

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารปลาน้ำจืดลอยน้ำ โดยใช้กรรมวิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน และการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้นักเรียน และเกษตรกรในท้องถิ่น

The development of floating fish feed pellets by using local production methods and disseminating the technology to students and local farmers.

สรารวุธ เย็นเอง¹

Sarawut Yeneng

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากรรมวิธีการผลิตอาหารปลาน้ำจืดให้สามารถลอยน้ำได้โดยใช้กรรมวิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารปลา และเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาน้ำจืดลอยน้ำด้วยกรรมวิธีแบบพื้นบ้านให้นักเรียน นักศึกษา และกลุ่มเกษตรกรในท้องถิ่น ดำเนินการทดลอง 8 ขั้นตอน คือ ทดลองเบื้องต้น สร้างสูตรอาหาร พัฒนากลวิธีการผลิต ผลิตอาหารตามสูตร ทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้น พัฒนาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ นำผลิตภัณฑ์ไปทดลองเลี้ยงปลาตู้บักอูย และ การถ่ายทอดเทคโนโลยี สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทีเทส เอฟเทส เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (Analysis in One-Way Classification Problem) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test กำหนดนัยสำคัญที่ $\alpha.05$ ผลการวิจัย พบว่า

ได้รับรูปแบบกรรมวิธีการผลิตอาหารปลาน้ำจืดให้สามารถลอยน้ำได้ ด้วยกรรมวิธีพื้นบ้านในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต ได้แก่ ใช้รำข้าวสาลีในส่วนผสม 40 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ร่วมกับยีสต์ขนมปัง 1 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับสามารถลอยน้ำได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์สูตรอื่น อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $\alpha .05$ การนึ่งส่วนผสมที่อุณหภูมิน้ำเดือด นาน 20 นาที ก่อนนำส่วนผสมไปหมักด้วยยีสต์ขนมปัง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับสามารถลอยน้ำได้ดีกว่ารูปแบบการผลิตที่ไม่ผ่านกรรมวิธีการนึ่ง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha.05$ ผลิตภัณฑ์อาหารปลาที่หมักด้วยยีสต์นาน 3-5 ชั่วโมง มีคุณสมบัติสามารถลอยน้ำได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยยีสต์ที่ช่วงเวลาอื่น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha.05$ และการเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ด้วยฟิล์มแป้งมันสำปะหลังในช่วงของการอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับสามารถลอยน้ำได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบผิวที่ช่วงเวลาอื่น อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $\alpha.05$ ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารปลาสูตรต้นแบบ ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารปลา ซึ่งมีวัตถุดิบในส่วนผสม 9 ชนิด ได้แก่ ปลาป่น แกลบกึ่งบด มูลไก่ไข่หมักอีเอ็ม ใบกระถินบด รำข้าวสาลี แป้งมันสำปะหลัง ยีสต์ขนมปัง ฟริกซ์ และ น้ำมันตับปลา มีปริมาณส่วนผสม เท่ากับ 12.00 , 8.50 , 20.00 , 17.00 , 40.00 , 0.50 , 1.00 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบมีโปรตีน 26.18 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับอาหารเม็ดปลาตู้ใหญ่ในท้องตลาด แต่มีต้นทุนค่าวัตถุดิบ เพียงกิโลกรัมละ 13 บาท ผลิตภัณฑ์สามารถลอยน้ำได้ 86.33 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 30 นาที สามารถคงทนในน้ำได้

100 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 60 นาที มีกลิ่นหอมชวนกินในระดับมาก สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานไม่น้อยกว่า 30 วัน โดยไม่เกิดรา เมื่อนำผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบไปทดลองเลี้ยงปลาคูกบักอยู่พบว่า ใช้อาหาร 1.68 กิโลกรัม สามารถเปลี่ยนเป็นเนื้อปลาได้ 1 กิโลกรัม ซึ่งไม่แตกต่างกับอาหารเม็ดปลาคูกใหญ่ในท้องตลาด อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $\alpha .05$ แต่ใช้ต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าการเลี้ยงปลาด้วยอาหารเม็ดปลาคูกใหญ่ที่กำหนดในท้องตลาด ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาสูตรต้นแบบ โดยถ่ายทอดให้กับนักเรียนที่เรียนวิชา การผลิตอาหารปลา ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 พบว่า การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ ร้อยละ 91.43 / 88.57 ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 / 80 และผู้เรียนได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ ด้วยกรรมวิธีแบบพื้นบ้านให้แก่เกษตรกรในท้องถิ่นในพื้นที่ใกล้เคียงสถานศึกษา คือ นักเรียนโรงเรียนบ้านบันจ้อ จังหวัดสตูล จำนวน 60 คน และคณะหมอดินอาสาจังหวัดตรัง จำนวน 80 คน ณ ศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงโครงการพระราชดำริ จังหวัดสตูล

