลมร้อนจะถ่ายเทให้น้ำในอาหารเพื่อให้น้ำกลายเป็นไอและระเหยออกจากผิวอาหาร ลมร้อนที่มีไอน้ำอยู่จะถูกปล่อยออกไปทางช่องระบายอากาศ ในขณะเดียวกันจะปล่อยให้ลมร้อนบางส่วนหมุนเวียนอยู่ในตู้เพื่อช่วยให้การถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำที่ยังอยู่ในอาหารรวมกับความร้อนที่เข้ามาใหม่

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

4.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

จากการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของปลาสด 3 ชนิดที่นำมาใช้ในการผลิตปลาแห้งแป้น คือ ปลาแขยงข้างลาย (*Mystus mysticetus*) (ภาพที่ 4.1) ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) (ภาพที่ 4.2) และปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) (ภาพที่ 4.3) พบว่า มีลักษณะของปลาสด คือ ผิวเป็นมัน มีเมือกใสบางๆหุ้มทั่วตัว ปลาที่มีเกล็ด เกล็ดแนบติดแน่นกับหนัง ท้องไม่แตก ตาใส ไม่ขาวขุ่น ฟันแน่นในเบ้าตา เหงือกสีแดงสด เนื้อแน่นกดแล้วไม่นุ่ม ไม่มีกลิ่นเน่า



ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะของปลาแขยงข้างลายสด



ภาพที่ 4.2 แสดงลักษณะของปลาสร้อยขาวสด



ภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะของปลาสวายสด

4.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ปลาสดแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันกล่าวคือ ปลาแซลมอนมีปริมาณโปรตีนและไขมันน้อยที่สุดโดยมีโปรตีนร้อยละ 15.87 ไขมันร้อยละ 1.24 และมีเถ้าร้อยละ 1.01 ความชื้นร้อยละ 82.34 ปลาสวายมีโปรตีน ร้อยละ 16.69 ไขมันร้อยละ 2.21 เถ้า ร้อยละ 0.97 และความชื้นร้อยละ 80.38 ส่วนปลาสวายมีโปรตีน และไขมันมากที่สุด ร้อยละ 20.48 และ 6.81 ตามลำดับ และมีเถ้าร้อยละ 1.15 ความชื้นร้อยละ 74.67 (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (กรัม/ 100 กรัม)		
	ปลาแซลมอน	ปลาสวาย	ปลาสวาย
โปรตีน	15.87	16.69	20.48
ไขมัน	1.24	2.21	6.81
เถ้า	1.01	0.97	1.15
ความชื้น	82.34	80.38	74.67

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดอะมิโนในปลาแซลมอนข้างลาย ปลาสวายขาว และปลาสวาย พบว่าปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acid) 8 ชนิด คือ Isoleucine มีค่าระหว่าง 531.93-781.81 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม Leucine มีค่าระหว่าง 1212.44-1402.84 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม Lysine มีค่าระหว่าง 962.60-1312.46 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม Methionine มีค่าระหว่าง 453.03-470.00 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม Phenylalanine มีค่าระหว่าง 650.33-734.02 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม Threonine มีค่าระหว่าง 521.22-610.10 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม Tryptophan มีค่าระหว่าง 336.60-374.51 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม และ Valine มีค่าระหว่าง 392.68-574.05 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม โดยปลาสวายมี ค่ากรดอะมิโนที่จำเป็นส่วนใหญ่สูงกว่าปลาแซลมอนข้างลาย และปลาสวายขาว (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ Amino acid profiles

รายการทดสอบ	ปริมาณ (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)				
	ปลาแซลมอน	ปลาสร้อย	ปลาซิว	ไก่*	หมู*
โปรตีน (กรัม/ 100 กรัม)	15.87	16.69	20.48	19.5	20.4
Amino acid profiles					
Alanine	813.14	982.56	805.78	1063	1027
Arginine	1002.82	1087.71	1222.95	1131	1172
Aspartic acid	2133.99	2112.22	2095.95	1677	1579
Glutamic acid	4016.02	3178.13	3945.81	2865	2737
Glycine	513.19	658.60	603.40	841	961
Histidine	317.31	484.80	437.54	251	440
Isoleucine	531.93	633.66	781.81	699	924
Leucine	1212.44	1276.56	1402.84	1401	1584
Lysine	976.98	962.60	1312.46	1501	1480
Methionine	470.00	459.26	453.03	506	448
Phenylalanine	650.33	668.50	734.02	807	697
Proline	520.86	619.24	672.98	725	800
Serine	489.84	426.79	472.58	743	705
Threonine	521.22	567.14	610.10	790	835
Tryptophan	374.51	336.60	367.30	280	263
Tyrosine	500.50	554.93	640.13	588	588
Valine	392.68	549.84	574.05	754	875

ที่มา * กองโภชนาการ, 2544

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันของปลาแขยงข้างลาย ปลาสร้อยขาว และปลา
 สวาย พบว่าปลาแขยงข้างลายมีกรดไขมันอิ่มตัว และไขมันไม่อิ่มตัวน้อยที่สุด คือ 680 และ 500
 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ปลาสวายมีกรดไขมันอิ่มตัว และไขมันไม่อิ่มตัวมากที่สุด
 คือ 3520 และ 2940 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ โดยปลาสวายมีปริมาณกรดไขมันที่มี
 ประโยชน์ คือ LA และ ALA สูงที่สุด คือ 210 และ 120 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ปลา
 สร้อยขาวมีปริมาณ AA และ DHA สูงที่สุด คือ 40 และ 30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และไม่
 พบกรดไขมัน EPA ในเนื้อปลาสดทั้งสามชนิด (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจสอบ Fatty acid composition

รายการทดสอบ	ปริมาณ (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)				
	ปลาแขยง	ปลาสร้อย	ปลาสวาย	ไก่*	หมู*
ไขมัน (กรัม/ 100 กรัม)	1.24	2.21	6.81	1.57	2.38
Fatty acid Composition					
Saturated Fat	680	1290	3520	489	878
Unsaturated fat	500	810	2940		
Monounsaturated fatty acid	340	560	2550	595	1036
Polyunsaturated fatty acid	150	250	390	365	402
cis-9,12-Linoleic acid (C18:2n6): LA	50	80	210	262	348
g-Linolenic acid (C18:3n6)	-	10	-	-	-
a-Linolenic acid (C18:3n3): ALA	40	80	120	-	-
cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)	10	10	10	-	-
cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	-	10	10	11	-
Arachidonic acid (C20:4n6): AA	30	40	10		
cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid(C20:5n3): EPA	-	-	-	-	-
4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid(C22:6n3): DHA	20	30	10	46	-

ที่มา *กองโภชนาการ, 2541

4.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียในเนื้อปลาสดพบว่า เนื้อปลาทั้งสามชนิดตรวจไม่พบแบคทีเรียหรือพบในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อการบริโภค ยกเว้นปลาแขยงสดที่พบเชื้อซาลโมเนลลากลุ่ม B นอกจากนั้นยังพบยีสต์และราในปลาสดทั้งสามชนิด (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจสอบจุลินทรีย์

จุลินทรีย์	วัตถุดิบ		
	ปลาแขยง	ปลาสร้อย	ปลาซิว
Coliform Bacteria	<3.0 MPN/g	<3.0 MPN/g	23 MPN/g
<i>Escherichia coli</i>	<3.0 MPN/g	<3.0 MPN/g	<3.0 MPN/g
<i>Salmonella</i> spp.	Detected/Gr.B	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 cfu/g	<10 cfu/g	<10 cfu/g
Yeast and mold	2.9×10^3 cfu/g	1.0×10^2 cfu/g	1.1×10^4 cfu/g
<i>Clostridium perfringens</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

4.2 ผลการศึกษาสถานะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปลาแขยงแห้งป่น

4.2.1 การศึกษาวิธีการและระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตปลาแขยงแห้งป่น

กระบวนการผลิตปลาแขยงแห้งป่น พบว่าวิธีการนั่งทั้ง 3 วิธีใช้เวลาในการทำให้ปลาแขยงสุกน้อยที่สุด วิธีย่างรมควันและวิธีอบใช้เวลาในการทำให้ปลาแขยงสุกและแห้งนานเท่ากัน ส่วนการทำแห้งโดยวิธีการผัดเป็นวิธีที่ใช้เวลาในการทำแห้งน้อยที่สุดแต่จะสิ้นเปลืองพลังงานและแรงงานคนมากที่สุด เพราะจะต้องคอยคนเนื้อปลาอยู่ตลอดเวลาและทำได้ครั้งละไม่มาก ส่วนการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนจะเป็นวิธีการทำแห้งที่ได้ผลดีและประหยัดแรงงานคนมากที่สุด (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบวิธีการและระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งปลาแขยง

วิธีการ	เวลาที่ใช้ในการทำให้สุก (ชั่วโมง)			% weight loss (หลังสุก)	วิธีการทำ แห้ง	เวลาที่ใช้ ทำแห้ง (ชั่วโมง)	% yield
	ย่าง	นึ่ง	อบ				
นึ่งอบ	-	15 นาที	-	37.28	ตู้อบไฟฟ้า	6 ½	8.60
นึ่งผัด	-	15 นาที	-	31.39	ผัด	2	7.27
นึ่งสมุนไพร	-	15 นาที	-	32.31	ตู้อบไฟฟ้า	7	8.64
ย่างรมควัน	2	-	-	27.91	ตู้อบไฟฟ้า	6	9.40
อบ	-	-	2	75.61	ตู้อบไฟฟ้า	7	8.24

4.2.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส และเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาแขยงแห้งแป้น

จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ปลาแขยงแห้งแป้นที่ได้จากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน 5 วิธี พบว่า ความแตกต่างทางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลาแขยงแห้งแป้นที่ได้จากการอบได้รับการยอมรับสูงกว่าวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ทุกด้าน คือ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม (ตารางที่ 4.6) โดยผลิตภัณฑ์ปลาแขยงแห้งแป้นจากทั้ง 5 วิธีมีค่าส่วนใหญ่ที่ได้จากการวัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.6 ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาแขยงแห้งแป้น

