



## รายงานการวิจัย

### การพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาไข่

### Development of Production and Storage for Water Meal

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

อมลัญฐ์ นัฏฐตระกูล และคณะ

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2555

# รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

## การพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาไชน้ำ

### Development of Production and Storage for Water Meal

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

อมลัญฐ์ นัตรตระกูล

สาขาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

วิไลวรรณ วิภาจักษณกุล

สาขาจิตวิทยาและการแนะแนว คณะครุศาสตร์

ทุนอุดหนุนโดย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่าน

ความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2555

|              |                                                                                                                                       |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่องานวิจัย | การพัฒนาการผลิตและการเก็บรักษาใข้่น้ำ<br>Development of production and storage for water meal<br>( <i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Wimm.) |
| ผู้วิจัย     | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมลนัฐ ฉัตรตระกูล<br>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลวรรณ วิภาจักษณ์กุล                                             |
| สาขาวิชา     | พืชศาสตร์ และจิตวิทยาและการแนะแนว                                                                                                     |
| มหาวิทยาลัย  | ราชภัฏเพชรบูรณ์                                                                                                                       |
| ปีเสร็จวิจัย | 2555                                                                                                                                  |

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการผลิตใข้่น้ำที่ให้โปรตีนสูง และวิธีการเก็บรักษาใข้่น้ำ พบว่า อัตราที่เหมาะสมในการผลิตใข้่น้ำในบ่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 120 กรัม/ตารางเมตร สามารถให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงสุด การใช้มูลโค 3 กรัมต่อลิตร ผสมกับดิน 5 กรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มจำนวนใข้่น้ำและน้ำหนักแห้งมากที่สุด ขณะที่มูลค่างาวผสมกับดินให้ปริมาณโปรตีนสูงสุด

สำหรับการเก็บรักษาใข้่น้ำ อุณหภูมิมีผลต่อการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสส่งผลให้ค่าน้ำหนักสด การนำไฟฟ้าและความเค็มสูงสุด แต่ให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุด ขณะที่ชนิดของถุงพลาสติกไม่มีผลต่อน้ำหนักสด ความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้าและความเค็มของใข้่น้ำ ส่วนอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสและ 10 องศาเซลเซียสสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของใข้่น้ำได้นานกว่าอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและ 27 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิห้อง) และมีแนวโน้มว่า ใข้่น้ำที่บรรจุในถุงแอ็คทีฟมีสภาพทางกายภาพดีกว่าถุงชนิดอื่น

คำสำคัญ : ใข้่น้ำ การผลิต การเก็บรักษา

|                       |                                                                                              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Research Title</b> | Development of production and storage for water meal<br>( <i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Wimm.) |
| <b>Name</b>           | Assistant Prof. Dr. Amonnat Chattrakul<br>Assitant Professor Dr.Wilaiwan Wiphajaksanakul     |
| <b>Program</b>        | Plant Science and Psychology and Guidance                                                    |
| <b>University</b>     | Rajabhat Phetchabun                                                                          |
| <b>Year</b>           | 2012                                                                                         |

### Abstract

The objectives of this study were to find out the production method for high protein water meal (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) and the storage method. The results showed that the suitable ratio for the water meal production in a cement pond was 120 grams per square meter, which had the highest fresh weight and dry weight. 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, whereas the bat guano mixed with soil had the highest protein content.

For water meal storage, temperature affected its storage; on temperature at 5 °Celsius caused the most fresh weight, conductivity and salinity value, whereas it caused the lowest pH. However, types of plastic bags did not affect its fresh weight, pH, conductivity and salinity. Temperature at 15 °Celsius and 10 °Celsius could prolong the life of water meal more than 5 °Celsius and 27 °Celsius (room temperature). And it was likely that water meal packed in active bags had better physical condition than water meal packed in another bags.

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

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นไปอย่างราบรื่น

ผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงไข่น้ำ ตำบลท่าพลและตำบลนาป่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลอันเป็นประโยชน์และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

ขอขอบคุณนางสาวหนึ่งฤทัย นวนสี นางสาวเกสร แหยมนุษ นางสาวกัญญาวีร์ ขอบปีและนางสาวผดุงไข่มุข ผักแต้ และนักศึกษาสาขาพืชศาสตร์ ที่ช่วยดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา และบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้ผลักดันและอนุเคราะห์ให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมี ขอมอบแด่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ให้โอกาสในการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงทุกประการ หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยใคร่ขออภัยมา ณ โอกาสนี้

อมลณัฐ นัตรตระกูล และวิไลวรรณ วิชาจักษณ์กุล

4 ธันวาคม 2555

## สารบัญ

|                                              | หน้า |
|----------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....                        | ก    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....                     | ข    |
| กิตติกรรมประกาศ.....                         | ค    |
| สารบัญตาราง .....                            | ง    |
| สารบัญรูป .....                              | ช    |
| บทที่ 1 บทนำ .....                           | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....      | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....            | 2    |
| 1.3 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย .....          | 3    |
| 1.4 ขอบเขตการศึกษา .....                     | 3    |
| 1.5 ประโยชน์ของการวิจัย .....                | 3    |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... | 5    |
| 2.1 ไข่น้ำ .....                             | 5    |
| 2.2 ปุ๋ยคอกและการใช้ประโยชน์ .....           | 9    |
| 2.3 พลาสติกและการใช้ประโยชน์.....            | 12   |
| 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....              | 15   |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....          | 26   |
| 3.1 วิธีการดำเนินงาน .....                   | 26   |
| 3.2 สถานที่ทำการทดลอง .....                  | 29   |
| 3.3 ระยะเวลาในการทำวิจัย .....               | 29   |
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล .....                 | 29   |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย .....                     | 31   |
| 4.1 วิธีการผลิตไข่น้ำที่ให้โปรตีนสูง .....   | 31   |
| 4.2 วิธีการเก็บรักษาไข่น้ำ .....             | 34   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                              | หน้า |
|----------------------------------------------|------|
| บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... | 41   |
| 5.1 สรุปผล.....                              | 41   |
| 5.2 อภิปรายผล .....                          | 42   |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ .....                         | 43   |
| บรรณานุกรม.....                              | 44   |
| ประวัติคณะผู้วิจัย .....                     | 49   |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                  | หน้า |
|----------|------------------------------------------------------------------|------|
| 2-1      | องค์ประกอบทางเคมีของไข่น้ำ                                       | 7    |
| 2-2      | ปริมาณธาตุอาหารของวัตถุดิบบางชนิด                                | 10   |
| 2-4      | ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยสำหรับพืชที่มีในมูลสัตว์แห้ง                | 11   |
| 4-1      | น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของไข่น้ำภายหลังการเก็บเกี่ยว | 32   |
| 4-2      | ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีของไข่น้ำภายหลังการเก็บเกี่ยว  | 32   |
| 4-3      | น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของไข่น้ำภายหลังการเก็บเกี่ยว             | 33   |
| 4-4      | ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีของไข่น้ำภายหลังการเก็บเกี่ยว  | 34   |
| 4-5      | ปริมาณโปรตีนของไข่น้ำภายหลังการเก็บเกี่ยว                        | 34   |
| 4-6      | น้ำหนักสดของไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา                            | 35   |
| 4-7      | ความเป็นกรดเป็นด่างของไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา                  | 36   |
| 4-8      | การนำไฟฟ้าของไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา                           | 38   |
| 4-9      | ความเค็มของไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา                             | 39   |
| 4-10     | อายุการเก็บรักษาไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา                        | 40   |

( ช )

## สารบัญรูป

| รูปที่ |                                                       | หน้า |
|--------|-------------------------------------------------------|------|
| 1-1    | กรอบแนวความคิดในการวิจัย                              | 3    |
| 4-1    | จำนวนไข่น้ำที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกรรมวิธีภายหลังการทดลอง | 31   |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นดินแดนที่มีความอุดมสมบูรณ์ สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศเอื้ออำนวยให้สามารถผลิตพืชอาหารได้อย่างดี และมีความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พืชเศรษฐกิจและพืชอาหาร ซึ่งรัฐบาลได้กำหนดนโยบายของให้ไทยเข้าสู่การเป็นครัวของโลก เพื่อเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงชาวโลกและให้เป็นที่ยอมรับของต่างชาติ ทำให้เกษตรกรมีการผลิตเพื่อการส่งออกและมีรายได้เพิ่มมากขึ้น โดยกำหนดยุทธศาสตร์ให้มีการผลิตอาหารปลอดภัยในทุกขั้นตอนการผลิต และมีความรับผิดชอบต่อความปลอดภัยของอาหารทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการทำการเกษตรในแต่ละประเทศ มักนิยมใช้การผลิตระบบเชิงเดี่ยว ซึ่งต้องใช้ต้นทุนหรือปัจจัยในการผลิตสูง และนิยมใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในปริมาณมาก ส่งผลกระทบต่อพืชและสัตว์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และมักเกิดการระบาดของศัตรูพืชและสัตว์ และที่สำคัญคือ ทำให้เกษตรกรในบางประเทศต้องเสียเสถียรภาพทางการเงิน ต้องกู้หนี้ยืมสิน และยากจนลง ในบางประเทศถึงกับขาดแคลนอาหารและประสบปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพอันเนื่องจากการขาดสารอาหาร จึงเริ่มแสวงหาแหล่งอาหารใหม่จากพืชที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

ไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) หรือที่เรียกตามภาษาท้องถิ่นว่า “ผำ” เป็นพืชที่มีอยู่ตามธรรมชาติอยู่ในน้ำนิ่ง เช่น หนองน้ำ หรือบึง เจริญเติบโตง่าย และขยายพันธุ์ได้เร็วในระยะเวลาอันสั้น สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำ 2 กิโลกรัม/ตารางเมตร หลังจากวันเริ่มเพาะเลี้ยงเพียง 6 วัน (สุขุม เราใจ และสุทิน สมบูรณ์, 2550) อีกทั้งยังเป็นพืชน้ำที่ให้โปรตีนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพของการเจริญเติบโต จากการวิเคราะห์ในน้ำหนักแห้ง พบว่า มีโปรตีน 6.8-45% ไขมัน 1.8-9.2% คาร์โบไฮเดรต 14.1-43.6% และปริมาณเส้นใยไฟเบอร์ 5.7-16.2% สำหรับปริมาณกรดอะมิโนพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ของ leucine threonine valine isoleucine และ phenylalanine สูง แต่มี cysteine methionine และ tyrosine ในระดับต่ำ (สุทธิพงษ์ พงษ์วร, 2553) อย่างไรก็ตาม ไข่น้ำเกิดในบริเวณน้ำนิ่งตามธรรมชาติที่ปัจจุบันเริ่มหายาก มีเฉพาะบางฤดูกาลเท่านั้น และต้องบริโภคในระยะเวลาอันสั้น เนื่องจากเป็นพืชที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงและมีอายุการเก็บรักษาสั้น และชาวบ้านส่วนใหญ่ยังไม่รู้จักวิธีการใช้ประโยชน์ มีเพียงการนำมาทำแกงพื้นบ้านสำหรับชาวบ้านบางกลุ่มของจังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างไรก็ตามมีรายงานการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรพบว่า ไข่น้ำสามารถลดอัตราการผลิต

(นิสาชล แก้วมา, 2548; Nguyen, 1992) การปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง (กันย์สินี พันธุ์นิชดำรง และสุขุม ไร่ใจ, 2552) และการบำบัดน้ำเสีย (สุริย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553; เสาวนิตย์ เลอพุฒิพงศ์, 2549)

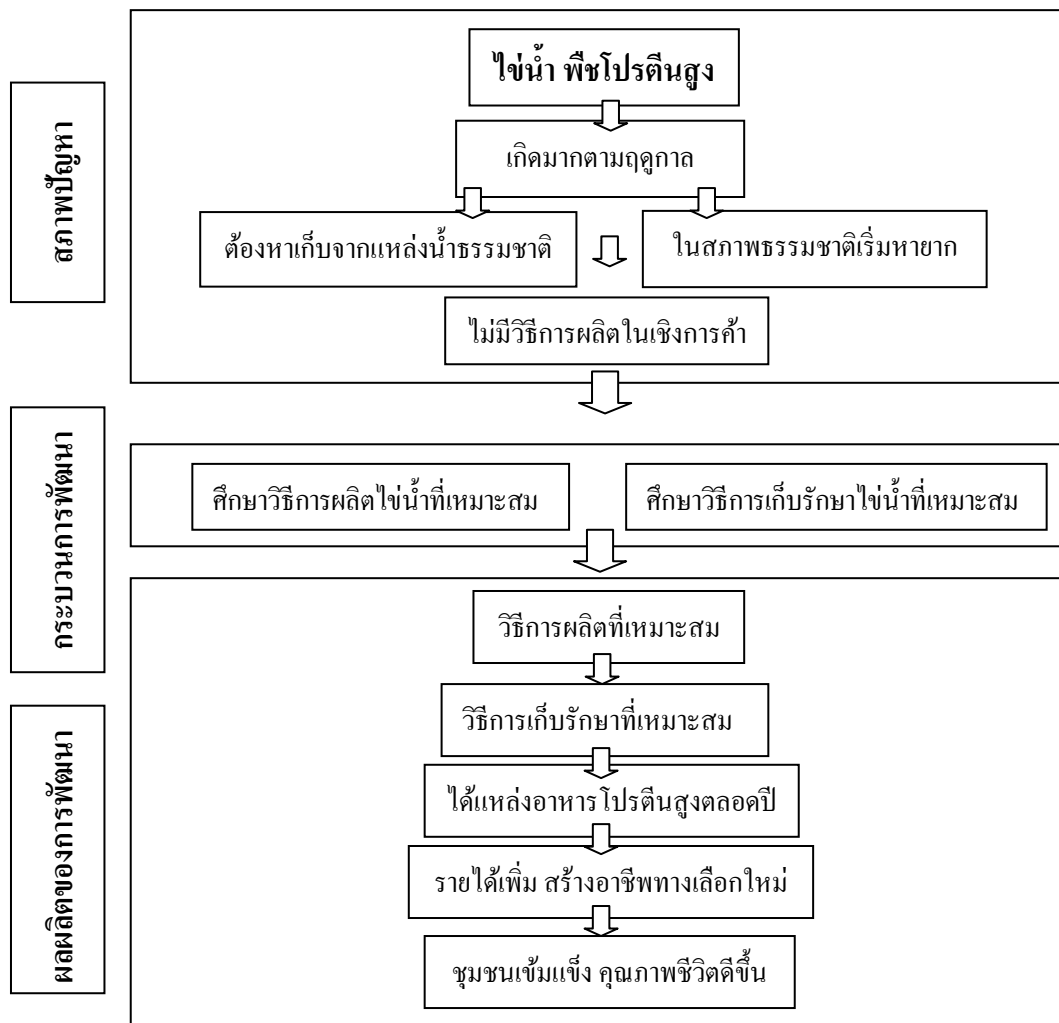
ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการศึกษาถึงวิธีการผลิตไข่ปลาที่ได้โปรตีนสูง และวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมสำหรับการพึ่งพาตนเองของเกษตรกร โดยอาศัยการบูรณาการระหว่างภูมิปัญญาท้องถิ่นกับวิชาการ ทั้งนี้ เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการผลักดันให้ไข่ปลาเป็นพืชอาหารแหล่งใหม่สำหรับเกษตรกรระดับครัวเรือน และชุมชนให้เข้าสู่การพึ่งพาตนเองตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการผลิตไข่ปลาที่ได้โปรตีนสูง