คำสำคัญ : การผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ , กรรมวิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน , การถ่ายทอดเทคโนโลยี

Abstract

The objective of this research is to develop a method to produce fish feed pellets that will float by using local production methods in order to develop a product that has the right properties to be used as fish feed and in order to be able to disseminate this technology to produce fish feed to students and local farmers. This research comprises of eight steps namely the initial research, the fish feed formulation, development of the production method, production of the feed according to the formula, testing of the properties of the produced feed, develop the properties of the product, test the feed in a feed trial with catfish and disseminating the technology. The data collected were analyzed by using percentage, average, standard deviation, t-test, F-test for analysis in One-Way Classification Problem and comparison of pairs by using the Duncan's New Multiple Range Test. Differences were considered significant at a level of $\alpha 0.05$.

This research showed that it is possible to produce floating fish feed pellets by using local production methods. The method used consist of the following steps. A mixture with 40% wheat bran and 1% bakers yeast gave pellets that floated significantly better than other mixtures. Steaming the mixture with 100 C steam for 20 minutes before fermentation with the bakers yeast gave significantly better floating pellets than methods without prior steaming. A fermentation time of 3 -5 hours gave significantly better floating pellets than other fermentation durations. Coating the pellets with cassava flour during the drying process in the oven gave significantly better floating pellets than coating at other production steps. The tests resulted in a fish feed made of 12% fishmeal, 8.5% shrimp meal, 20% E.M. fermented chicken manure, 17% Leucaena leaves 40% wheat bran, 0.5% cassava flour 1% bakers yeast and 0.5% pre mix. This mixture gave a fish feed with 26.18% protein which is comparable with commercial catfish feed

available, but the cost for its raw material was only 13 Baht per kilo. 86.33 % of the pellets could float on water for 30 minutes and did not disintegrate in the water for at least 60 minutes. The pellets gave a good smell and could be kept at room temperature for at least 30 days without developing mould. The feed was tested with hybrid catfish and it was found that it gave a F.C.R. of 1.68 which was not significantly different from the F.C.R. of the commercial feed used, but the cost of the self produced feed was lower than the commercial fish feed.

The results of this research was used teaching the students in the subject of fish feed production in the first semester of the 2010 academic year. The teaching efficiency (E1/E2) was 91.43/88.57 above the under limit of 80/80. The students disseminated the technology to farmers in the vicinity of the college, for example 60 students at Ban Bancho School in Satun and 80 voluntary soil experts from Trang province.

Keywords : Production of floating fish feed pellets, Local production methods, Disseminating technology.

1ครู วิทยฐานะชำนาญการ คณะประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสตูล superman_lek@hotmail.com