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
เนื้อปลานึ่งอบ	5.20 ^{bc}	5.48 ^{ab}	5.48 ^{bc}	5.96 ^b	5.72 ^b
เนื้อปลานึ่งผัด	5.68 ^{bc}	5.40 ^{ab}	5.72 ^{bc}	5.48 ^b	5.52 ^b
เนื้อปลานึ่งสมุนไพร	4.92 ^c	4.92 ^b	5.12 ^c	5.84 ^b	5.36 ^b
เนื้อปลาอย่างรมควัน	5.96 ^b	5.92 ^{ab}	6.40 ^{ab}	5.72 ^b	5.88 ^b
เนื้อปลาอบ	7.68 ^a	6.56 ^a	7.20 ^a	7.44 ^a	7.36 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าสีของเนื้อปลาแขยงแห้งแป้น

	ค่าสี				
	นึ่งอบ	นึ่งผัด	นึ่งสมุนไพร	ย่าง	อบ
L*	0.20±0.04 ^b	0.30±0.02 ^a	0.31±0.03 ^a	0.22±0.03 ^b	0.29±0.03 ^a
a*	-0.08±0.07 ^a	-0.05±0.05 ^a	-0.03±0.08 ^a	0.06±0.07 ^a	-0.09±0.07 ^a
b*	0.20±0.03 ^a	0.29±0.08 ^a	0.23±0.15 ^a	0.23±0.06 ^a	0.38±0.09 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาแขยงแห้งแป้นทั้ง 5 วิธี พบว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาแขยงแห้งแป้นที่ได้จากวิธีการอบ และนึ่งผัดมีปริมาณความชื้น และปริมาณเถ้า น้อยกว่าวิธีอื่น นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ปลาแขยงแห้งแป้นที่ได้จากวิธีการอบมีปริมาณน้อยที่สุด (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาแขยงแห้งแป้น

วิธีการ	องค์ประกอบทางเคมี (กรัม/ 100กรัม)		
	ความชื้น	น้ำอิสระ	เถ้า
นึ่งอบ	3.31±0.08	0.22±0.01	10.80±0.65
นึ่งผัด	2.65±0.39	0.25±0.02	6.11±0.15
นึ่งสมุนไพร	3.05±0.34	0.24±0.01	10.80±0.30
ย่างรมควัน	3.37±0.12	0.24±0.02	12.96±0.25
อบ	2.73±0.70	0.20±0.01	7.65±0.60

4.3 ผลการศึกษาสถานะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปลาสร้อยแห้งแป้น

4.3.1 การศึกษาวิธีการและระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตปลาสร้อยแห้งแป้น

กระบวนการผลิตปลาสร้อยแห้งแป้นโดยวิธีการนึ่งทั้ง 3 วิธีใช้เวลาน้อยที่สุด ในการทำให้ปลาสร้อยสุก วิธีการย่างรมควันใช้เวลาในการทำให้ปลาสร้อยสุกและแห้งนานกว่าวิธีอบ 1 ชั่วโมง ส่วนการทำแห้งโดยวิธีการผัดเป็นวิธีที่ใช้เวลาในการทำแห้งน้อยที่สุดแต่จะสิ้นเปลืองพลังงานและแรงงานคนมากที่สุด ส่วนการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนจะเป็นวิธีการทำแห้งที่ได้ผลดีและประหยัดแรงงานมากที่สุด (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบวิธีการและระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งปลาสร้อย

วิธีการ	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)			% weight loss (หลังสุก)	วิธีการทำแห้ง	เวลาที่ใช้	
	ย่าง	นึ่ง	อบ			ทำแห้ง (ชั่วโมง)	%yield
นึ่งอบ	-	15 นาที	-	26.33	ตู้อบลมร้อน	8	10.16
นึ่งผัด	-	15 นาที	-	29.41	ผัด	2	8.31
นึ่งสมุนไพร	-	15 นาที	-	26.66	ตู้อบลมร้อน	8	9.78
ย่างรมควัน	3	-	-	65.88	ตู้อบลมร้อน	4	10.18
อบ	-	-	2	75.00	ตู้อบลมร้อน	5 ½	9.19

4.3.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส และเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสร้อยแห้งแป้น

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสร้อยแห้งแป้นที่ได้จากการผลิตที่แตกต่างกัน 5 วิธี ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่างรมควันได้รับการยอมรับสูงกว่าวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ในทุกด้าน ทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม (ตารางที่ 4.10) โดยผลิตภัณฑ์ปลาสร้อยแห้งแป้นจากทั้ง 5 วิธี มีค่าสีส่วนใหญ่ที่ได้จากการวัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.10 ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสร้อยแห้งแป้น

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
เนื้อปลานึ่งอบ	5.00 ^b	5.08 ^b	5.04 ^b	5.48 ^{bc}	5.76 ^b
เนื้อปลานึ่งผัด	6.64 ^a	5.84 ^{ab}	5.80 ^b	6.00 ^{ab}	5.76 ^b
เนื้อปลานึ่งสมุนไพร	5.12 ^b	5.04 ^b	4.88 ^b	5.00 ^c	5.08 ^b
เนื้อปลาอย่างรมควัน	7.04 ^a	6.64 ^a	6.88 ^a	6.64 ^a	6.80 ^a
เนื้อปลาอบ	5.80 ^b	4.92 ^b	4.96 ^b	5.24 ^{bc}	5.24 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าสีของเนื้อปลาสร้อยแห้งแป้น

	ค่าสี				
	นึ่ง	นึ่งผัด	นึ่งสมุนไพร	ย่าง	อบ
L*	0.35±0.03 ^a	0.19±0.03 ^b	0.15±0.05 ^b	0.19±0.02 ^b	0.15±0.05 ^b
a*	-0.13±0.07 ^a	-0.06±0.05 ^a	0.03±0.04 ^a	0.04±0.12 ^a	0.01±0.10 ^a
b*	0.21±0.09 ^a	0.20±0.05 ^a	0.15±0.05 ^a	0.12±0.05 ^a	0.09±0.02 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่าผลิตภัณฑ์พลาสติกย่อยสลายได้จากวิธีการนึ่งแล้วอบมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด วิธีการนึ่งสมุนไพรมีปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด และวิธีการนึ่งแล้วอบมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อพลาสติกย่อยสลายได้

วิธีการ	องค์ประกอบทางเคมี (กรัม/ 100กรัม)		
	ความชื้น	น้ำอิสระ	เถ้า
นึ่ง อบ	0.98±0.05	0.17±0.02	5.47±0.50
นึ่ง ผัด	2.79±0.56	0.29±0.00	9.48±0.84
นึ่งสมุนไพร	1.41±0.29	0.14±0.03	6.25±0.45
ย่างรมควัน	1.14±0.08	0.16±0.01	6.54±0.57
อบ	1.16±0.36	0.18±0.01	6.26±0.37

4.4 ผลการศึกษาสถานะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตพลาสติกย่อยสลายได้

4.4.1 การศึกษาวิธีการและระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตพลาสติกย่อยสลายได้

กระบวนการผลิตพลาสติกย่อยสลายได้โดยวิธีการนึ่งทั้ง 3 วิธีใช้เวลาที่น้อยที่สุด ในการทำให้พลาสติกสุก วิธีการย่างรมควันใช้เวลาในการทำให้พลาสติกสุกและแห้งนานที่สุดเนื่องจากพลาสติกมีขนาดใหญ่จึงใช้เวลาในการย่างนานขึ้น ส่วนการทำแห้งโดยวิธีการผัดเป็นวิธีที่ใช้เวลาในการทำแห้งน้อยที่สุดแต่จะสิ้นเปลืองพลังงานและแรงงานคนมากที่สุด เพราะจะต้องคอยคนเนื้อพลาสติกตลอดเวลาและทำได้ครั้งละไม่มาก ส่วนการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนจะเป็นวิธีการทำแห้งที่ได้ผลดีและประหยัดแรงงานมากที่สุด (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบวิธีการและระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งปลาสด

วิธีการ	เวลาที่ใช้ในการทำให้สุก (ชั่วโมง)			% weight loss (หลังสุก)	วิธีการทำ แห้ง	เวลาที่ใช้ ทำแห้ง (ชั่วโมง)	%yield
	ย่าง	นึ่ง	อบ				
นึ่งอบ	-	20 นาที	-	24.43	ตู้อบไฟฟ้า	7	7.54
นึ่งผัด	-	20 นาที	-	15.34	ผัด	2	9.37
นึ่งสมุนไพร	-	20 นาที	-	17.92	ตู้อบไฟฟ้า	7	7.55
ย่างรมควัน	4 ½	-	-	55.03	ตู้อบไฟฟ้า	5	7.07
อบ	-	-	2	72.25	ตู้อบไฟฟ้า	5	7.43

4.4.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส และเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสดแห้ง

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสดแห้งจากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันทั้ง 5 วิธี พบว่า ปลาสดแห้งที่ได้จากวิธีการนึ่งผัดมีคะแนนการยอมรับสูงกว่าวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ทุกด้านทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม (ตารางที่ 4.14) ส่วนการวิเคราะห์ค่าสี L^* และค่าสี a^* ของเนื้อปลาสดแห้งในแต่ละวิธีมีค่าไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าสี b^* ในแต่ละวิธีแตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิธีการอบมีค่าสี b^* มากที่สุดแสดงให้เห็นว่าเนื้อปลาสดแห้งในวิธีการอบเหลืองมากที่สุด (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.14 ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสาวยแห้งแป้น

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
เนื้อปลานึ่งอบ	5.76 ^b	5.32 ^b	6.24 ^{ab}	6.08 ^{ab}	6.24 ^b
เนื้อปลานึ่งผัด	7.04 ^a	6.56 ^a	6.92 ^a	7.00 ^a	7.24 ^a
เนื้อปลานึ่งสมุนไพร	5.80 ^b	5.68 ^b	6.48 ^{ab}	6.28 ^{ab}	6.36 ^b
เนื้อปลาขยำรมควัน	5.08 ^{bc}	5.60 ^b	5.76 ^{bc}	5.44 ^{bc}	5.64 ^{bc}
เนื้อปลาอบ	4.80 ^c	5.12 ^b	5.08 ^c	4.72 ^c	5.16 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบค่าสีของเนื้อปลาสาวยแห้งแป้น