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการเก็บรักษาไข่ปลา

### 1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย



รูปที่ 1-1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

### 1.4 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ โดยใช้สถานที่ทดลอง ณ แปลงทดลองทางการเกษตร โรงเรียนพะเยา และห้องปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และห้องปฏิบัติการทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2555

### 1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 ได้องค์ความรู้ในการผลิตและการเก็บรักษาไข่น้ำที่เหมาะสม

1.5.2 ได้แนวทางในการสร้างอาชีพทางเลือกใหม่ เกิดรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจ

1.5.3 ได้แนวทางในการสร้างพืชอาหารโปรตีนแหล่งใหม่ให้แก่คนไทยต่อไป

1.5.4 สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนาการผลิตไข่น้ำ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาถึงการพัฒนาการผลิต และการเก็บรักษาไข่น้ำ จึงขอเสนอเป็นประเด็นสำคัญ ดังนี้

#### 2.1 ไข่น้ำ

ไข่น้ำจัดเป็นพืชลอยน้ำที่มีดอกขนาดเล็กมากที่สุดในโลก มีการจัดลำดับทางอนุกรมวิธาน ดังนี้

อาณาจักร Plantae

ดิวิชัน Anthophyta

ชั้น Monocotyledonae

อันดับ Arales

วงศ์ Lemnaceae

สกุล Wolffia

สปีชีส์ arrhiza

##### 2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไข่น้ำ

ไข่น้ำมีลักษณะเป็นเมล็ด ไข่น้ำมีรูปร่างภายนอกเป็นทรงรี เซลล์มีความซับซ้อน แต่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน มีรงควัตถุสีเขียว แถวของปากใบเรียงตัวขนานกัน มีการสืบพันธุ์ด้วยการแตกหน่อในสภาวะแวดล้อมที่ปกติ (สุรีย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) ไข่น้ำมีความยาว 0.4-0.9 มิลลิเมตร หรือโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.6 มิลลิเมตร ความกว้างประมาณ 0.3 มิลลิเมตร ขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-1.5 มิลลิเมตร ใข้จัดเป็นพืชไม่มีราก เรียกว่า ทัลลัส (thallus) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์พาราคีมาเป็นส่วนใหญ่ องค์ประกอบภายในเซลล์ส่วนใหญ่เป็นน้ำ คือ ร้อยละ 95 มีช่องอากาศแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ จึงทำให้เห็นคล้ายฟองน้ำ ช่วยให้ใข้สามารถลอยตัวอยู่บนผิวน้ำได้ ไม่มีเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและอาหาร มีช่องให้อากาศผ่านเข้าออกได้อยู่ทางด้านบนของทัลลัส ดอกมีขนาดเล็กมากเกิดในถุงตรงขอบทัลลัส ไม่มีกลีบดอกและไม่มีกลีบเลี้ยง ประกอบด้วย ดอกตัวผู้ 1 ดอกที่เกสรตัวผู้มีอับละอองเกสร 1 ช่อง ดอกตัวเมียมี 1 ดอกซึ่งรังไข่มีไข่อ่อนเพียง 1 ใบ และมีเมล็ดขนาดเล็กมาก ใข้จะลอยตัวอยู่บนผิวน้ำหรือปรืมน้ำ เจริญได้ดีในช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคม พบทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ที่มีลักษณะน้ำนิ่งและน้ำตื้นใส แสงสว่างส่องถึง (สุชาดา ศรีเพ็ญ 2542)

### 2.1.2 การขยายพันธุ์ของใข้

ใข้มีการขยายพันธุ์ 2 แบบ ได้แก่

2.1.2.1 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เนื่องจากใข้เป็นพืชมีดอกขนาดเล็กที่สุด ดอกของใข้จะเจริญเติบโตออกทางช่องข้างบนของต้น ดอกไม่มีกลีบดอกและไม่มีกลีบเลี้ยง ดอกตัวผู้จะมีเกสรตัวผู้ 1 อัน ประกอบด้วยอับละอองเรณู 2 อับ ดอกตัวเมียมีรังไข่ที่มี 1 ช่อง และมีไข่อ่อน 1 ใบ ก้านเกสรตัวเมียสั้น ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะแบน เมล็ดมีขนาดเล็ก กลมเกลี้ยง อย่างไรก็ตาม ยังไม่ปรากฏว่า มีใข้ที่มีดอกในประเทศไทย มีแต่รายงานในประเทศอื่น ใข้มีดอกและเมล็ดในราวเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม

2.1.2.2 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ด้วยการแตกหน่อ ซึ่งใข้แต่ละต้นจะแตกหน่อให้ต้นใหม่โดยเฉลี่ยทุก 5 วัน

### 2.1.3 คุณค่าทางอาหารของใข้

ใข้เป็นพืชน้ำชนิดหนึ่งที่สามารถนำมารับประทานได้ มีรสดี และปริมาณโปรตีนในทางการประมงใข้จัดเป็นอาหารตามธรรมชาติประเภทพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ใข้จึงเป็นแหล่งอาหารสำหรับประชาชนได้เป็นอย่างดี จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของใข้ในน้ำหนักแห้ง พบว่า มีโปรตีนร้อยละ 6.8-45 ไขมันร้อยละ 1.8-9.2 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14.1-43.6 และเส้นใยร้อยละ 5.7-16.2 สำหรับปริมาณกรดอะมิโนมี leucine threonine valine isoleucine และ phenylalanine สูง แต่มี cysteine methionine และ tyrosine ในระดับต่ำ (สุทธิพงษ์ พงษ์วร, 2553) นอกจากนี้ ยังมีความชื้น เถ้า และแคลเซียมร้อยละ 20.22 23.50 และ 0.09 ตามลำดับ

(กองโภชนาการ, 2535) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในไข่น้ำกับแหล่งอาหารอื่น จะเห็นว่า ไข่น้ำมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าพวกไข่และเนื้อ ดังตารางที่ 2.1

ตาราง 2-1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่น้ำ

หน่วย: ร้อยละ

| องค์ประกอบทางเคมี                               | น้ำหนักแห้ง |
|-------------------------------------------------|-------------|
| ความชื้น                                        | 94.73       |
| พลังงานที่ถูกปล่อยทั้งหมด                       | 4,749.34    |
| โปรตีนรวม                                       | 20.37       |
| ไขมันรวม                                        | 4.63        |
| เยื่อใยรวม                                      | 11.69       |
| เถ้าทั้งหมด                                     | 17.64       |
| ไนโตรเจน (Free extract )                        | 45.68       |
| แคลเซียม                                        | 0.16        |
| ฟอสฟอรัส                                        | 0.41        |
| อัตราส่วนของแคลเซียม : ฟอสฟอรัส                 | 0.41        |
| อัตราส่วนของพลังงาน : โปรตีน (กิโลแคลอรี/กรัม ) | 23.33       |
| HROM (hydrolysis resistant organic matter )     | 15.79       |

ที่มา: กองโภชนาการ, 2535

### 2.1.4 ประโยชน์ของไข่น้ำ

ไข่น้ำมีประโยชน์หลายประการ ดังนี้

2.1.4.1 ด้านโภชนาการ ไข่เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ โดยผู้บริโภคในภาคตะวันออก เอเชียเหนือและภาคเหนือนิยมนำไข่น้ำมาประกอบเป็นอาหาร โดยนำไปใส่ในแกงเผ็ด และอาหารพื้นบ้าน เนื่องจากไข่น้ำให้โปรตีนและแคลเซียมสูง จึงมีนักโภชนาการหลายท่านสนใจนำมาใช้ประโยชน์

2.1.4.2 ด้านการบำบัดน้ำเสีย มีรายงานถึงศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียของไข่น้ำ (สุริย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553; เสาวนิตย์ เลอวุฒิพงศ์, 2549; เบญจภรณ์ บุญยพุกณะ, 2542; กวิน ปลอดอ่อน, 2553) โดยทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าสูงขึ้น ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระดับค่อนข้างเป็นกลางและค่าความขุ่นของน้ำเสียนี้อีกต่ำลง (สุริย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) และเนื่องจากไข่น้ำสามารถสะสมแคลเซียมได้ถึง 80.65 มิลลิกรัม/กรัม จึงสามารถใช้ฟื้นฟูแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนจากแคลเซียม (เบญจภรณ์ บุญยพุกณะ, 2542)

2.1.4.3 ด้านการเกษตร มีรายงานจากนักวิชาการหลายท่าน ได้แก่ ไข่น้ำใช้เป็นอาหารปลานิล (ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ, 2544) และสามารถลดอัตราการรอดตายของปลา (นิสาชล แก้วมา, 2548ก; Nguyen, 1992) และช่วยปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง (กันยลสินี พันธุ์นิษดำรง และสุชุม เร้าใจ, 2552) เป็นต้น

2.1.4.4 ด้านการศึกษา เนื่องจากไข่น้ำเป็นพืชขนาดเล็กและขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว สามารถนำมาปลูกเลี้ยงไว้ในพื้นที่ที่มีขนาดเล็กได้ จึงเหมาะในการใช้เป็นอุปกรณ์ในการศึกษาทดลอง เช่น การศึกษาผลของปัจจัยที่มีต่อการขยายพันธุ์ของพืชน้ำ เป็นต้น

### 2.1.5 การเพาะเลี้ยงไข่น้ำและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ตามสภาพธรรมชาติไข่น้ำสามารถเจริญเติบโตอยู่ในน้ำนิ่ง เช่น หนองน้ำ หรือบึง มีการเจริญเติบโตง่าย และขยายพันธุ์ได้เร็วในระยะเวลาอันสั้น สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำ 2 กิโลกรัม/ตารางเมตร หลังจากวันเริ่มเพาะเลี้ยงเพียง 6 วัน ในสภาพแสงเฉลี่ย 7,000-9,000 ลักซ์ สามารถทำให้ผลผลิตไข่น้ำดีและต่อเนื่อง (สุชุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์, 2550) แสดงว่า แสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ จึงควรเพาะเลี้ยงไข่น้ำในที่ที่มีแสงแดดจัดมีผลให้อัตราการเจริญเติบโตของไข่น้ำสูงสุด (อมลนัฐ ฉัตรตระกูล และคณะ, 2554) สำหรับคุณสมบัติของน้ำเลี้ยงที่เหมาะสมคือ มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 5-6 และมีค่าความกระด้างต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อ

ลิตรเคลือบคาร์บอนสำหรับความเข้มแสงที่เหมาะสมในการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 5,000-10,000 ลักซ์ (กันย์สินี พันธุ์นิชดำรง, 2552) อย่างไรก็ตาม นอกจากน้ำสะอาดซึ่งอาจเป็นน้ำประปา หรือน้ำบ่อแล้ว ไข่น้ำยังสามารถเพาะเลี้ยงในสภาพน้ำเสียหรือน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำเสียอัตราร้อยละ 25 มีการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพและผลผลิตสูงที่สุด (สุริย์พร ธรรมิกพงษ์, 2553) และน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีน (อนัญญา ภักดีศรี, 2545) และยังไม่พบโรคใด ๆ ในไข่น้ำ (จินันทนา จอมดวง และคณะ, 2539)

สำหรับอาหารเพาะเลี้ยงไข่น้ำ นอกจากสภาพธรรมชาติที่ไข่น้ำสามารถเติบโตได้ในบ่อดินธรรมดาแล้ว ยังมีนักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาถึงอาหารสำหรับเลี้ยงไข่น้ำหลากหลายชนิด ได้แก่ มูลไก่ (ศิริภาวิ ศรีเจริญ และคณะ, 2544; รติรัตน์ หนูหุ่น และคณะ, 2551) น้ำประปาที่เติมปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-16 (สุชุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์, 2550; กันย์สินี พันธุ์นิชดำรง, 2552) เป็นต้น

## 2.2 ปุ๋ยคอกและการใช้ประโยชน์

ปุ๋ยคอกหรือมูลสัตว์ ส่วนใหญ่เป็นของแข็งประกอบด้วยเศษของพืชและสัตว์ ซึ่งเป็นอาหารที่สัตว์กินเข้าไปแล้วไม่สามารถย่อยหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้หมด เหลือเป็นกากที่สัตว์ขับถ่ายออกมา ซึ่งเศษอาหารเหล่านี้ได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายไปบางส่วนแล้วในทางเดินอาหาร ส่วนที่เป็นมูลสัตว์จึงอุดมไปด้วยธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้หลายชนิด เมื่อรวมกันเข้าจะมีองค์ประกอบที่สามารถใช้เป็นธาตุอาหารที่สมบูรณ์ของพืชได้ ส่วนมูลสัตว์แต่ละชนิดจะมีธาตุอาหารชนิดใดมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์ชนิดนั้นกินเข้าไปเป็นปัจจัยสำคัญรวมทั้งปัจจัยอื่น ได้แก่ ระบบการย่อยอาหารของสัตว์ วิธีการให้อาหาร รวมทั้งการจัดการรวบรวมมูล การเก็บรักษา เป็นต้น (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549)

### 2.2.1 คุณค่าทางอาหารของปุ๋ยคอก

คุณค่าทางอาหารของปุ๋ยคอกโดยทั่วไปมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ สภาพการเลี้ยงและการเก็บรักษา ปุ๋ยคอกมีธาตุอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมค่อนข้างน้อย ยกเว้น มูลสุกร มูลไก่ และมูลค่างคว แต่ปุ๋ยคอกให้ธาตุอาหารรองหลายชนิด ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีน (ชมรมเกษตรอินทรีย์แห่งประเทศไทย, 2555) โดยปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยคอก เศษพืช และวัตถุดิบบางชนิด ได้มีการวิเคราะห์ไว้ ดังตารางที่ 2-2

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ดังตารางที่ 2-3 จะเห็นว่ามูลสุกรและกากตะกอนมูลสุกรจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ รวมทั้งมูลของไก่ไข่มีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสีมากกว่ามูลโค ขณะที่มูลวัวมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมและโซเดียมมากกว่ามูลสุกร (ชื่นดวงใจ คงบาล, 2553)

