



รายงานการวิจัย

เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ของไข่น้ำในเชิงพาณิชย์

Technology of Production and Utility of Water Meal

(*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) in Commerce

อมลณัฐ นัฏตระกูล และคณะ

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2555

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ของไข่น้ำในเชิงพาณิชย์

Technology of Production and Utility of Water Meal

(*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) in Commerce

อมลัญญ์ ฉัตรตระกูล

สาขาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ศันสนีย์ อุดมอ่าง

สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

วิลาสินี ดีปัญญา

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตน์ชัย

สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ทุนอุดหนุนโดย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่าน

ความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2555

ชื่องานวิจัย เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ของไข่น้ำในเชิงพาณิชย์

Technology of production and utility of water meal

(*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) in commerce

ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมลฉัฐ นัทรตระกูล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศันสนีย์ อุดมอ่าง

อาจารย์วิลาสินี ศิปัญญา

อาจารย์กฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตนชัย

สาขาวิชา

พืชศาสตร์ คหกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัย

ราชภัฏเพชรบูรณ์

ปีเสร็จวิจัย

2555

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการพัฒนการผลิตและการเก็บรักษาไข่น้ำ การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ ดำรับอาหารจากไข่น้ำเพื่อการใช้ประโยชน์ระดับชุมชนและเชิงพาณิชย์ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยทั้งวิจัยเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพและเชิงทดลอง

พบว่า การใช้มูลโค 3 กรัมต่อลิตร ผสมกับดิน 5 กรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มจำนวนไข่น้ำและน้ำหนักแห้งมากที่สุด แต่มูลค่างาวผสมกับดินให้ปริมาณโปรตีนสูงสุด ในการเก็บรักษาไข่น้ำ อุณหภูมิมีผลต่อน้ำหนักสดและอายุการเก็บรักษาโดยอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและ 27 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิห้อง) สำหรับการเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยระบบคอลัมน์ที่ได้รับแสงความเข้ม 8,000 ลักซ์ นาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้ไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มสูงในช่วง 12-18 วัน จากนั้นมีแนวโน้มให้ผลผลิตลดลง

ดำรับอาหารจากไข่น้ำที่มีศักยภาพสำหรับการใช้ประโยชน์ในระดับชุมชนและเชิงพาณิชย์ กลุ่มอาหารคาว ได้แก่ แกงเขียวหวานไข่น้ำ ผัดฉ่าลูกชิ้นไข่น้ำ และห่อหมกไข่น้ำ กลุ่มอาหารหวาน ได้แก่ ขนมเทียนมรกต และอาหารว่าง ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยวหลอดไข่น้ำ ส่วนสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมสูงสุด มีส่วนประกอบ คือ น้ำตาล เกลือ โซเดียมคลอไรด์ ไขมันพืช และเจลาตินผง ร้อยละ 6.00 0.10 3.50 0.1 และ 3.5 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ไข่น้ำ การผลิต การใช้ประโยชน์

Research Title	Technology of Production and Utility of Water Meal (<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Wimm.) in Commerce
Name	Assistant Prof. Dr. Amonnat Chattrakul Assistant Prof. Sansanee Uttama-ang Mrs. Wilasinee Deepanya Mr. Kritphon Phanrattanachai
Program	Plant Science, Home-Economic, Food Science and Technology and Industrial Technology
University	Rajabhat Phetchabun
Year	2012

Abstract

The purposes of this research program were to study the development of production and storage for water meal meal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.), the development of its cultured set, its recipes for community and commercial utilization, and its leather product. This study was conducted by a quantitative research, a qualitative research and an experimental research.

The results showed that using 3 grams per liter of cow dung mixed with 5 grams per liter of soil could increase the number of water meal and get the most dry weight. But the bat guano mixed with soil had the highest protein content. Water meal storage, temperature affected its fresh weight and its storage; on temperature at 15 °Celsius and 10 °Celsius could prolong the life of water meal more than 5 °Celsius and 27 °Celsius (room temperature).

In addition, water meal culturing in cultured set with the column system, which taken the light intensity in 8,000 luxs for 16 hours per day could increase a growth rate and highly increase yield of water meal during 12-18 days. After that its yield was likely decrease.

The potential water meal recipes for utilization of community and commerce, the meat dish recipes had water meal green curry (Gang Keiw Waan), water meal spicy stir fried (Pad Cha) and water meal steamed fish with curry paste (Hor Mok). Dessert recipe had water meal

candle candy emerald (Kanom Teain Morakot) and snack recipe had water meal stuffed noodle rolls.

The standard formula of water meal leather product, which consumers had the most favorite. Its ingredient had sugar, salt, Kikkoman sauce, ground pepper and starch gel paste at percentage of 6.00, 0.10, 3.50, 0.10, and 3.50 respectively.

Keywords : water meal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.), production, utility

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นชุดงานวิจัยที่ประกอบด้วยงานวิจัยเรื่องการพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาไข่น้ำ การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ การพัฒนาอาหารจากไข่น้ำเพื่อการใช้ประโยชน์ระดับชุมชนและเชิงพาณิชย์ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ด้วยงบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นไปอย่างราบรื่น

ผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงไข่น้ำ ผู้บริโภค ผู้ประกอบการด้านอาหาร และปราชญ์ชาวบ้าน ที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลอันเป็นประโยชน์และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

ขอขอบคุณผู้ช่วยนักวิจัย และนักศึกษาทุกท่านที่ช่วยดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา และบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ผลักดันและอนุเคราะห์ให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

อมลณัฐ นัตรตระกูล และคณะ

24 ธันวาคม 2555

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา	4
1.5 ประโยชน์ของการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ไข่น้ำ.....	5
2.2 ดำรับอาหารพื้นบ้านและการแปรรูปอาหาร	9
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	17
3.1 วิธีการดำเนินงาน	17
3.2 สถานที่ทำการทดลอง	20
3.3 ระยะเวลาในการทำวิจัย	20
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	20
บทที่ 4 ผลการวิจัย	21
4.1 การพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาไข่น้ำ	21
4.2 การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ	24
4.3 การพัฒนาดำรับอาหารจากไข่น้ำ	25
4.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	31
5.1 สรุปผล.....	31
5.2 อภิปรายผล	32
5.3 ข้อเสนอแนะ	33
บรรณานุกรม.....	34
ประวัติคณะผู้วิจัย	38

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำใน 100 กรัม	7
4-1	น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของไข่น้ำหลังการเก็บเกี่ยว	21
4-2	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และโปรตีนของไข่น้ำหลังการเก็บเกี่ยว	22
4-3	น้ำหนักสดของไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา	23
4-4	อายุการเก็บรักษาไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา	24
4-5	ผลผลิตไข่น้ำภายหลังการทดลอง	25
4-6	สูตรอาหารจากไข่น้ำ	26
4-7	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น	29
4-8	คุณภาพผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นในด้านต่าง ๆ	30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยนับได้ว่า เป็นประเทศผู้ส่งออกพืชและสัตว์ที่เป็นอาหารรายสำคัญของโลก ที่ผ่านมามีประเทศไทยผลิตอาหารเพื่อการส่งออกเพื่อเลี้ยงชาวโลกมูลค่ากว่า 4 แสนล้านบาท และด้วยศักยภาพความพร้อมในด้านต่าง ๆ ทั้งในเรื่องของสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชและสัตว์ วัตถุดิบ ภูมิปัญญาและความเชี่ยวชาญในการผลิตแรงงาน และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในปี 2547 รัฐบาลจึงมีนโยบายที่จะผลักดันให้ประเทศไทยเป็นครัวของโลก มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งผลิตอาหารเลี้ยงประชากรของโลก โดยกำหนดยุทธศาสตร์ให้มีการผลิตอาหารปลอดภัยในทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่แหล่งปลูกจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ความรับผิดชอบต่อความปลอดภัยของอาหารทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง รวมถึงต้องสามารถตรวจสอบย้อนกลับถึงแหล่งที่มาและแหล่งที่ไปของอาหารได้ มีการกำหนดเส้นทางของความปลอดภัยของอาหารโดยใช้กระบวนการผลิตที่ปลอดภัย อย่างไรก็ตาม แม้ว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตอาหารได้จำนวนมากด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย แต่ในบางพื้นที่ของภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก ยังประสบปัญหาการขาดแคลนอาหารและสารอาหาร ซึ่งมีสาเหตุมาจากความยากจนและไม่รู้จักการนำพืชอาหารจากแหล่งธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ทดแทนวัตถุดิบอาหารหลักที่คุ้นเคย ดังนั้น ในแต่ละปีรัฐบาลจึงต้องสูญเสียงบประมาณจำนวนมากในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยจากปัญหาทุพโภชนาการ ปัจจุบันการแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารในระดับประเทศและระดับโลกมักมุ่งเน้นที่การแสวงหาวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งอาหารชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ได้แก่ สามารถขยายพันธุ์ได้ง่ายและรวดเร็ว สามารถเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยใช้ระยะเวลาสั้น ๆ มีขั้นตอนการเพาะเลี้ยงที่ไม่ยุ่งยาก ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ และที่สำคัญคือ มีคุณค่าทางอาหารสูง

ไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) ภาษาถิ่นเรียกว่า “ผำ” เป็นพืชน้ำขนาดเล็กชนิดหนึ่งที่เกิดตามแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เป็นพืชที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการเป็นแหล่งอาหารชนิดใหม่ครบทุกประการ ซึ่งสุขุม ไร่ใจและสุทิน สมบูรณ์ (2550) รายงานว่า ไข่น้ำให้โปรตีนสูงถึง 35 เปอร์เซ็นต์ และมีเบต้าแคโรทีน ประมาณ 600 กรัม หรือ 100,000 ไมโครกรัม RE ใน 1 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งเมื่ออายุ 24 วัน ซึ่งคุณค่าทางอาหารของไข่น้ำ สอดคล้องกับการแก้ปัญหาภาวะทุพโภชนาการของประชากรในแต่ละประเทศ ได้แก่ โรคขาดโปรตีน โรคขาดวิตามินเอ และโรคที่เกิดจากการได้รับเชื้อใยอาหารต่ำ นอกจากนั้น ไข่น้ำมีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่รวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น เพียงเพาะเลี้ยง 6 วัน สามารถให้ผลผลิต 2 กิโลกรัม

น้ำหนักรเบิดก/ตารางเมตร (สุขุม เราใจและสุทิน สมบูรณ์, 2550) ซึ่งแทบจะไม่มีพืชชนิดใดให้ผลผลิตที่สูงในระยะเวลาอันสั้นเช่นนี้ อย่างไรก็ตาม ไข่น้ำมีข้อจำกัดตรงที่เป็นพืชที่มีตามฤดูกาล โดยมีในช่วงเดือน มีนาคมถึงพฤษภาคม และเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน จึงขาดความต่อเนื่องในการใช้บริโภค อีกทั้งการเพาะเลี้ยงตามธรรมชาติต้องใช้พื้นที่จำนวนมาก และการเก็บรักษาไข่น้ำสดยังมีข้อจำกัด ประกอบกับการใช้ไข่น้ำเป็นอาหารตามภูมิปัญญาท้องถิ่นของชาวเพชรบูรณ์และชาวอีสานมีเพียงแกงไข่น้ำแบบพื้นบ้านอย่างเดียวนั้น ซึ่งอาจไม่เป็นที่รู้จักของคนทั่วไปอีกด้วย ดังนั้น จึงทำให้การใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีคุณค่าสูงอย่างไข่น้ำเพื่อการบริโภคนั้นมีน้อยมาก อย่างไรก็ตาม มีรายงานการทดลองเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น ใช้เป็นอาหารปลาเพื่อลดอัตราการรอดตาย (ศิริภาวี ศรีเจริญและคณะ, 2544; นิสาชล แก้วมา, 2548ก; Nguyen, 1998) การปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง (กันยัสนี พันธุ์นิชดำรง และสุขุม เราใจ, 2552) การบำบัดน้ำเสีย (สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553; เสาวนิตย์ เลอพุฒิพงศ์, 2549) และการทดแทนโปรตีนโดยใช้ไข่น้ำในการทำข้าวเกรียบกุ้ง (ชุดินุช สุจริต และมาโนช ขำเจริญ, 2542) เป็นต้น

ดังนั้น การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตและใช้ประโยชน์จากไข่น้ำ เพื่อลดข้อจำกัดในด้านความต่อเนื่องของผลผลิตไข่น้ำ ขนาดของพื้นที่ในการเพาะเลี้ยง และการใช้ประโยชน์ทางอาหาร ซึ่งผลของการวิจัยทำให้ได้วิธีการเพาะเลี้ยงที่ทำให้สามารถผลิตไข่น้ำได้ตลอดปี มีวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสม และมีชุดเพาะเลี้ยงต้นแบบที่ลดพื้นที่ในการเพาะเลี้ยงที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ เกิดการรับอาหารใหม่ที่ได้รับประทานในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น อีกทั้งอาหารว่างเพื่อสุขภาพจากไข่น้ำแผ่น เพื่อสร้างอาหารแหล่งใหม่ที่มีคุณค่าอาหารสูง ซึ่งนับว่าเป็นการหาแนวทางในการผลักดันให้พืชโปรตีนสูงเช่นไข่น้ำมีศักยภาพใช้เป็นแหล่งอาหารใหม่สำหรับชาวไทยและชาวโลกต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