	ค่าสี				
	นึ่ง	นึ่งผัด	นึ่งสมุนไพร	ขยำ	อบ
L*	0.25±0.04 ^a	0.33±0.02 ^a	0.37±0.04 ^a	0.34±0.02 ^a	0.30±0.23 ^a
a*	-0.05±0.16 ^a	-0.03±0.12 ^a	-0.06±0.05 ^a	-0.06±0.08 ^a	0.01±0.03 ^a
b*	0.20±0.10 ^b	0.37±0.06 ^{ab}	0.37±0.02 ^{ab}	0.33±0.13 ^b	0.57±0.04 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาสดแห้งป่นที่ได้จากวิธีการอบมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด วิธีการนึ่งสมุนไพรมีปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด และวิธีการย่างรมควันมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาสดแห้งป่น

วิธีการ	องค์ประกอบทางเคมี (กรัม/ 100กรัม)		
	ความชื้น	น้ำอิสระ	เถ้า
นึ่งอบ	2.84±0.47	0.23±0.03	5.61±0.56
นึ่งผัด	2.04±0.33	0.37±0.04	4.75±0.38
นึ่งสมุนไพร	3.05±0.34	0.21±0.05	5.23±0.36
ย่างรมควัน	2.98±1.18	0.25±0.02	4.31±0.59
อบ	1.67±0.17	0.30±0.05	4.46±0.36

4.5 ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแห้งป่น

4.5.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

ผลิตภัณฑ์ปลาแห้งป่นจากปลาทั้งสามชนิดจากวิธีการที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ ปลาแซลมอนแห้งป่นใช้วิธีอบ ปลาสร้อยขาวใช้วิธีย่างรมควัน ส่วนปลาสดใช้วิธีนึ่งแล้วผัด พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาแห้งป่นจากปลาทั้งสามชนิดมีลักษณะป่นหรือฟู มีกลิ่น เกล็ด และครีบป่นอยู่ไม่เกินร้อยละ 1 ตรงตามลักษณะปลาแห้งป่นที่ได้มาตรฐาน โดยปลาแซลมอนแห้งป่นมีสีคล้ำกว่าปลาสร้อยขาวและปลาสดเนื่องจากมีส่วนของหนังปลาอยู่ด้วย (ภาพที่ 4.4) ปลาสร้อยขาวแห้งป่นมีสีเนื้อปลาสวยกว่าปลาแซลมอน (ภาพที่ 4.5) ส่วนปลาสดเนื้อมีสีขาวเพราะเป็นปลาที่สามารถลอกเอาส่วนหนังออกในกระบวนการผลิต และปลาแห้งป่นที่ได้จะมีลักษณะฟูมากกว่าปลาแซลมอนและปลาสร้อย (ภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์ปลาแขยงแห้งป่นโดยวิธีการอบ



ภาพที่ 4.5 ผลิตภัณฑ์ปลาสร้อยขาวแห้งป่นโดยวิธีการย่างรมควัน



ภาพที่ 4.6 ผลึกภัณฑ์ปลาสดแช่แข็งปนโดยวิธีการนึ่งผัด

4.5.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์พบว่าผลึกภัณฑ์ปลาสดแช่แข็งปนมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือร้อยละ 81.17 และมีปริมาณไขมันกับปริมาณเถ้าที่น้อยที่สุด คือ ร้อยละ 7.35 และ 5.14 ตามลำดับ ส่วนผลึกภัณฑ์ปลาสดแช่แข็งปนและผลึกภัณฑ์ปลาแช่แข็งปนมีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 76 ปลาสดแช่แข็งปนมีปริมาณไขมันมากที่สุด คือร้อยละ 11.67 ส่วนปริมาณเถ้าของปลาแช่แข็งและปลาสดแช่แข็งปนใกล้เคียงกัน คือประมาณร้อยละ 9 (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.17 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาสดแช่แข็งปน

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (กรัม/ 100 กรัม)		
	ปลาแช่แข็งปน	ปลาสดแช่แข็งปน	ปลาสดแช่แข็งปน
โปรตีน	76.18	76.44	81.17
ไขมัน	10.85	11.67	7.35
เถ้า	9.21	9.79	5.14
ความชื้น	3.61	3.81	4.39

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดอะมิโนพบว่าปลาชเวตแห้งป่นซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลาแขยง และปลาสร้อยแห้งป่น มีกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ Isoleucine Leucine Methionine และ Valine สูงที่สุด ขณะที่ปลาสร้อยแห้งป่นมีปริมาณ Lysine สูงที่สุด และปลาแขยงแห้งป่นมีปริมาณ Phenylalanine Threonine และ Tryptophan สูงที่สุด (ตารางที่ 4.18)

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ Amino acid profiles

รายการทดสอบ	ปริมาณ (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)		
	ปลาแขยงแห้งป่น	ปลาสร้อยแห้งป่น	ปลาชเวตแห้งป่น
โปรตีน (กรัม/ 100 กรัม)	76.18	76.44	81.17
Amino acid profiles			
Alanine	4204.52	4930.87	5440.52
Arginine	5125.24	4878.40	5385.15
Aspartic acid	8735.36	9102.56	12762.64
Glutamic acid	14160.07	11610.40	12132.32
Glycine	3736.01	4511.88	3644.35
Histidine	1227.51	1582.26	1042.14
Hydroxyproline	454.28	311.78	-
Isoleucine	3641.99	3264.78	4044.27
Leucine	3204.18	6068.98	7312.84
Lysine	4657.29	5839.97	5344.12
Methionine	2294.38	2126.33	2333.02
Phenylalanine	3633.61	3297.83	3363.49
Proline	3812.98	3588.57	3686.51
Serine	3581.60	2760.62	3350.20
Threonine	3926.42	3021.02	3836.24
Tryptophan	1830.83	942.64	979.13
Tyrosine	2526.42	2295.78	2380.87
Valine	3430.72	3103.86	4625.11

สำหรับองค์ประกอบของกรดไขมัน พบว่าปลาทรายแห้งป่นซึ่งมีปริมาณไขมันน้อยกว่าปลาแขวงและปลาสร่อยแห้งป่น มีกรดไขมันที่อิ่มตัวในปริมาณน้อยที่สุด ปลาสร่อยแห้งป่นมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณมากที่สุด และมีกรดไขมันที่มีประโยชน์ เช่น α -Linolenic acid (ALA) Arachidonic acid (AA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) ในปริมาณสูงที่สุด ขณะที่ปลาทรายแห้งป่นมีปริมาณ Linoleic acid (LA) สูงที่สุด และปลาแขวงแห้งป่นมีปริมาณ Eicosapentaenoic acid (EPA) สูงที่สุด (ตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ Fatty acid composition

รายการทดสอบ	ปริมาณ (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)		
	ปลาแขวงแห้งป่น	ปลาสร่อยแห้งป่น	ปลาทรายแห้งป่น
ไขมัน (กรัม/ 100 กรัม)	10.85	11.67	7.35
Fatty acid Composition			
Saturated Fat	6840	6220	3560
Unsaturated fat	3460	4880	3430
Monounsaturated fatty acid	2780	2440	2370
Polyunsaturated fatty acid	680	2450	1060
cis-9,12-Linoleic acid (C18:2n6): LA	230	530	580
g-Linolenic acid (C18:3n6)	10	70	10
α -Linolenic acid (C18:3n3): ALA	190	730	90
cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)	30	90	70
cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	30	40	10
Arachidonic acid (C20:4n6): AA	60	320	120
cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid(C20:5n3): EPA	70	20	20
4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid(C22:6n3): DHA	30	610	110

4.5.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์

ผลิตภัณฑ์ปลาแห้งป่นทั้งสามชนิดพบว่ามีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่ไม่เกินที่กฎหมายกำหนด (ตารางที่ 4.20)

ตารางที่ 4.20 ผลการตรวจสอบจุลินทรีย์

จุลินทรีย์	ผลิตภัณฑ์		
	ปลาแขยงแห้งป่น	ปลาสร้อยแห้งป่น	ปลาสาวยแห้งป่น
Coliform Bacteria	<3.0 MPN/g	<3.0 MPN/g	<3.0 MPN/g
<i>Escherichia coli</i>	<3.0 MPN/g	<3.0 MPN/g	<3.0 MPN/g
<i>Salmonella</i> spp.	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 cfu/g	<10 cfu/g	<10 cfu/g
Yeast and mold	1.0×10 ³ cfu/g	<10 cfu/g	1.0×10 ³ cfu/g
<i>Clostridium perfringens</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

4.6 ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมายและการติดตามประเมินผลสัมฤทธิ์

จากการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ชาวประมงและเกษตรกรในกลุ่มเป้าหมาย 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลทับกฤช จำนวน 4 หมู่บ้าน และตำบลพันลาน จำนวน 7 หมู่บ้าน พบว่าชาวประมงและเกษตรกรสามารถเรียนรู้และเข้าใจกระบวนการผลิตปลาแห้งให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมได้ สามารถทดสอบลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ได้ด้วยตนเอง และสามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบรายได้ที่เกิดจากการจำหน่ายผลผลิตสัตว์น้ำสด และ ผลิตภัณฑ์ปลาแห้งซึ่งพบว่าเมื่อปลาสดมีราคาต่ำการผลิตปลาแห้งป่นสามารถเพิ่มรายได้ให้กับชาวประมงและเกษตรกรได้

จากการติดตามประเมินผลสัมฤทธิ์ พบว่า ชาวประมง และผู้เลี้ยงปลาสาวย หมู่ 1 หมู่ 5 และ หมู่ 6 ตำบลพันลาน และผู้เลี้ยงปลาสาวย หมู่ 6 ตำบลทับกฤช มีการรวมกลุ่มเพื่อทดลองผลิตปลา

แห้งปนตามที่ได้รับการอบรม นอกจากนั้นยังนำปลาปนที่ได้มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ตามที่ได้รับคำแนะนำในระหว่างการศึกษาครั้งนี้

ชาวประมงหมู่ 1 ตำบลพันลาน ทำผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องจากปลาสวายแห้งปน (ภาพที่ 4.7)

ชาวประมงหมู่ 5 ตำบลพันลาน ทำผลิตภัณฑ์น้ำพริกตาแดงจากปลาสวายแห้งปน (ภาพที่ 4.8)