ตารางที่ 2-2 ปริมาณธาตุอาหารของวัตถุดิบบางชนิด

| วัตถุดิบ        | ปริมาณธาตุอาหาร (ร้อยละ) |          |            |
|-----------------|--------------------------|----------|------------|
|                 | ไนโตรเจน                 | ฟอสฟอรัส | โพแทสเซียม |
| กากถั่วเหลือง   | 7-10                     | 2.13     | 1.12-2.70  |
| ปลาป่น          | 9-10                     | 5-6      | 3.8        |
| เลือดแห้ง       | 8-13                     | 1.5      | 0.8        |
| รำข้าว          | 1.9-3.3                  | 4-6      | 1.09       |
| มูลสุกร ไก่ โค  | 1.2-3.3                  | 1.2-3.3  | 1.3-2.0    |
| กระดูกป่น       | 3-4                      | 15-23    | 0.68       |
| มูลค่างควา      | 1-3                      | 12-15    | 1.84       |
| หินฟอสเฟต       | 0.15                     | 15-17    | 0.10       |
| ขี้เถ้าไม้ยาง   | 1.13                     | 0.06     | 13.48      |
| เปลือกเมล็ดคาเฟ | 0.93                     | 0.14     | 6.22       |

ที่มา: สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาดิน (2550)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยสำหรับพืชที่มีในมูลสัตว์แห้ง

| ปุ๋ยคอก      | ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด<br>(เปอร์เซ็นต์) |          |            |          |            |          |         |       | ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด<br>(มก./กก.) |          |         |
|--------------|-----------------------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|---------|-------|-------------------------------------|----------|---------|
|              | ไนโตรเจน                                | ฟอสฟอรัส | โพแทสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม | ซัลเฟอร์ | โซเดียม | เหล็ก | ทองแดง                              | แมงกานีส | สังกะสี |
| มูลสุกร      | 2.69                                    | 3.24     | 1.12       | 3.85     | 1.18       | 0.19     | 0.27    | 0.44  | 611.07                              | 1030.13  | 975.75  |
| กาก<br>ตะกอน | 2.23                                    | 6.84     | 0.23       | 11.70    | 1.09       | 1.16     | 0.07    | 0.63  | 1001.73                             | 2060.29  | 2791.1  |
| มูลไก่ไข่    | 2.59                                    | 1.96     | 2.29       | 8.09     | 0.74       | 0.54     | 0.32    | 0.31  | 75.51                               | 591.87   | 396.54  |
| มูลโคนม      | 1.36                                    | 0.51     | 1.71       | 1.76     | 0.50       | 0.33     | 0.73    | 0.45  | 40.63                               | 375.86   | 134.62  |
| มูลโคเนื้อ   | 1.27                                    | 0.48     | 1.42       | 0.98     | 0.43       | 0.31     | 0.23    | 0.34  | 29.92                               | 416.10   | 121.60  |
| มูลแพะ       | 1.03                                    | 0.66     | 0.64       | 1.49     | 0.37       | 0.37     | 0.13    | 0.14  | 24.78                               | 210.88   | 125.64  |
| มูลแกะ       | 0.94                                    | 0.54     | 1.07       | 1.23     | 0.34       | 0.19     | 0.20    | 0.11  | 21.01                               | 205.28   | 103.53  |

ที่มา : ชื่นดวงใจ กองบาล, 2553

## 2.2.2 ประโยชน์ของปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์ที่มีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ช่วยปรับโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศดี ช่วยเพิ่มความคงทนให้แก่เมล็ดดิน เป็นการลดการชะล้างพังทลายของดิน และเป็นการรักษาหน้าดินไว้ นอกจากนี้ ยังเป็นแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ซึ่งมีผลทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและยังช่วยเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ในดินอีกด้วย

สำหรับแนวทางการใช้ปุ๋ยคอกเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน เนื่องจากโคและกระบือเป็นสัตว์กินหญ้า มูลโค และมูลกระบือโดยทั่วไปมีธาตุอาหารต่ำกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่น ไม่ควรใส่แปลงปลูกผักโดยตรง เนื่องจากมักมีปัญหาเมล็ดวัชพืชปะปนมา จึงควรนำมาหมักเป็นปุ๋ยหมักเสียก่อน หรือ

นำไปผลิตก๊าซชีวภาพแล้วนำกากที่เหลือไปใช้จะได้ประโยชน์มากกว่า มูลแห้งเหมาะสำหรับใส่แบบหว่านในสวนไม้ผล หรือรองก้นหลุมปลูกพืช (ชื่นดวงใจ คงบาล, 2553)

### 2.2.3 รูปแบบการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยคอกกับพืช

ปุ๋ยคอกสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ ดังนี้ (ชื่นดวงใจ คงบาล, 2553)

2.2.3.1 ปุ๋ยคอกหรือมูลสัตว์แห้งใส่ลงในดินหรือแปลงปลูกพืชโดยตรง

2.2.3.2 มูลสัตว์แห้งหมักกับเศษพืชต่าง ๆ และอาหารเสริมเติมสารเร่ง พด. หรือ จุลินทรีย์อีเอ็ม ใส่ลงในดินหรือแปลงปลูกพืช

2.2.3.3 ทำน้ำสกัดมูลสัตว์ โดยใช้มูลสัตว์ผสมกับน้ำอัตราส่วน 1:10 แช่ไว้ 24 ชั่วโมง นำน้ำสกัดส่วนใสไปเจือจางด้วยน้ำใช้รดรอบ ๆ ต้น

2.2.3.4 นำน้ำสกัดมูลสัตว์ส่วนใสเจือจางด้วยน้ำ 1 ต่อ 10 ถึง 1 ต่อ 20 แล้วฉีดพ่นให้ทางใบแก่ต้นพืช

2.2.3.5. น้ำล้างคอก น้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์รวบรวมไว้ในบ่อพัก ใช้เครื่องดูดขึ้นไปเจือจางกับน้ำตามความเหมาะสมแล้วฉีดพ่นในแปลงปลูกพืช

## 2.3 พลาสติกและการใช้ประโยชน์

### 2.3.1 ประเภทของพลาสติก

พลาสติกสามารถจำแนกตามสมบัติทางความร้อน ได้ 2 ประเภท คือ (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2550ก)

2.3.1.1 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นโพลิเมอร์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลของสายโซ่โพลิเมอร์เป็นแบบเส้นตรงหรือแบบกิ่งสั้น ๆ สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายบางชนิด เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และหลอมเหลวเป็นของเหลวหนืด เนื่องจากโมเลกุลของโพลิเมอร์ที่พันกันอยู่สามารถเคลื่อนที่ผ่านกันไปมาได้ง่ายขึ้นเมื่อได้รับความร้อน และเมื่อเย็นตัวลงก็จะแข็งตัว ซึ่งการหลอมเหลวและเย็นตัวนี้ สามารถเกิดกลับไปกลับมาได้โดยไม่ทำให้สมบัติทางเคมีและทางกายภาพ หรือโครงสร้างของโพลิเมอร์เปลี่ยนไปมากนัก

พลาสติกประเภทนี้สามารถขึ้นรูปโดยการฉีดขณะที่พลาสติกถูกทำให้อ่อนตัวและไหลได้ด้วยความร้อนและความดัน เข้าไปในแม่แบบที่มีช่องว่างเป็นรูปร่างตามต้องการ ภายหลังจากที่พลาสติกไหลเข้าจนเต็มแม่พิมพ์จะถูกทำให้เย็นตัว และถอดออกจากแม่พิมพ์ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างตามต้องการ สามารถนำไปใช้งานได้ เมื่อใช้เสร็จแล้วสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้โดยการบด และหลอมด้วยความร้อนเพื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อีก แต่พลาสติกประเภทนี้มีข้อเสียและขีดจำกัดของการใช้งาน คือไม่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ เพราะอาจเกิดการบิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงไป ตัวอย่างเช่น ขวดน้ำดื่มไม่เหมาะสำหรับใช้บรรจุน้ำร้อนจัดหรือเดือด

2.3.2 เทอร์โมเซตติง (Thermosetting) โพลีเมอร์ประเภทนี้จะมีโครงสร้างเป็นแบบร่างแห ซึ่งจะหลอมเหลวได้ในขั้นตอนการขึ้นรูปครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นทำให้เกิดพันธะเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุล ทำให้โพลีเมอร์มีรูปร่างที่ถาวร ไม่สามารถหลอมเหลวได้อีกเมื่อได้รับความร้อน และหากได้รับความร้อนสูงเกินไป จะทำให้พันธะระหว่างอะตอมในโมเลกุลแตกออก ได้สารที่ไม่มีสมบัติของความเป็นโพลีเมอร์ต่อไป

การผลิตพลาสติกชนิดเทอร์โมเซตจะแตกต่างจากพลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติกคือ ในขั้นตอนแรกต้องทำให้เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์เชนเพียงบางส่วน มีการเชื่อมโยงโมเลกุลเกิดขึ้นบ้างเล็กน้อย และยังสามารถหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน จึงสามารถขึ้นรูปภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงได้ เมื่อผลิตภัณฑ์มีรูปร่างตามต้องการแล้ว ให้คงอุณหภูมิไว้ประมาณ 200-300 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้โครงสร้างแบบร่างแหที่เสถียรและแข็งแรง สามารถนำผลิตภัณฑ์ออกจากแบบโดยไม่ต้องรอให้เย็น เนื่องจากผลิตภัณฑ์จะแข็งตัวอยู่ภายในแม่พิมพ์ ดังนั้นการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตพลาสติกเทอร์โมเซตกลับทำให้วัสดุแข็งขึ้น ต่างจากกระบวนการผลิตพลาสติกเทอร์โมพลาสติกที่การให้ความร้อนจะทำให้พลาสติกนิ่ม และหลอมเหลว พลาสติกเทอร์โมเซตเมื่อใช้งานเสร็จแล้วไม่สามารถนำมาผ่านการหลอมและผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่หรือรีไซเคิล (recycle) ได้อีก และถ้าให้ความร้อนมากเกินไป จะทำให้พลาสติกเกิดการสลายตัวหรือไหม้ โดยไม่เกิดการหลอมเหลว ตัวอย่างของพลาสติกในกลุ่มนี้เช่น เบคเคอไลต์ และเมลามีน เป็นต้น

### 2.3.2 พลาสติกที่ใช้มากในปัจจุบัน

พลาสติกที่ถูกนำมาใช้ในปริมาณมากในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิดที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2550ก)

2.3.2.1 โพลีเอทธิลีนเทเรฟทาเลต (Poly (ethylene terephthalate), PET) พลาสติกชนิดนี้ทนแรงกระแทก ไม่เปราะแตกง่าย สามารถทำให้ใสมาก มองเห็นสิ่งที่บรรจุอยู่ภายในจึงนิยมใช้บรรจุน้ำดื่ม น้ำมันพืช และเครื่องสำอาง นอกจากนี้ขวด PET ยังมีสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของก๊าซได้เป็นอย่างดี จึงใช้เป็นภาชนะบรรจุน้ำอัดลม และสามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยนิยมนำมาผลิตเป็นเส้นใยสำหรับทำเสื้อกันหนาว พรม และเส้นใยสังเคราะห์สำหรับขัดหมอน หรือเส้นสำหรับเล่นสกี

2.3.2.2 โพลีเอทธิลีนความหนาแน่นสูง (High density polyethylene, HDPE) เป็นโพลิเอทธิลีนชนิดหนาแน่นสูงมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นสายตรง ก่อนข้างแข็งแต่ยืดได้มาก ไม่แตกง่าย ส่วนใหญ่ทำให้มีสีส้นสวยงาม ยกเว้นขวดที่ใช้บรรจุน้ำดื่ม ซึ่งจะขุ่นกว่าขวด PET ราคาถูกขึ้นรูปได้ง่าย ทนสารเคมีจึงนิยมใช้ทำบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด แชมพูสระผม แป้งเด็ก และถุงหูหิ้ว นอกจากนี้ภาชนะที่ทำจาก HDPE ยังมีสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของความชื้นได้ดี จึงใช้เป็นขวดนมเพื่อยืดอายุของนมให้นานขึ้น HDPE สามารถนำกลับมารีไซเคิลเพื่อผลิตขวดต่างๆ เช่น ขวดใส่น้ำยาล้างจาน แท่งไม้เทียมเพื่อใช้ทำรั้วหรือม้านั่งในสวน

2.3.2.3 โพลีไวนิลคลอไรด์ (Poly (vinyl chloride), PVC) เป็นพลาสติกแข็งใช้ทำท่อ เช่น ท่อน้ำประปา แต่สามารถทำให้นิ่มโดยใส่สารพลาสติกไซเซอร์ ใช้ทำสายยางใส แผ่นฟิล์มสำหรับห่ออาหาร ม่านในห้องอาบน้ำ แผ่นกระเบื้องยาง แผ่นพลาสติกปูโต๊ะ ขวดใส่แชมพูสระผม PVC เป็นพลาสติกที่มีสมบัติหลากหลาย สามารถนำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์อื่นได้อีกมาก เช่น ประตูหน้าต่าง วงกบ และหนังสือพิมพ์ PVC สามารถนำกลับมารีไซเคิล เพื่อผลิตท่อประปาสำหรับการเกษตร กรวยจราจร และเฟอร์นิเจอร์ หรือม้านั่งพลาสติก

2.3.2.4 โพลีเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene, LDPE) เป็นพลาสติกที่นิ่ม สามารถยืดตัวได้มาก มีความใส นิยมนำมาทำเป็นฟิล์มสำหรับห่ออาหารและห่อของถุงใส่ขนมปัง และถุงเย็นสำหรับบรรจุอาหาร ซึ่งสามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยใช้ผลิตเป็นถุงดำสำหรับใส่ขยะ ถุงหูหิ้ว หรือถังขยะ

2.3.2.5 โพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) เป็นพลาสติกที่แข็ง ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ทนต่อสารเคมี ความร้อน และน้ำมัน ทำให้มีสีส้นสวยงามได้ ส่วนใหญ่นิยมนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ชาม จาน ถัง ตะกร้า หรือกระบอกสำหรับใส่น้ำแช่เย็น ซึ่งสามารถนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ โดยนิยมนำมาผลิตเป็นกล่องเบตเตอร์รียอนด์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชน และกรวยสำหรับน้ำมัน

2.3.2.6 โพลิสไตรีน (Polystyrene, PS) เป็นพลาสติกที่แข็ง ใส แต่เปราะ และแตกง่าย ราคาถูก นิยมนำมาทำเป็นภาชนะบรรจุของใช้ เช่น เทปเพลง สำลี หรือของแห้ง เช่น หมูแผ่น หมูหยอง และคุกกี้ เนื่องจาก PS เปราะและแตกง่าย จึงไม่นิยมนำพลาสติกประเภทนี้มาบรรจุน้ำดื่ม หรือแช่พวสุระผม เนื่องจากอาจลื่นตกแตกได้ มีการนำพลาสติกประเภทนี้มาใช้ทำภาชนะหรือถาดโฟมสำหรับบรรจุอาหาร โฟมจะมีน้ำหนักที่เบาเนื่องจากประกอบด้วย PS ประมาณ 2-5 % เท่านั้น ส่วนที่เหลือเป็นอากาศที่แทรกอยู่ในช่องว่าง อีกทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยนิยมนำไปผลิตเป็นไม้แขวนเสื้อ กล่องวิดีโอ ไม้บรรทัด หรือของใช้อื่น ๆ