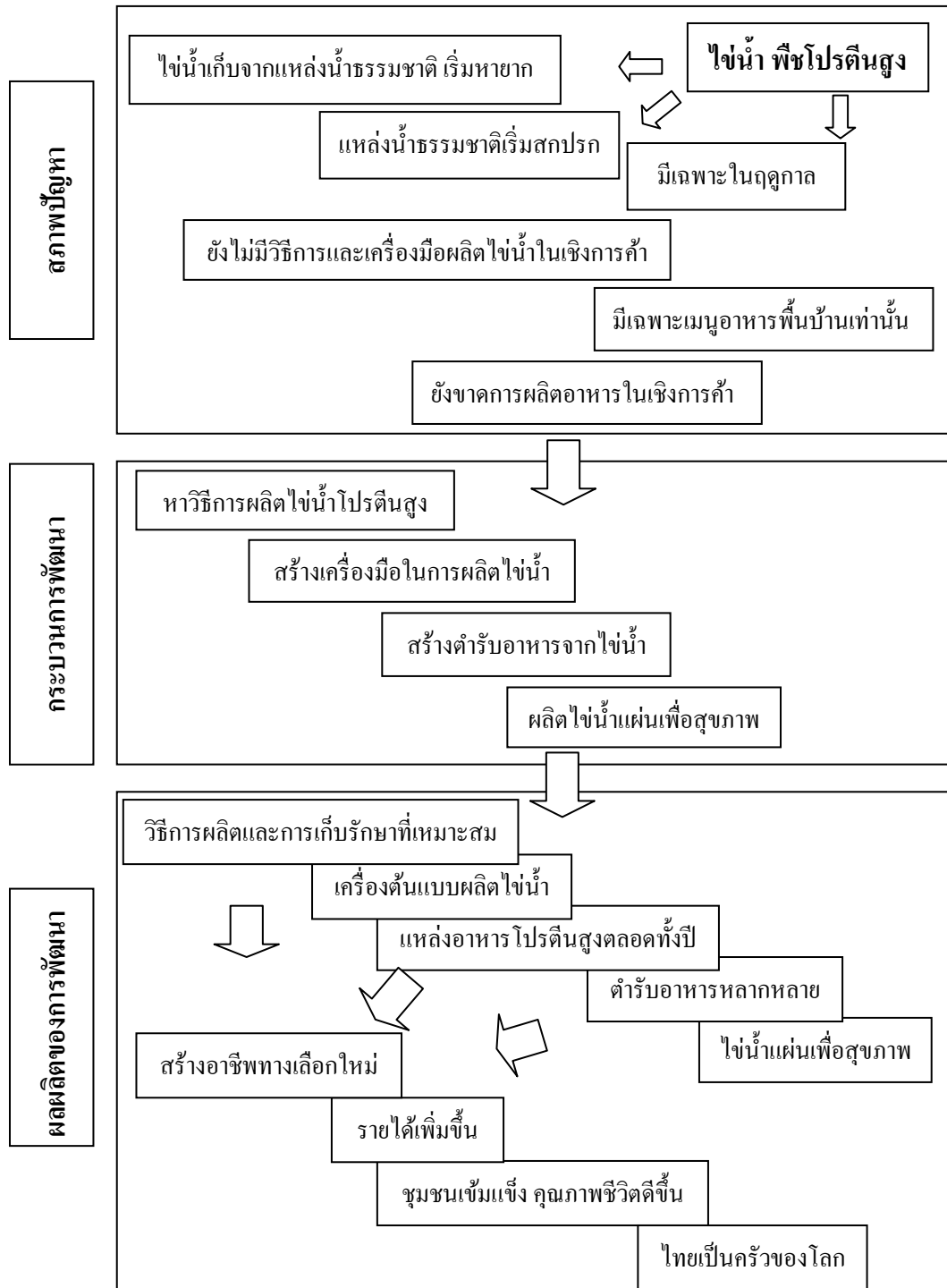
แผนงานวิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ภายใต้โครงการย่อย ดังนี้

1.2.1 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตไข่น้ำในเชิงพาณิชย์ โดยศึกษาถึงการพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาไข่น้ำ และการพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการใช้ประโยชน์ของไข่น้ำในเชิงพาณิชย์ โดยศึกษาถึงการพัฒนารับอาหารจากไข่น้ำ และผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น

1.3 กรอบแนวคิดของแผนงานวิจัย

กรอบแนวคิดของแผนงานวิจัย มีดังนี้



1.4 ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยทั้งในเชิงทดลอง โดยสถานที่ทำการวิจัยเชิงทดลอง ได้แก่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ส่วนกลุ่มเป้าหมายในการสำรวจ ได้แก่ เกษตรกร นักศึกษา และผู้บริโภคในอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ระยะเวลาในการวิจัย ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 สิ้นสุดการวิจัย เดือนธันวาคม 2555

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 ได้องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีในการผลิตไข่ไก่ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคในเชิงพาณิชย์

1.5.2 ได้แนวทางในการสร้างรายได้เสริมและอาชีพทางเลือกใหม่ เพื่อกระตุ้นให้เกิดเศรษฐกิจในระดับครอบครัวและชุมชน

1.5.3 ได้ไข่ไก่ฟักอาหารแหล่งใหม่ ราคาถูกทดแทนอาหารสุภาพราคาแพงที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อการมีสุขภาวะทางโภชนาการที่ดี และเป็นการสนับสนุนให้ไทยเข้าสู่การเป็นครัวโลกต่อไป

1.5.4 ได้องค์ความรู้เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนางานวิจัยด้านการเพิ่มผลผลิต และการผลิตผลิตภัณฑ์จากไข่ไก่และฟักน้ำชนิดอื่นต่อไป

1.5.5 สามารถใช้ในการรณรงค์และประชาสัมพันธ์เผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับไข่ไก่ไปยังผู้สนใจเช่น การอบรมให้ความรู้ การจัดรายการวิทยุ หนังสือพิมพ์ท้องถิ่น และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

1.5.6 สามารถนำผลการวิจัยไปตีพิมพ์เผยแพร่ทางวารสารวิชาการระดับชาติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไข่น้ำ

ไข่น้ำจัดเป็นพืชลอยน้ำที่มีดอกขนาดเล็กที่สุดในโลก มีชื่อสามัญว่า wolffia หรือ water meal มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. ไข่น้ำมีชื่อเรียกกันตามท้องถิ่นของประเทศไทย ได้แก่ ผำ ไข่ผำ และไข่แห่น พบมากทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ที่มีลักษณะน้ำนิ่งและน้ำใส แสงสว่างส่องถึง (สุชาดา ศรีเพ็ญ, 2542)

2.1.1 การจำแนกชนิดของไข่น้ำ

ในการจำแนกชนิดของไข่น้ำ ขนาดและรูปร่างของไข่น้ำเป็นสิ่งสำคัญ ไข่น้ำมีลำดับอนุกรมวิธาน ดังนี้

Kingdom Plantae

Division Tracheophyta

Class Angiospermae

Order Arales

Family Lemnaceae

Genus *Wolffia*

Species *arrhiza*

ปัจจุบันชนิดของไข่น้ำที่พบในสกุล *Wolffia* มีทั้งหมด 16 ชนิด ได้แก่ *W. angusta*, *W. arrhiza*, *W. borealis*, *W. brasiliensis*, *W. columbiana*, *W. denticulate*, *W. gladiata*, *W. globosa*, *W. hyaline*, *W. lingulata*, *W. microsvopica*, *W. netropica*, *W. oblonga*, *W. reanda*, *W. rotunda* และ *W. welwitschii* อย่างไรก็ตามไข่น้ำที่ปรากฏในประเทศไทยมีจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. และ *Wolffia globosa* (L.) Wimm. (ธวัชชัย รัตนชเลศ และเจมส์ เอฟ แมกซ์เวลล์, 2535)

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไข่น้ำ

ไข่น้ำมีลักษณะเป็นเม็ดทรงรี มีรังควัตถุสีเขียว แถวของปากใบเรียงตัวขนานกัน สืบพันธุ์ด้วยการแตกหน่อในสภาวะแวดล้อมที่ปกติ (สุริย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) ไข่น้ำมีความยาวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.6 มิลลิเมตร ความกว้างประมาณ 0.3 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-1.5 มิลลิเมตร เป็นพืชที่ไม่มีราก เรียกว่า ทัลลัส (thallus) ประกอบด้วยเซลล์พาราเรณิมาเป็นส่วนใหญ่ องค์ประกอบภายในเซลล์เป็นน้ำถึงร้อยละ 95 และมีช่องอากาศแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ ทำให้เห็นคล้ายฟองน้ำ จึงช่วยให้ไข่น้ำลอยตัวบนผิวน้ำได้ ดอกมีขนาดเล็กมากเกิดในถุงตรงขอบทัลลัส ไม่มีกลีบดอกและไม่มีกลีบเลี้ยง ดอกตัวผู้มีเกสรตัวผู้ที่มีอับละอองเกสร 1 ช่อง ดอกตัวเมียมีรังไข่ภายในมีไข่อ่อนเพียง 1 ใบ และเมล็ดขนาดเล็กมาก ไข่น้ำจะลอยตัวอยู่บนผิวน้ำหรือปริมน้ำ เจริญได้ดีในช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคม พบทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ที่มีลักษณะน้ำนิ่งและน้ำตื้นใส แสงสว่างส่องถึง (สุชาดา ศรีเพ็ญ, 2542)

2.2.2 คุณค่าทางอาหารของไข่น้ำ

ไข่น้ำเป็นพืชน้ำอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมารับประทานได้ รสชาติดี และปริมาณโปรตีนสูง ซึ่งทางการประมงจัดไข่น้ำเป็นอาหารตามธรรมชาติประเภทพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับประชาชนได้ดี จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไข่น้ำในน้ำหนัก 100 กรัม พบว่า ไข่น้ำแห้งให้พลังงาน 8 กิโลแคลอรี มีโปรตีนร้อยละ 6.8-45 ไขมันร้อยละ 1.8-9.2 เส้นใยร้อยละ 5.7-16.2 และแคลเซียมร้อยละ 59.00 (กองโภชนาการ, 2544) ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 คุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่ใน 100 กรัม (กองโภชนาการ, 2544)

สารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	8.00
โปรตีน (ร้อยละ)	6.8-45
ไขมัน (ร้อยละ)	1.8-9.2
เส้นใย (ร้อยละ)	5.7-16.2
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	59.00
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	25.00
เหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	6.60
วิตามินเอ (IU/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	5,346
วิตามินบี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	0.03
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	11.00
กรดอะมิโน (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	
Alanine	1,386
Arginine	1,045
Aspartic acid	1,576
Cystine	339
Glutamic acid	1,723
Glycine	756
Histidine	335
Isoleucine	524
Leucine	1,222
Lysine	1,094
Methionine	176
Phenylalanine	728
Proline	820
Serine	710
Threonine	636
Tryptophan	1,272
Tyrosine	1,095
Valine	774
Total amino acids	16,211
Total essential amino acids	7,860

2.1.3 ประโยชน์ของไข่น้ำ

ไข่น้ำสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการ ดังนี้

2.1.3.1 เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ โดยทั่วไปผู้บริโภคในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของไทยนิยมนำไข่น้ำมาประกอบอาหาร โดยนำไปใส่ในแกงเผ็ด แกงปลา แกงอ่อม และอาหารพื้นบ้านอื่น ๆ เนื่องจากไข่น้ำมีโปรตีนและแคลเซียมสูง รสชาติเหมือนผักทั่วไปและไม่มีกลิ่นที่ฉุนฉียว นักโภชนาการหลายท่านจึงสนใจนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าของไข่น้ำให้สูงขึ้น เช่น ไข่เป็นส่วนผสมในข้าวเกรียบ (ชุดินุช สุจริต และมาโนช ขำเจริญ, 2542)

2.1.3.2 เป็นแหล่งอาหารโปรตีนในอาหารสัตว์ทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำ โดยนำไข่น้ำใช้เป็นอาหารปลานิล (ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ, 2544) และสามารถลดอัตราการรอดตายของปลา (นิสาชล แก้วมา, 2548ก; Nguyen, 1992)

2.1.3.3 ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ไข่น้ำมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสีย ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าสูงขึ้น ความเป็นกรดเป็นด่างค่อนข้างเป็นกลาง และค่าความขุ่นของน้ำเสียต่ำลง (สุริย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) และยังช่วยดูดซับสารอาหารจากน้ำเสีย (Fujita, Mori and Koder, 1998) เช่น ใช้ฟื้นฟูแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนจากแคดเมียม โดยไข่น้ำสามารถสะสมแคดเมียมได้ 80.65 มิลลิกรัม/กรัม (เบญจภรณ์ บุญยพุกณะ, 2542) และใช้บำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืด (เสาวนิตย์ พุฒิเลอพงษ์, 2549)

2.1.3.4 เป็นแหล่งรงควัตถุแคโรทีนอยด์ สามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพสีของปลาสวยงามให้มีสีสันสดใส เช่น ใช้รงควัตถุแคโรทีนอยด์จากไข่น้ำปรับปรุงคุณภาพสีของปลาทอง (กันย์สินี พันธุ์วิชดำรง และสุขุม เร้าใจ, 2552)