ชาวประมงหมู่ 6 ตำบลพันลาน ทำผลิตภัณฑ์น้ำพริกตาแดงจากปลาสวายแห้งปน (ภาพที่ 4.9 ก) และน้ำพริกนรกจากปลาแขยงย่างปน (ภาพที่ 4.9 ข)

เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสวาย หมู่ 6 ตำบลทับกฤช ทำผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก (ภาพที่ 4.10 ก) และน้ำพริกเผาจากปลาสวายแห้งปน (ภาพที่ 4.10 ข)



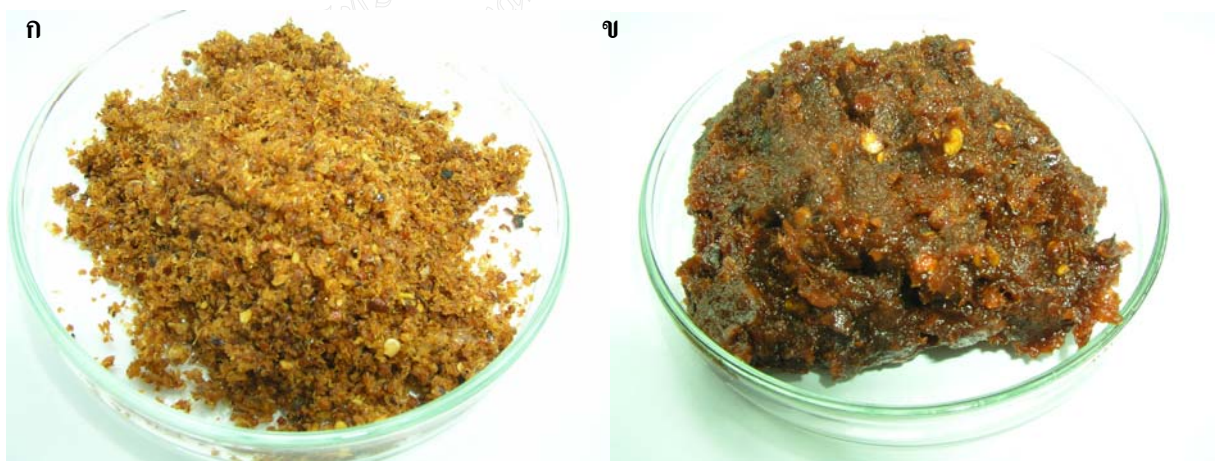
ภาพที่ 4.7 ผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องจากปลาสวายแห้งปนของชาวประมงหมู่ 1 ตำบลพันลาน



ภาพที่ 4.8 ผลิตภัณฑ์น้ำพริกตาแดงจากปลาสวายแห้งปนของชาวประมงหมู่ 5 ตำบลพันลาน



ภาพที่ 4.9 ผลิตกัณฑ์น้ำพริกตาแดงจากปลาซวายแห้งป่น (ก)
และน้ำพริกนรกจากปลาแขยงแห้งป่น (ข) ของชาวประมงหมู่ 6 ตำบลพันลาน



ภาพที่ 4.10 ผลิตกัณฑ์น้ำพริกนรก (ก) และน้ำพริกเผา (ข) จากปลาซวายแห้งป่นของเกษตรกรผู้
เลี้ยงปลาซวาย หมู่ 6 ตำบลทับกฤช

4.6 การอภิปรายผล

จากการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของปลาน้ำจืด 3 ชนิด คือปลาแขยงข้างลาย ปลาสร้อย ซึ่งได้จากการทำการประมงในบึงบอระเพ็ด และปลาสาวยจากการเพาะเลี้ยง พบว่า ปริมาณโปรตีนในปลาสาวยมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในเนื้ออกไก่ และเนื้อสันในหมู (ตารางที่ 4.2) (กองโภชนาการ, 2544) แต่ปลาจะมีราคาถูกกว่าไก่ และหมูประมาณร้อยละ 60- 70 นอกจากนั้นยังพบว่า ปลาที่มีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างได้ ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น เช่น Isoleucine Leusine และ Methionine ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับเนื้อหมู และ เนื้อไก่ และพบว่าในเนื้อปลาสดทั้งสามชนิดมี Tryptophan ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของทารก ช่วยให้นอนหลับเป็นปกติ สูงกว่าในเนื้อหมูและเนื้อไก่ สำหรับปริมาณไขมันในปลาแขยงและปลาสร้อยขาว พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกับเนื้ออกไก่ และเนื้อสันในหมู ส่วนในปลาสาวยมีไขมันสูงกว่าเนื่องจากปลาสาวยเป็นปลาที่มีไขมันมาก จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่าในเนื้อปลาที่มีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนกลุ่มโอเมก้า-3 เช่น ALA, EPA และ DHA กลุ่มโอเมก้า-6 เช่น AA สูงกว่าในเนื้อไก่และเนื้อหมู จึงถือได้ว่าปลาน้ำจืดทั้งสามชนิดเป็นอาหารที่ดีมีประโยชน์ เป็นแหล่งของอาหารที่มีโปรตีนสูง มีไขมันชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และราคาถูกเหมาะสมสำหรับเด็กที่กำลังเจริญเติบโต และผู้มีรายได้น้อยที่อาศัยอยู่ในชนบทสามารถหามารับบริโภคได้ง่าย

ผลจับปลาสดจากแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีปริมาณมากในช่วงฤดูฝน หรือช่วงฤดูน้ำหลาก ทำให้ปลามีราคาถูก เหมาะสมที่จะนำมาแปรรูปเพื่อเก็บไว้บริโภคในเวลาที่มีราคาแพงขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การผลิตปลาแห้งป่นเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถทำให้มีผลิตภัณฑ์จากปลาที่ยังคงรักษาคุณค่าอาหาร และสะดวกในการนำมาบริโภค

กระบวนการผลิตปลาแขยงแห้งป่นพบว่าวิธีการนี้ เป็นวิธีที่กะเนื้อปลาออกจากก้างได้ยาก เนื่องจากปลาแขยงตัวเล็ก เนื้อน้อยจึงแยกลำบาก และวิธีการอบก็กะเนื้อออกจากก้างได้ยาก เนื่องจากเนื้อปลาจะแห้งติดกับก้าง วิธีการย่างรมควัน เป็นวิธีที่กะเนื้อออกจากก้างได้ง่ายที่สุด แต่วิธีการอบ (ด้วยตู้อบเบเกอร์) เป็นวิธีการที่ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันน้อยกว่าวิธีอื่น ดังนั้นวิธีการอบจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการผลิตปลาแขยงแห้งป่น

ส่วนกระบวนการผลิตปลาสร้อยแห้งพบว่า วิธีการอบ เป็นวิธีที่แยกก้างออกได้ยาก เนื่องจากปลาแห้งมาก เนื้อปลาจะติดกับก้างเป็นส่วนใหญ่ ส่วนวิธีการย่างรมควันทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด นอกจากนั้นก็มีปริมาณความชื้น น้ำอิสระ และ เถ้าใกล้เคียงกับวิธีอบ แต่น้อยกว่าวิธีนึ่งผัด ดังนั้นวิธีการย่างรมควันจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการผลิต ปลาสร้อยแห้ง

สำหรับกระบวนการผลิตปลาสาวยแห้งพบว่า วิธีการนึ่ง เป็นวิธีที่แยกเนื้อออกจากก้าง ไขมัน และหนังได้ง่ายที่สุด วิธีการย่างรมควัน เป็นวิธีที่แยกเนื้อออกจากก้าง ไขมัน และหนังได้ยากเพราะเนื้อจะแห้งติดกับหนัง ส่วนวิธีการนึ่งผัดใช้เวลาในการผลิตน้อยที่สุด นอกจากนั้นยังเป็น วิธีการที่ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณ ความชื้นและเถ้าต่ำ ดังนั้นวิธีการนึ่งผัดจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการผลิตปลาสาวยแห้ง

ผลิตภัณฑ์ปลาป่นที่ได้จากเนื้อปลาทั้งสามชนิด จัดเป็นปลาป่นที่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด ใน มอก.700-2530 กล่าวคือ มีลักษณะป่นหรือฟู มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับ ปราศจากสิ่งปลอมปน มี ก้าง เกล็ด หรือครีบปลาปนอยู่ในผลิตภัณฑ์ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 65 ของน้ำหนักแห้ง ความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 และเถ้าไม่เกินร้อยละ 23 ของน้ำหนักอบแห้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2530) จากผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ปลาป่นที่ได้จาก เนื้อปลาทั้ง 3 ชนิด ของบริษัท ห้างปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่าจุลินทรีย์ และเชื้อรา มีไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด มีค่าโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ 76.2-81.2 ความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 3.6-4.4 เถ้าอยู่ระหว่างร้อยละ 5.1-9.8 ซึ่งจัดเป็นปลาป่นที่มีคุณภาพสูงกว่าปลาป่นไท-ไท ที่ทำจาก ปลาหน้าดินจากการศึกษาของ เริงฤดี และพรรณทิพย์ (2531) ที่พบว่าปริมาณโปรตีน และ ความชื้น เท่ากับร้อยละ 68.2 และ 13.0 ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาป่นจากปลา น้ำจืดที่ทำการศึกษามีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลาป่นเกรด 1 ที่ผลิตจากปลาทะเลคุณภาพดีจาก โรงงานในจังหวัดปัตตานีจากการสำรวจของ จูอะดี และคณะ (2539) ซึ่งพบว่าปริมาณโปรตีนจาก ปลาหลังเขียว ปลาทุ ปลาข้างเหลือง และปลาเป็ดที่มีคุณภาพดีมีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ 61.0-68.8 และมีปริมาณเถ้าอยู่ระหว่างร้อยละ 14.3-20.0 เมื่อพิจารณาปริมาณไขมันพบว่า ผลิตภัณฑ์ ปลาป่นจากปลาน้ำจืดที่ทำการศึกษามีปริมาณของไขมันใกล้เคียงกับมันจากปลาป่นเกรด 1 จาก โรงงานในจังหวัดปัตตานีซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 8.9-14.9 (จูอะดี และคณะ, 2539) และพบว่าใน ปลาป่นจากปลาน้ำจืดมีค่าสัดส่วนกรดไขมันต่อปริมาณไขมันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีประโยชน์ ต่อร่างกาย ชนิด Linoleic Acid (AA) และ α -Linolenic Acid (ALA) อยู่ระหว่างร้อยละ 2.1-7.9 และ