บทนำ

วัตถุดิบอาหารสัตว์คือหัวใจสำคัญในการเลี้ยงสัตว์น้ำ ปัจจุบันราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ขยับตัวขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะปลาป่น กากถั่วเหลือง และข้าวโพด เนื่องจากความต้องการใช้มีมากขึ้น ราคาน้ำมันที่ขยับสูงขึ้น และปริมาณการผลิตที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการ ปริมาณวัตถุดิบที่ผลิตได้ในประเทศมีไม่เพียงพอ วัตถุดิบส่วนใหญ่ยังนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะปลาป่นซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตอาหารสัตว์น้ำ แต่ปริมาณการผลิตปลาป่นมีแนวโน้มลดลงจากผลของภาวะโลกร้อนทำให้ปริมาณปลาที่จับได้สำหรับเป็นวัตถุดิบผลิตปลาป่นลดลง ดังนั้นราคาอาหารเม็ดที่ใช้เลี้ยงสัตว์จึงขึ้นราคา [1] จากประสบการณ์การเลี้ยงปลาดุกบักก้อยของผู้วิจัยด้วยอาหารเม็ดที่กำหนดในท้องตลาด ทำให้ทราบว่า การผลิตปลาดุก 1 กิโลกรัม ต้องใช้ต้นทุนค่าอาหาร ประมาณ 35 บาท เมื่อขายปลาดุกบักก้อยปากบ่อได้ผลตอบแทนประมาณ กิโลกรัมละ 5 บาท ดังนั้นการผลิตอาหารใช้เองโดยใช้วัสดุเหลือใช้จึงน่าสนใจนำมาศึกษา จากประสบการณ์อบรมอาชีพด้านการผลิตอาหารสัตว์น้ำแบบพื้นบ้านให้แก่เกษตรกรในท้องถิ่น พบว่าเกษตรกรไม่นิยมผลิตอาหารปลาสำเร็จรูปไว้ใช้เองในฟาร์ม ที่เกษตรกรนิยมซื้ออาหารเม็ดสำเร็จรูปที่วางขายในท้องตลาด ถึงแม้ว่าจะมีราคาแพงก็ตาม สาเหตุสำคัญเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์อาหารปลาสำเร็จรูปที่ผลิตใช้เองนั้นไม่สามารถลอยน้ำได้ ไม่สะดวกในการนำไปใช้เลี้ยงปลา เมื่อให้อาหารปลาแล้วไม่สามารถสังเกตการกินอาหารของปลาได้ จึงไม่ทราบปริมาณอาหารที่ปลากินที่แน่นอน และเมื่ออาหารเหลือตกค้างในบ่อก็ไม่สามารถเก็บขึ้นมาได้ ทำให้น้ำเน่าเสียได้ง่ายสำหรับการทำให้อาหารปลาสามารถลอยน้ำได้นั้นจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดเม็ดลอยน้ำที่มีราคาแพงหลายล้านบาท ซึ่งมีใช้ในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เท่านั้น ดังนั้นหากผลิตภัณฑ์อาหารปลาสำเร็จรูปที่ผลิตใช้เองนั้นสามารถลอยน้ำได้ก็น่าจะได้รับความนิยมจากเกษตรกร เนื่องจากสามารถช่วยลดต้นทุนค่าวัตถุดิบลงมาได้ จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร ตำรา และค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ต ทำให้ทราบว่าข้าวสาลี และรำข้าวสาลีมีโปรตีนชนิดหนึ่ง เรียกว่า กลูเตน โปรตีนกลูเตนเกิดจากโปรตีนสองชนิดที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่

เหมาะสม คือ กลูเตมิน และไกลอะดิน ซึ่งเมื่อนำมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดโปรตีน กลูเตน โปรตีนดังกล่าวมีคุณสมบัติ คือ เป็นตัวเก็บก๊าซเอาไว้เมื่อละลายน้ำ ทำให้เกิดโครงร่างแบบฟองน้ำ เมื่อนำไปอบจะมีลักษณะขึ้นฟู และทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติลอยน้ำได้ [2] และยังพบว่ายีสต์ขนมปัง เมื่อนำมาช้อนน้ำตาลในวัตถุดิบแหล่งคาร์โบไฮเดรต การหายใจของยีสต์ในจะทำให้เกิดการสะสมของก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดรูพรุนในผลิตภัณฑ์ [3] ซึ่งเมื่อนำมาเป็นส่วนผสมของอาหารปลา น่าจะทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถลอยน้ำได้