2.1.4 การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ

โดยธรรมชาติไข่น้ำสามารถเจริญเติบโตอยู่ในน้ำนิ่ง เช่น หนองน้ำ หรือบึงเจริญเติบโตง่าย แยกขยายพันธุ์ได้เร็ว สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำ 2 กิโลกรัม/ตารางเมตร หลังจากวันเริ่มเพาะเลี้ยงเพียง 6 วัน (สุขุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์, 2550) สำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของไข่น้ำ ได้แก่ คุณภาพของน้ำ สามารถเพาะเลี้ยงในน้ำเสียหรือน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำเสียอัตราร้อยละ 25 สามารถเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพและผลผลิตของไข่น้ำสูงสุด (สุริย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) และแสงเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญ จึงควรเพาะเลี้ยงไข่น้ำในที่ที่มีแสงแดดจัด จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของไข่น้ำสูงสุด (อมลณัฐ ฉัตรตระกูล และคณะ, 2554)

ส่วนอาหารเพาะเลี้ยงไข่น้ำ นักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาถึงอาหารสำหรับเลี้ยงไข่น้ำหลากหลายชนิด ได้แก่ มูลไก่ (ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ, 2544) เป็นต้น

2.2 ตำรับอาหารพื้นบ้านและการแปรรูปอาหาร

2.2.1 ตำรับอาหารพื้นบ้าน

อาหารพื้นบ้านไทยเป็นอาหารที่ได้สมดุลทางโภชนาการ ผสมผสานลงตัวระหว่างชนิดและปริมาณของอาหาร ซึ่งส่วนใหญ่จะมีข้าวเป็นอาหารหลัก ซึ่งมักเป็นข้าวซ้อมมือซึ่งอุดมไปด้วยวิตามินที่สำคัญ การปรุงอาหารจะเป็นการต้ม แกง ยำ ตำ มีการปรุงที่เรียบง่าย ไม่พิถีพิถัน ใช้เวลาไม่มาก ใช้น้ำมันในการปรุงอาหารน้อย มีการใช้เนื้อสัตว์ไม่มาก จึงนับว่า อาหารพื้นบ้านของไทยเป็นอาหารที่มีไขมันต่ำแต่มีเส้นใยอาหารสูง มีคุณค่าทางโภชนาการทั้ง วิตามิน เกลือแร่ เอนไซม์กรดไขมัน ปลอดภัยจากสารเคมีและให้สรรพคุณทางสมุนไพรอีกด้วย ซึ่งหาได้ยากจากอาหารประเภทอื่น นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีของคนในครอบครัวได้พูดคุยกันระหว่างมื้ออาหาร อีกทั้งยังเป็นการอนุรักษ์และพัฒนาให้อาหารไทยอยู่กับคนไทยตลอดไป (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์, มปป.)

อาหารพื้นบ้านไทยความหลากหลายของชนิดอาหารจากการใช้วัตถุดิบในแหล่งต่าง ๆ ของแต่ละภาคของไทย ซึ่งสำหรับอาหารเกิดจากการหลอมรวมตามภูมิปัญญาของคนในภาคนั้น ๆ เช่น อาหารพื้นบ้านภาคเหนือตามภูมิปัญญาไทย พบว่า อาหารพื้นบ้านภาคเหนือมี 649 ชนิด เป็นอาหารคาวร้อยละ 63.79 อาหารถนอมและอาหารแปรรูป อาหารหวาน และอาหารว่างร้อยละ 22.96 9.86 และ 3.39 .ซึ่งอาหารพื้นบ้านภาคเหนือทุกชนิดมีศักยภาพด้านของแหล่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิตมีศักยภาพสูง ส่วนศักยภาพในเชิงพาณิชย์พบว่า อาหารถนอมและอาหารแปรรูป อาหารว่าง และอาหารหวานมีศักยภาพระดับปานกลาง สำหรับศักยภาพด้านการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารคาวมีระดับปานกลาง ขณะที่อาหารคาว อาหารหวาน อาหารถนอมและอาหารแปรรูปมีศักยภาพด้านการถ่ายทอดภูมิปัญญาสูง (อบเชย วงศ์ทอง และสุจิตรา เรืองรัมย์, 2550)

2.2.2 การแปรรูปอาหาร

ก่อนจะเกิดเป็นตำรับอาหารที่หลากหลายให้รับประทาน ต้องมีการนำวัตถุดิบเช่น ผัก ผลไม้ หรือเนื้อสัตว์ต่าง ๆ มาผ่านกระบวนการปรุงหรือแปรรูปอาหารเสียก่อน การแปรรูปอาหารมีหลาย

วิธี บางวิธีทำได้ง่ายในระดับครัวเรือน บางวิธีต้องทำในระดับอุตสาหกรรม บางอย่างเก็บได้หลายวัน หลักการในการแปรรูปอาหาร ดังนี้ (ฐานข้อมูลพืชผัก บทความเกษตร, มปป.)

2.2.2.1 การใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ การใช้ความร้อนเพื่อทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์ในอาหาร แบ่งตามระดับความร้อนที่ใช้ได้ 2 วิธี

1) การสเตอริไลส์ (sterilization) เป็นการใช้ความร้อนสูงถึง 121 องศาเซลเซียส และมีระยะเวลานานพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ในอาหารได้หมด เช่น ผลไม้บรรจุกระป๋อง เนื้อสัตว์บรรจุกระป๋อง ผักในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

2) การพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization) เป็นการใช้ความร้อนต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ และต้องมีการใช้วิธีการอื่นร่วมด้วย เพื่อควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือรอดหรือไม่ให้เพิ่มจำนวนขึ้น ได้แก่ การปรับให้อาหารมีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 4.5 เช่น การทำน้ำผลไม้บรรจุขวด การทำผลไม้กระป๋อง หรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เช่น นมพาสเจอร์ไรส์ซึ่งต้องแช่เย็นตลอดเวลา

2.2.2.2 การใช้ความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของอาหาร เป็นเพื่อลดอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทางชีวเคมีและจุลินทรีย์ ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารสด และอาหารแปรรูปให้นานขึ้น

1) การแช่เย็น เป็นการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำลงระหว่าง -1 ถึง 8 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่าอุณหภูมิจุดเยือกแข็งของอาหารนั้น

2) การแช่แข็ง เป็นการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของอาหารนั้น นิยมใช้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

2.2.2.3 การลดปริมาณน้ำในอาหารหรือการอบแห้ง เป็นการใช้ความร้อนแก่อาหารระดับหนึ่ง เพื่อไล่น้ำออกจากอาหารให้เหลืออยู่ปริมาณน้อยที่สุด การอบแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด (sun drying) การใช้ตู้อบแห้งแบบลมร้อน (hot air drier) การทำแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (solar drying) ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum shelf drier) การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) การทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drying) การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum drying) เป็นต้น

2.2.2.4 การใช้น้ำตาลเพื่อปรุงแต่งให้อาหารมีรสหวานเป็นหลัก และถ้าใช้น้ำตาลในปริมาณสูง โดยมีความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าร้อยละ 70 ทำให้เก็บได้นาน เนื่องจากทำให้สภาพของอาหาร ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ทั่วไปได้ ยกเว้นยีสต์บางชนิด หากความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่า 70% ต้องใช้วิธีการอื่นควบคู่ด้วย เช่น การเติมกรดลงไปในการ การบรรจุขณะร้อน การฆ่าเชื้อบริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการใช้

สารกันเสีย ผักผลไม้ที่ใช้น้ำตาลในการแปรรูปได้แก่ น้ำผลไม้เข้มข้น แยม เยลลี่ ผลไม้แช่อิ่ม ผลไม้เชื่อม และผลไม้กวน

2.2.2.5 การหมักดอง เป็นกระบวนการแปรรูปอาหารที่อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์เพื่อสร้างเอนไซม์ออกมาเปลี่ยนสารประกอบทางเคมีของวัตถุดิบเริ่มต้นให้เป็นแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีลักษณะเนื้อสัมผัส ส่วนประกอบทางเคมีและรสชาติเปลี่ยนไปจากวัตถุดิบเริ่มต้น อาหารหมักจะมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้น เช่น ผักดองเปรี้ยว ผลไม้ดอง น้ำส้มสายชูหมัก หรือมีแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น เช่น เบียร์ ข้าวหมาก ไวน์ นอกจากนี้ ในกระบวนการหมักอาจมีการใช้เกลือในปริมาณสูง เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ เช่น เต้าเจี้ยว น้ำปลา

2.2.2.6 การถนอมอาหารโดยใช้สารเคมี สารเคมีที่ใช้เพื่อการถนอมอาหาร ได้แก่ สารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย สารป้องกันการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหาร โดยชนิดและปริมาณที่ใช้ ต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติอาหารกระทรวงสาธารณสุข

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 การเพาะเลี้ยงไข่น้ำและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ (2544) ศึกษาการเลี้ยงไข่น้ำด้วยอาหาร 4 ชนิด คือ อาหารเลี้ยงสาหร่าย มูลสุกร มูลไก่ และ มูลโค พบว่า การเลี้ยงไข่น้ำด้วยมูลไก่ในวันที่ 3 ให้ผลผลิตของไข่น้ำมากที่สุด และให้จำนวนต้นมากที่สุดในวันที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการเลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น โดยการเลี้ยงด้วยมูลไก่ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงหรือรอบการเลี้ยงในเวลาสั้นแต่ให้ผลผลิตสูงสำหรับการเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารสำเร็จรูปเสริมด้วยไข่น้ำ 4 ระดับ คือ สูตรที่ 1 ผสมไข่น้ำร้อยละ 0 15 30 และ 45 พบว่า อาหารสำเร็จรูปเสริมด้วยไข่น้ำที่ระดับ 15% ทดแทนอาหารสำเร็จรูปเป็นระดับที่เหมาะสม

สุริย์พร ธรรมิกพงษ์ (2553) ศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของไข่น้ำและแนวทางการเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า ไข่น้ำมีรูปร่างภายนอกเป็นทรงรี เซลล์มีความซับซ้อน แต่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน มีรงควัตถุสีเขียว แถวของปากใบเรียงตัวขนานกัน มีการสืบพันธุ์ด้วยการแตกหน่อในสภาวะแวดล้อมที่ปกติ ในการเพาะเลี้ยง อัตราส่วนของน้ำเสีย 25% มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพและผลผลิตสูงที่สุด สำหรับประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าสูงขึ้น ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในระดับ

ค่อนข้างเป็นกลาง และค่าความขุ่นของน้ำเสียมีค่าต่ำลง แสดงว่า ใช้น้ำมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียได้

กันยัสนี พันธุ์นิชดำรง และสุภูมิ เร้าใจ (2552) ได้ทดลองเลี้ยงไข่น้ำด้วยน้ำประปาซึ่งเติมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และปรับค่าความเป็นกรดต่าง 5-6 วางถึงทดลองในอาคารเปิดที่มีค่าความเข้มแสงไม่ต่ำกว่า 5,000 ลักซ์ เลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน พบว่า ได้ผลผลิตไข่น้ำเฉลี่ยประมาณ 2.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ปริมาณเบต้า-แคโรทีนในไข่น้ำที่มีอายุการเลี้ยง 24 วัน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และจากการเลี้ยงแบบแบ่งชั้นเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้มากขึ้น โดยใช้ถึงทดลองเรียงตามสูงสามชั้น แต่ละชั้นได้รับแสงต่างกัน เลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน พบว่า ได้ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 4.6 กิโลกรัม น้ำหนักเปียก สำหรับการใส่ไข่น้ำในการปรับปรุงคุณภาพสีของลูกปลาทอง ด้วยอาหารผสมไข่น้ำอบแห้ง พบว่า อาหารผสมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ให้ระดับความเข้มสีของลำตัวลูกปลาทองเฉลี่ยสูงสุดที่ระดับ 30 ซึ่งแตกต่างจากการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น ขณะที่การเลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตรไม่มีผลให้ความแตกต่างในการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลาทอง

กันยัสนี พันธุ์นิชดำรง (2552) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำและวิธีในการเพาะขยายพันธุ์แบบหมวล เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์และอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยทดลองเลี้ยงไข่น้ำในห้องปฏิบัติการและอาคารเปิด พบว่า ไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดเมื่อเลี้ยงในน้ำประปาที่เติมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร คุณสมบัติของน้ำเลี้ยงที่เหมาะสมคือ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5-6 และมีค่าความกระด้างต่ำกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตรแคลเซียมคาร์บอเนต สำหรับความเข้มแสงที่เหมาะสมในการเลี้ยงมีค่า 5,000-10,000 ลักซ์ และต้นไข่น้ำมีอายุการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่ 15 วัน เมื่อทดลองเลี้ยงไข่น้ำเป็นเวลา 30 วัน สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำได้ประมาณ 2 กิโลกรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร และตรวจวัดปริมาณเบต้าแคโรทีนในไข่น้ำที่เลี้ยง 24 วัน พบเฉลี่ย 600 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อศึกษาการเลี้ยงไข่น้ำแบบแบ่งชั้นเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้มากขึ้น โดยเลี้ยงในถึงทดลองซึ่งเรียงตามความสูงสามชั้น แต่ละชั้นได้รับแสงต่างกันเป็นเวลา 28 วัน พบว่า ได้ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 4.6 กิโลกรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร สำหรับการศึกษการเพิ่มธาตุแคลเซียมในไข่น้ำ พบว่า ไข่น้ำที่เลี้ยงโดยการเติมเกลือ Calcium dihydrogen phosphate 500 มิลลิกรัม/ลิตร และ EDTA 0.5 มิลลิโมล เป็นเวลา 10 วัน มีปริมาณธาตุแคลเซียมในต้นไข่น้ำสูงสุดเฉลี่ย 873 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงกว่าในต้นไข่น้ำก่อนการทดลองร้อยละ 40