1.2-6.3 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าปลาปนเกรด 1 จากปลาทะเล ที่มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.3-1.7 และ 0.5-0.5 ตามลำดับ (จูอะดี และคณะ, 2539) แต่ปลาปนจากปลาทะเลจะมีค่าของกรดไขมันชนิด Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) อยู่ระหว่างร้อยละ 3.2-5.6 และ 9.2-23.8 ตามลำดับ (จูอะดี และคณะ, 2539) ซึ่งสูงกว่าปลาปนจากปลาน้ำจืดที่ศึกษาที่มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.2-0.6 และ 0.3-5.2 ตามลำดับ

ในการผลิตปลาแห้งปนจากปลาน้ำจืดทั้ง 3 ชนิด เลือกที่จะผลิตโดยวิธีการที่ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง หรือเครื่องมือที่มีราคาแพง เนื่องจากมีความประสงค์ที่จะเผยแพร่ผลงานวิจัยให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาน้ำจืด ชาวประมง หรือชาวบ้านที่สามารถจับปลาได้เป็นจำนวนมากในบางฤดูกาล ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน หรือเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์จากปลาปน จากการศึกษาพบว่าควรผลิตปลาแห้งปนจากเนื้อปลาเท่านั้น ไม่ต้องมีส่วนผสมของหนัง (กรณีที่เป็นปลาที่สามารถแยกหนังออกง่าย เช่น ปลาสาวย) หรือก้างและกระดูก เนื่องจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาปนมีคุณภาพดี มีอายุในการเก็บรักษายาวนานโดยสามารถเก็บในอุณหภูมิปกติ

การฝึกอบรมถ่ายทอดวิธีการผลิตปลาแห้งปนจากการศึกษาแก่ชาวประมง และเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสาวย พบว่า เกษตรกรให้ความสนใจและได้รับความรู้ในการแปรรูปปลาสดที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น ราคาต่ำ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน และมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีภูมิปัญญาท้องถิ่นในเรื่องการทำปลา เช่น การเอาอวัยวะภายในออก และการทำแห้ง เช่น การย่างรมควันอยู่แล้ว เมื่อได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการฝึกอบรมก็สามารถประยุกต์ใช้กับภูมิปัญญาเดิมที่มีอยู่ได้เป็นอย่างดี และมีความสนใจในการรวมกลุ่มกันเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์จากปลาปน แต่เนื่องจากช่วงการฝึกอบรมไม่ใช่ฤดูกาลที่มีปลาราคาถูก จึงทำได้เพียงการทดลองผลิตเท่านั้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตปลาแห้งป่น

3.1.1 ศึกษาการเตรียมและวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ (ปลาสร้อยขาว ปลาแขยง และปลา
สวาย)

สุ่มตัวอย่างวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองมาตรวจสอบคุณภาพ โดยการวิเคราะห์ค่าต่างๆ
ดังต่อไปนี้

- คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความสดของปลา
- คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณ โปรตีน ปริมาณไขมัน
และปริมาณเถ้า
- คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ Coliform Bacteria *Escherichia coli*
Salmonella spp. *Staphylococcus aureus* Yeast and mold และ
Clostridium perfringens

3.1.2 ศึกษาสถานะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปลาแห้งป่น

กระบวนการผลิตปลาแห้งป่นมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชั่งน้ำหนักปลาสด

ขั้นที่ 2 เอาอวัยวะภายในออก ขอดเกล็ดล้างเมือกและเลือดด้วยน้ำสะอาด

ขั้นที่ 3 ทำความสะอาด ด้วยน้ำเกลือ 15% ที่ผสมน้ำแข็ง จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด

ขั้นที่ 4 ศึกษาวิธีการผลิตปลาแห้งป่นโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน 5 วิธีดังต่อไปนี้

3.1.2.1 การผลิตปลาแห้งป่นโดยวิธีนึ่งแล้วนำมาอบแห้ง

นำปลาที่ผ่านกระบวนการในขั้นที่ 1-3 ดังรายละเอียดข้างต้นมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วแยกเนื้อปลากับก้างออกจากกัน นำเนื้อปลาที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 3.1

3.1.2.2 การผลิตปลาแห้งป่นโดยวิธีนึ่งแล้วนำมาผัด

นำปลาที่ผ่านกระบวนการในขั้นที่ 1-3 ดังรายละเอียดข้างต้นมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วแยกเนื้อปลากับก้างออกจากกัน นำเนื้อปลาไปผัดในกระทะ ดังแสดงในภาพที่ 3.2

3.1.2.3 การผลิตปลาแห้งป่นโดยวิธีนึ่งสมุนไพรแล้วนำมาอบแห้ง

นำปลาที่ผ่านกระบวนการในขั้นที่ 1-3 ดังรายละเอียดข้างต้นมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที โดยใส่สมุนไพร ได้แก่ ตะไคร้ และใบมะกรูดบนตัวปลา ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วแยกเนื้อปลากับก้างออกจากกัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 3.3

3.1.2.4 การผลิตปลาแห้งป่นโดยการรมควัน

นำปลาที่ผ่านกระบวนการในขั้นที่ 1-3 ดังรายละเอียดข้างต้นมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำปลาไปวางเรียงบนตะแกรงเหล็ก โดยใช้เตาถ่านที่มีแผ่นสังกะสีปิดด้านบนของเตาจนกระทั่งปลาแห้งและมีสีเหลืองทอง ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วแยกเนื้อและก้างออกจากกัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 3.4

3.1.2.5 การผลิตปลาแห้งป่นโดยวิธีการอบ

นำปลาที่ผ่านกระบวนการในขั้นที่ 1-3 ดังรายละเอียดข้างต้นมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปวางเรียงบนตะแกรงเหล็กแล้วนำไปอบในตู้อบเบเกอรี่ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนเนื้อปลาสุก ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วแยกเนื้อและก้างออกจากกัน นำปลาที่ได้ไปอบต่อโดยใช้ตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 3.5

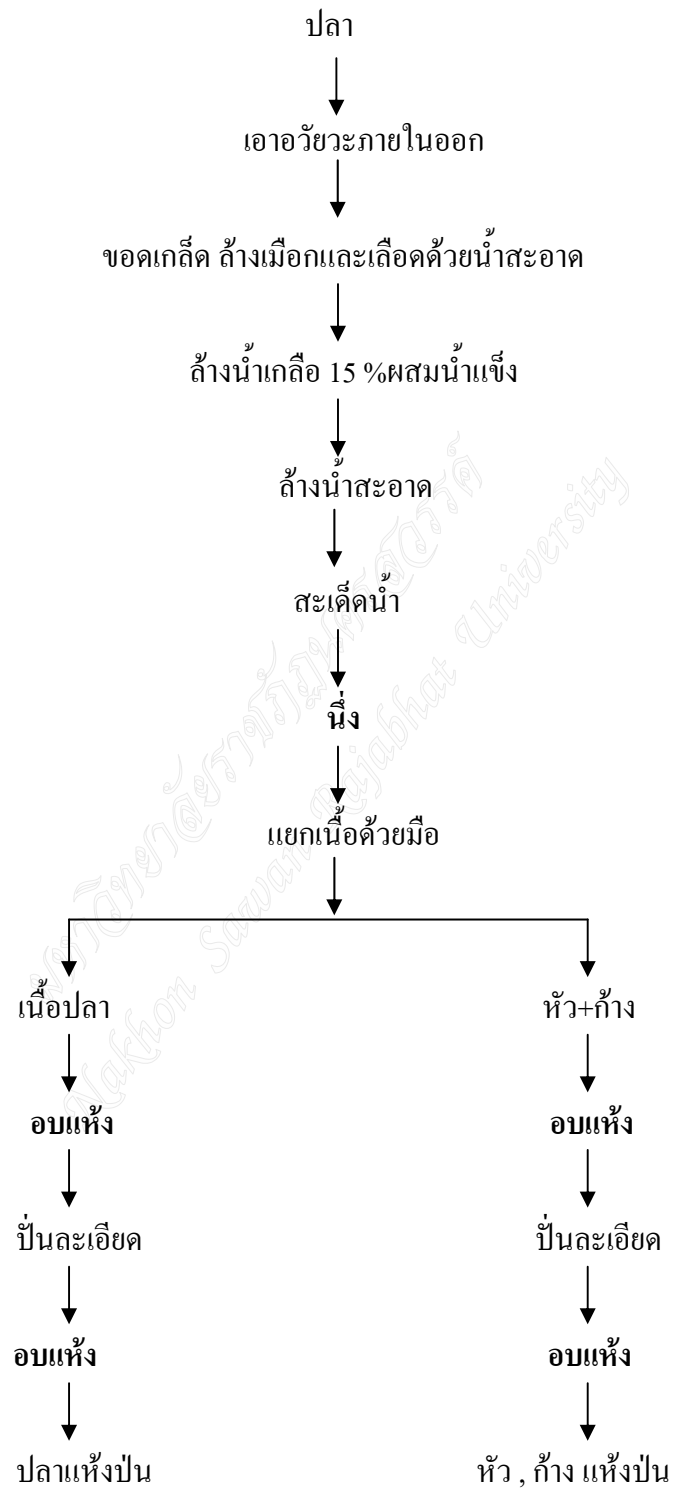
ขั้นที่ 5 นำผลิตภัณฑ์เนื้อปลาป่นที่ได้จากการผลิตทั้ง 5 วิธี มาวิเคราะห์ค่าต่างๆดังนี้