2.3.2.7 พลาสติกอื่นๆ ที่ไม่ใช่ 6 ชนิดแรก หรือไม่ทราบว่าเป็นพลาสติกชนิดใด ปัจจุบันเรามีพลาสติกหลายชนิดให้เลือกใช้ พลาสติกที่ใช้ในครัวเรือนส่วนใหญ่สามารถนำกลับมารีไซเคิลเพื่อหลอมใช้ใหม่ได้ การมีสัญลักษณ์ตัวเลข ทำให้เราสามารถแยกพลาสติกออกเป็นชนิดต่างๆ เพื่อนำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ได้ง่ายขึ้น สำหรับพลาสติกในกลุ่มนี้เป็นพลาสติกชนิดอื่นที่ไม่ใช่ 6 ชนิดแรก นอกจากมีตัวเลขระบุแล้ว ควรใส่สัญลักษณ์ภาษาอังกฤษระบุชนิดของพลาสติกนั้นๆ ไว้เพื่อสะดวกในการแยกและนำกลับมารีไซเคิล เช่น โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate, PC)

สำหรับการใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร มีการศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ในการเก็บรักษาผักผลไม้สดมีมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งบรรจุภัณฑ์แอคทีฟได้รับการยอมรับว่าเป็น Preservation of The 21st Century โดยมีการประยุกต์ใช้ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และบางประเทศของยุโรป สำหรับประเทศไทยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ได้ดำเนินการพัฒนาและวิจัยบรรจุภัณฑ์แอคทีฟให้เหมาะสมกับผลิตผลเกษตรกรรม เพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ และยอมให้ออกซิเจนผ่านไปในบรรจุภัณฑ์ หรือยอมให้คาร์บอนไดออกไซด์ผ่านออกจากบรรจุภัณฑ์ในอัตราส่วนที่พอเหมาะต่อการชะลอการหายใจของผลิตผลได้ (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2550ข)

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1 การเก็บรักษาไขน้ำและผลผลิตพืชบางชนิด

อุมาพร นิยะนุช และรัชฎา ตั้งวงศ์ไชย (2553) ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของไขน้ำ พบว่า ไขน้ำประกอบด้วยโปรตีน 24.31%

ไขมัน 3.04% เส้นใย 12.68% และเถ้า 19.97% (น้ำหนักแห้ง) ไขมันยังมีปริมาณคลอโรฟิลล์ สารฟีนอลทั้งหมด กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (ร้อยละการยับยั้งโดยวิธี ABTS และ DPPH) และเส้นใยทั้งหมด เป็น 30.17 มิลลิกรัม/100 กรัม 21.14 มิลลิกรัม/กรัม ร้อยละ 65.91 70.12% และ ร้อยละ 14.87 ตามลำดับ โดยมีปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำมากกว่าเส้นใยที่ละลายน้ำได้ เมื่อนำ ไขมันบรรจุถุงโพลีเอทิลีน และเก็บรักษาที่ 4 และ 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้น ความเป็นอิสระ (-a\*) ความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) และ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของไขมันในระหว่างการเก็บรักษา ขณะที่ ความสว่าง (L\*) ความเป็นสีเหลือง (+b\*) ความแน่นเนื้อ ปริมาณคลอโรฟิลล์ สารฟีนอลทั้งหมด กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันวิธี ABTS และวิธี DPPH ลดลง อุณหภูมิและระยะเวลาในการ เก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณไขมันที่ละลายน้ำไม่ได้ ไขมันที่ละลายน้ำได้ ไขมันทั้งหมด และโคลิฟอร์ม ( $p>0.05$ ) ไขมันสดมีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นเป็น 5.54 log CFU/g และเพิ่มจำนวน เกินกว่า 7 log CFU/g เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 4 วัน อย่างไรก็ตาม ไขมันที่อุณหภูมิห้อง แสดงการเสื่อมคุณภาพด้านลักษณะหลังการเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน โดยมีลักษณะและน้ำ สีเขียว คล้ำ มีกลิ่นโคลน ในขณะที่ไขมันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมดเกินกว่า 7 logCFU/g ในวันที่ 14 และ 12 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ โดยมีการเสื่อม ลักษณะปรากฏหลังการเก็บรักษาในวันที่ 10 และ 8 ตามลำดับ อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 4 และ 10 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางเคมีของไขมันอย่างมีนัยสำคัญ

อุมาพร นิยะนุช (2553) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี กายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ของไขมัน สด พบว่า ประกอบด้วย โปรตีนร้อยละ 24.31 ไขมันร้อยละ 3.04 เส้นใยหยาบร้อยละ 12.68 และ เถ้าร้อยละ 19.97 ของน้ำหนักแห้ง ไขมันสดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด เบต้าแคโรทีน ไรโบฟลา วิน สารฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมในการต้านออกซิเดชัน เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยที่ละลายน้ำ และเส้นใยทั้งหมดเป็น 30.17 มิลลิกรัม/100 กรัม, 3.43 มิลลิกรัม/100 กรัม 0.40 มิลลิกรัม/100 กรัม 21.14 มิลลิกรัม/กรัม 4.39 มิลลิกรัม/กรัม (ABTS) 13.91 มิลลิกรัม/กรัม (DPPH) ร้อยละ 11.05, ร้อย ละ 3.82 และร้อยละ 14.87 (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ สำหรับผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อ องค์ประกอบทางเคมี กายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ของไขมันสดระหว่างการเก็บรักษา โดยนำ ไขมันสด 150 กรัม บรรจุถุงพอลิโพรพิลีนและเก็บรักษาที่ 28 10 และ 4 องศาเซลเซียส แล้ว วิเคราะห์องค์ประกอบของไขมันทุก 2 วัน พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการ เพิ่มขึ้นความเป็นอิสระ (a\*) ความแตกต่างของสีรวม ( $\Delta E^*$ ) มุมสี และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ของไขมันในระหว่างการเก็บรักษา ขณะที่ความสว่าง (L\*) ความเป็นสีเหลือง (b\*) ความแน่นเนื้อ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด สารฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมในการต้านออกซิเดชันวิธี ABTS และวิธี

DPPH ลดลง และอนุมูลอิสระและระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ เส้นใยที่ละลายน้ำ และเส้นใยทั้งหมด และตรวจไม่พบโคลิฟอร์ม ในวันที่ 4, 12 และ 14 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 °C และ 4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งใข้ใข้มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 2 วัน ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และไม่เกิน 6 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีความ และน้ำ มีสีคล้ำขึ้น และมีกลิ่นผิดปกติ (คล้ายกลิ่นโคลน) จะเห็นได้ว่า ใข้ใข้มีอายุการเก็บรักษาสั้น

เมื่อนำใข้ใข้สดมาทำแห้งแบบถาดด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และผลการแช่เยือกแข็งด้วยลมเย็น -37 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เพื่อศึกษาผลของกระบวนการทำแห้งและการแช่เยือกแข็งต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพ เคมี และปริมาณจุลินทรีย์ของใข้ใข้ พบว่า ใข้ใข้แห้งและใข้ใข้แช่เยือกแข็งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ไรโบฟลาวิน เบต้าแคโรทีน เส้นใยที่ละลายน้ำ สารฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมในการต้านออกซิเดชัน วิธี ABTS และวิธี DPPH ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับใข้ใข้สด ใข้ใข้แห้งมีปริมาณเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น ใข้ใข้แช่เยือกแข็งมีปริมาณไรโบฟลาวินลดลง อย่างไรก็ตาม การทำแห้งและแช่เยือกแข็งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเส้นใยทั้งหมด และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด กระบวนการทำแห้งและการแช่เยือกแข็งมีผลต่อการลดลงของสารสำคัญอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ ใข้ใข้แช่เยือกแข็งมีปริมาณสารสำคัญคงเหลือสูงกว่าใข้ใข้แห้ง และอนุมูลอิสระในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางเคมีของใข้ใข้อย่างมีนัยสำคัญ

ชานนท์ สุทธิเวช (2550) ศึกษาผลของภาชนะบรรจุและระดับอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดหอม วางแผนการทดลองแบบ 3x4 factorials in CRD ประกอบด้วย ปัจจัยชนิดถุงพลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ ถุง HDPE PP และ LDPE และระดับอุณหภูมิ 4 ระดับ ได้แก่ อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 5 °C 10 °C และ 15 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมที่เก็บรักษาในถุง LDPE ที่อุณหภูมิห้อง มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด ปริมาณ TSS ลดลง ขณะที่ปริมาณ TA เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และค่าของสีใบผักกาดหอมเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ผักกาดหอมที่เก็บรักษาในถุง HDPE ที่อุณหภูมิ 5 °C และ 10 องศาเซลเซียส ถุง PP ที่อุณหภูมิ 5 °C และ 15 องศาเซลเซียส และถุง LDPE ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษามากที่สุดเท่ากันคือ 16 วัน

ดนัย บุญเกียรติ และคณะ (2551) ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการลดอนุมูลอิสระด้วยระบบสุญญากาศและอายุการวางจำหน่ายของผักที่ผ่านการลดอนุมูลอิสระกับผักกาดหอมห่อ ผักกาดฮ่องเต้ และบรอกโคลี โดยศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการลดอนุมูลอิสระผลิตด้วยระบบสุญญากาศและผลผลิตที่ผ่านการลดอนุมูลอิสระแล้ว 3 สภาวะคือ บรรจุผลิตผลในตะกร้า

พลาสติก ในบรรจุภัณฑ์ และในตะกร้าพลาสติกและลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศร่วมกับน้ำ พบว่า สภาพการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศที่เหมาะสมสำหรับผลิตผลทั้ง 3 ชนิดคือ การลดอุณหภูมิโดยบรรจุผลิตผลในบรรจุภัณฑ์ โดยพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับผักกาดหอมห่อ ผักกาดฮ่องเต้ และบรอกโคลีที่อุณหภูมิเริ่มต้นช่วง 15-20 องศาเซลเซียส คือ ความดันในห้องอุณหภูมิเท่ากับ 6.0, 6.0 และ 5.5 มิลลิบาร์ และเวลาที่วัตถุดิบอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนด เท่ากับ 12, 20 และ 25 นาที ตามลำดับ ส่วนพารามิเตอร์สำหรับกระบวนการลดอุณหภูมิผักกาดหอมห่อ ผักกาดฮ่องเต้ และบรอกโคลีที่อุณหภูมิเริ่มต้นช่วง 21-25 องศาเซลเซียส คือ ความดันในห้องลดอุณหภูมิมิค่าเท่ากับ 20, 25 และ 30 นาทีตามลำดับ ซึ่งผลิตผลที่ผ่านการลดอุณหภูมิในสถานะข้างต้นมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลิตผลที่ผ่านการลดอุณหภูมิในสถานะอื่น และที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิ โดยผักกาดหอมห่อ ผักกาดฮ่องเต้ และบรอกโคลีมีอายุการเก็บเกี่ยวรักษาประมาณ 8, 7 และ 12 วัน ซึ่งนานกว่าผลิตผลที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิ 5, 2 และ 2 วันตามลำดับ

ทิศา สุนทรวิภาต (2555) ศึกษาผลของภาชนะบรรจุคัดแปลงบรรยากาศและอุณหภูมิต่อคุณภาพของใบมะกรูด โดยศึกษาชนิดของภาชนะบรรจุที่เหมาะสมในการเก็บรักษา บรรจุด้วยถุงโพลีเอทธิลีน ถูชิป (LDPE) ถาดโฟมแล้วปิดด้วยพลาสติก PVC และถุงโพลีโพรพิลีน แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 67 พบว่า ใบมะกรูดที่บรรจุด้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนมีคุณภาพดีที่สุด โดยมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 11.69 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดที่ไคเตรตได้ทั้งหมดร้อยละ 0.07 ปริมาณวิตามินซี 11.78 มิลลิกรัม/100 กรัม และมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บีและคลอโรฟิลล์รวมเท่ากับ 0.48 0.65 และ 1.12 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ เมื่อเทียบกับใบมะกรูดที่บรรจุด้วยกรรมวิธีอื่นๆ พบว่า ลักษณะปรากฏของใบมะกรูดที่บรรจุด้วยพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด โดยมีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่าย 12 วัน

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพของใบมะกรูด เมื่อเก็บรักษาใบมะกรูดไว้ที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 6.13 และมีปริมาณกรดที่ไคเตรตได้ทั้งหมดร้อยละ 0.08 ปริมาณวิตามินซี 24.29 มิลลิกรัม/100กรัม และมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บีและคลอโรฟิลล์รวม เท่ากับ 0.46 0.46 และ 1.01 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียสไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่น ๆ เมื่อประเมินลักษณะที่ปรากฏของใบมะกรูด และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักพบว่า ที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคใกล้เคียงกัน โดยมีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายเท่ากันคือ 21 วัน

#### 2.4.2 การเพาะเลี้ยงไข่น้ำและสาหร่าย

จินันทนา จอมดวง และคณะ (2539) ศึกษาโรคในผักตำลึง บวบก และ ผ่า พบว่า ในผักตำลึงมีโรคสำคัญ คือ โรคราแป้งที่เกิดจากเชื้อรา *Oidium* sp. พบระบาดในช่วงที่มีอากาศเย็นและแห้ง เช่น ปลายฤดูฝนและฤดูหนาว แปลงปลูกตำลึงที่พรางแสงด้วยตาข่ายสีดำร้อยละ 50 และ 80 พบการระบาดของโรครุนแรงกว่าแปลงที่ไม่พรางแสง สำหรับบวบกพบโรคสำคัญ คือ โรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา *Septoria* sp. ซึ่งระบาดรุนแรงในฤดูฝน แต่แทบไม่พบโรคในฤดูแล้ง ส่วนโรคใบจุดสีแดงยังไม่ทราบชนิดของเชื้อสาเหตุ โดยพบระบาดรุนแรงในช่วงฤดูหนาวและฤดูแล้ง แต่ไม่พบในฤดูฝน และโรคโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบแต่ไม่รุนแรง ส่วนไข่น้ำไม่พบโรคใด ๆ

นิสาชล ฤาแก้วมา (2548ข) การศึกษาความต้องการแสงสว่างที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ พบว่า และการเลี้ยงภายใต้แสงร้อยละ 50 สองชั้น ให้ผลผลิตไข่น้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อน้ำหนักสดสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ การเลี้ยงภายใต้แสงร้อยละ 50 หนึ่งชั้น และการเลี้ยงกลางแจ้งตามลำดับ ในขณะที่ขนาดของเซลล์ไข่น้ำ การเลี้ยงภายใต้แสงร้อยละ 50 ทั้งหนึ่งชั้นและสองชั้นให้ขนาดเท่ากัน แต่ใหญ่กว่าการเลี้ยงกลางแจ้ง

อมลณัฐ จิตระกูล และคณะ (2554) ศึกษาปัจจัยของแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ 4 ระดับความเข้มแสง ได้แก่ 0 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเพาะเลี้ยงไข่น้ำภายใต้ความเข้มแสง 100 เปอร์เซ็นต์สามารถเลี้ยงไข่น้ำได้ดีกว่าที่ไม่มีแสง และแสงน้อย โดยทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าความเป็นกลางมากขึ้น และค่าความขุ่นของน้ำลดลง