สุขุม เรา้ใจ และสุทิน สมบูรณ์ (2550) ได้เพาะเลี้ยงไข่น้ำสายพันธุ์จากธรรมชาติในถังทดลองตั้งไว้ในอาคารเปิด มีปริมาณแสงเฉลี่ย 7,000-9,000 ลักซ์ พบว่า ไข่น้ำให้ผลผลิตที่ดีและต่อเนื่อง เมื่อเลี้ยงในน้ำประปาที่เติมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 50 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5-6 ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง เมื่อทดลองเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำครั้งเดียวเปรียบเทียบกับเก็บเกี่ยวที่ 50% ของผิวหน้าน้ำสะสมในทุก 6 วัน ในช่วงการเลี้ยง 30 วัน พบว่า ได้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน โดยได้น้ำหนักเฉลี่ย 2 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร สำหรับการปริมาณเบต้าแคโรทีนในไข่น้ำจากการเลี้ยง 24 วันใน 1 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ประมาณ 600 กรัม หรือ 100,000 ไมโครกรัม Retinol Equivalent (RE) และมีปริมาณโปรตีน 35 %

จากการเลี้ยงไข่น้ำระบบปิดในน้ำที่เติมเกลือแคลเซียม พบว่า การเติมเกลือ calcium dihydrogen phosphate ในน้ำเลี้ยงที่ระดับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ไข่น้ำมีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 873 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง หรือเพิ่มขึ้นจากที่มีอยู่เดิมร้อยละ 40 ขณะที่เติมเกลือ EDTA ในน้ำเลี้ยงไข่น้ำ พบว่า ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแคลเซียมในไข่น้ำ

นิสาชล ฤาแก้วมา (2548ข) ศึกษาความต้องการแสงสว่างที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ พบว่า และการเลี้ยงภายใต้แสงร้อยละ 50 สองชั้น ให้ผลผลิตไข่น้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อน้ำหนักสด สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ การเลี้ยงภายใต้แสงร้อยละ 50 หนึ่งชั้น และการเลี้ยงกลางแจ้ง ตามลำดับ ในขณะที่ขนาดของเซลล์ไข่น้ำ การเลี้ยงภายใต้แสงร้อยละ 50 ทั้งหนึ่งชั้นและสองชั้นให้ขนาดเท่ากัน แต่ใหญ่กว่าการเลี้ยงกลางแจ้ง

อะโน สุขเจริญ (2542) ได้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในชนิดของอาหารและความเข้มแสงต่างกัน พบว่า ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในน้ำสกัดจากมูลวัวแห้งความเข้มข้น 2.1 กรัม/ลิตรและได้รับความเข้มแสงร้อยละ 100 มีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งมากกว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสิ่งทดลองอื่น ได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งทำขนมจีนร้อยละ 10 20 และน้ำสกัดจากมูลไก่แห้ง 1.4 กรัม/ลิตร และน้ำสกัดจากฟางข้าวแห้ง 1.4 กรัม/ลิตร และพบว่า ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งทำขนมจีนความเข้มข้นร้อยละ 20 และได้รับความเข้มแสงร้อยละ 50 มีปริมาณโปรตีนมากกว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3.2 การใช้ประโยชน์จากไข่น้ำ

กวิน ปลาอ่อน (2553) ศึกษาความสามารถของไข่น้ำเพื่อเป็นดัชนีทางชีวภาพของการปนเปื้อนสังกะสีและทองแดงในแหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่า ไข่น้ำเป็นพืชที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพของการปนเปื้อนทองแดงในแหล่งน้ำธรรมชาติ และศึกษาความสามารถของไข่น้ำในการสะสมสังกะสีและทองแดงพบว่า ไข่น้ำสามารถ สะสมสังกะสีและทองแดงได้ในปริมาณที่น้อย โดยพบปริมาณสังกะสีสะสมมากที่สุดเพียง 131.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ไข่น้ำสะสมทองแดงได้มากที่สุดเพียง 16.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ สังกะสีและทองแดงเมื่ออยู่รวมกันจะมีผลในการยับยั้งการสะสมซึ่งกันและกัน

เสาวนิตย์ พุฒิเลอพงศ์ (2549) ศึกษาความเป็นไปได้ของการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยไข่น้ำ พบว่า คุณภาพของน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีแนวโน้มดีขึ้นตามระดับชีวมวลและระยะเวลาในการบำบัดที่เพิ่มขึ้น โดยที่ไข่น้ำ 0.6 กิโลกรัม ในเวลา 30 วัน ให้ผลในการบำบัดคุณภาพน้ำดีที่สุด ขณะที่ไข่น้ำ 0.8 กิโลกรัมให้ผลในการบำบัดคุณภาพน้ำต่ำลงเมื่อใช้เวลานานขึ้น ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง และความเค็มมีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับ เมื่อศึกษาคูลไนโตรเจน พบว่า มีการสูญเสียไนโตรเจนรวมจากการระเหย การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน และมีการรับเพิ่มมาจากการตรึงไนโตรเจนในบรรยากาศโดยไข่น้ำและจุลินทรีย์ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำที่ออกจากระบบลดลงในทุกระดับชีวมวล ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนรวมในไข่น้ำที่ออกจากระบบเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว ปรอท และแคดเมียม ทั้งในน้ำทิ้งและไข่น้ำมีปริมาณการปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด

2.3.3 การเก็บรักษาไข่น้ำและพืชบางชนิด

ดนัย บุญเกียรติ และคณะ (2551) ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศและอายุการวางจำหน่ายของผักที่ผ่านการลดอุณหภูมิ กับผักกาดหอมห่อ ผักกาดฮ่องเต้ และบรอกโคลี โดยศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการลดอุณหภูมิผลิตผลด้วยระบบสุญญากาศและผลผลิตที่ผ่านการลดอุณหภูมิแล้ว 3 สภาวะคือ บรรจุผลิตผลในตะกร้าพลาสติก ในบรรจุภัณฑ์ และในตะกร้าพลาสติกและลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศร่วมกับน้ำ พบว่า สภาวะการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศที่เหมาะสมสำหรับผลิตผลทั้ง 3 ชนิด คือ การลดอุณหภูมิโดยบรรจุผลิตผลในบรรจุภัณฑ์ โดยพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับผักกาดหอมห่อ ผักกาดฮ่องเต้ และบรอกโคลีที่อุณหภูมิเริ่มต้นช่วง 15-20 องศาเซลเซียส คือ ความดันในห้องอุณหภูมิเท่ากับ 6.0, 6.0 และ 5.5 มิลลิบาร์ และเวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด เท่ากับ

12, 20 และ 25 นาที่ ตามลำดับ ส่วนพารามิเตอร์สำหรับกระบวนการลดอุณหภูมิผักกาดหอมห่อ ผักกาดฮ่องเต้ และบรอกโคลีที่อุณหภูมิเริ่มต้นช่วง 21-25 องศาเซลเซียส คือ ความดันในห้องลดอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 20, 25 และ 30 นาที่ตามลำดับ ซึ่งผลิตผลที่ผ่านการลดอุณหภูมิในสภาวะข้างต้นมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลิตผลที่ผ่านการลดอุณหภูมิในสภาวะอื่น และที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิ โดยผักกาดหอมห่อ ผักกาดฮ่องเต้ และบรอกโคลีมีอายุการเก็บเกี่ยวรักษาประมาณ 8, 7 และ 12 วัน ซึ่งนานกว่าผลิตผลที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิ 5, 2 และ 2 วันตามลำดับ

2.3.4 ตำรับอาหารและการพัฒนาผลิตภัณฑ์

วัฒนา ดำรงรัตน์กุล (2548) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นด้วยเครื่องอบลมร้อน พบว่า สัดส่วนที่เหมาะสมของผักคะน้าและผักตำลึง คือ 75:25 และไม่เติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสเป็นผลิตภัณฑ์ผักแผ่นที่เหมาะสม ส่วนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นด้วยเครื่องให้ความร้อนแบบกดทับพบว่า ผักแผ่นที่เติมแป้งสาลีร้อยละ 5 เหมาะสมที่สุด เมื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ชอบผลิตภัณฑ์ผักแผ่น และมีความต้องการให้ผักแผ่นมีรูปแบบเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า คล้ายสาหร่ายแผ่นปรุงรส และยินดีจะซื้อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นที่จำนวน 5 แผ่นในราคา 3 บาท โดยร้านสะดวกซื้อเป็นสถานที่ที่ผู้บริโภคสะดวกในการซื้อผักแผ่นมากที่สุด และสื่อโทรทัศน์นับว่าเป็นสื่อที่สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเป็นที่รู้จักได้ครอบคลุมทั้ง 3 กลุ่มอายุ

ยุวดี พิรพรพิศาล และคณะ (2548) ศึกษาศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในลำน้ำน่าน จังหวัดน่านเพื่อนำมาเป็นอาหารและยา พบว่า มีสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมด 28 จินัส 56 สปีชีส์ เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินใน Division Cyanophyta สูงสุด 30 สปีชีส์ รองลงมาคือ สาหร่ายเขียวใน Division Chlorophyta 18 สปีชีส์ สาหร่ายไฟ Division Charophyta 3 สปีชีส์ และสาหร่ายสีแดงใน Division Rhodophyta 5 สปีชีส์ สาหร่ายที่มีศักยภาพที่นำมาเป็นอาหารและยา คือ สาหร่ายไถ และสาหร่ายลอน โดยสาหร่ายไถประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียว 6 สปีชีส์ สาหร่ายลอนประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 2 สปีชีส์ โดยทั่วไปชาวบ้านนิยมประกอบอาหาร เช่น ยำไถ ยำลอน ไถยี้ และห่อหนึ่งไถ จึงนำสาหร่ายไถ 24 ชนิด มาแปรรูปอาหารประเภท เค้ก ลูกก๊ี้ ขนมไทยอบกรอบ อาหารว่างและบะหมี่ คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายทั้งสองประเภทมีโปรตีนอยู่ในระดับสูงใกล้เคียงกับปลาน้ำจืด มีวิตามินหลายชนิด โดยเฉพาะวิตามินบี มีเกลือแร่ที่สำคัญหลายตัว โดยเฉพาะแคลเซียมในสาหร่ายลอนและซีลีเนียมในสาหร่ายไถซึ่งเป็นสารป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ ไม่พบความเป็นพิษในสาหร่ายไถ

อนุวัตร แจ่มชัดและคณะ (2550) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์พริกหวานแผ่น โดยใช้กรรมวิธีการอบแห้ง พบว่า กรรมวิธีในการผลิตพริกหวานแผ่น คือ การนำพริกหวานไปลวกที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 3 นาที ปั่นให้ละเอียด นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เทลงถาดขนาด 22x29 ตารางเซนติเมตร ที่ปูด้วยถุงพลาสติกร้อนใส น้ำหนักต่อถาดเท่ากับ 200 กรัม อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 – 8 ชั่วโมง ซึ่งมีส่วนประกอบคือ พริกหวานพันธุ์สีแดงและน้ำสะอาดร้อยละ 84.78 และ 15.22 ตามลำดับ ส่วนชนิดของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม พบว่า ผลิตภัณฑ์พริกหวานแผ่น ควรมีการเติมมอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 5 จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะปรากฏที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ ผลิตภัณฑ์พริกหวานแผ่นที่ได้มีค่าออกเตอร์แอคติวิตีเท่ากับ 0.42 ค่าสี L^* a^* และ b^* เฉลี่ยที่ผิวเท่ากับ 38.78 27.35 และ 19.84 ตามลำดับ และมีปริมาณความชื้นโปรตีน เยื่อใย เถ้าและคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 20.60, 1.40, 1.30, 22.96 และ 53.74 ตามลำดับ การทดสอบจากผู้บริโภคพบว่า ความชอบที่มีต่อพริกหวานแผ่นห่อข้าวอยู่ในระดับปานกลาง และผู้บริโภคร้อยละ 78 ยอมรับในผลิตภัณฑ์