- ค่า % weight loss จากกรรมวิธีทำสุก และ % yield ของเนื้อปลาแห้งป่น

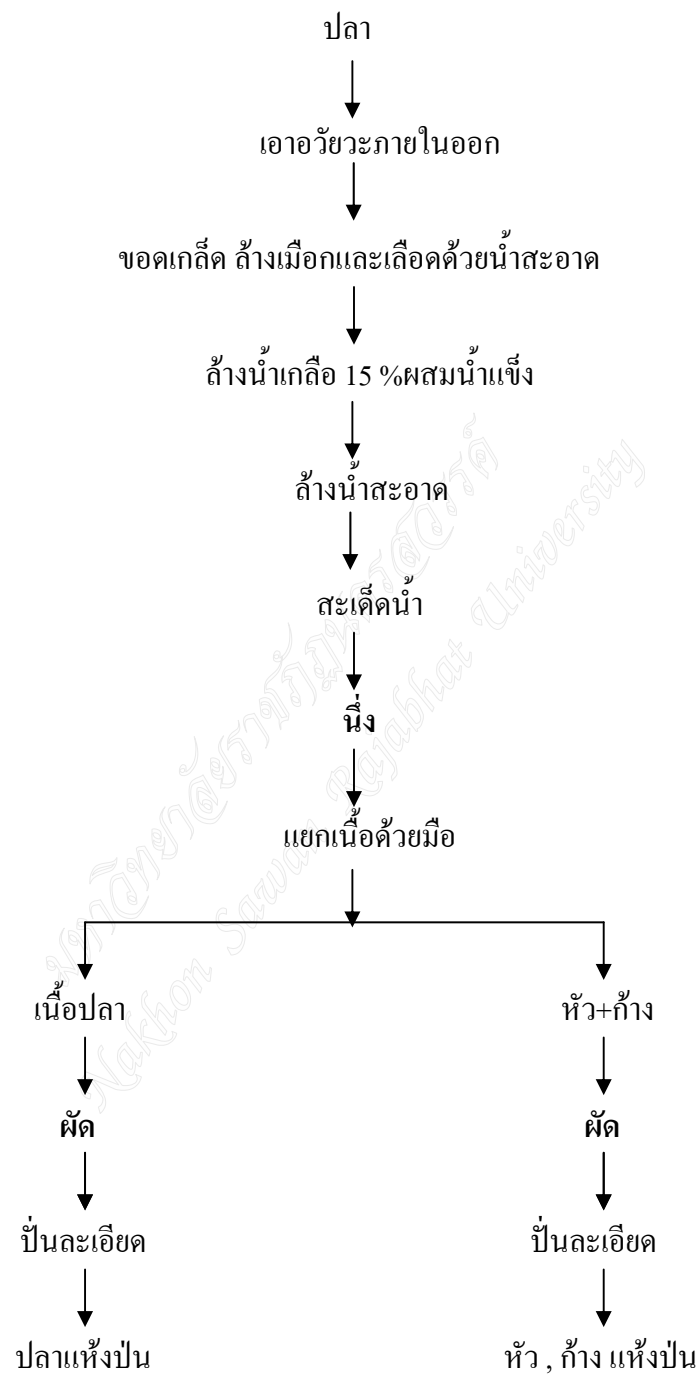
$$\% \text{ weight loss} = \frac{\text{น้ำหนักปลาสด (กก.)} - \text{น้ำหนักปลาสุก (กก.)}}{\text{น้ำหนักปลาสด (กก.)}} \times 100$$

$$\% \text{ yield} = \frac{\text{น้ำหนักปลาสด (กก.)} - \text{น้ำหนักผลิตภัณฑ์ปลาแห้งป่น (กก.)}}{\text{น้ำหนักปลาสด (กก.)}} \times 100$$

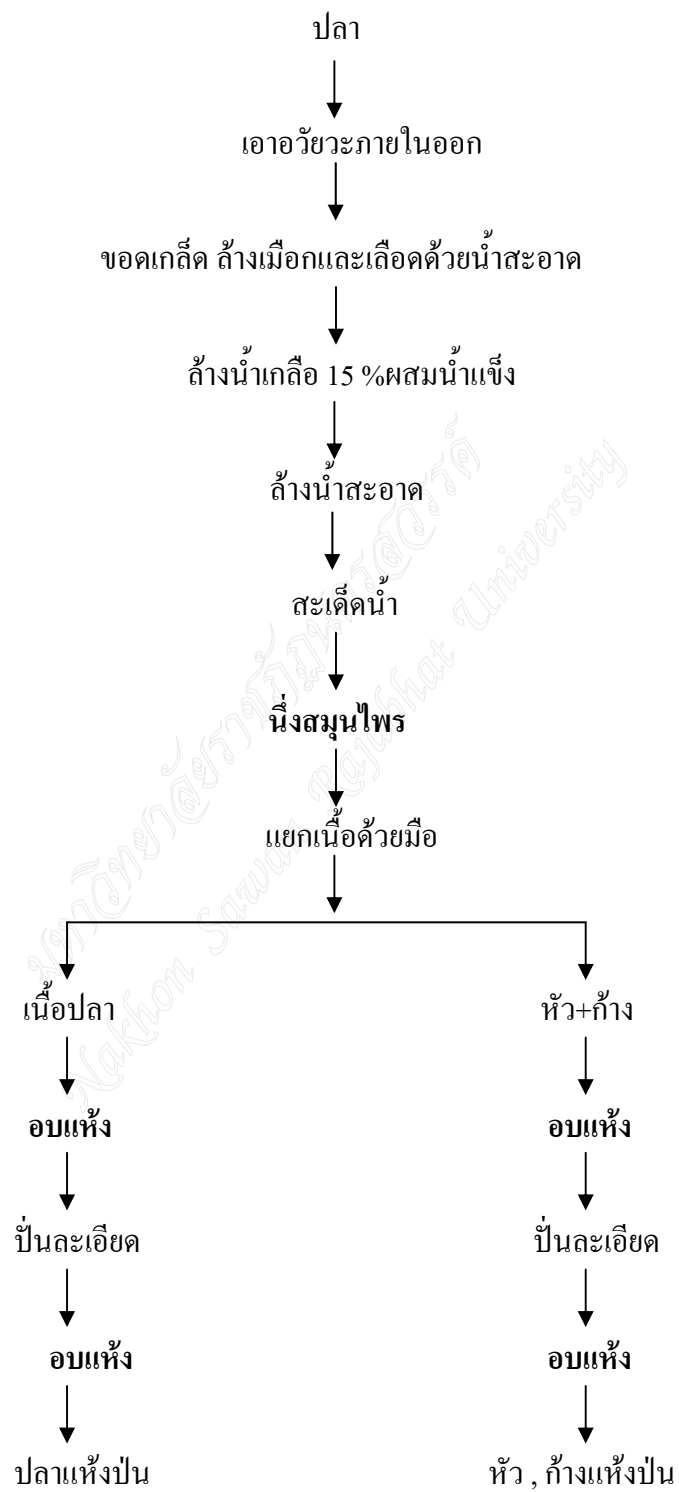
- คุณภาพทางเคมี โดยตรวจหาความชื้น โดยเครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ รุ่น IR Moisture Sartorius Ma 45 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า และวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity Meter Aqua Lab)
- คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวมโดยนักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารจำนวน 25 คน โดยใช้วิธี 9 – point hedonic scale ซึ่ง 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด ผลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดสอบแบบ Duncan's new Multiple Test ในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS



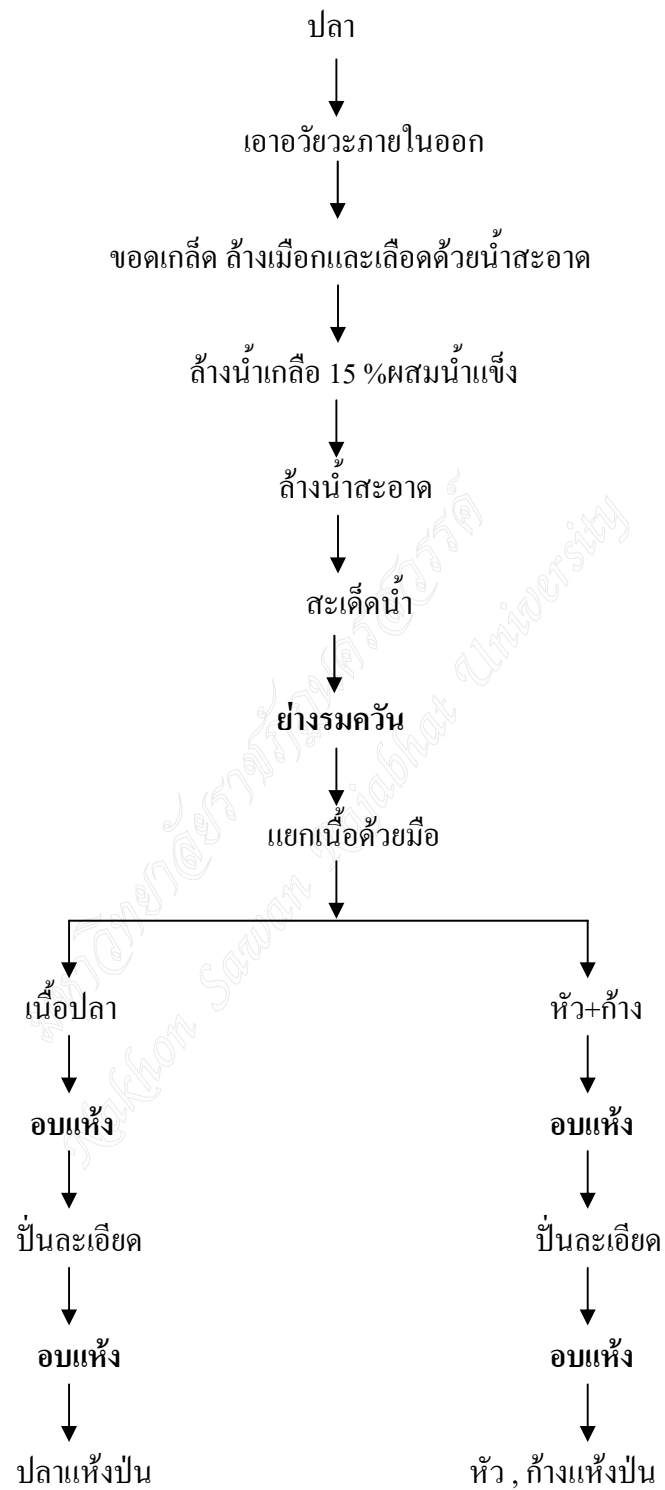
ภาพที่ 3.1 การทดลองทำปลาแห้งป่นโดยวิธีการนึ่งอบ