ดังนั้นผู้วิจัยคาดว่ารำข้าวสาลีเมื่อใช้ร่วมกับยีสต์ขนมปัง น่าจะมีความเป็นไปได้เพื่อนำมาใช้เพิ่มคุณสมบัติการลอยน้ำได้ของผลิตภัณฑ์อาหารปลา โดยไม่ต้องใช้เครื่องจักรอัดเม็ดลอยน้ำซึ่งมีราคาแพงหลาย ล้านบาท แต่เนื่องจากผู้วิจัยยังขาดข้อมูลสนับสนุนทฤษฎีดังกล่าว จึงได้ตั้งข้อคำถามวิจัย คือ ปริมาณของรำข้าวสาลีในส่วนผสมปริมาณเท่าใดเมื่อนำมาใช้ร่วมกับยีสต์ขนมปัง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารปลาสามารถลอยน้ำได้ ควรใช้กรรมวิธีการผลิตอาหารปลาแบบใดจึงทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารปลาสามารถลอยน้ำได้ การหมักยีสต์และการเคลือบผิวหลังการอัดเม็ดด้วยฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง จะมีต่อการเพิ่มคุณสมบัติด้านการลอยน้ำของผลิตภัณฑ์หรือไม่ และผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารปลาได้หรือไม่ เพื่อตอบคำถามวิจัยดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษา และพัฒนารูปแบบการผลิต และผลิตภัณฑ์อาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ โดยใช้กรรมวิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน โดยพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารปลาให้มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารปลา ข้อมูลจากผลการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ได้รับข้อมูลด้านรูปแบบของกระบวนการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำรูปแบบใหม่ โดยไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ไม่ต้องใช้เครื่องจักรอัดเม็ดแบบลอยน้ำซึ่งมีราคาแพง ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตอาหารปลา อีกทั้งผลการวิจัยในครั้งนี้ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผู้เรียน ที่เรียนในวิชาการผลิตอาหารสัตว์น้ำ อีกทั้งผู้เรียนยังได้เผยแพร่ความรู้ส่งต่อไปยังเกษตรกรในชุมชน ถัดกัน เพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตอาหารปลาได้ด้วยตนเอง

วิธีการทดลอง

1. วัสดุ อุปกรณ์

1.1 วัสดุ อุปกรณ์สำหรับผลิตมูลไก่ไข่หมักอีเอ็ม ได้แก่ มูลไก่ไข่ กากน้ำตาล รำข้าวสาลี อีเอ็ม น้ำสะอาด ภาชนะผสมอีเอ็ม กระจอบปุย จอบ และ บัวรดน้ำ

1.2 วัสดุ อุปกรณ์สำหรับผลิตยีสต์หมัก ได้แก่ ยีสต์ขนมปัง น้ำตาลทราย ขวดโหล และ น้ำอุ่น

1.3 วัสดุสำหรับผลิตอาหารปลาสูตรทดลอง ได้แก่ มูลไก่ไข่หมักอีเอ็ม ปลาป่น ไบโกระถินบด แกลบ กุ้ง รำข้าวสาลี ยีสต์ขนมปัง แป้งมันสำปะหลัง ฟอสเฟต และ น้ำมันตับปลา

1.4 อุปกรณ์ เครื่องมือ สำหรับผลิตอาหารปลาสูตรทดลอง ได้แก่ เครื่องชั่ง เครื่องชั่งละเอียด ภาชนะผสมวัตถุดิบ ลังถึงนั่งวัตถุดิบ เครื่องบดเนื้อ เครื่องบดวัตถุดิบ กระจอบตวงน้ำ และ เตอบแก๊ส

1.5 วัสดุ อุปกรณ์สำหรับทดสอบคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ และทดลองเลี้ยงปลา ได้แก่ อาหารปลาสูตรต้นแบบ อาหารปลาคุณภาพในท้องตลาด ขวดโหลกลม ถังไฟเบอร์ นาฬิกาจับเวลา และ ลูกปลาคุณภาพ

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 ชั้นการศึกษาเบื้องต้น เพื่อคัดเลือกชนิดวัตถุดิบแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่มีคุณสมบัติด้านความสามารถในการลอยน้ำได้ เมื่อใช้ร่วมกับน้ำหมักยีสต์ 1 เปอร์เซ็นต์ ศึกษาเกี่ยวกับวัตถุดิบ 4 ชนิด คือ ปลายข้าว ข้าวโพด รำละเอียด และ รำข้าวสาลี ผลการทดลองเบื้องต้น ได้คัดเลือกสูตรที่มีรำข้าวสาลีเป็นส่วนผสมหลัก เพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ส่วนผสมประกอบด้วย รำข้าวสาลี : ยีสต์:น้ำตาลทราย : แป้งมัน ใช้ อัตราส่วน 90 : 1.5 : 1.5 : 7