รวีโรจน์ อนันตธนาชัย และคณะ (2553) ได้พัฒนาสำหรับอาหารไทยในท้องถิ่นเพื่อสุขภาพบนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียงและบริบทชุมชน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ในชุมชนภาคอีสาน ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคใต้ ณ จังหวัดอำนาจเจริญ ราชบุรี ลำปาง และ สุราษฎร์ธานี พบว่า สำหรับอาหารไทยเพื่อสุขภาพบนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียงและบริบทชุมชน จำนวน 24 สำหรับเป็นสำหรับอาหารภาคอีสาน ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคใต้ ภาคละ 6 สำหรับ จัดเป็นชุด ชุดละ 3 มื้อ ได้แก่ มื้อเช้า มื้อกลางวัน และมื้อเย็น ในแต่ละสำหรับประกอบด้วย อาหารคาว 2 อย่าง และผลไม้หรือของหวาน 1 อย่าง เป็นอาหารสมดุลสำหรับวัยผู้ใหญ่ที่ทำงานหนักปานกลาง อาหารแต่ละสำหรับ มี ข้าว-แป้ง 3 ส่วนเท่ากับข้าวสวย 165 กรัม ผัก 1-2 ส่วน ผลไม้ 1-2 ส่วน เนื้อสัตว์ 3 ช้อนโต๊ะ โดยใช้ไขมันเท่าที่จำเป็นในการปรุงอาหาร โดยเฉลี่ยมีปริมาณพลังงานมื้อละ 624 กิโลแคลอรีหรือเฉลี่ยวันละ 1,871 กิโลแคลอรี โดยมีสัดส่วนพลังงานจากคาร์โบไฮเดรต : โปรตีน : ไขมัน เฉลี่ยร้อยละ 60:15:25 ตามลำดับ มีเกลือแร่และวิตามินที่สำคัญ ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก วิตามิน เอ วิตามิน บี1 วิตามิน บี 2 วิตามิน ซี และไนอาซิน นอกจากนี้สำหรับอาหารที่พัฒนาขึ้น อุดมด้วยพืชผักสมุนไพรในท้องถิ่น ส่วนใหญ่เป็นผักและผลไม้ที่มีสีเขียว สีแดง สีส้ม และสีเหลือง และมีคุณสมบัติอื่นที่ส่งเสริมสุขภาพนอกเหนือจากคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐาน และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในชุมชน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาแผนงานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยที่ครอบคลุมหลายสาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาพืชศาสตร์ คหกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรมอาหาร และวิศวกรรม เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ วิธีการดำเนินการ ดังนี้

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีแนวทางการดำเนินการวิจัย แบ่งเป็นตอน ดังนี้

3.1.1 การพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาไข่น้ำ

3.1.1.1 วิธีการผลิตไข่น้ำที่ให้โปรตีนสูง โดยศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อผลผลิตของไข่น้ำในบ่อปูนซีเมนต์ จากนั้นศึกษาผลของมูลสัตว์ต่อปริมาณผลผลิตและโปรตีนของไข่น้ำ โดยทดลองเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสภาพกลางแจ้ง ในบ่อปูนซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เมตร สูง 0.5 เมตร มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 0.4429 ตารางเมตร ในสภาพกลางแจ้ง ณ แปลงทดลองทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ในเดือนธันวาคม 2555 โดยกำหนดให้มูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร และดิน 5.0 กรัม/ลิตรเป็นชุดควบคุม และใช้ความหนาแน่นของไข่น้ำอัตรา 120 กรัม/ตารางเมตร ซึ่งเป็นผลจากการทดลองข้างต้น แบ่งเป็น 4 สิ่งทดลอง ได้แก่

สิ่งทดลองที่ 1 ดิน 5 กรัม/ลิตร (ชุดควบคุม)

สิ่งทดลองที่ 2 มูลโคแห้ง 3 กรัม/ลิตร + ดิน 5 กรัม/ลิตร

สิ่งทดลองที่ 3 มูลค่างควาแห้ง 0.15 กรัม/ลิตร + ดิน 5 กรัม/ลิตร

สิ่งทดลองที่ 4 มูลค่างควาแห้ง 0.30 กรัม/ลิตร + ดิน 5 กรัม/ลิตร

ภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง คือ ไข่น้ำอายุ 7 วันซึ่งเป็นผลจากการทดลองเบื้องต้น ทำการบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่างได้แก่ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ด้วยวิธีการที่ดัดแปลงจาก Arnon (1949) วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 645 และ 663 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1700 series ณ ห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี

3.1.1.2 วิธีการเก็บรักษาไข่น้ำ โดยอาศัยการสืบค้นข้อมูลจากรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาสังเคราะห์ร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของเกษตรกรที่เลี้ยงไข่น้ำในอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้เป็นแนวทางในการทดลอง โดยพัฒนาการทดลองจากวิทยานิพนธ์ของอุมาพร นิยะนุช (2553) เพื่อศึกษาถึงผลของอุณหภูมิและชนิดของถุงพลาสติกที่มีต่ออายุการเก็บรักษา วางแผนการทดลองแบบ 3x4 ปัจจัยในสุ่มบล็อคอสมบูรณ์ (3x4 Factorials in Randomized Complete Block Design) มี 3 ซ้ำ (ถุง) ประกอบ ด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่

ชนิดของถุงพลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ ถุงร้อน (Polypropylene, PP) ถุงไฮเดน (High density, HD) และถุงแอ็คทีฟ (Active polyethylene, AC)

อุณหภูมิ 4 ระดับ ได้แก่ 5 องศาเซลเซียส 10 องศาเซลเซียส 15 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง (27 ± 1 องศาเซลเซียส) นำมาเปรียบเทียบกับไข่น้ำสดที่เพาะเลี้ยงอยู่ในน้ำ

โดยนำไข่น้ำที่เก็บเกี่ยวจากแหล่งเพาะเลี้ยงไข่น้ำมาเก็บเศษวัสดุที่เจือปนออก แล้วแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.5 กรัม/ลิตร นาน 20 นาที จากนั้นนำไข่น้ำมาล้างเอาสารละลายออกด้วยน้ำประปาขณะไหล 3-4 ครั้ง เพื่อให้ไข่น้ำสะอาด ปราศจากการปนเปื้อนของสารเคมี จากนั้นนำไข่น้ำที่ล้างขึ้นมาพักเพื่อให้สะเด็ดน้ำ แล้วบรรจุไข่น้ำปริมาณ 25 กรัม/ถุง ขนาดถุง 5x7 ตารางนิ้ว พับปากถุง แล้วนำเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นขนาด 15 ลิ้ว ยี่ห้อช้นโย ตามอุณหภูมิที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธี ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่างทุก 2 วัน โดยนำไข่น้ำออกจากตู้เย็น บันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เพื่อชั่งน้ำหนักสดของไข่น้ำที่เปลี่ยนแปลง ตรวจสอบความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้า และความเค็มของสารละลายที่เพาะเลี้ยงไข่น้ำ และประเมินอายุการเก็บรักษา โดยพิจารณาจากการประเมินจากการเปลี่ยนแปลงของหลายพารามิเตอร์ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ สีและกลิ่น น้ำหนักสด ความเป็นกรดต่าง ความเค็มและการนำไฟฟ้าของไข่น้ำ โดยเปรียบเทียบกับสภาพของไข่น้ำที่นำขึ้นจากน้ำ

3.1.2 การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ

โดยทำการเพาะเลี้ยงด้วยระบบคอลัมน์ที่มีภาชนะเป็นหลอดแก้วทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ความจุปริมาตร 50 ลิตร จำนวน 3 หลอด ในแต่ละหลอดใส่น้ำประปา 45 ลิตร เติมน้ำเค็มสูตร 16-16-16 ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้ไข่น้ำน้ำหนักสดเริ่มต้น 50 กรัมต่อลิตร ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน ให้รับแสงนาน 16 ชั่วโมงต่อวัน เก็บเกี่ยวผลผลิตทุก 3 วัน และปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และเปลี่ยนน้ำเค็มปุ๋ย ในทุกหลอดทดลองในทุก 10 วัน

3.1.3 การพัฒนาตำรับอาหารจากไข่น้ำ

โดยการพัฒนาตำรับอาหารมาตรฐานจากไข่น้ำ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.1.3.1 รวบรวมตำรับอาหารจากไข่น้ำและอาหารที่มีความเป็นไปได้ที่จะใช้ไข่น้ำเป็นส่วนประกอบ โดยอาศัยภูมิปัญญาและจากเอกสาร ทำการจัดประชุมภูมิปัญญาท้องถิ่นและผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาหาร 10 คน สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ วิเคราะห์ศักยภาพของอาหารแต่ละชนิด และคัดเลือกตำรับอาหารที่เหมาะสม 5 ตำรับ ได้แก่ อาหารคาว 3 ตำรับ อาหารว่าง 1 ตำรับ อาหารหวาน 1 ตำรับ

3.1.3.2 สร้างตำรับมาตรฐานของอาหาร โดยใช้อาหาร 5 ตำรับที่คัดเลือกไว้ทำการทดลองและประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสจากกลุ่มภูมิปัญญาและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 10 คน ด้วยแบบประเมินความชอบ 9 point hedonic scale แล้วประเมินแต่ละตำรับ กำหนดให้ค่าเฉลี่ยคุณภาพทุกด้านอยู่ในระดับ 6 ขึ้นไป สรุปเป็นสูตรมาตรฐาน

3.1.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น

3.1.4.1 การศึกษาวิธีการเตรียมวัตถุดิบ โดยศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการลวกไข่น้ำ เริ่มจากนำไข่น้ำมาล้างให้สะอาด นำไปลวกด้วยน้ำเดือดใช้อัตราส่วนน้ำต่อไข่น้ำเท่ากับ 4:1 ทำการสุ่มตัวอย่างไข่น้ำลวกที่เวลา 0 90 100 110 และ 120 นาที ทำให้เย็นและสะเด็ดน้ำ จากนั้นทำการทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์เปอร็อกซิเดส ทำการเลือกระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เปอร็อกซิเดสได้

3.1.4.2 คัดเลือกสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น โดยการคัดเลือกสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่เหมาะสมจากการใช้สูตรการทำผลิตภัณฑ์ผักแผ่นมาจำนวน 3 สูตร โดยทั้ง 3 สูตรเตรียมส่วนผสม นำผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้เชี่ยวชาญ 30 คน สอบถามคุณลักษณะของไข่น้ำแผ่นทางด้านสี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ใช้แบบสอบถามแบบ 9-point hedonic scale เมื่อระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

3.2.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างไข่น้ำต่อสาหร่ายทะเล

ทำการผลิตไข่น้ำแผ่นตามสูตรที่ได้จากการทดลองที่ 3.2.1 แล้วจึงแปรปริมาณอัตราส่วนระหว่างไข่น้ำ : สาหร่ายทะเล เป็น 3 ระดับ คือ 100:0 , 95: 5 และ 90:10 ตามลำดับ จากนั้นปั่นผสมของไข่น้ำและสาหร่ายทะเลที่ผ่านการลวกแล้วด้วยเครื่องปั่น (Blender) เป็นเวลา 1.30 นาที จากนั้นเติมส่วนผสมต่าง ๆ แล้วปั่นต่ออีก 1 นาที จากนั้นเทน้ำผักน้ำหนัก 100 กรัม ที่ปั่นได้ลงบนถาดอลูมิเนียมขนาด 27 × 36 เซนติเมตร ที่รองกันลวดด้วยพลาสติก เกลี่ยให้เรียบ บาง และได้ระดับเสมอกันทั่วทั้งถาด นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง ประเมิน

คุณภาพทางด้านกายภาพด้านสี ความหนาและประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้เชี่ยวชาญ 30 คน สอบถามคุณลักษณะของไข่น้ำแผ่นทางด้านสี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ใช้แบบสอบถามแบบ 9-point hedonic scale เมื่อระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

3.2.3 การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่ได้จากการทดลองที่ 3.2.3 นำมาประเมินคุณภาพ ได้แก่ คุณภาพทางด้านกายภาพ โดยการวัดค่าสี คุณภาพทางด้านเคมี โดยการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น, ไขมัน, โปรตีน, เกลือ และคาร์โบไฮเดรต ใช้วิธีการของ AOAC (2000) และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยพิจารณาความชอบโดยรวม ใช้แบบสอบถามแบบ 9-point hedonic scale เมื่อระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

การศึกษานี้ทำการศึกษาในหลายสถานที่ ได้แก่ แปลงทดลองทางการเกษตร โรงเรียนเพาะชำ ห้องปฏิบัติการทางการเกษตร อาคารปฏิบัติการคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และห้องปฏิบัติการทางสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และแปลงปลูกของเกษตรกร ตำบลท่าพล อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.3 ระยะเวลาในการทำวิจัย

การศึกษานี้ โดยเริ่มดำเนินการวิจัย เดือนตุลาคม 2554 สิ้นสุดการวิจัย เดือนธันวาคม 2555

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ มีการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงทดลอง และเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ อาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าสูงสุดและต่ำสุด และค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา จัดหมวดหมู่ และสรุปเนื้อหาแบบพรรณนา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมการปฏิบัติการทั้งหมดมาสังเคราะห์ โดยอาศัยคณะผู้วิจัย วิเคราะห์เครือข่าย และผู้ช่วยนักวิจัย และนำไปให้กลุ่มเป้าหมายและนักวิชาการที่เกี่ยวข้องตรวจสอบความถูกต้องในด้านเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงสรุปผลการศึกษาในเชิงพรรณนาต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาไข่น้ำ