กันย์สินี พันธุ์นิชดำรง และสุขุม เร้าใจ (2550) ได้ทดลองเลี้ยงไข่น้ำด้วยน้ำประปาซึ่งเติมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และปรับค่าความเป็นกรดต่าง 5-6 วางถังทดลองในอาคารเปิดที่มีค่าความเข้มแสงไม่ต่ำกว่า 5,000 ลักซ์ เลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน พบว่า ได้ผลผลิตไข่น้ำเฉลี่ยประมาณ 2.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ปริมาณเบต้า-แคโรทีนในไข่น้ำที่มีอายุการเลี้ยง 24 วัน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และจากการเลี้ยงแบบแบ่งชั้นเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้มากขึ้น โดยใช้ถังทดลองเรียงตามสูงสามชั้น แต่ละชั้นได้รับแสงต่างกัน เลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน พบว่า ได้ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 4.6 กิโลกรัม น้ำหนักเปียก สำหรับการใส่ไข่น้ำในการปรับปรุงคุณภาพสีของลูกปลาทอง ด้วยอาหารผสมไข่น้ำอบแห้ง พบว่า อาหารผสมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ให้ระดับความเข้มสีของลำตัวลูกปลาทองเฉลี่ย

สูงสุดที่ระดับ 30 ซึ่งแตกต่างจากการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น ขณะที่การเลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตร ไม่มีผลให้ความแตกต่างในการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลาทอง

สุขุม เรา้ใจ และสุทิน สมบูรณ์ (2550) ได้เพาะเลี้ยงไข่น้ำสายพันธุ์จากธรรมชาติในถัง ทดลองตั้งไว้ในอาคารเปิด มีปริมาณแสงเฉลี่ย 7,000-9,000 ลักซ์ พบว่า ไข่น้ำให้ผลผลิตที่ดีและ ต่อเนื่อง เมื่อเลี้ยงในน้ำประปาที่เติมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 50 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5-6 ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง เมื่อทดลองเก็บ เกี่ยวผลผลิตไข่น้ำครั้งเดียวเปรียบเทียบกับเก็บเกี่ยวที่ร้อยละ 50 ของผิวน้ำน้ำสะสมในทุก 6 วัน ในช่วงการเลี้ยง 30 วัน พบว่า ได้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน โดยได้น้ำหนักเฉลี่ย 2 กิโลกรัม น้ำหนัก เปียกต่อตารางเมตร สำหรับการปริมาณเบต้าแคโรทีนในไข่น้ำจากการเลี้ยง 24 วันใน 1 กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ประมาณ 600 กรัม หรือ 100,000 ไมโครกรัม Retinol Equivalent (RE) และมีปริมาณ โปรตีนร้อยละ 35 จากการเลี้ยงไข่น้ำระบบปิดในน้ำที่เติมเกลือแคลเซียม พบว่า การเติมเกลือ calcium dihydrogen phosphate ในน้ำเลี้ยงที่ระดับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ไข่น้ำมีปริมาณ แคลเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 873 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง หรือเพิ่มขึ้นจากที่มีอยู่เดิมร้อยละ 40 ขณะที่เติมเกลือ EDTA ในน้ำเลี้ยงไข่น้ำ พบว่า ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแคลเซียมในไข่น้ำ

เจษฎา วิษิตปป์และคณะ (2542) ศึกษาระดับหรือปริมาณของปุ๋ยคอกที่เหมาะสมต่อการเพิ่ม ผลผลิตของไข่น้ำ โดยใช้ปุ๋ยคอก 5 ระดับเป็นแหล่งอาหาร คือ ไม่ใส่ปุ๋ยคอก และใส่ปุ๋ยคอก 0.5, 1, 2 และ 3 กิโลกรัมต่อตารางเมตรตามลำดับ ทดลองในบ่อซีเมนต์กลมขนาด 0.80 ตารางเมตร พบว่า การใส่ปุ๋ยคอก 2 และ 3 กิโลกรัมต่อตารางเมตรให้ผลผลิตสูงกว่ากลุ่มอื่น แต่การใส่ปุ๋ยคอก 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตรมีแนวโน้มของผลผลิตสูงที่สุด โดยสามารถให้ผลผลิตเป็น 2 เท่าของปริมาณ เริ่มต้น เมื่อทำการเพาะเลี้ยงในช่วง 10-12 วัน

ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ (2544) ศึกษาการเลี้ยงไข่น้ำด้วยอาหาร 4 ชนิด คือ อาหารเลี้ยง สาหร่าย มูลสุกร มูลไก่ และ มูลโค พบว่า การเลี้ยงไข่น้ำด้วยมูลไก่ในวันที่ 3 ให้ผลผลิตของไข่น้ำ มากที่สุด และให้จำนวนต้นมากที่สุดในวันที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการเลี้ยงด้วยอาหาร ชนิดอื่น โดยการเลี้ยงด้วยมูลไก่ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงหรือรอบการเลี้ยงในเวลาสั้นแต่ให้ผลผลิตสูง สำหรับการเลี้ยงปลาชนิดด้วยอาหารสำเร็จรูปเสริมด้วยไข่น้ำ 4 ระดับ คือ สูตรที่ 1 ผสมไข่น้ำร้อยละ 0 15 30 และ 45 พบว่า อาหารสำเร็จรูปเสริมด้วยไข่น้ำที่ระดับ 15% ทดแทนอาหารสำเร็จรูปเป็น ระดับที่เหมาะสม

รติรัตน์ หนูหุ่น และคณะ (2551) ศึกษาการเพาะเลี้ยงไข่น้ำในมูลไก่ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 5 วัน พบว่า ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในระดับความเข้มข้น 0.3 กรัมต่อลิตร ในระยะเวลา 3 วัน สามารถเพิ่มจำนวนไข่น้ำสูงสุดเท่ากับ 230 ตัน แต่การเพาะเลี้ยงไข่น้ำจะให้ผลผลิตของน้ำหนักรส และน้ำหนักแห้งมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 0.3 กรัมต่อลิตร ในระยะเวลา 4 วัน เท่ากับ 0.23 มิลลิกรัมต่อตันและ 0.0031 มิลลิกรัมต่อตัน ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต พบว่า ไข่น้ำที่เลี้ยงในน้ำมูลไก่ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน มีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กันยลีนี พันธุ์นิชดำรง (2552) ศึกษาการเลี้ยงไข่น้ำในห้องปฏิบัติการและอาคารเปิดพบว่า ไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดเมื่อเลี้ยงในน้ำประปาที่เติมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรคุณสมบัติของน้ำเลี้ยงที่เหมาะสมคือมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 5-6 และมีค่าความกระด้างต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตรแคลเซียมคาร์บอเนตสำหรับความเข้มแสงที่เหมาะสมในการเลี้ยงมีค่า 5,000-10,000 ลักซ์ และไข่น้ำมีอายุการเจริญเติบโตเฉลี่ย 15 วัน เมื่อทดลองเลี้ยงไข่น้ำนาน 30 วันสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำได้ประมาณ 2 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรและไข่น้ำอายุการเลี้ยง 24 วันมีปริมาณเบต้า-แคโรทีนเฉลี่ย 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อเลี้ยงไข่น้ำแบบแบ่งชั้นเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้มากขึ้น โดยเลี้ยงในถังทดลองที่เรียงตามความสูงสามชั้น ให้แต่ละชั้นได้รับแสงต่างกันนาน 28 วัน พบว่า ได้ผลผลิตทั้งหมด 4.6 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ในการศึกษาการเพิ่มธาตุแคลเซียมในไข่น้ำพบว่า ไข่น้ำที่เลี้ยงโดยเติมเกลือ Calcium dihydrogen phosphate 500 มิลลิกรัมต่อลิตรและ EDTA 0.5 มิลลิโมลลัน 10 วันมีปริมาณธาตุแคลเซียมในต้นไข่น้ำสูงสุดเฉลี่ย 873 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงกว่าในต้นไข่น้ำก่อนการทดลองประมาณร้อยละ 40

สุริย์พร ธรรมิกพงษ์ (2553) ศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของไข่น้ำและแนวทางการเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า ไข่น้ำมีรูปร่างภายนอกเป็นทรงรี เซลล์มีความซับซ้อน มีรงควัตถุสีเขียว ปากใบเรียงตัวขนานกัน ขยายพันธุ์ด้วยการแตกหน่อในสภาวะแวดล้อมปกติ ส่วนการเพาะเลี้ยงไข่น้ำที่ใช้อัตราส่วนของน้ำเสีย 25% มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นและให้ผลผลิตสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ไข่น้ำมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าสูงขึ้น ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในระดับค่อนข้างเป็นกลาง และค่าความขุ่นของน้ำเสียมียูค่าต่ำลง

อาภรณ์ ใจวิงวอน (2551) ได้เปรียบเทียบชนิดน้ำหนักรสสัตว์และปุ๋ยหมักชีวภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina platensis*) มีวัตถุประสงค์เพื่อหา

ปริมาณความเข้มข้นของน้ำหมักมูลสัตว์แต่ละชนิดและปุ๋ยน้ำชีวภาพในอัตราส่วนต่าง ๆ กันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง พบว่า ความเข้มข้นของน้ำหมักที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทองคือ น้ำหมักมูลวัวร้อยละ 4 น้ำหมักมูลสุกรร้อยละ 4 น้ำหมักมูลไก่ร้อยละ 1 และปุ๋ยน้ำชีวภาพร้อยละ 3 โดยน้ำหมักต่อปริมาตร และผลการเพาะเลี้ยงในขวดน้ำอัดลมพลาสติกและบ่อซีเมนต์ น้ำหมักที่ใช้ค่า O.D. เฉลี่ยมากที่สุดคือ ปุ๋ยน้ำชีวภาพ เท่ากับ 0.689 และ 0.493 น้ำหมักสาหร่ายที่อบแห้งมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1.6170 และ 1.1001 กรัมต่อลิตร ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนน้ำหมักที่ให้การเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง รองลงมาคือ น้ำหมักมูลวัว ค่า O.D. เฉลี่ยเท่ากับ 0.575 และ 0.436 น้ำหมักสาหร่ายที่อบแห้งเฉลี่ย 1.3595 และ 0.8290 กรัมต่อลิตร น้ำหมักมูลสุกร ค่า O.D. เฉลี่ยเท่ากับ 0.425 และ 0.345 น้ำหมักสาหร่ายอบแห้งเฉลี่ย 0.985 และ 0.6788 กรัมต่อลิตร และอาหารกลุ่มควบคุมให้ค่า O.D. เฉลี่ยเท่ากับ 0.369 และ 0.286 และ น้ำหมักสาหร่ายอบแห้งเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.850 และ 0.680 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

อนัญญา ภักดีศรี (2545) ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารที่ใช้ น้ำที่จากโรงงานขนมจีนผสมปุ๋ยเคมีต่างกัน ได้แก่ สูตร 1 น้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 สูตร 2 น้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 สูตร 3 น้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 0-46-0 สูตร 4 น้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 0-46-0 สูตร 5 น้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สูตร 6 น้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สูตร 7 น้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ผสมปุ๋ยไมเฟล็กซ์ และสูตร 8 น้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ผสมปุ๋ยไมเฟล็กซ์ โดยทำการเพาะเลี้ยงในอ่างพลาสติกขนาด 20 ลิตร ในสภาพกลางแจ้งที่มีความเข้มแสงร้อยละ 50 เพาะเลี้ยงนาน 10 วัน พบว่า ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสูตร 5 และสูตร 7 มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้งมากกว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสิ่งทดลองอื่น ๆ ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารที่ 1 3 5 และ 7 มีปริมาณโปรตีนมากกว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสิ่งทดลองอื่นๆ

อะโน สุขเจริญ (2542) ได้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในชนิดของอาหารและความเข้มแสงต่างกัน พบว่า ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงด้วยในน้ำสกัดจากมูลวัวแห้งความเข้มข้น 2.1 กรัม/ลิตรและได้รับความเข้มแสงร้อยละ 100 มีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง มากกว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสิ่งทดลองอื่น ซึ่งได้แก่ น้ำที่จากโรงงานผลิตแป้งทำขนมจีนร้อยละ 10 20 และน้ำสกัดจากมูลไก่แห้งความเข้มข้น 1.4 กรัม/ลิตร และน้ำสกัดจากฟางข้าวแห้งความเข้มข้นร้อยละ 1.4 กรัม/ลิตร และยังพบว่า ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในน้ำที่จากโรงงานผลิตแป้งทำขนมจีน

ความเข้มข้นร้อยละ 20 และได้รับความเข้มแสงร้อยละ 50 มีปริมาณโปรตีนมากกว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชนกพร จุฑาสงษ์ (2542) ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังระดับความเข้มข้นต่างกัน และเติมปุ๋ยเคมีต่างกัน โดยเพาะเลี้ยงในอ่างคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร แต่ละอ่างมีปริมาณสารอาหารเริ่มต้น 50 ลิตร และทำการเพาะเลี้ยงสภาพกลางแจ้งเป็นเวลา 10 วัน พบว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้นร้อยละ 30 และเติมปุ๋ยเคมีสูตร 18-12-6 0.18 กรัมต่อลิตร มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้งมากกว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังระดับความเข้มข้นและเติมปุ๋ยเคมีสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการเพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้นร้อยละ 30 และเติมปุ๋ยเคมีสูตรสูตร 18-12-6 และสูตร 16-16-8 มีปริมาณโปรตีนมากกว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังระดับความเข้มข้นและเติมปุ๋ยเคมีสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศิริเพ็ญ ตรีไชยาพร และคณะ (2549) ศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล *Cladophora* (โก) โดยใช้น้ำทิ้งจากโรงอาหาร ได้แบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการเพาะเลี้ยงสาหร่ายโกในโถแก้วกลมซึ่งอาหารเพาะเลี้ยงได้จากน้ำทิ้งโรงอาหาร นาน 4 สัปดาห์ พบว่า คุณภาพน้ำมีปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ 1.67-6.67 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.07-10.63 ความกระด้าง 48.99-121.04 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นด่าง 30.00-162.00 มิลลิกรัม/ลิตร ออกซิเจนที่ละลายน้ำ 4.25-7.29 มิลลิกรัม/ลิตร บีโอดี 0.06-6.53 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนียไนโตรเจน ND-0.613 มิลลิกรัม/ลิตร เกลือไนโตรเจน 0.001-3.200 มิลลิกรัม/ลิตร ออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัส ND-0.720 มิลลิกรัม/ลิตร ฟอสฟอรัสรวม ND-1.822 มิลลิกรัม/ลิตร โดยสาหร่ายโกที่เพาะเลี้ยงน้ำทิ้งจากโรงอาหารร้อยละ 100 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 80, 70 และ 60 ตามลำดับ

สำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายโกในตู้กระจกขนาด  $0.5 \times 1.5 \times 0.5$  เมตร ที่มีน้ำไหลเวียนตลอดเวลาโดยใช้ใบพัดตีน้ำและมีความเร็วกระแส น้ำประมาณ 00.30 เมตร/วินาที ทำการเพาะเลี้ยง 3 รูปแบบ คือ แบบที่ 1 เพาะเลี้ยงสาหร่ายโกจากน้ำทิ้งโรงอาหาร 3 ความเข้มข้น คือ ร้อยละ 60 80 และ 100 โดยใช้น้ำทิ้งอย่างเดียวยตลอดการเพาะเลี้ยง รูปแบบที่ 2 เพาะเลี้ยงสาหร่ายโกโดยใช้น้ำทิ้งจากโรงอาหาร 3 ความเข้มข้น แต่มีการเติมแอมโมเนียมคลอไรด์ ทุกสัปดาห์ และรูปแบบที่ 3 เพาะเลี้ยงสาหร่ายโกโดยใช้น้ำทิ้งจากโรงอาหาร 3 ความเข้มข้นและเติมน้ำทิ้งจากโรงอาหารทุก

ลัปดาห์ พบว่า สาหร่ายไวกที่เพาะเลี้ยงในรูปแบบที่ 3 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 1 ตามลำดับ มวลชีวภาพของสาหร่ายไวกที่เลี้ยงในแต่ละแบบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายไวก พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรต เถ้า เยื่อใย และความชื้นของสาหร่ายไวกจากการเพาะเลี้ยงแต่ละแบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณโปรตีนและไขมัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ศิริพร ชูเชิด และคณะ (2553) ศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) ในสูตรอาหารน้ำหมักต้นทุนต่ำ โดยใช้สูตรอาหารชาวไร่ปรับปรุง (ชุดควบคุม) เปรียบเทียบกับน้ำหมักมูลสุกร 20%, น้ำหมักมูลไก่ 20%, น้ำหมักมูลวัว 20%, น้ำหมักฟางข้าว 20%, น้ำหมักมูลม้า 20% และน้ำหมักมูลแกะ 20% ตามลำดับ โดยทำการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 10 วันให้แสงตลอด 24 ชั่วโมงและตรวจวัดประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและนับจำนวนเซลล์สาหร่ายสไปรูลินาทุกวัน พบว่า จำนวนเซลล์เฉลี่ยและความหนาแน่น ค่า OD. เฉลี่ยของสาหร่ายสไปรูลินาที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารน้ำหมักแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอัตราการเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของสาหร่ายสไปรูลินาในสูตรอาหารน้ำหมักทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 2.4.3 การใช้ประโยชน์จากไข่น้ำ

นิสาชล ฤาแก้วมา (2548ข) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากไข่น้ำเพื่อเป็นอาหารปลา พบว่า การเลี้ยงไข่น้ำในบ่อซีเมนต์กลมขนาด 0.8 ตารางเมตร โดยการเติมปุ๋ยคอก 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตรให้อัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการเลี้ยงที่ไม่เติมปุ๋ย และเติมปุ๋ยอัตรา 0.5 1 และ 3 กิโลกรัมต่อตารางเมตร การใส่ปุ๋ยคอก 2 และ 3 กิโลกรัมต่อตารางเมตรให้ผลผลิตสูงกว่ากลุ่มอื่น แต่การใส่ปุ๋ยคอก 2 กิโลกรัมต่อตารางเมตรมีแนวโน้มของผลผลิตสูงที่สุด โดยสามารถให้ผลผลิตเป็น 2 เท่าของปริมาณเริ่มต้น เมื่อทำการเพาะเลี้ยงในช่วง 10-12 วัน สำหรับการเลี้ยงในบ่อดินสามารถเก็บเกี่ยวได้อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 70 วัน ได้ผลผลิต 30.92 กิโลกรัมต่อบ่อขนาด 400-500 ตารางเมตร สำหรับการใส่ไข่น้ำเพื่อเลี้ยงปลานิลในบ่อซีเมนต์ ขนาด 3.45 ตารางเมตร พบว่า การเลี้ยงด้วยไข่น้ำให้อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลต่ำกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารผสม แต่การเลี้ยงด้วยไข่น้ำทำให้อัตราการรอดตายของปลานิลสูง

เสาวนิตย์ พุฒิเลอพงศ์ (2549) ศึกษาความเป็นไปได้ของการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยใช้ไข่น้ำ พบว่า คุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีแนวโน้มดีขึ้นตามระดับชีวมวลและระยะเวลาในการบำบัดที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับชีวมวลของไข่น้ำ 0.6 กิโลกรัม ที่ระยะเวลา 30

วัน ให้ผลในการบำบัดคุณภาพน้ำดีที่สุด แต่ระดับชีวมวลของไข่น้ำ 0.8 กิโลกรัม ให้ผลในการบำบัดคุณภาพน้ำต่ำลงหากใช้เวลาในการบำบัดนานขึ้น ส่วนความเป็นกรดเป็นด่างและความเค็มมีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับ สำหรับชีวมวลรวมของไข่น้ำที่เริ่มต้น 0.2 – 0.6 กิโลกรัม ชีวมวลมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยที่ระดับชีวมวลของไข่น้ำ 0.6 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบำบัด 30 วัน ไข่น้ำเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากที่สุด ส่วนที่ระดับ 0.8 กิโลกรัม ชีวมวลมีปริมาณลดลงเมื่อใช้เวลาในการบำบัดนานขึ้น ส่วนการศึกษาจุลินทรีย์ในโตรเจน พบว่า มีการสูญเสียในโตรเจนรวมจากการระเหย การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน และมีการรับเพิ่มมาจากการตรึงไนโตรเจนในบรรยากาศโดยไข่น้ำและจุลินทรีย์ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำที่ออกจากระบบลดลงในทุกระดับชีวมวล ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนรวมในไข่น้ำที่ออกจากระบบเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว ปรอท และแคดเมียม ทั้งในน้ำทิ้งและไข่น้ำมีปริมาณการปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด แสดงว่าไข่น้ำสามารถใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืดได้ หากมีอัตราส่วนระหว่างชีวมวลของไข่น้ำและปริมาณน้ำทิ้งเหมาะสม

กวิน ปลาอ่อน (2553) ศึกษาความสามารถของไข่น้ำในการเป็นดัชนีทางชีวภาพของการปนเปื้อนสังกะสีและทองแดงในแหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่า ไข่น้ำเป็นพืชที่มีความเหมาะสมในการเป็นดัชนีทางชีวภาพของการปนเปื้อนทองแดงในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งไข่น้ำสามารถสะสมสังกะสีและทองแดงได้ในปริมาณที่น้อย โดยพบปริมาณสังกะสีสะสมมากที่สุดเท่ากับ 131.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง แต่สะสมทองแดงได้มากที่สุดเท่ากับ 16.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้สังกะสีและทองแดงหากอยู่รวมกันจะมีผลในการยับยั้งการสะสมซึ่งกันและกัน

## บทที่ 3

### วิธีการวิจัย

#### 3.1 วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

##### 3.1.1 ศึกษาวิธีการผลิตไข่ไก่ให้โปรตีนสูง

ทำการศึกษาโดยอาศัยการสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาสังเคราะห์ร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของเกษตรกรที่เลี้ยงไข่ไก่ ตำบลน้ำร้อน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แนวทางและกรรมวิธีในการทดลอง การศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 3 การทดลองตามลำดับดังนี้

3.1.1.1 ผลของมูลโคและปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญโตของไข่ไก่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) มี 6 ซ้ำ แบ่งเป็น 9 กรรมวิธี โดยทดลองในจานเพาะเชื้อ (petri dish) ณ ห้องปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ทดลองเพาะเลี้ยงไข่ไก่ในเดือนสิงหาคม 2555 การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงไข่ไก่ ทำโดยนำดินร่วนและมูลโคที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงลวดอลูมิเนียมเบอร์ 20 แล้วมาอบด้วยเครื่องอบไฟฟ้าอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง แล้วนำดินและมูลโคแต่ละกรรมวิธีใส่ถุงผ้าสาธูแล้วจุ่มลงในบีกเกอร์ที่รองน้ำประปาทิ้งไว้ 2 วัน ปริมาตร 1 ลิตร แห้งวัสดุเพาะเลี้ยงนาน 18 ชั่วโมง มีการคนสารละลายให้ทั่วเป็นระยะ ๆ จากนั้นนำสารละลายนั้นตามกรรมวิธีใส่จานเพาะเลี้ยง 5 มิลลิลิตร/จาน และเติมสารละลายในแต่ละกรรมวิธีทุกวัน วันละ 1 มิลลิลิตร/จาน ปริมาณไข่ไก่ที่ใช้เลี้ยงจำนวน 5 ตัว/จาน กรรมวิธีที่ทดลองได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 น้ำประปา (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 0.1 กรัม/ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 ดิน 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 มูลโคแห้ง 1.5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 มูลโคแห้ง 3.0 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 มูลโคแห้ง 4.5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 7 มูลโคแห้ง 1.5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร + ดิน 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 8 มูลโคแห้ง 3.0 กรัม/น้ำ 1 ลิตร + ดิน 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 9 มูลโคแห้ง 4.5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร + ดิน 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 10 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 0.1 กรัม/น้ำ 1 ลิตร + ดิน 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

บันทึกข้อมูล จำนวนไอน้ำที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกรรมวิธีทุก 2 วันจนถึงวันที่ 24 ของการทดลอง โดยใช้แว่นขยายเป็นอุปกรณ์ช่วย

3.1.1.2 ผลของความหนาแน่นที่มีต่อผลผลิตของไอน้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อครandomized Complete Block Design) มี 4 ซ้ำ แบ่งเป็น 4 กรรมวิธี โดยทดลองในบ่อปูนซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เมตร สูง 0.5 เมตร มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 0.4429 ตารางเมตร ทดลองเพาะเลี้ยงไอน้ำในสภาพกลางแจ้ง ณ แปลงทดลองทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ในเดือนสิงหาคม 2555 อาหารเพาะไอน้ำที่ใช้สำหรับการทดลองนี้เป็นผลจากการทดลองที่ 1.1 คือ ดินอัตรา 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตรผสมกับมูลโคอัตรา 3 กรัม/น้ำ 1 ลิตร การเตรียมสารละลายเพาะเลี้ยงไอน้ำทำโดยนำดินร่วนและมูลโคที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงลวดอลูมิเนียมเบอร์ 20 แล้วมาอบด้วยเครื่องอบไฟฟ้า อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง จากนั้นคำนวณดินและมูลโคตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้แล้วนำไปใส่ถุงผ้าสาธูแล้วจุ่มลงในบ่อปูนซีเมนต์ที่รองน้ำประปาทิ้งไว้ 2 คืน ปริมาตร 106 ลิตร หรือให้มีความสูงของน้ำในบ่อ 25 เซนติเมตร แสงแดดเพาะนาน 18 ชั่วโมง มีการคนเป็นระยะ ๆ จำนวน 3 ครั้ง เพื่อให้ดินและมูลโคละลาย ขณะทดลองมีการเติมสารละลายมูลโคดังกล่าวเป็นน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงไอน้ำในแต่ละกรรมวิธีวันละ 300 มิลลิลิตรทุกวัน เนื่องจากไอน้ำเป็นพืชลอยน้ำ อัตราความหนาแน่นของไอน้ำจึงใช้หน่วยน้ำหนักต่อพื้นที่หน้าตัดของบ่อเพาะเลี้ยง กรรมวิธีที่ทดลอง ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ไอน้ำ อัตรา 120 กรัม/ตารางเมตร

กรรมวิธีที่ 2 ไอน้ำ อัตรา 240 กรัม/ตารางเมตร

กรรมวิธีที่ 3 ไอน้ำ อัตรา 360 กรัม/ตารางเมตร

กรรมวิธีที่ 4 ไอน้ำ อัตรา 480 กรัม/ตารางเมตร

การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง ทำโดยเก็บผลผลิตไอน้ำ นำมาชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ในวันที่ 4 ของการเลี้ยงซึ่งเป็นระยะที่ไอน้ำเจริญเติบโตเต็มที่แผ่เต็มบริเวณผิวน้ำพอดี ไม่เจริญซ้อนตัวกัน โดยนำไอน้ำที่เพาะเลี้ยงได้ทั้งหมดในแต่ละกรรมวิธี ชั่งน้ำหนักสดด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งแบบดิจิทัล ส่วนน้ำหนักแห้ง โดยนำไอน้ำสดทั้งหมดที่ได้อบด้วยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจนแห้ง สำหรับการ วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ด้วยวิธีการที่ดัดแปลงจาก Arnon (1949) โดยใช้ไอน้ำ 0.5 กรัม บดในอะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาณ 20 มิลลิลิตร แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 เดิมอะซิโตนลงปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตรแล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 645 และ 663 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1700 series ณ ห้องปฏิบัติการทางเคมี คณะ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี

3.1.1.3 ผลของมูลสัตว์ต่อปริมาณผลผลิตและโปรตีนของไข่น้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อคสมบูรณ์ มี 4 ซ้ำ แบ่งเป็น 4 กรรมวิธี โดยทดลองในบ่อปูนซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เมตร สูง 0.5 เมตร ขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 0.44 ตารางเมตร ทดลองเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสภาพกลางแจ้ง ณ แปลงทดลองทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ในเดือนธันวาคม 2555 วิธีการเตรียมสารละลายเพาะเลี้ยงไข่น้ำ ดำเนินการในลักษณะเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 2.2 โดยใช้อาหารเพาะเลี้ยงสูตรมูลโค 3.0 กรัม/น้ำ 1 ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/น้ำ 1 ลิตร และสูตรดิน 5.0 กรัม/น้ำ 1 ลิตรเป็นชุดควบคุม ซึ่งเป็นผลจากการทดลองที่ 1.1 และใช้ไข่น้ำอัตรา 0.012 กรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นผลจากการทดลองที่ 1.2 กรรมวิธีที่ทดลอง ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ดิน 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 มูลโคแห้ง 3 กรัม/น้ำ 1 ลิตร + ดิน 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 มูลค่างาวแห้ง 0.15 กรัม/น้ำ 1 ลิตร + ดิน 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 มูลค่างาวแห้ง 0.30 กรัม/น้ำ 1 ลิตร + ดิน 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร

บันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง ภายหลังจากการทดลองเมื่ออายุไข่น้ำ 7 วัน ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยดำเนินการในลักษณะเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 2.2 และทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนจากไข่น้ำอบแห้ง ด้วยวิธีการของ AOAC (2000)

### 3.1.2 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาไข่น้ำ

ทำการศึกษาโดยอาศัยการสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาสังเคราะห์ร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของเกษตรกรที่เลี้ยงไข่น้ำ ตำบลน้ำร้อน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้เป็นแนวทางและกรรมวิธีในการทดลอง โดยพัฒนาการทดลองจากวิทยานิพนธ์ของอุมาพร นิยะนุช (2553) เพื่อศึกษาถึงผลของอุณหภูมิและชนิดของถุงพลาสติกที่มีต่ออายุการเก็บรักษา วางแผนการทดลองแบบ 3x4 ปัจจัยในสุ่มบล็อคสมบูรณ์ (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 และอุณหภูมิห้อง ( $27 \pm 1$  องศาเซลเซียส) นำมาเปรียบเทียบกับไข่น้ำสดที่เพาะเลี้ยงอยู่ในน้ำ