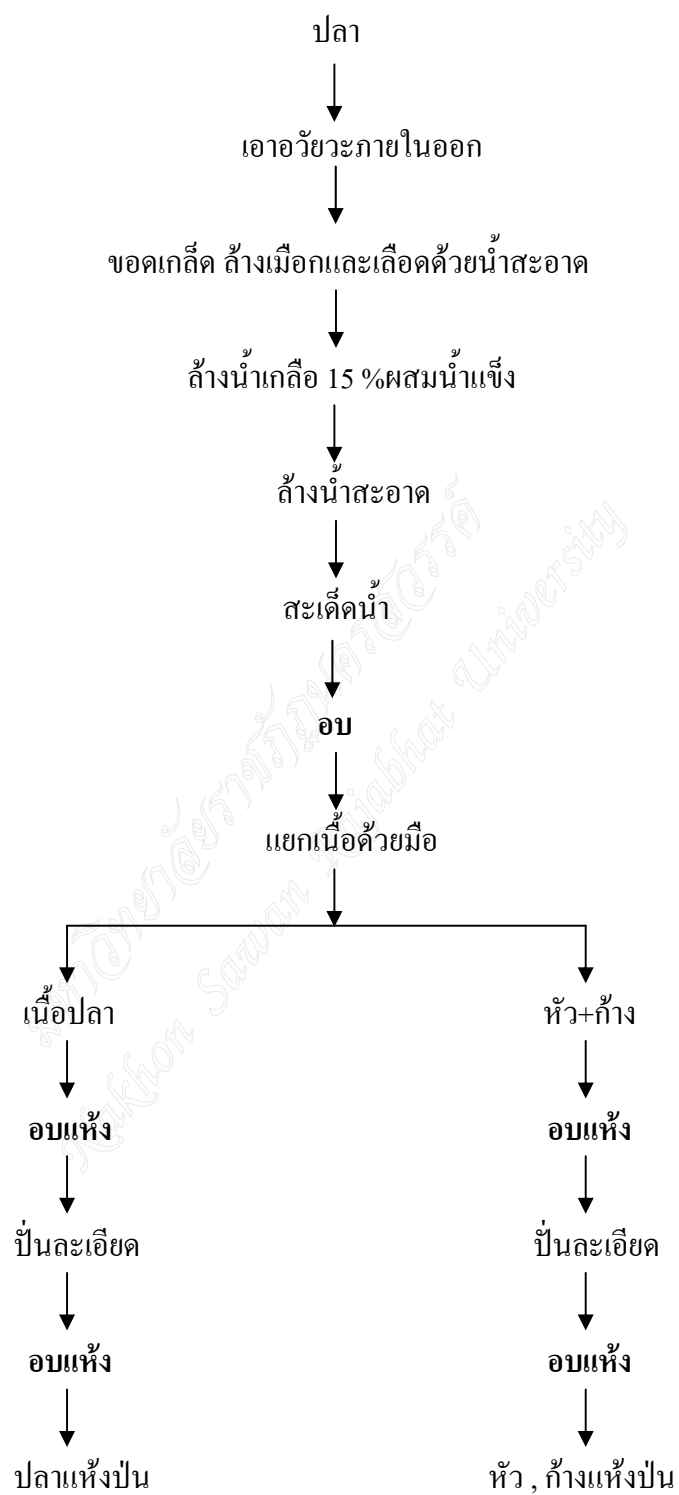
ภาพที่ 3.2 การทดลองทำปลาแห้งป่นโดยวิธีการนึ่งผัด



ภาพที่ 3.3 การทดลองทำปลาแห้งป่นโดยวิธีการนึ่งสมุนไพร



ภาพที่ 3.4 การทดลองทำปลาแห้งป่นโดยวิธีการย่างรมควัน



ภาพที่ 3.5 การทดลองทำปลาแห้งป่นโดยวิธีการอบ

3.3 ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแห้งป่น

นำผลิตภัณฑ์ปลาป่นจากปลาทั้ง 3 ชนิดที่ได้จากวิธีการผลิตที่ดีที่สุด ส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองในเรื่องมาตรฐานการตรวจสอบผลิตภัณฑ์

3.3.1 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า องค์ประกอบกรดอะมิโน และองค์ประกอบของกรดไขมัน

3.3.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ *E.coli* *S. aureus* Coliform yeast and mold *C. perfringens* และ *Salmonella spp.*

3.4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย

3.4.1 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย คือ

- ชาวประมง ตำบลพันลาน ตำบลทับกฤช และตำบลเกรียงไกร อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์
- เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาช่อน หมู่บ้านคลองลำพริง ตำบลพันลาน หมู่บ้านท่าดินแดง ตำบลเกรียงไกร

3.4.2 วิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ชาวประมงและเกษตรกรในกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 100 คน เป็นเวลา 3 วัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เข้าอบรมมีความรู้ ความเข้าใจในหัวข้อต่อไปนี้

- กระบวนการผลิตปลาป่นแห้งให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม
- วิธีการทดสอบลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง
- วิธีการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบรายได้ที่เกิดจากการจำหน่ายผลผลิตสัตว์น้ำสด และ ผลิตภัณฑ์ปลาป่น

3.4 ติดตามและประเมินผลสัมฤทธิ์

ดำเนินการติดตามและประเมินผลเกษตรกรและชาวประมงที่ผ่านการอบรม โดยให้เกษตรกรและชาวประมงรวมกลุ่มในการผลิตปลาแห้งป่น และผลิตภัณฑ์อาหารที่มีปลาแห้งป่นเป็นส่วนประกอบ และจัดให้มีการประกวดผลิตภัณฑ์ ของเกษตรกรและชาวประมงที่รวมกลุ่มกัน เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทดลองรวมกลุ่มทำผลิตภัณฑ์ปลาแห้งป่นในชุมชน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
Nakhon Sawan Rajabhat University

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 จากการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปลาแห้งป่นพบว่าปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีตาใส เหงือกสีแดง เนื้อปลามีความยืดหยุ่น ไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า ในปลาสดมีปริมาณโปรตีนและไขมันมากกว่าปลาสรรพยาและปลาแซลมอน

5.2 จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปลาแซลมอนแห้งป่น พบว่าวิธีอบเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ส่วนวิธีย่างรมควันเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตปลาสรรพยาแห้งป่น และวิธีนึ่งแล้วผัดเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตปลาสดแห้งป่น

5.3 ผลผลิตแห้งป่นที่ได้มีลักษณะที่มีคุณภาพดีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่าผลผลิตแห้งป่นปลาสรรพยาแห้งป่นมีปริมาณโปรตีนมากที่สุดคือร้อยละ 81.2 มีปริมาณไขมันและปริมาณเถ้าต่ำสุด คือร้อยละ 7.35 และ 5.14 ตามลำดับ ส่วนผลผลิตแห้งป่นปลาสรรพยาแห้งป่นและผลผลิตแห้งป่นปลาแซลมอนแห้งป่นมีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 76.2 และ 76.4 ตามลำดับ ปริมาณไขมันร้อยละ 10.9 และ 11.7 ตามลำดับ ส่วนปริมาณเถ้ามีร้อยละ 9.2 และ 9.8 ตามลำดับ นอกจากนั้นการวิเคราะห์คุณภาพทางแบคทีเรียของผลผลิตแห้งป่นทั้งสามชนิดไม่พบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เกินที่กฎหมายกำหนด

5.4 จากการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย พบว่า ชาวประมงและเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสรรพยาที่ผ่านการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับร่วมกับภูมิปัญญาเดิมที่มีอยู่ได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นยังมีการรวมกลุ่มกันเพื่อผลิต ผลผลิตจากปลาแห้งป่น

5.5 ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในเรื่องบรรจุภัณฑ์ ที่จะยืดอายุการเก็บรักษาปลาแห้งป่น และปัจจัยสู่ความสำเร็จในการรวมกลุ่มของชุมชน

เอกสารอ้างอิง

- กองโภชนาการ. 2541. โคเลสเตอรอล และกรดไขมันในอาหารไทย. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 24 หน้า.
- _____. 2544. ตารางแสดงชนิดและปริมาณของกรดอมิโนในอาหารไทย. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 51 หน้า.
- จوزهดี พงศ์มณีรัตน์ และมะลิ บุญยรัตผลิน. 2539. ศึกษาการจับ การเก็บรักษาปลาเปิด และ ขบวนการผลิตปลาป่น. สถาบันวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สงขลา.
- จوزهดี พงศ์มณีรัตน์, มะลิ บุญยรัตผลิน, ชุติศักดิ์ บริสุทธิ์ และสุจินต์ บุญช่วย. 2539. . องค์ประกอบ ทางเคมีของปลาป่นไทย. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539 สถาบันวิจัยการ เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และกองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ กรมประมง. กรุงเทพฯ.
- ชวลิต วิทยานนท์, จรัสธาดา กรรณสูตร และ จารุจินต์ นกิตะภัก. 2540. ความหลากหลายของปลาน้ำจืดในประเทศไทย. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. 102 หน้า
- เริงฤดี พงษ์พานันท์ และพรพนทิพย์ สุวรรณสาครกุล. 2531. ปลาป่น “ไท-ไท”. กองพัฒนา อุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2531วันที่ 21-23 กันยายน 2531 ณ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ บางเขน. หน้า 153-163
- ไพศาล ต้นโพธิ์ วิรุณ บุญหมั่น และวิเชียร เปล่งฉวี. 2520. การสำรวจปริมาณปลาที่จับขึ้นจากบึง บอระเพ็ด. เอกสารประกอบการบรรยายของสถานีประมงน้ำจืดจังหวัดนครสวรรค์. หน้า 29-47.
- นงนุช รักสกุลไทย. 2538. กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ (พิมพ์ครั้งที่ 2). คณะประมง มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- มะลิ ศรีรุ่งโรจน์. 2513. ศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานของปลาสาวย. รายงานประจำปี 2513 หน่วยงานอนุกรมวิธานสัตว์น้ำจืด กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง. 14 หน้า.
- ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดนครสวรรค์. 2543. เอกสารเผยแพร่ ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดนครสวรรค์. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 18 หน้า.
- ศูนย์สารสนเทศกรมประมง. 2548. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2546. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 96 หน้า.
- สมเพียร จิรัชย์. 2542. หลักการแปรรูปและถนอมอาหาร. สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี. กาญจนบุรี.
- สุภรณ์ ลิ้มอารีย์. 2530. อาหาร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม. มหาสารคาม.