4.1.1 ผลของมูลสัตว์ต่อปริมาณผลผลิตและโปรตีนของไข่น้ำ

พบว่า การใช้มูลสัตว์เป็นอาหารเพาะเลี้ยงมีผลต่อผลผลิตไข่น้ำสดและแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดมากที่สุด รองลงมาได้แก่ มูลค่างควา 0.30 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร และมูลค่างควา 0.30 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมมีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4-1 นอกจากนี้ยังพบว่า ภายหลังจากการเก็บเกี่ยว อาหารเพาะเลี้ยงทุกสิ่งทดลองไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ส่วนปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ มูลค่างควา+ ดิน ให้ปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมา ได้แก่ ชุดควบคุม และมูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของไข่น้ำหลังการเก็บเกี่ยว

หน่วย: กรัม		
สิ่งทดลอง	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
ดิน 5.0 กรัม/ลิตร (ชุดควบคุม)	27.54 $\pm$ 2.17 b*	1.09 $\pm$ 0.76 b*
มูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร	61.39 $\pm$ 32.85 a	3.50 $\pm$ 0.81 a
มูลค่างควา 0.15 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร	46.86 $\pm$ 13.35 ab	2.33 $\pm$ 0.13 b
มูลค่างควา 0.30 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร	48.46 $\pm$ 20.19 ab	2.45 $\pm$ 0.16 b

หมายเหตุ :

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

a b หมายถึง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4-2 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และ โปรตีนของไข่น้ำหลังการเก็บเกี่ยว

หน่วย: ไมโครลิตร/มิลลิกรัม ($\mu\text{l}/\text{mg}$)

สิ่งทดลอง	คลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครลิตร/มิลลิกรัม)	คลอโรฟิลล์ บี (ไมโครลิตร/มิลลิกรัม)	โปรตีน (ร้อยละ)
ดิน 5.0 กรัม/ลิตร (ชุดควบคุม)	$0.51 \pm 0.18^{\text{ns}}$	$0.35 \pm 0.03^{\text{ns}}$	$17.69 \pm 0.32^{\text{b**}}$
มูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร	0.40 ± 0.16	0.16 ± 1.08	$15.46 \pm 0.32^{\text{c}}$
มูลค้างคาว 0.15 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร	0.47 ± 0.11	0.17 ± 0.05	$20.86 \pm 0.32^{\text{a}}$
มูลค้างคาว 0.30 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร	0.51 ± 0.24	0.23 ± 0.17	$19.74 \pm 0.85^{\text{a}}$

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p < 0.01$)

a b c หมายถึง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.1.2 การเก็บรักษาไข่น้ำ

พบว่า ระหว่างการเก็บรักษา อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อน้ำหนักสดของไข่น้ำ โดยอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีผลทำให้น้ำหนักสดของไข่น้ำสูงที่สุด แต่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียสให้ค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนชนิดของถุงพลาสติกไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของไข่น้ำ ดังตารางที่ 4-3

เมื่อประเมินโดยภาพรวมเกี่ยวกับอายุการเก็บรักษาของไข่น้ำ พบว่า อุณหภูมิห้องในทุกระดับของถุงพลาสติก มีผลให้อายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด ขณะที่การเก็บรักษาในทุกระดับอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสและ 10 องศาเซลเซียสมี้อายุการเก็บรักษาได้ 8-10 วัน ส่วนชนิดของถุงพลาสติก มีแนวโน้มว่า ไข่น้ำที่บรรจุในถุงแอ็คทิฟมีสภาพทางกายภาพดีและมีอายุการเก็บรักษามากกว่าถุงโพลีโพรพิลีน และถุงไฮเดน ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-3 น้ำหนักสดของไข่น้ำกายหลังการเก็บรักษา

หน่วย : กรัม

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสดของไข่น้ำ								
	จำนวนวันหลังทดลอง								
	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	12 วัน	14 วัน	16 วัน	18 วัน
อุณหภูมิ									
5 °เซลเซียส	25.47 a**	25.14 a**	23.27 ns	25.54 a**	25.63 a**	25.56 a**	25.57 a**	25.51 a**	25.53 a**
10 °เซลเซียส	24.58 b	24.75	24.80	24.71 b	24.73 b	24.66 b	24.50 b	24.58 b	24.60 b
15 °เซลเซียส	24.66 b	24.72	24.93	24.73 b	24.72 b	24.66 b	24.58 b	24.62 b	24.51 b
ชนิดของถุง									
ถุงแอ็กทีฟ	24.95 ns	24.88 ns	24.94 ns	24.94 ns	24.99 ns	24.89 ns	24.88 ns	24.87 ns	24.81 ns
ถุงไฮเดน	24.88	24.84	23.12	25.00	25.04	24.99	24.92	24.94	24.92
ถุงโพลี	24.88	24.89	24.94	25.05	25.04	24.99	24.85	24.90	24.90
อุณหภูมิ-ชนิดถุง									
5 °ซ.-ถุงแอ็กทีฟ	25.44 a**	25.14 a**	25.33 ns	25.49 a**	25.51 b**	25.48 a**	25.59 a**	25.5 a**	25.38 b**
5 °ซ.-ถุงไฮเดน	25.49 a	25.02 ab	19.04	25.54 a	25.61 ab	25.53 a	25.54 a	25.48	25.62 a
5 °ซ.-ถุงโพลี	25.48 a	25.26 a	25.44	25.59 a	25.77 a	25.69 a	25.59 a**	25.55 a	25.59 a
10 °ซ.-ถุงแอ็กทีฟ	24.57 b	24.81 bc	24.80	24.65 b	24.71 c	24.58 b	24.45 b	24.51 c	24.49 c
10 °ซ.-ถุงไฮเดน	24.58 b	24.73 c	24.85	24.73 b	24.78 c	24.74 b	24.63 b	24.65 bc	24.66 c
10 °ซ.-ถุงโพลี	24.58 b	24.71 c	24.76	24.76 b	24.71 c	24.65 b	24.43 b	24.57 bc	24.66 c
15 °ซ.-ถุงแอ็กทีฟ	24.83 b	24.70 c	24.70	24.67 b	24.75 c	24.61 b	24.6 b	24.60 bc	24.57 c
15 °ซ.-ถุงไฮเดน	24.57 b	24.77 bc	25.48	24.72 b	24.75 c	24.71 b	24.59 b	24.68 b	24.5 c
15 °ซ.-ถุงโพลี	24.58 b	24.69 c	24.62	24.81 b	24.66 c	24.65 b	24.54 b	24.58 bc	24.46 c

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p < 0.01$)

a b c หมายถึง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4-4 อายุการเก็บรักษาไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา

อุณหภูมิ และชนิดถุง	อายุการเก็บรักษา
5 °ซ.-ถุงแอ็คทีฟ	8 วัน
5 °ซ.-ถุงไฮเดน	6 วัน
5 °ซ.-ถุงโพลีโพรพิลีน	7 วัน
10 °ซ.-ถุงแอ็คทีฟ	9 วัน
10 °ซ.-ถุงไฮเดน	8 วัน
10 °ซ.-ถุงโพลีโพรพิลีน	8 วัน
15 °ซ.-ถุงแอ็คทีฟ	10 วัน
15 °ซ.-ถุงไฮเดน	8 วัน
15 °ซ.-ถุงโพลีโพรพิลีน	8 วัน
27 °ซ.-ถุงแอ็คทีฟ	2 วัน
27 °ซ.-ถุงไฮเดน	1 วัน
27 °ซ.-ถุงโพลี	1 วัน

4.2 การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ

พบว่า การเลี้ยงด้วยระบบคอลัมน์ในหลอดแก้วทรงกระบอก ให้รับแสงความเข้ม 8,000 ลักซ์ นาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้ไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตสูงขึ้นตามอายุ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในจำนวนวันที่เลี้ยงที่ 12-18 วัน จากนั้นมีแนวโน้มของผลผลิตเพิ่มลดลง เมื่อมี

การเพิ่มปริมาณอาหารให้กับไข่น้ำในวันที่ 24 ปริมาณของไข่น้ำเพิ่มขึ้น แต่เป็นเพียงช่วงแรกของการเปลี่ยนน้ำและอาหารเท่านั้น ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลผลิตไข่น้ำภายหลังการทดลอง

หน่วย: กรัม

ผลผลิตไข่น้ำ(กรัม/น้ำหนักสดต่อปริมาตร 1 ลิตร)					
วันที่เลี้ยง	หลอดที่ 1	หลอดที่ 2	หลอดที่ 3	เฉลี่ย	ผลผลิตเพิ่ม
เริ่มต้น	50	50	50	50.0 ± 0.0	0.0
3	98	94	86	92.7 ± 6.1	42.7
6	175	169	155	166.3 ± 10.3	73.7
9	213	239	296	249.3 ± 42.5	83.0
12	412	383	357	384.0 ± 27.5	134.7
15	687	568	530	595.0 ± 81.9	211.0
18	854	794	844	830.7 ± 32.1	235.7
21	974	826	954	918.0 ± 80.3	87.3
24	1,125	1,014	1,157	$1,098.7 \pm 75.1$	180.7
30	1,334	1,135	1,126	$1,198.3 \pm 117.6$	99.7

4.3 การพัฒนาตัวรับอาหารจากไข่น้ำ

พบว่า ตัวรับอาหารจากไข่น้ำและอาหารที่น้ำใช้ไข่น้ำเป็นส่วนประกอบในจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่รวบรวมได้มี 31 ตัวรับ แบ่งเป็น อาหารคาว 13 ตัวรับ อาหารว่าง 6 ตัวรับ และอาหารหวาน 13 ตัวรับ เมื่อวิเคราะห์ศักยภาพอาหารแต่ละตัวรับแล้วคัดเลือกได้ตัวรับอาหารคาว 3 ชนิด ได้แก่ แกงเขียวหวาน ผัดฉ่าลูกชิ้นไข่น้ำ ห่อหมก อาหารหวาน 1 ชนิด ได้แก่ ขนมเทียนมรกต และอาหารว่าง 1 ชนิด ได้แก่ กว๊านเตี้ยหลอด เมื่อสร้างสูตรมาตรฐานของอาหารดังกล่าวและประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของอาหารทั้ง 5 ชนิด พบว่า ขนมเทียนมรกตได้รับการยอมรับมากที่สุด ทั้งเรื่องรสชาติ และความชอบโดยรวม ส่วนการยอมรับรองลงมาได้แก่ ผัดฉ่าลูกชิ้นไข่น้ำ และ แกงเขียวหวานไข่น้ำ ซึ่งโดยภาพรวมตัวรับอาหารจากไข่น้ำทั้ง 5 ชนิด ได้ค่าเฉลี่ยระหว่าง 7.01 – 8.61 คะแนน และได้จัดเป็นตัวรับมาตรฐาน ดังตารางที่ 4-6

3. ห่อหมกไข่น้ำ

ส่วนผสม และ ปริมาณ	เนื้อปลาทราย 300 กรัม	น้ำพริกแกงเผ็ด 50 กรัม	ไข่ไก่ 2 ฟอง
	ไข่น้ำ 200 กรัม	น้ำตาล 1 ½ ช้อนโต๊ะ	ผงชูรส ¼ ช้อนชา
	หัวกะทิ 1 ถ้วย	ใบมะกรูด 2 ใบ	
กะทิราดหน้าห่อหมก			
	หางกะทิ ½ ถ้วย	แป้งข้าวเจ้า 1 ½ ช้อนโต๊ะ	น้ำตาล ½ ช้อนชา
วิธีทำ	1. นำเนื้อปลาทราย+น้ำพริกแกงเผ็ด กวนให้เข้ากัน 2. เติมไข่ไก่ที่ละลายฟอง กวนให้เหนียว แล้วปรุงรสด้วย น้ำตาล+น้ำปลา+ผงชูรส 3. ค่อย ๆ เติมหัวกะทิทีละน้อยจนหมด เติมใบมะกรูดซอย 4. เติมไข่น้ำให้เข้ากันนำหยอดใส่กระทงตักกะทิหยอด นึ่งไฟแรง 10 นาที ยกลง แต่งหน้าด้วยพริกชี้ฟ้าแดง		

4. ขนมเทียนแก้ว

ส่วนผสม และ ปริมาณ	แป้งท้าวขาม่ม 80 กรัม	แป้งมัน 80 กรัม	น้ำตาลทราย 320 กรัม
	ไข่น้ำ 80 กรัม	น้ำใบเตย ½ ถ้วย	น้ำ 1 ¾ ถ้วย
	น้ำมันปาล์ม ¼ ถ้วย		
ส่วนผสมไส้			
	ถั่วเขียวซีก 200 กรัม	น้ำตาลทราย 2 ช้อนโต๊ะ	ผงปรุงรสหมู 2 ช้อนชา
	พริกไทย 1 ช้อนโต๊ะ	ซีอิ๊วขาว 2 ช้อนโต๊ะ	
วิธีทำ	1. ผสมทุกอย่างรวมกันในกระทะคนให้ละลาย 2. ตั้งไฟปานกลางกวนพอแป้งสุกรวมเป็นก้อนเดียวกันยกลง 3. พอแป้งอุ่น นำมาห่อไส้แล้วห่อด้วยใบตอง 4. นึ่งในน้ำเดือด 6 นาที		