2.2 ชั้นการพัฒนาระบบวิธีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดให้สามารถลอยน้ำได้ โดยใช้กรรมวิธีการผลิตแบบพื้นฐาน เป็นการศึกษารูปแบบการผลิตในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตอาหารปลา เพื่อให้ได้ขั้นตอนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ ดำเนินงาน ดังนี้

1) การศึกษาผลของรำข้าวสาลีในระดับต่างกัน เมื่อใช้ร่วมกับยีสต์ขนมปัง และไม่ใช้ยีสต์ขนมปัง ที่มีผลต่อคุณสมบัติด้านการลอยน้ำได้ของผลิตภัณฑ์ โดยทดลองผลิตอาหารปลา 5 สูตร แต่ละสูตรใช้รำข้าวสาลีในปริมาณต่างกัน ได้แก่ 0 , 20 , 30 , 40 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยใช้ร่วมกับยีสต์ 1 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับ สูตรที่ 5 ใช้รำข้าวสาลี 40 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ใส่ยีสต์ นำผลิตภัณฑ์มาทดสอบความสามารถในการลอยน้ำ คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด นำมาใช้เป็นสูตรทดลองในขั้นต่อไป

2) การศึกษาผลของการนึ่งและไม่นึ่งส่วนผสมก่อนการหมักยีสต์ ที่มีต่อคุณสมบัติด้านการลอยน้ำได้ของผลิตภัณฑ์ โดยทดลองกรรมวิธีการผลิต 2 แบบ คือ การนึ่งส่วนผสมก่อนการหมักยีสต์ และการไม่นึ่งส่วนผสมก่อนการหมักยีสต์ คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติลอยน้ำได้ดีที่สุด นำมาใช้เป็นสูตรทดลอง

3) การศึกษาผลของระยะเวลาในการหมักยีสต์ ที่มีต่อคุณสมบัติด้านการลอยน้ำได้ของผลิตภัณฑ์ โดยทดลองหมักผลิตภัณฑ์ด้วยยีสต์ที่ระยะเวลาการหมักต่างกัน 3 ช่วงเวลา คือ หมักยีสต์ นาน 1 ชั่วโมง หมักยีสต์ นาน 3 ชั่วโมง และ หมักยีสต์ นาน 5 ชั่วโมง คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติลอยน้ำได้ดีที่สุด นำมาใช้เป็นสูตรทดลองในขั้นต่อไป

4) การศึกษาผลของระยะเวลาในการเคลือบผิว ที่มีต่อการเพิ่มคุณสมบัติด้านการลอยน้ำได้ของผลิตภัณฑ์ โดยทดลองเคลือบผิวผลิตภัณฑ์หลังการอัดเม็ดด้วยฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง ที่ช่วงเวลาที่ต่างกัน 3 แบบ คือ เคลือบผิวก่อนการอบแห้งผลิตภัณฑ์ เคลือบผิวในระหว่างขั้นตอนการอบแห้งผลิตภัณฑ์ และ ไม่เคลือบผิว คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติลอยน้ำได้ดีที่สุด นำมาใช้เป็นสูตรทดลองในขั้นต่อไป

2.3 ชั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้เป็นอาหารปลา ดำเนินงาน ดังนี้

1) การพัฒนาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์สูตรทดลอง นำผลิตภัณฑ์อาหารปลาสูตรทดลองมาทดสอบคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการลอยน้ำได้ ความคงทนอยู่ในน้ำ กลิ่นหอมชวนกิน และ อายุการเก็บรักษา เปรียบเทียบกับเกณฑ์ และอาหารเม็ดปลาคุณภาพสูงที่วางจำหน่ายในท้องตลาด พิจารณาผลการทดสอบ ปรับปรุง พัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ จนผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติเหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) การศึกษาผลด้านการเจริญเติบโตของปลาที่กินอาหารที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาสูตรต้นแบบ เปรียบเทียบกับอาหารปลาคุณภาพสูงในท้องตลาด นำผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบมาทดลองเลี้ยงปลาที่กินอาหาร เปรียบเทียบกับอาหารปลาคุณภาพสูงในท้องตลาด บันทึกข้อมูล ได้แก่ ปริมาณอาหารที่ใช้ น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น ผลผลิตปลา นำมาคำนวณต้นทุนค่าอาหาร และอัตราการแลกเนื้อ