- สุอินทร์ ฤทธิจรัส. 2537. การสำรวจประชากรปลาในบึงบอระเพ็ด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 46/2537. กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 58 หน้า.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปลาของปลาเกล็ด และปลาแห้งป่น มอก. 700-2530.
- Fellows, P. 1993. Food processing technology principles and practice. Ellis Horwood. England.

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
Nakhon Sawan Rajabhat University

ภาคผนวก ก

กิจกรรมการฝึกอบรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Rajabhat Samut Prakan University



ภาคผนวก ข

ผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Rajabhat Samut Prakan University

น้ำพริกนรกปลาป่น



ส่วนผสม

หอม	3	พริก
กระเทียม	3	พริก
พริก	2½	พริก
มะขามเปียก	2	พริก
น้ำตาลปีบ	3	พริก
น้ำปลา	1	พริก
ปลาป่น	4	พริก

วิธีทำ

1. นำพริกแห้งมาคั่วให้กรอบ โขลกให้ละเอียด
2. กระเทียม, หอมแดง ซอยหรือหั่น นำไปคั่วให้หอมหรือดมให้สุกแล้วโขลกให้ละเอียด
3. นำน้ำมะขามเปียก, น้ำตาลปีบ, น้ำปลา, เกลือ, กระเทียม, หอมแดงที่โขลกละเอียด เติงให้แห้ง
4. ใส่ปลาป่นคลุกเคล้าให้เข้ากันคั่วต่อจนแห้ง ใส่พริกป่น คลุกเคล้าคั่วจนแห้งสนิท ยกลงตั้งไว้ให้เย็นเก็บใส่ภาชนะที่แห้งสนิท

น้ำพริกเผาปลาป่น



ส่วนผสม

พริกแห้งทอด	2	พริก
หอมทอด	2	พริก
กระเทียมทอด	2	พริก
กะปิคั่ว	2	พริก
ปลาฟู	1	พริก
มะขาม	1	พริก

วิธีทำ

1. นำพริกแห้งเม็ดใหญ่ และเม็ดเล็กทอดให้เหลืองกรอบนำมาโขลกให้ละเอียด
2. หอมซอยบางนำไปทอดให้เหลืองกรอบ กระเทียมโขลกให้ละเอียดทอดให้เหลืองกรอบ กะปิหรือย่างให้หอม
3. นำน้ำมันใส่กระทะ แล้วนำกะปิลงผัดให้หอมใส่น้ำตาลปีบ น้ำมะขามเปียก น้ำปลาให้มีรสเปรี้ยว หวานเค็ม หอม กระเทียมผัดให้เข้ากัน (ควรให้น้ำมันท่วมน้ำพริกจะเก็บไว้ได้นาน)

น้ำพริกอ่องปลาป่น



ส่วนผสม

พริก	1	ขีด
กระเทียม	1	ขีด
หอม	1	ขีด
ข่า	$\frac{1}{4}$	ขีด
ตะไคร้	$\frac{1}{4}$	ขีด
ปลาป่น	2	ขีด
เกลือ	1	ช้อนชา
กะปิ	$\frac{1}{2}$	ช้อนโต๊ะ
มะเขือเทศ		
หอม-ผักชี		
น้ำตาลปีบ		

วิธีทำ

1. โขลกพริก กระเทียม หัวหอมแดง กะปิ และปลาป่นให้เข้ากัน
2. นำมาผัดกับมะเขือเทศ และปรุงรสด้วย น้ำตาล น้ำปลา
3. ชิมรสตามชอบ

น้ำพริกตาแดง



ส่วนผสม

ปลาป่น	200	กรัม
หอมแดง	200	กรัม
กระเทียม	200	กรัม
พริกแห้ง	50	กรัม
น้ำตาลปีบ	150	กรัม
กะปิ	30	กรัม
มะขามเปียก	1	ถ้วยครึ่ง
น้ำปลา	3	ถ้วย

วิธีทำ

1. ล้างพริกแห้ง พริกขี้หนูแห้ง ผึ่งแดดให้แห้ง คั่วให้หอม พริกจะกรอบบดให้ละเอียดพักไว้
2. คั่วหอมแดง กระเทียม กะปิย่างไฟ(หรือนาบด้วยกระทะ)
3. คั้นมะขามข้นๆ กรองกากทิ้ง
4. ตำหรือบดหอมแดง กระเทียม กะปิให้ละเอียด ใส่พริกป่นที่เตรียมไว้ ตำให้เข้ากัน
5. เติวน้ำปลา น้ำมะขาม น้ำตาลปีบ พอข้น ใส่น้ำพริกที่ตำไว้ ผัดด้วยไฟอ่อนจนแห้ง

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Assist. Prof Chongdee Srinoparatawatana
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 6099 00420 194
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 8
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
โทรศัพท์ 0-5621-9100 ต่อ 2521 มือถือ 081-9728138 โทรสาร 0-5622-1554 e-mail
chongdee_s@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยบูรพา
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การแปรรูปสัตว์น้ำ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
 - 7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย :
 1. โปรโตชีวที่เป็นปรสิตภายนอกของปลาน้ำจืดบางชนิด
 2. การศึกษาเปรียบเทียบการเกิดอวัยวะและลักษณะทางเนื้อเยื่อระหว่างปลาดุกลูกผสมและปลาดุกอัฟริกัน
 3. การศึกษาการต้านทานโรคในลูกปลาดุกอุยที่ เกิดจากพ่อแม่ปลาที่ได้รับการฉีดวัคซีน
 - 7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)
 1. *จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน์ ชลอ ลิมสุวรรณ กมลพร ทองอุไทย และสุปราณี ชินบุตร. 2530. โปรโตชีวที่เป็นปรสิตภายนอกของปลาน้ำจืดบางชนิด. รายงานการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 25.
 2. โทมร มีเดช และ *จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน์. 2533. การเพาะขยายพันธุ์ไคอะดอมที่ใช้เป็นอาหารในการอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน. คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

3. *จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน สุปราณี ชินบุตร และ พรเลิศ จันทรรักษ์กุล. 2535. การศึกษาเปรียบเทียบการเกิดอวัยวะและลักษณะทางเนื้อเยื่อระหว่างปลาฉลามปากเป็ดและปลาฉลามอ้วน. วารสารวิทยาศาสตร์การประมง 2(1-2) :163-185

4. *จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน มานพ กาญจนบุรณกร จิตต์เกษม จันทร์พ่อง ชงโค แซ่ตั้ง และ Hamish Keddie. 2537. การศึกษาการต้านทานโรคในลูกปลาฉลามที่เกิดจากพ่อแม่ปลาที่ได้รับ การฉีดวัคซีน. คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

5. จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน. 2544. ความหลากหลาย ความชุกชุม และการแพร่กระจาย ของสัตว์หน้าดินในเขตรักษาพันธุ์ของบึงบอระเพ็ด จ.นครสวรรค์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.

6. จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน. 2545. การเจริญเติบโตและผลผลิตของกุ้งก้ามกรามในบึง บอระเพ็ด จ.นครสวรรค์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.

7. จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน. 2549. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ของปลาสาครในบึงบอระเพ็ด จ. นครสวรรค์. วารสารการประมง. 59 (4): 341-347

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เบนจพร รอดอาวุธ

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Assist. Prof Benchaporn Rotarwut

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 6201 00532 59 3

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

โทรศัพท์ 0-5621-9100 ต่อ 2521 โทรสาร 0-5622-1554 e-mail benchapornrot@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยหอการค้า

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) การแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร และ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1. การพัฒนาคุณภาพฟรังออบแห้งปรุงรสของกลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านเขาดิน อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์

2. การพัฒนาคุณภาพน้ำฝักรองของกลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านเขาดิน อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

1. เบญจพร รอดอาวุธ. 2544. การปรับปรุงคุณภาพข้าวเกรียบกล้วย. สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ แหล่งทุน สถาบันราชภัฏนครสวรรค์

2. เบญจพร รอดอาวุธ. 2546. การผลิตมะปรางบรรจุกระป๋อง. สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ แหล่งทุน สถาบันราชภัฏนครสวรรค์

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยคล่องแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

1. การพัฒนาคุณภาพฝักรองแห้งปรุงรสของกลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านเขาดิน อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์ แหล่งทุน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ได้ทำการวิจัยคล่องแล้วประมาณร้อยละ 60

2. การพัฒนาคุณภาพน้ำฝักรองของกลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านเขาดิน อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์ แหล่งทุน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ได้ทำการวิจัยคล่องแล้วประมาณร้อยละ 70

1. ชื่อ-นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรานี ตปนียวรวงศ์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Assist. Prof Pranee Tapaneeyaworawong

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 6099 0022 3038

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ โทร. 0-5621-9100 ต่อ 5107 โทรสาร 0-5622-1554 e-mail lek.2500@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (บริหารทั่วไป) มหาวิทยาลัยนเรศวร

บริหารธุรกิจบัณฑิต (การเงินและการธนาคาร) มหาวิทยาลัยรามคำแหง

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ การบริหารจัดการธุรกิจชุมชน

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1.ภาวะการมีงานทำและคุณภาพในการทำงานของบัณฑิตคณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ปี 2539-2542

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

1.ภาวะการมีงานทำและคุณภาพในการทำงานของบัณฑิตคณะวิทยาการจัดการ
สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ปี 2539-2542

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายนรินทร์ศักดิ์ พัวตระกูล
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr Narinsak Puatakul
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 6001 00694 330
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้จัดการฟาร์มปศุสัตว์
ผู้นำกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาช่อน อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์
4. ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
11/1 หมู่ 6 ตำบลพันลาน อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ โทรศัพท์ 056-368105 โทรสาร 056-2031465
5. ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ประมง)สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตจันทรา
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โรคปลา
อาหารปลา