5. ก๋วยเตี๋ยวหลอด

ส่วนผสม และ ปริมาณ	แป้งข้าวเจ้า 150 กรัม	แป้งมัน 70 กรัม	น้ำ 1 ½ ถ้วย
	น้ำมันพืช 2 ช้อนโต๊ะ	ไข่ไก่ 100 กรัม	สีเขียวน้อย
ส่วนผสมไส้			
	รากผักชีโขลก 5 กรัม	กระเทียมโขลก 10 กรัม	น้ำมันพืช 3 ช้อนโต๊ะ
	เนื้อไก่บด 300 กรัม	พริกไทยป่น 2 ช้อนชา	เห็ดหูหนูซอย 200 กรัม
	เต้าหู้หั่นชิ้นเล็ก 1 แผ่น	ไข่ไก่ 2 ฟอง	น้ำมันหอย 2 ช้อนโต๊ะ
	ซีอิ้วขาว 3 ช้อนโต๊ะ	รสดี 1 ช้อนชา	น้ำตาลทราย 2 ช้อนโต๊ะ
	ต้นหอมซอย 4 ต้น	ผักชีซอย 2 ต้น	
วิธีทำ	1. ผัดรากผักชี-กระเทียมจนหอม แล้วเติมน้ำมันไก่ ผัดให้สุก 2. เติมห็ดหูหนูซอย แล้วปรุงรส 3. ใส่ไข่ผัดให้สุก แล้วเติมต้นหอมผักชีผัดให้ทั่ว ยกลง		

4.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่ไก่แผ่น

4.4.1 การคัดเลือกสูตรมาตรฐานผลิตภัณฑ์ไข่ไก่แผ่น

การคัดเลือกสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไข่ไก่แผ่นที่เหมาะสมด้วยสูตรผลิตภัณฑ์ผักแผ่นมาจำนวน 3 สูตร แล้วนำผลิตภัณฑ์ไข่ไก่แผ่นที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า สูตรที่ 3 เป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมสูงสุด ซึ่งให้ความกรอบสูงกว่าทุกสูตร เนื่องจากมีส่วนของเจลแป้งเปียกช่วยและการช่วยยึดติดและเพิ่มความกรอบ ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบของแต่ละสูตร		
	สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3
สี	5.81 ± 1.53	6.32 ± 1.23	6.28 ± 1.34
ความกรอบ	5.63 ± 1.40	5.88 ± 1.17	6.12 ± 1.44
กลิ่น	5.53 ± 1.23	5.89 ± 1.39	5.67 ± 1.38
รสชาติ	6.09 ± 1.34	5.74 ± 1.54	5.65 ± 1.17
ความชอบรวม	5.91 ± 1.56	5.49 ± 1.22	6.13 ± 1.20

4.4.2 อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างไข่น้ำต่อสาหร่ายทะเล

เมื่อนำไข่น้ำแผ่น สูตรที่ 3 ซึ่งเป็นผลจากการทดลองที่ 4.4.1 มาพัฒนาสูตรต่อโดยเติมสาหร่ายทะเลตามข้อเสนอแนะของผู้บริโภค เพื่อให้คุณลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีและช่วยทำให้ยึดเกาะกันมากขึ้น โดยปรับปริมาณสัดส่วนของไข่น้ำกับสาหร่ายทะเล เป็น 3 ระดับ คือ 100:0 95:5 และ 90:10 ตามลำดับ พบว่า คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสตามคุณลักษณะของไข่น้ำแผ่นทางด้านสี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมของไข่น้ำแผ่นในสัดส่วนของไข่น้ำกับสาหร่าย เท่ากับ 95:5 ผู้เชี่ยวชาญมีความชอบโดยรวมมากที่สุด

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่ผลิตตามสัดส่วนของไข่น้ำกับสาหร่ายทะเล 95:5 มาผ่านการลวกแล้วปั่นด้วยเครื่องปั่น (Blender) เป็นเวลา 1.30 นาที ปั่นรสด้วยน้ำตาล เกลือ ซอสคิโกแมน พริกไทยป่น และเจลแป็งเปียก ร้อยละ 6.00 0.10 3.50 0.1 และ 3.5 ตามลำดับ นำผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่ได้มาประเมินคุณภาพ พบว่า คุณภาพผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่ได้ มีลักษณะเป็นแผ่นสีเขียว ค่าสี $L^* a^* b^*$ เท่ากับ 34.09 -1.44 8.31 ตามลำดับ ความหนา 0.25 มิลลิเมตร มีความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 4.80 3.89 26.25 7.34 และ 57.72 ตามลำดับ และมี

คุณภาพด้านจุลินทรีย์ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.5×10^2 โคโลนีต่อกรัม และยีสต์-รา 2.4×10^3 โคโลนีต่อกรัม สำหรับความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.32 คะแนน ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 คุณภาพผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นในด้านต่าง ๆ

คุณภาพ	ระดับ
ด้านกายภาพ	
ค่าสี L*	34.09
a*	-1.44
b*	8.31
ด้านเคมี	
ความชื้น (%)	4.80
ไขมัน (%)	3.89
โปรตีน (%)	26.25
เถ้า (%)	7.34
คาร์โบไฮเดรต (%)	57.72
ด้านจุลินทรีย์	
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU)	2.5×10^2
ยีสต์และรา	2.4×10^3
ด้านประสาทสัมผัส	
ความชอบโดยรวม	6.32

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาไข่น้ำ

อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง มูลโค 3 กรัมต่อลิตร ผสมกับดิน 5 กรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มจำนวนไข่น้ำ และน้ำหนักรังไข่น้ำมากที่สุด แต่มูลค่างาวผสมกับดินให้ปริมาณโปรตีนสูงสุด ส่วนการเก็บรักษาไข่น้ำ อุณหภูมิมีผลต่อน้ำหนักสดและอายุการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสทำให้น้ำหนักสดของไข่น้ำสูงสุด ขณะที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสและ 10 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า ขณะที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด ส่วนชนิดของถุงพลาสติกไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของไข่น้ำ

5.1.2 การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ

การเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยระบบคอลัมน์ ให้รับแสงความเข้ม 8,000 ลักซ์ นาน 16 ชั่วโมงต่อวัน สามารถทำให้ไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตสูงในช่วง 12-18 วัน จากนั้นมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตเพิ่มลดลง

5.1.3 การพัฒนาการรับอาหารจากไข่น้ำ

การรับอาหารจากไข่น้ำที่มีศักยภาพในกลุ่มอาหารคาว ได้แก่ แกงเขียวหวานไข่น้ำ ผัดฉ่าลูกชิ้นไข่น้ำ และห่อหมกไข่น้ำ อาหารหวาน ได้แก่ ขนมเทียนมรกต อาหารว่าง ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยวหลอดไข่น้ำ อาหารทั้ง 5 ได้รับ ได้ค่าเฉลี่ยความชอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ด้านสี 7.01 ± 0.54 ถึง 8.42 ± 0.12 ด้านกลิ่นได้ค่าเฉลี่ย 7.64 ± 0.61 ถึง 8.42 ± 0.12 ด้านรสชาติได้ค่าเฉลี่ย 7.24 ± 0.38 ถึง 8.32 ± 0.32 และความชอบโดยรวมได้ค่าเฉลี่ย 7.44 ± 0.63 ถึง 8.61 ± 0.42

5.1.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น

สูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่เหมาะสม เป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบรวมสูงสุด มีส่วนประกอบ ได้แก่ น้ำตาล เกลือ ซอสถั่วเหลือง พริกไทยป่น และเจลแป็งเปือก ร้อยละ 6.00 0.10 3.50 0.1 และ 3.5 ตามลำดับ โดยคุณภาพผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่ได้มีคุณภาพด้านประสาทสัมผัสทางความชอบรวมเท่ากับ 6.32 คะแนน

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 การพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาไข่ไก่

การเพาะเลี้ยงไข่ไก่ด้วย มูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร ทำให้น้ำหนักแห้งมากที่สุดและมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักสดมากที่สุด ขณะที่ชุดควบคุมให้น้ำหนักสดน้อยที่สุด ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับการเพาะเลี้ยงไข่ไก่ของอะโน สุขเจริญ (2542) ส่วนการเก็บรักษาไข่ไก่ อุณหภูมิมีผลต่อน้ำหนักสดและอายุการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสทำให้น้ำหนักสดของไข่ไก่สูงสุด ขณะที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสและ 10 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า ขณะที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด ส่วนชนิดของถุงพลาสติกไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของไข่ไก่ ซึ่งสอดคล้องกับการเก็บรักษาไข่ไก่ (อุมาพร นิยะนุช, 2553) และใบมะกรูด (ทิตา สุนทรวิภาต, 2555)

5.2.1 การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่ไก่

การเลี้ยงในหลอดแก้วทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ความจุปริมาตร 50 ลิตร จำนวน 3 หลอด ในแต่ละหลอดใส่น้ำประปา 45 ลิตร ให้รับแสงนาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ระยะเวลา 30 วัน ทำให้ไข่ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตสูงขึ้นตามอายุ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในจำนวนวันที่เลี้ยงที่ 12-18 วัน จากนั้นจึงมีแนวโน้มของผลผลิตเพิ่มลดลง ซึ่งอายุของไข่ไก่ปกติจะมีอายุประมาณ 15 วัน และปริมาณของไข่ไก่ขึ้นอยู่กับปริมาณการสังเคราะห์แสงรวมทั้งปริมาณอาหารที่ได้รับ (กันยัสนิ พันธุ์นิชดำรง และสุขุม เจริญใจ, 2552)

5.2.3 การพัฒนาตำรับอาหารจากไข่ไก่

ตำรับอาหารจากไข่ไก่ที่มีศักยภาพในกลุ่มอาหารคาว ได้แก่ แกงเขียวหวานไข่ไก่ ผักน้ำลูกชิ้นไข่ไก่ และห่อหมกไข่ไก่ อาหารหวาน ได้แก่ ขนมเทียนมรกต อาหารว่าง ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยวหลอดไข่ไก่ อาหารทั้ง 5 ตำรับ ได้ค่าเฉลี่ยความชอบคุณภาพด้านประสาธสัมผัสโดยรวมได้ค่าเฉลี่ย 7.44 - 8.61 ทั้งนี้ โดยทั่วไป การบริโภคอาหารพื้นบ้านตามภูมิปัญญาของชาวบ้านดั้งเดิม นิยมนำวัตถุดิบ เช่น สาหร่าย และไข่ไก่ มาประกอบอาหารรับประทานกันเป็นประจำ เช่น การประกอบอาหารจากสาหร่ายประเภทไข่ไก่ ยำลอน ไก่ยี่และห่อหุ้มไก่ของชาวบ้าน และมีการพัฒนาแปรรูปอาหารจากสาหร่ายไข่ไก่ 24 ชนิด เป็นอาหารประเภท เค้ก ลูกเกด ขนมไทยกรอบ อาหารว่างและบะหมี่ เป็นต้น (ยุวดี พิรพรพิศาล และคณะ, 2548)

5.2.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่ไก่แผ่น

สูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ไข่ไก่แผ่นที่เหมาะสม เป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบรวมสูงสุด มีส่วนประกอบ ได้แก่ น้ำตาล เกลือ ซอสถั่วเหลือง ผงโกโก้ และเจลแป็ง

เปียก โดยคุณภาพผลิตภัณฑ์ไชน้ำแผ่นที่ได้มีคุณภาพด้านประสาทสัมผัสมีความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.32 คะแนน ซึ่งกระบวนการผลิต ส่วนประกอบ และความชอบด้านคุณภาพด้านประสาทสัมผัส สอดคล้องกับพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกหวานแผ่น (อนุวัตร แจ่มชัดและคณะ, 2550)

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษา คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.3.1 หน่วยงานด้านการเกษตรที่เกี่ยวข้อง ควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการบริโภค การผลิตไชน้ำในเชิงอินทรีย์ และการพัฒนาอาหารและผลิตภัณฑ์จากไชน้ำ เพื่อให้ผู้บริโภคมีอาหารปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง และสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน

5.3.2 การผลิตไชน้ำ สามารถทำได้ทั้งในสภาพบ่อน้ำธรรมชาติ บ่อปูนซีเมนต์ และใช้ชุดเพาะเลี้ยงไชน้ำ และสามารถใช้มูลสัตว์ เช่น มูลโค เป็นอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงได้ หากต้องการเก็บรักษาไชน้ำ ควรบรรจุในถุงพลาสติกเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำ 10-15 องศาเซลเซียส

5.3.3 ผลิตภัณฑ์ไชน้ำแผ่นมีการเปลี่ยนแปลงสีค่อนข้างเร็ว เมื่อสัมผัสกับอากาศและแสงแดด จึงควรบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์และใส่สารดูดความชื้นด้วย ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป

5.3.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการรวมกลุ่มของเกษตรกรในการผลิตไชน้ำเพื่อการค้า

5.3.4 ควรมีการศึกษาต่อยอดการวิจัยในด้านการผลิตไชน้ำในเชิงอินทรีย์ การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไชน้ำ และพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไชน้ำแผ่นและพืชอื่นสู่ในเชิงการค้าต่อไป

บรรณานุกรม

กันยลีนี พันธุ์นิชดำรง. 2552. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไผ่น้ำ (*Wolffia arrhiza*

(L.) Wimm.) และวิธีในการเพาะขยายพันธุ์แบบหมวมวล. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาการจัดการประมง ภาควิชาการจัดการประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กันยลีนี พันธุ์นิชดำรง และสุขุม เร้าใจ. 2552. “การศึกษาทดลองเพาะเลี้ยงไผ่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) และการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง.” ใน รายงานการประชุมในงานประชุมวิชาการ ครั้งที่ 47 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : สาขาประมง. กรุงเทพฯ. น. 162-169.