2.4 ขั้นตอนการใช้ประโยชน์จากผลการวิจัย

1) การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำสูตรต้นแบบ ให้กับนักเรียน นักศึกษา โดยนำมาบูรณาการกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ในหน่วยที่ 5 เรื่อง การผลิตอาหารสัตว์น้ำ สำเร็จรูป ในรายวิชา การผลิตอาหารสัตว์น้ำ สาขางานการประมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553

2) การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำสูตรต้นแบบ ให้แก่กลุ่มเกษตรกร ในท้องถิ่น โดยผู้เรียนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ด้านการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ ด้วยกรรมวิธีแบบพื้นบ้าน ให้แก่เกษตรกร ครูจัดกิจกรรมส่งเสริมอาชีพในพื้นที่ใกล้เคียงสถานศึกษา ผู้เรียนเป็นวิทยากร ร่วมกับครู เพื่อ สาธิต เทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ ด้วยกรรมวิธีแบบพื้นบ้านให้แก่เกษตรกร

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1 ได้รับรูปแบบกรรมวิธีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดให้สามารถลอยน้ำได้ ด้วยกรรมวิธีพื้นบ้านในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต ดังนี้

1.1 ขั้นตอนการผสมวัตถุดิบ คือ ใช้รำข้าวสาลีในส่วนผสม 40 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ร่วมกับยีสต์ขนมปัง 1 เปอร์เซ็นต์ ผลลัพธ์ที่ได้รับมีคุณสมบัติลอยน้ำได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์สูตรอื่น อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $\alpha .05$ ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุดิบประเภทรำข้าวสาลีมีโปรตีนชนิดหนึ่ง เรียกว่า กลูเตน โปรตีนกลูเตน เกิดจากโปรตีนสองชนิดที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตมิน และ โกลอะดิน ซึ่งเมื่อนำมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดโปรตีนกลูเตน โปรตีนดังกล่าวมีคุณสมบัติ คือ เป็นตัวเก็บก๊าซเอาไว้เมื่อละลายน้ำทำให้เกิดโครงสร้างแบบฟองน้ำ เมื่อนำไปอบจะมีลักษณะขึ้นฟู ผลลัพธ์จึงทำให้สามารถลอยน้ำได้

1.2 ขั้นตอนการนึ่งส่วนผสม คือ นึ่งส่วนผสมที่อุณหภูมิน้ำเดือด นาน 20 นาที ก่อนนำส่วนผสมไปหมักด้วยยีสต์ขนมปัง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับสามารถลอยน้ำได้ดีกว่ารูปแบบการผลิตที่ไม่ผ่านกรรมวิธีการนึ่ง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha .05$ ทั้งนี้ผู้วิจัยค้นพบว่าปริมาณน้ำตาลของส่วนผสมที่ผ่านการนึ่งมีมากกว่าส่วนผสมที่ไม่ผ่านการนึ่งทำให้ยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลในรำข้าวสาลีให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ได้เร็วขึ้น ปริมาณก๊าซจึงสะสมในผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าส่วนผสมที่ไม่ผ่านขั้นตอนการนึ่ง ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ลอยน้ำได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยไม่ผ่านกรรมวิธีการนึ่ง

1.3 ขั้นตอนการหมักส่วนผสม คือ ผลิตภัณฑ์อาหารปลาที่หมักด้วยยีสต์นาน 3-5 ชั่วโมง มีคุณสมบัติสามารถลอยน้ำได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยยีสต์เพียง 1 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha .05$ ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณยีสต์ที่เหมาะสมสามารถเพิ่มคุณภาพการหมัก คือ ยีสต์ช่วยเปลี่ยนน้ำตาลในรำข้าวสาลีให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ ในขณะที่เกิดขบวนการหมัก ยีสต์จะหายใจเอาออกซิเจนเข้าไป และหายใจเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้เกิดการสะสมก๊าซในผลิตภัณฑ์ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปอบจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดรูพรุนจนฟูขึ้นมา มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ลอยน้ำได้