กองโภชนาการ. 2544. ตารางแสดงชนิดและปริมาณกรดอะมิโนในอาหารไทย. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

กวิน ปลาอ่อน. 2553. การใช้ไผ่น้ำเป็นดัชนีทางชีวภาพของการปนเปื้อนสังกะสีและทองแดงในแหล่งน้ำธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.

ชุตินุช สุจริต และมานิช ขำเจริญ. 2542. การศึกษาการใช้ประโยชน์จากไผ่น้ำ. ใน รายงานการวิจัย ปี 2542 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ฐานข้อมูลพืชผัก บทความเกษตร. มปป. หลักการแปรรูปอาหาร. แหล่งที่เข้าถึง :

<http://www.vegetweb.com/food/principles/> [11 ตุลาคม 2555].

คนัย บุญยเกียรติ พิษญา บุญประสม คามร บัณฑิตน์ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน นพพล จันทร์หอม ปรศนีย์ วังหล่อ กฤษติยา อุดรอินทร์ และวินิต ชินนาพันธ์. 2551. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง การลดอุณหภูมิผักโดยใช้ระบบสุญญากาศ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทิตา สุนทรวิภาต. 2555. ผลของภาชนะบรรจุตัดแปลงบรรยากาศและอุณหภูมิต่อคุณภาพของใบมะกรูด. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ธวัชชัย รัตนเลิศ และเจมส์ เอฟ แมกซ์เวล. 2535. รายชื่อพืชที่มีรายงานพบในประเทศไทย. บริษัทเมืองเหนือจำกัด, เชียงใหม่.

นิสาชล ฤาแก้วมา. 2548ก. การศึกษาการใช้ประโยชน์จากไข่น้ำเป็นอาหารปลา. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน.

_____. 2548ข. การศึกษาความต้องการแสงสว่างที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน.

เบญจภรณ์ บุญยพุกณะ. 2542. การทดสอบความเป็นพิษและการดูดซับโลหะโครเมียมและแคดเมียมโดยไข่น้ำ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาชีววิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. มปป. อาหารพื้นบ้านไทย. ศูนย์เครือข่ายอาหารครบวงจร. แหล่งที่เข้าถึง : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2258/...> [11 ตุลาคม 2555].

ยุวดี พิรพรพิศาล สนิท มกรแก้วเกตุ อิศรพงษ์พงษ์ศิริกุล อร่าม คุ่มกลาง นัตจุฑามณี เลิศลีลาภิจา บัณฑิต บุญสินไชย สมชัย อวเกียรติ์ สุนทรี เป็รื่องการ กัญญา สุจิตตวงสานนท์ ดวงตา กาญจนโพธิ์ ไชยยัง รุณจเวท ศรีสุลักษ์ณ์ ธีรานุพัฒนา กนกพร แสนเพชร จีรพร เพชรเกาะ ดวงพร อมรเลิศพิศาล โคมยง ไชยอุบล สุดาพร ตงศิริ คมสันต์ เรืองฤทธิ์ และลภัสสรดา มุ่งหมาย. 2548. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง ศักยภาพของสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ในการนำมาเป็นอาหารและยา. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

รวีโรจน์ อนันตธนาชัย ทิพย์วิมล กิตติวราพล ชนินทร์ กุลเศรษฐัญชลี นาฏดดา อ่อนวิมล อรรถ ชันสี กาญจนศักดิ์ จารุปาน นนทตะวัน อนันตธนาชัย นวลรัตดา ประเปรียว ภาณุพงศ์ พนม และถาวร จันทโชติ. 2553. “การพัฒนาสำหรับอาหารไทยเพื่อสุขภาพ บนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียงและบริบทชุมชน.” วารสาร มดส สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (1) : ธันวาคม – ธันวาคม 2553: 59-74.

วัฒนา ดำรงรัตน์กุล .2548. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริภาวี ศรีเจริญ นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ วิรัช จิวแฮม พืระพงษ์ แพงไพร และรัศมี ชูชีพ. 2544. รายงานการวิจัยเรื่องการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*) สำหรับลดต้นทุนค่าอาหารปลา. ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุขุม เรา้ใจ และสุทิน สมบูรณ์. 2550. “การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*(L.) Wimm.) เพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์.” วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.11 (1) หน้า 116-132.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. 312 หน้า.

สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์. 2553. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องชีววิทยาและการเพาะขยายพันธุ์ไข่น้ำโดยใช้ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 54 หน้า.

เสาวนิตย์ พุฒิเลอพงศ์. 2549. การศึกษาความเป็นไปได้ของการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยใช้ไข่น้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. 227 หน้า.

อมลนัฐ ฉัตรตระกูล พวงผกา แก้วกรม สุรางค์รัตน์ พันแสง และสุริย์พร ธรรมิกพงษ์. 2554. ปัจจัยของแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

อบเชย วงศ์ทอง และสุจิตรา เรืองรัมย์. 2550. “ศักยภาพภูมิปัญญาไทยด้านอาหารพื้นบ้านภาคเหนือ.” ใน รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 45. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 62-66.

อะโน สุขเจริญ. 2542. การเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (Linn) Wimm) ที่เพาะเลี้ยงในชนิดอาหารและระดับความเข้มแสงต่างกันในสภาพกลางแจ้ง. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนุวัตร แจ่มชัด นรลักษณ์ รัตนสุตินันต์ และวันฉัตร จิรังรัตน์. 2550. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกหวานแผ่น.” การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. : หน้า 697-704.

อุมพร นิยะนุช. 2553. การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวขององค์ประกอบและกิจกรรม ในการต้านออกซิเดชันของไข่น้ำ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อุมพร นิยะนุช และ รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย. 2553. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของไข่น้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 41 (1 (พิเศษ)) มกราคม-เมษายน หน้า 247-250.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis**. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Virginia. 173 p.

Fugita, M., Mori, K. and Kodera, T. 1998. **Nutrient removal and starch production through cultivation of *Wolffia arrhir***. Journal of Bioscience and Bioengineering. 8 (2):194-198.

Nguyen, T.T. 1998. **Fresh duckweed (*Wolffia arrhiza*) as a replacement for formulated feed for nursing nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry**. Available: http://pikul.lib.ku.ac.th/cgi-bin/agdb1.exe?rec_id=044898&database=agdb1&search... [21 July 2012].

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ประวัติหัวหน้าแผนงานวิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ไทย) นางสาว อมณัฐ นัตรตระกูล

ชื่อ-สกุล (อังกฤษ) Miss Amonnat Chattrakul

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 6697 00053 59 7

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. ตำแหน่งวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

โทรศัพท์ 056717151, 0846112694 E-mail: chattrakul41@gmail.com

6. ประวัติการศึกษา

วท.ค. (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วท.ม. (เกษตรศาสตร์) สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วท.บ. (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ สาขาวิชาพืชสวน และการส่งเสริมการเกษตร

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

8.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :

แผนงานวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อพัฒนาไปสู่ชุมชนแห่งความพอเพียง ของหมู่บ้านป่า
บงตำบลตะแบะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

8.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1) โครงการวิจัยเรื่อง การตอบสนองของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีการพัฒนาคุณภาพส้ม
โอท่าข่อยในจังหวัดพิจิตร

2) โครงการวิจัยเรื่อง การรวบรวมเทคโนโลยีการเกษตรพื้นบ้านของเกษตรกรใน
ภาคเหนือตอนล่าง

3) โครงการวิจัยเรื่อง การรวบรวมเทคโนโลยีการเกษตรพื้นบ้านของเกษตรกรในจังหวัด
พิจิตร

4) โครงการวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมของสหภาควิชาการระหว่างภาครัฐและเอกชนในการพัฒนา
เพื่อความยั่งยืนของ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์มะขาม จังหวัดเพชรบูรณ์

5) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการผลิตและการตลาดเพื่อเข้าสู่ระบบการจัดการ
คุณภาพ GAP ของเกษตรกรผู้ปลูกพริก ในจังหวัดเพชรบูรณ์

- 6) โครงการวิจัยเรื่อง การสร้างรูปแบบการบริหารจัดการชุมชนแบบบูรณาการ สู่ความพอเพียงและยั่งยืนของชุมชนบ้านป่าบง ตำบลตะเบาะ อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 7) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาวิธีการผลิตพริกที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดหนอนด้วงกินรากและโรคแอนแทรคโนสของเกษตรกรในอำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 8) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการผลิตและการตลาดข้าวเพื่อเข้าสู่มาตรฐานข้าวอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกร อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 9) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ของมะขาม

2. ประวัติผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางคันสนีย์ อุดมอ่าง
Miss. Sansanee Uttama-ang
2. หมายเลขบัตรประชาชน 3710500652862
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056717151, 081-7278003 E-mail Sunsanee-Uttamaang@hotmail.com
6. ประวัติการศึกษา
กศบ. (คหกรรมศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
คศ.ม (คหกรรมศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
การแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์

3. ประวัติผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางวิลาสินี ดีปัญญา
Mrs. Wilasinee Deepanya
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3310700676386
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 76000
โทรศัพท์ 056-717122 ต่อ 1411 , E-mail dwilasinee@yahoo.com
6. ประวัติการศึกษา
วทบ. (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วทม. (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
เทคโนโลยีผักและผลไม้
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาโยเด่แผ่นปรุงรส
หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวเคลือบปรุงแต่งกลิ่น
รส
หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม
หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น
หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์พายพิชอัดแท่ง เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน
อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

4. ประวัติผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ไทย) นายกฤษณ์พนธ์ พรรณรัตนชัย

ชื่อ-สกุล (อังกฤษ) Mr.Kritphon Phanrattanachai

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3670300652398

3. ตำแหน่งวิชาการที่เป็นปัจจุบัน อาจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
โทรศัพท์ 66(0)-5671-7151, 66(0)-5671-7100 โทรสาร 66(0)-5671-7151

มือถือ 66(08)-8439-9217 e-mail address: kenoto@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วุฒิ	ปี พ.ศ.	ชื่อสถานศึกษา
คอ.ม. สาขาวิชาไฟฟ้า	2552	ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วท.บ. เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม	2544	ม.ราชภัฏเพชรบูรณ์

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ : งานสอน ระดับปริญญาตรี

วิศวกรรมความปลอดภัย	3 หน่วยกิต
การสื่อสารดาวเทียม	3 หน่วยกิต
การออกแบบวงจรดิจิทัล	3 หน่วยกิต
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	3 หน่วยกิต
อิเล็กทรอนิกส์กำลัง	3 หน่วยกิต
การวิจัยและพัฒนาในงานเทคโนโลยี	3 หน่วยกิต

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

1) การพัฒนาอย่างไร้ควันสำหรับไก่ย่างข้าวเบือ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
(วช.) 2550

2) การพัฒนาระบบรับน้ำนมดิบของสหกรณ์โคนมนครบาลเพชรบูรณ์จำกัด
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2550

3) ศึกษาการผลิตผักโขมที่ปราศจากสารก่อเนื้องอก(แคลเซียมออกซาเลต) โดยวิธีไฮโดรโพ
นิคส์ เพื่อเป็นต้นแบบไปสู่ภาคธุรกิจ, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 2551
(ผู้วิจัยร่วม)

4) ประสิทธิภาพของน้ำหมักกลอยในการป้องกันกำจัดหอยเชอรี่ในห้องทดลองและนา
ข้าว สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 2551 (ผู้วิจัยร่วม)

- 5) การพัฒนาใช้คอมพิวเตอร์เพื่อชั่งน้ำหนัก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2552
- 6) ระบบการจัดการครุภัณฑ์ด้วยอาร์เอฟไอดี,มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2553 (ผู้วิจัยร่วม)
- 7) ชุดไล่ไกลจากแม่เหล็กเหลือใช้ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2553
- 8) การสร้างและหาประสิทธิภาพพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์วิชาการสื่อสารดาวเทียม
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2555

6.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

- 1) กฤษณ์พนธ์ พรรณรัตน์ชัย. 2553. การพัฒนาเตาอย่างไร้ควันสำหรับไก่อ่างข้าวเพื่อ
การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ร่วมกับ เครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏตอนเหนือ 2
สิงหาคม พ.ศ. 2553
- 2) กฤษณ์พนธ์ พรรณรัตน์ชัย. 2555. Realization of Electronic Tunable Current-mode
Quadrature Oscillator Based on Third Order Technique ประชุมวิชาการเครือข่าย
วิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 4 EENET2012 ระหว่างวันที่ 3-5
เมษายน พ.ศ. 2555

6.3 ประสบการณ์ภาคสนาม :

การตรวจสอบ การวัดสัญญาณ ดาวเทียม