1.4 ขั้นตอนการเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ คือ เมื่ออบแห้งผลิตภัณฑ์ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ให้นำผลิตภัณฑ์ออกมาเคลือบผิวด้วยฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง และอบแห้งต่อเนื่องอีก 3 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับสามารถลอยน้ำได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบผิวที่ช่วงเวลาอื่น อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $\alpha .05$

ทั้งนี้ผู้วิจัยค้นพบว่าฟิล์มแป้งมันสำปะหลังช่วยปิดช่องว่างอากาศที่สะสมอยู่ในผลิตภัณฑ์จากกระบวนการหมัก ซึ่งการเคลือบผิวในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังร้อนทำให้ฟิล์มแป้งมันสำปะหลังแห้งและแข็งตัวอย่างรวดเร็วที่ผิวผลิตภัณฑ์ โดยไม่ซึมเข้าไปแทนที่ช่องว่างในผลิตภัณฑ์ จึงทำให้อากาศถูกกักเก็บไว้ในผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จึงมีคุณสมบัติลอยน้ำได้ดีกว่าการเคลือบผิวที่ช่วงเวลาอื่น

2 ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารปลาสูตรต้นแบบ ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารปลา คือผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบมีโปรตีนใกล้เคียงกับอาหารเม็ดปลาขนาดใหญ่ในท้องตลาด แต่มีต้นทุนค่าวัตถุดิบเพียง 13 บาท ซึ่งถูกกว่าการซื้ออาหารเม็ดปลาขนาดใหญ่ในท้องตลาด ผลิตภัณฑ์สามารถลอยน้ำได้ 86.33 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 30 นาที ผลิตภัณฑ์สามารถคงทนในน้ำได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 60 นาที ทั้งนี้เนื่องมาจากมุลโก้ใช้ในส่วนผสมมีคุณสมบัติเหนียวมาก อีกทั้งการเคลือบผิวของผลิตภัณฑ์ด้วยฟิล์มแป้งมันสำปะหลังก็ช่วยเพิ่มความสามารถในการคงทนในน้ำได้ดี ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมชวนกินในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากมีปลาป่น และเกลบกุ้งในส่วนผสม ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมที่ดึงดูดความสนใจของปลาได้ดี ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้สั้นกว่าอาหารปลาขนาดใหญ่ในท้องตลาด ทั้งนี้เนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ไม่ได้ใส่วัตถุกันเสีย เหมือนกับอาหารปลาที่จำหน่ายในท้องตลาด จึงเกิดเชื้อราได้เร็วกว่าอาหารปลาที่จำหน่ายในท้องตลาด เมื่อทดลองนำผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบไปเลี้ยงปลาดุกบักอูย พบว่า เมื่อเลี้ยงด้วยผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบ 1.68 กิโลกรัม สามารถเปลี่ยนเป็นเนื้อปลาได้ 1 กิโลกรัม ซึ่งไม่แตกต่างกับอาหารเม็ดปลาขนาดใหญ่ในท้องตลาด อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $\alpha .05$ ทั้งนี้เนื่องมาจากผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบได้ปรับปริมาณโปรตีนในส่วนผสมให้มีปริมาณใกล้เคียงกับอาหารปลาขนาดใหญ่ที่จำหน่ายในท้องตลาด คือ ไม่น้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ แต่ผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบใช้ต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าการเลี้ยงปลาด้วยอาหารเม็ดปลาขนาดใหญ่ที่จำหน่ายในท้องตลาด คือใช้ต้นทุนค่าอาหารเพียง 21.84 บาท สามารถผลิตปลา 1 กิโลกรัม ในขณะที่อาหารเม็ดปลาขนาดใหญ่ที่จำหน่ายในท้องตลาด ใช้ต้นทุนค่าอาหาร 37.60 บาท ต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องมาจากผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบที่ผลิตขึ้น ได้นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีมากในท้องถิ่น เช่น มุลโก้ ไข่ ไบโกระถิน นำมาเป็นส่วนผสมในวัตถุดิบเพื่อลดปริมาณการใช้ปลาป่นซึ่งมีราคาแพง จึงทำให้ต้นทุนการผลิตอาหารปลาลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ เจษฎา อิศหะ และ คณะ (2545) ซึ่งได้ทดลองใช้วัตถุดิบพื้นบ้านบางชนิดเป็นส่วนผสมในอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลาเป็ดแดง ซึ่งพบว่าอาหารที่มีส่วนผสมของมุลโก้แห้ง และแห่น อย่างละ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นสูตรอาหารที่ดีที่สุด คือ ใช้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลา 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป

3 ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ ด้วยกรรมวิธีแบบพื้นบ้านถ่ายทอดให้กับนักเรียนที่เรียนวิชา การผลิตอาหารปลา ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 พบว่า การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ ร้อยละ 91.43 / 88.57 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 80 / 80

4 ผู้เรียนได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ ด้วยกรรมวิธีแบบพื้นบ้านให้แก่เกษตรกรในท้องถิ่นในพื้นที่ใกล้เคียงสถานศึกษา 2 กลุ่ม คือ นักเรียนโรงเรียนบ้านบันจ้อ จังหวัดสตูล จำนวน 60 คน และคณะหมอดินอาสา จังหวัดตรัง จำนวน 80 คน สถานที่เผยแพร่ คือ ณ ศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงโครงการพระราชดำริ บ้านวังประจันต์ อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล

สรุป

ผลิตภัณฑ์อาหารปลาสูตรต้นแบบ ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นอาหารปลา คือ มีโปรตีน 26.18 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับอาหารเม็ดปลาขนาดใหญ่ในท้องตลาด แต่มีต้นทุนค่าวัตถุดิบ เพียง กิโลกรัมละ 13 บาท ซึ่งถูกกว่าการซื้ออาหารเม็ดปลาขนาดใหญ่ในท้องตลาด ผลิตภัณฑ์สามารถลอยน้ำได้ 86.33 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 30 นาที สามารถคงทนในน้ำได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่น้อยกว่า 60 นาที มีกลิ่นหอมชวนกินในระดับมาก สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานไม่น้อยกว่า 30 วัน โดยไม่เกิดเชื้อรา เมื่อเลี้ยงปลาคุบก็อยู่ด้วยผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบ 1.68 กิโลกรัม สามารถเปลี่ยนเป็นเนื้อปลาได้ 1 กิโลกรัม ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกับอาหารเม็ดปลาขนาดใหญ่ในท้องตลาด อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ α .05 แต่ผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบใช้ต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าการเลี้ยงปลาด้วยอาหารเม็ดปลาขนาดใหญ่ที่จำหน่ายในท้องตลาด ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ ด้วยกรรมวิธีแบบพื้นบ้านถ่ายทอดให้กับนักเรียนที่เรียนวิชา การผลิตอาหารปลา ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 พบว่า การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ ร้อยละ 91.43 / 88.57 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และผู้เรียน ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ ด้วยกรรมวิธีแบบพื้นบ้านให้แก่เกษตรกรในท้องถิ่นในพื้นที่ใกล้เคียงสถานศึกษา 2 กลุ่ม คือ นักเรียนโรงเรียนบ้านบันจ้อ จังหวัดสตูล และคณะหมอดินอาสา จังหวัดตรัง สถานที่เผยแพร่ คือ ณ ศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงโครงการพระราชดำริ บ้านวังประจันต์ อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนายวิกรม พงศ์จันทร์เสถียร ผู้อำนวยการ และรองผู้อำนวยการทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนการทำวิจัย และให้คำปรึกษา จนทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณแผนกวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ที่ให้การสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Resnick, M. 1992. **Beyond the centralized mindset : Explorations in massively-parallel microworlds.**
Doctor of Philosophy Thesis in Media Arts and Science, Massachusetts Institute of Technology.
- Papert, Seymour. 1993. **The Children's machine : Rethinking school in the age of the computer.**
New York : BasicBooks.
- เจษฎา อีสหะหา ปราโมทย์ สำราญกิจดำรง สมทรง พึ่งพร สุพรรณิ สำราญกิจดำรง รักชนก บางโม สุภาพร จันดาตล 2546. การใช้วัตถุดิบพื้นบ้านบางชนิดเป็นส่วนผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลาเป็ดแดง.
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา พระนครศรีอยุธยา.