โดยนำไข่น้ำที่เก็บเกี่ยวจากแหล่งเพาะเลี้ยงไข่น้ำ ณ บ่อน้ำร้อน ตำบลอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ มาเก็บเศษวัสดุที่เจือปนออก 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 ลิตร ยี่ห้อซันโย ตามอุณหภูมิที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธี ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่างทุก 2 วัน โดยนำไข่น้ำออกจากตู้เย็น บันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เพื่อชั่งน้ำหนักสดของไข่น้ำที่เปลี่ยนแปลง ตรวจสอบความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้า และความเค็มของสารละลายที่เพาะเลี้ยงไข่น้ำ ด้วยเครื่องมือวัดความเป็นกรดเป็นด่างรุ่น Combo pH & EC ยี่ห้อ HANNA และประเมินอายุการเก็บรักษา โดยพิจารณาจากการประเมินจากการเปลี่ยนแปลงของหลายพารามิเตอร์ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ สีและกลิ่น น้ำหนักสด ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเค็มและการนำไฟฟ้าของไข่น้ำ โดยเปรียบเทียบกับสภาพของไข่น้ำที่นำขึ้นจากน้ำ

### 3.2 สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ แปลงทดลอง โรงเรือนเพาะชำ และห้องปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยี การเกษตร และห้องปฏิบัติการทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

### 3.3 ระยะเวลาในการทำวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ เริ่มต้นเดือนมีนาคม 2555 สิ้นสุดเดือนธันวาคม 2555

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผลการบันทึกข้อมูลในแต่ละการทดลองย่อยที่ได้ นำมารวบรวมจำแนกประเภท จากนั้นนำมาประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ของค่าสังเกตและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยวิธี วิธี Duncan's New Multiple Range Test

(DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณ แล้วนำไปสังเคราะห์และสรุปผลต่อไป

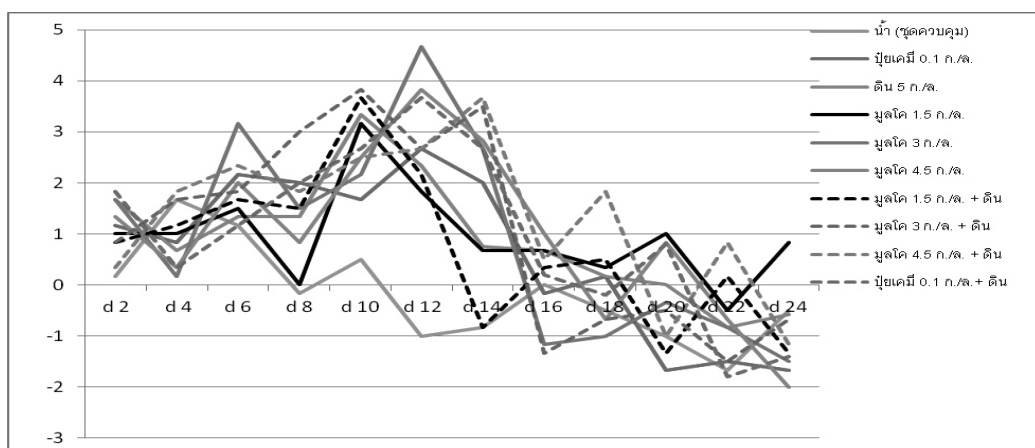
## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 วิธีการผลิตไข่ไก่ให้โปรตีนสูง

##### 4.1.1 ผลของอาหารเพาะเลี้ยงบางชนิดที่มีต่อจำนวนไข่ไก่

พบว่า ช่วงแรกหลังการทดลองคือ วันที่ 2-6 และวันที่ 18-24 อาหารเพาะเลี้ยงทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อจำนวนไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นทางสถิติ ขณะที่ภายหลังการทดลองช่วงวันที่ 6-16 อาหารเพาะเลี้ยงทุกกรรมวิธีมีผลให้จำนวนไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นทางสถิติ โดยอาหารเพาะเลี้ยงไข่ไก่ในกรรมวิธีที่ 8 คือ มูลโค 3 กรัม/ลิตร + ดิน 5 กรัม/ลิตร มีแนวโน้มทำให้จำนวนไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นมีค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 8-14 หลังการทดลอง ขณะที่กรรมวิธีอื่นทำให้จำนวนไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นมีค่าขึ้นลงสลับกันทุก 2 วัน สำหรับช่วงตั้งแต่วันที่ 16 จนถึงสิ้นสุดการทดลอง คือวันที่ 24 หลังการทดลองอาหารเพาะเลี้ยงทุกกรรมวิธีมีจำนวนไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นลดลง สำหรับชุดควบคุมซึ่งเป็นน้ำเปล่าให้จำนวนไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นต่ำสุดในวันที่ 8-14 หลังการทดลอง ทั้งนี้ เกิดจากไข่ไก่มิมีการขยายพันธุ์เพิ่มจากนั้นเกิดการตายลง แล้วต้นเล็กหรือที่เกิดใหม่เจริญเติบโตทดแทน ทำให้จำนวนไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นมีค่ามากขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุด พบว่า ดิน ปุ๋ยเคมี มูลโค และปุ๋ยเคมี+ดินให้อัตราการเพิ่มขึ้นของไข่ไก่สูงสุดในวันที่ 12 ขณะที่ มูลโค 3 กรัม/ลิตร + ดิน และ มูลโค 4.5 กรัม/ลิตร + ดิน ให้อัตราการเพิ่มขึ้นของไข่ไก่สูงสุดในวันที่ 14 ดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 จำนวนไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกรรมวิธีภายหลังการทดลอง

#### 4.1.2 ผลของอัตราความหนาแน่นของไผ่ที่มีต่อผลผลิตไผ่

พบว่า อัตราความหนาแน่นต่อพื้นที่เพาะเลี้ยงไผ่มีผลต่อผลผลิตไผ่สดและแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไผ่ที่อัตรา 120 กรัม/ตารางเมตร ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักสดมากที่สุด คือ ร้อยละ 316.98 ขณะที่ไผ่ที่อัตราความหนาแน่น 240 360 และ 480 กรัม/ตารางเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับน้ำหนักแห้ง ไผ่ที่อัตราความหนาแน่น 120 กรัม/ตารางเมตร ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งสูงที่สุดคือ ร้อยละ 763.00 รองลงมา ได้แก่ ไผ่ที่อัตราความหนาแน่น 240 และ 360 กรัม/ตารางเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอัตราความหนาแน่น 480 กรัม/ตารางเมตรมีค่าต่ำสุด ดังตารางที่ 4-1

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีของไผ่ภายหลังจากเก็บเกี่ยว พบว่า ทุกอัตราความหนาแน่นของไผ่ ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของไผ่ภายหลังจากการเก็บเกี่ยว

| กรรมวิธี               | หน่วย: ร้อยละ         |                         |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                        | น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น | น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น |
| ไผ่ 120 กรัม/ตารางเมตร | 316.99 ± 85.66 a**    | 763.00 ± 72.76 a**      |
| ไผ่ 240 กรัม/ตารางเมตร | 155.50 ± 42.02 b      | 482.50 ± 70.81 b        |
| ไผ่ 360 กรัม/ตารางเมตร | 158.18 ± 39.52 b      | 479.33 ± 68.13 b        |
| ไผ่ 480 กรัม/ตารางเมตร | 129.33 ± 15.01 b      | 315.25 ± 50.16 c        |

หมายเหตุ: \*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (p<0.01)

a b c หมายถึง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4-2 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีของไผ่ภายหลังจากการเก็บเกี่ยว

| กรรมวิธี               | หน่วย: ไมโครกรัม/มิลลิกรัม (µl/mg) |                           |
|------------------------|------------------------------------|---------------------------|
|                        | คลอโรฟิลล์ เอ                      | คลอโรฟิลล์ บี             |
| ไผ่ 120 กรัม/ตารางเมตร | 0.93 ± 0.52 <sup>ns</sup>          | 1.38 ± 0.69 <sup>ns</sup> |
| ไผ่ 240 กรัม/ตารางเมตร | 0.78 ± 0.42                        | 1.25 ± 0.76               |
| ไผ่ 360 กรัม/ตารางเมตร | 1.08 ± 0.61                        | 1.54 ± 1.08               |
| ไผ่ 480 กรัม/ตารางเมตร | 1.18 ± 0.64                        | 1.72 ± 1.12               |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

#### 4.1.3 ผลของมูลสัตว์ต่อปริมาณผลผลิตและโปรตีนของไข่น้ำ

พบว่า การใช้อาหารเพาะเลี้ยงเป็นมูลสัตว์มีผลต่อผลผลิตไข่น้ำสดและแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดมากที่สุด ขณะที่ชุดควบคุมให้ค่าน้ำหนักสดน้อยที่สุด ส่วนผลผลิตไข่น้ำแห้งมูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตรให้ค่าน้ำหนักแห้งมากที่สุด แต่กรรมวิธีอื่นให้ค่าน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 4-3

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีของไข่น้ำภายหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าอาหารเพาะเลี้ยงทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ดังตารางที่ 4-4 ส่วนปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ ภายหลังการเก็บเกี่ยว มูลค่างควา+ ดินทั้งสองอัตราให้ปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมา ได้แก่ ชุดควบคุม และมูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-3 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของไข่น้ำภายหลังการเก็บเกี่ยว

| กรรมวิธี                                      | หน่วย: กรัม          |                    |
|-----------------------------------------------|----------------------|--------------------|
|                                               | 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 4-4 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีของใข้ในภายหลังการเก็บเกี่ยว

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

| กรรมวิธี                                      | คลอโรฟิลล์ เอ               | คลอโรฟิลล์ บี               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ดิน 5.0 กรัม/ลิตร (ชุดควบคุม)                 | $0.51 \pm 0.18^{\text{ns}}$ | $0.35 \pm 0.03^{\text{ns}}$ |
| มูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร       | $0.40 \pm 0.16$             | $0.16 \pm 1.08$             |
| มูลค่างควา 0.15 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร | $0.47 \pm 0.11$             | $0.17 \pm 0.05$             |
| มูลค่างควา 0.30 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร | $0.51 \pm 0.24$             | $0.23 \pm 0.17$             |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 4-5 ปริมาณโปรตีนของใข้ในภายหลังการเก็บเกี่ยว

หน่วย: ร้อยละ/กรัม

| กรรมวิธี                                      | โปรตีน                        |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| ดิน 5.0 กรัม/ลิตร (ชุดควบคุม)                 | $17.69 \pm 0.32^{\text{b**}}$ |
| มูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร       | $15.46 \pm 0.32^{\text{c}}$   |
| มูลค่างควา 0.15 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร | $20.86 \pm 0.32^{\text{a}}$   |
| มูลค่างควา 0.30 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร | $19.74 \pm 0.85^{\text{a}}$   |

หมายเหตุ :

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

a b หมายถึง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## 4.2 วิธีการเก็บรักษาใข้ในน้ำ

การศึกษาวิธีการเก็บรักษาใข้ในน้ำด้วยปัจจัยของอุณหภูมิและชนิดของถุงพลาสติกที่มีต่ออายุการเก็บรักษา พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษา อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อน้ำหนักสดของใข้ในน้ำ โดยอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสส่งผลให้น้ำหนักสดของใข้ในน้ำสูงที่สุด ขณะที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียสให้ค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับชนิดของถุงพลาสติกไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของใข้ในน้ำ ดังตารางที่ 4-6

สำหรับความเป็นกรดเป็นด่างของใข้ในน้ำ เมื่อเปรียบเทียบสิ่งทดลองต่าง ๆ กับใข้ในน้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ พบว่า ใข้ในน้ำที่เจริญอยู่ในน้ำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุด อยู่ระหว่าง 7.30-7.75 ส่วนปัจจัยด้านอุณหภูมิมีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของใข้ในน้ำ โดยอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสให้

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างรองลงมาจากไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด ส่วนชนิดของถุ่ไม่มีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่าง อย่างไรก็ตามไข่น้ำที่บรรจุในถุ่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่าไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-6 น้ำหนักสดของไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา

หน่วย : กรัม

| สิ่งทดลอง               | น้ำหนักสดของไข่น้ำ |           |          |           |           |           |           |           |           |
|-------------------------|--------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                         | จำนวนวันหลังทดลอง  |           |          |           |           |           |           |           |           |
|                         | 2 วัน              | 4 วัน     | 6 วัน    | 8 วัน     | 10 วัน    | 12 วัน    | 14 วัน    | 16 วัน    | 18 วัน    |
| <b>อุณหภูมิ</b>         |                    |           |          |           |           |           |           |           |           |
| 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   |
| <b>ชนิดของถุ่</b>       |                    |           |          |           |           |           |           |           |           |
| ถุ่แอ็กทีฟ              | 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  |
| ถุ่ไฮเดน                | 24.88              | 24.84     | 23.12    | 25.00     | 25.04     | 24.99     | 24.92     | 24.94     | 24.92     |
| ถุ่โพลิ                 | 24.88              | 24.89     | 24.94    | 25.05     | 25.04     | 24.99     | 24.85     | 24.90     | 24.90     |
| <b>อุณหภูมิ-ชนิดถุ่</b> |                    |           |          |           |           |           |           |           |           |
| 5 °ซ.-ถุ่แอ็กทีฟ        | 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.-ถุ่ไฮเดน          | 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.-ถุ่โพลิ           | 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.-ถุ่แอ็กทีฟ       | 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.-ถุ่ไฮเดน         | 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.-ถุ่โพลิ          | 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.-ถุ่แอ็กทีฟ       | 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.-ถุ่ไฮเดน         | 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.-ถุ่โพลิ          | 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 4-7 ความเป็นกรดเป็นด่างของไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา

| สิ่งทดลอง               | ความเป็นกรดเป็นด่างของไข่น้ำ |            |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------------------|------------------------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                         | จำนวนวันหลังทดลอง            |            |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                         | 2 วัน                        | 4 วัน      | 6 วัน    | 8 วัน    | 10 วัน   | 12 วัน   | 14 วัน   | 16 วัน   | 18 วัน   | 20 วัน   |
| ในน้ำ (ชุดควบคุม)       | 7.75 a**                     | 7.64 a**   | 7.30 a** | 7.50 a** | 7.47 a** | 7.63 a** | 7.62 a** | 7.46 a** | 7.54 a** | 7.34 a** |
| <b>อุณหภูมิ</b>         |                              |            |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 5 °เซลเซียส             | 6.65 c                       | 6.05 d     | 6.76 d   | 6.69 d   | 6.75 d   | 6.64 d   | 6.67 d   | 6.64 c   | 6.62 c   | 6.76 c   |
| 10 °เซลเซียส            | 6.84 c                       | 6.70 c     | 6.91 c   | 6.89 c   | 6.92 c   | 6.97 c   | 6.89 c   | 6.98 b   | 6.98 b   | 7.08 b   |
| 15 °เซลเซียส            | 7.07 b                       | 6.93 bc    | 7.08 b   | 7.10 b   | 7.11 b   | 7.10 b   | 7.06 b   | 7.06 b   | 7.10 b   | 7.13 b   |
| 27 °เซลเซียส            | 7.17 b                       | 6.99 b     | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| <b>ชนิดของถุง</b>       |                              |            |          |          |          |          |          |          |          |          |
| ถุงแอลกอฮอล์            | 6.98 b                       | 6.78 b     | 6.95 b   | 6.90 b   | 7.04 b   | 6.95 b   | 6.92 b   | 6.98 b   | 6.99 b   | 6.96 b   |
| ถุงไฮเดน                | 6.86 b                       | 6.57 b     | 6.93 b   | 6.92 b   | 6.95 b   | 6.93 b   | 6.80 b   | 6.89 b   | 6.92 b   | 7.07 b   |
| ถุงโพลี                 | 6.96 b                       | 6.66 b     | 6.89 b   | 6.86 b   | 6.79 c   | 6.82 b   | 6.90 b   | 6.81 b   | 6.80 b   | 6.90 b   |
| <b>อุณหภูมิ-ชนิดถุง</b> |                              |            |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 5 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์      | 7.09 ab**                    | 6.84 bcd** | 6.77 e** | 6.69 h** | 6.82 e** | 6.64 e** | 6.59 e** | 6.61 e** | 6.65 e** | 6.66 e** |
| 5 °ซ.-ถุงไฮเดน          | 6.63 d                       | 6.57 de    | 6.72 e   | 6.65 h   | 6.72 e   | 6.70 e   | 6.70 e   | 6.55 e   | 6.60 e   | 6.81 e   |
| 5 °ซ.-ถุงโพลี           | 6.82 cd                      | 6.71 cde   | 6.80 e   | 6.81 fg  | 6.71 e   | 6.90 d   | 6.88 cd  | 6.79 d   | 6.87 d   | 7.01 d   |
| 10 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์     | 7.22 ab                      | 6.83 bcd   | 6.94 cd  | 6.89 ef  | 7.09 c   | 6.99 cd  | 7.05 bc  | 7.12 bc  | 7.11 bc  | 7.07 cd  |
| 10 °ซ.-ถุงไฮเดน         | 6.91 bc                      | 6.83 bcd   | 6.95 cd  | 7.17 b   | 7.16 bc  | 7.07 c   | 6.97 bc  | 7.10 bc  | 7.18 b   | 7.24 ab  |
| 10 °ซ.-ถุงโพลี          | 7.09 b                       | 7.14 b     | 6.85 de  | 7.04 cd  | 6.94 d   | 7.00 cd  | 7.10 b   | 6.88 d   | 6.93 d   | 6.99 d   |
| 15 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์     | 7.32 ab                      | 7.01 bc    | 7.13 b   | 7.11 bc  | 7.23 b   | 7.23 b   | 7.12 b   | 7.20 b   | 7.20 b   | 7.16 bc  |
| 15 °ซ.-ถุงไฮเดน         | 7.11 ab                      | 6.88 bcd   | 7.11 b   | 6.73 gh  | 6.71 e   | 6.57 e   | 6.73 de  | 6.77 d   | 6.61 e   | 6.81 e   |
| 15 °ซ.-ถุงโพลี          | 7.08 ab                      | 7.07 bc    | 7.01 bc  | 6.95 de  | 6.96 d   | 7.04 cd  | 6.73 de  | 7.03 c   | 6.97 cd  | 7.17 bc  |
| 27 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์     | 6.30 e                       | 6.44 e     | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| 27 °ซ.-ถุงไฮเดน         | 6.81 cd                      | 6.00 f     | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| 27 °ซ.-ถุงโพลี          | 6.84 cd                      | 5.71 f     | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| ในน้ำ (ชุดควบคุม)       | 7.75 a                       | 7.64 a     | 7.30 a   | 7.50 a   | 7.47 a   | 7.63 a   | 7.62 a   | 7.46 a   | 7.54 a   | 7.34 a   |

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

a b หมายถึง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สำหรับการนำไฟฟ้าของไข่น้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองต่าง ๆ กับไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ พบว่า ไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด ส่วนปัจจัยด้านอุณหภูมิมีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของไข่น้ำ โดยอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ ส่วนชนิดของถุงไม่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของไข่น้ำแต่มีค่าต่ำกว่าไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ ดังตารางที่ 4-8

ส่วนความเค็มของไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองต่าง ๆ กับไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ พบว่า ไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำให้ค่าความเค็มสูงที่สุด ส่วนปัจจัยด้านอุณหภูมิมีผลต่อค่าความเค็มของไข่น้ำของไข่น้ำ โดยอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสให้ค่าความเค็มของไข่น้ำสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำในช่วง 8 วันแรกภายหลังการทดลอง ส่วนชนิดของถุงไม่มีผลต่อค่าความเค็มของไข่น้ำของไข่น้ำแต่มีค่าต่ำกว่าไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ ดังตารางที่ 4-9

อย่างไรก็ตาม เมื่อประเมินโดยภาพรวมสำหรับอายุการเก็บรักษาของไข่น้ำ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในทุกชนิดของถุงพลาสติกทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดเพียง 1-2 วัน ขณะที่การเก็บรักษาในทุกชนิดถุงที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสและ 10 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษาได้นานประมาณ 8-10 วัน ส่วนชนิดของถุงพลาสติก มีแนวโน้มว่า ไข่น้ำที่บรรจุในถุงแอ็คทีฟมีสภาพทางกายภาพดีและมีอายุการเก็บรักษามากกว่าถุงโพลีโพรพิลีน และถุงไฮเดน ส่วนไข่น้ำในถุงโพลีโพรพิลีนมีสภาพทางกายภาพดีกว่าในถุงไฮเดนเล็กน้อย ถึงแม้ประเมินโดยรวมมีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-8 การนำไฟฟ้าของไข่น้ำภายหลังการเก็บรักษา

| หน่วย: ไมโครซีเมนซ์/เซนติเมตร ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) |                     |           |          |          |          |          |          |          |           |          |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| สิ่งทดลอง                                                 | การนำไฟฟ้าของไข่น้ำ |           |          |          |          |          |          |          |           |          |
|                                                           | จำนวนวันหลังทดลอง   |           |          |          |          |          |          |          |           |          |
|                                                           | 2 วัน               | 4 วัน     | 6 วัน    | 8 วัน    | 10 วัน   | 12 วัน   | 14 วัน   | 16 วัน   | 18 วัน    | 20 วัน   |
| ในน้ำ (ชุดควบคุม)                                         | 1.04 a**            | 0.98 a**  | 1.02 a** | 1.54 a** | 1.14 a** | 1.03 b** | 1.05 a** | 1.07 a** | 1.13 a**  | 1.08 a** |
| <b>อุณหภูมิ</b>                                           |                     |           |          |          |          |          |          |          |           |          |
| 5 °เซลเซียส                                               | 0.51 b              | 0.79 a    | 0.91 a   | 0.90 b   | 0.90 b   | 1.15 a   | 1.06 a   | 1.08 a   | 1.19 a    | 0.90 b   |
| 10 °เซลเซียส                                              | 0.19 c              | 0.32 b    | 0.34 b   | 0.39 bc  | 0.46 c   | 0.58 c   | 0.53 b   | 0.55 c   | 0.48 b    | 0.38 c   |
| 15 °เซลเซียส                                              | 0.19 c              | 0.27 b    | 0.27 b   | 0.28 c   | 0.32 d   | 0.34 d   | 0.38 c   | 0.34 d   | 0.36 b    | 0.32 c   |
| 27 °เซลเซียส                                              | 0.23 c              | 0.98 a    | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -        |
| <b>ชนิดของถุง</b>                                         |                     |           |          |          |          |          |          |          |           |          |
| ถุงแอลกอฮอล์                                              | 0.19 b              | 0.21 b    | 0.43 b   | 0.44 b   | 0.45 b   | 0.70 b   | 0.58 b   | 0.56 b   | 0.66 b    | 0.58 b   |
| ถุงไฮเดน                                                  | 0.25 bc             | 0.36 b    | 0.58 b   | 0.58 b   | 0.57 b   | 0.68 b   | 0.67 b   | 0.73 b   | 0.67 b    | 0.47 b   |
| ถุงโพลี                                                   | 0.21 b              | 0.31 b    | 0.51 b   | 0.55 b   | 0.65 b   | 0.70 b   | 0.72 b   | 0.68 b   | 0.70 b    | 0.55 b   |
| <b>อุณหภูมิ-ชนิดถุง</b>                                   |                     |           |          |          |          |          |          |          |           |          |
| 5 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์                                        | 0.11 c**            | 0.43 de** | 0.69 b** | 0.61 b*  | 0.56 c** | 1.19 a** | 0.75 c** | 0.90 c** | 1.17 ab** | 1.11 a** |
| 5 °ซ.-ถุงไฮเดน                                            | 1.07 a              | 1.10 a    | 1.10 a   | 1.09 ab  | 0.98 b   | 1.08 a   | 1.21 a   | 1.25 a   | 1.32 ab   | 0.72 b   |
| 5 °ซ.-ถุงโพลี                                             | 0.36 b              | 0.83 bc   | 0.93 a   | 0.99 ab  | 1.16 a   | 1.20 a   | 1.23 a   | 1.09 b   | 1.08 ab   | 0.87 b   |
| 10 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์                                       | 0.11 c              | 0.28 e    | 0.34 c   | 0.40 b   | 0.43 d   | 0.58 b   | 0.56 d   | 0.45 e   | 0.49 c    | 0.32 c   |
| 10 °ซ.-ถุงไฮเดน                                           | 0.25 bc             | 0.35 e    | 0.37 c   | 0.38 b   | 0.45 d   | 0.59 b   | 0.47def  | 0.61 d   | 0.40 c    | 0.38 c   |
| 10 °ซ.-ถุงโพลี                                            | 0.22 bc             | 0.34 e    | 0.31 c   | 0.38 b   | 0.51 cd  | 0.57 b   | 0.54 de  | 0.59 d   | 0.56 c    | 0.44 c   |
| 15 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์                                       | 0.13 c              | 0.26 e    | 0.25 c   | 0.30 b   | 0.37 de  | 0.33 c   | 0.42 def | 0.32 e   | 0.30 c    | 0.30 c   |
| 15 °ซ.-ถุงไฮเดน                                           | 0.20 bc             | 0.30 e    | 0.27 c   | 0.27 b   | 0.29 e   | 0.36 c   | 0.31 f   | 0.35 e   | 0.30 c    | 0.31 c   |
| 15 °ซ.-ถุงโพลี                                            | 0.24 bc             | 0.26 e    | 0.29 c   | 0.26 b   | 0.29 e   | 0.33 c   | 0.40 ef  | 0.35 e   | 0.47 c    | 0.35 c   |
| 27 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์                                       | 0.11 c              | 0.66 cd   | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -        |
| 27 °ซ.-ถุงไฮเดน                                           | 0.30 bc             | 1.07 ab   | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -        |
| 27 °ซ.-ถุงโพลี                                            | 0.28 bc             | 1.08 ab   | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -        |
| ในน้ำ (ชุดควบคุม)                                         | 1.04 a              | 0.98 ab   | 1.02 a   | 1.54 a   | 1.14 a   | 1.03 a   | 1.05 b   | 0.87 c   | 1.03 b    | 1.08 a   |

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

a b c หมายถึง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4-9 ความเค็มของไอน้ำภายหลังการเก็บรักษา

หน่วย: ส่วนในพัน (ppt)

| สิ่งทดลอง               | ความเค็มของไอน้ำ  |          |          |          |          |          |           |          |           |          |
|-------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|                         | จำนวนวันหลังทดลอง |          |          |          |          |          |           |          |           |          |
|                         | 2 วัน             | 4 วัน    | 6 วัน    | 8 วัน    | 10 วัน   | 12 วัน   | 14 วัน    | 16 วัน   | 18 วัน    | 20 วัน   |
| ไอน้ำ (ชุดควบคุม)       | 0.55 a**          | 0.35 a** | 0.20 ns  | 0.32 a*  | 0.72 a** | 0.69 a** | 0.63 a**  | 0.40 b** | 0.51 a**  | 0.68 a** |
| <b>อุณหภูมิ</b>         |                   |          |          |          |          |          |           |          |           |          |
| 5 °เซลเซียส             | 0.46 a            | 0.41 a   | 0.29     | 0.40 a   | 0.41 b   | 0.53 b   | 0.56 b    | 0.64 a   | 0.59 a    | 0.50 b   |
| 10 °เซลเซียส            | 0.15 c            | 0.19 b   | 0.25     | 0.25 b   | 0.23 c   | 0.31 c   | 0.39 c    | 0.36 b   | 0.30 b    | 0.32 c   |
| 15 °เซลเซียส            | 0.18 c            | 0.16 b   | 0.25     | 0.25 b   | 0.25 c   | 0.35 c   | 0.33 c    | 0.33 b   | 0.27 b    | 0.24 d   |
| 27 °เซลเซียส            | 0.15 c            | 0.41 a   | -        | -        | -        | -        | -         | -        | -         | -        |
| <b>ชนิดของถุง</b>       |                   |          |          |          |          |          |           |          |           |          |
| ถุงแอลกอฮอล์            | 0.19 b            | 0.21 b   | 0.22 b   | 0.27 b   | 0.25 c   | 0.41 b   | 0.44 b    | 0.36 b   | 0.36 b    | 0.36 b   |
| ถุงไฮเดน                | 0.25 b            | 0.36 a   | 0.29 a   | 0.31 a   | 0.29 bc  | 0.38 b   | 0.43 b    | 0.53 a   | 0.38 b    | 0.32 b   |
| ถุงโพลี                 | 0.21 b            | 0.31 a   | 0.25 ab  | 0.32 a   | 0.35 b   | 0.40 b   | 0.41 b    | 0.44 ab  | 0.41 b    | 0.38 b   |
| <b>อุณหภูมิ-ชนิดถุง</b> |                   |          |          |          |          |          |           |          |           |          |
| 5 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์      | 0.18 c**          | 0.28 c** | 0.32 b** | 0.27 bc* | 0.29 d** | 0.55 b** | 0.51 bc** | 0.46 c** | 0.55 ab** | 0.55 b** |
| 5 °ซ.-ถุงไฮเดน          | 0.51 a            | 0.57 a   | 0.50 a   | 0.50 a   | 0.41 c   | 0.56 b   | 0.60 a    | 0.82 a   | 0.62 ab   | 0.42 c   |
| 5 °ซ.-ถุงโพลี           | 0.38 b            | 0.39 b   | 0.44 a   | 0.44 ab  | 0.55 b   | 0.49 c   | 0.56 ab   | 0.63 b   | 0.58 ab   | 0.53 b   |
| 10 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์     | 0.18 c            | 0.17 cd  | 0.17 c   | 0.21 c   | 0.24 d   | 0.29 c   | 0.44 cd   | 0.30 f   | 0.27 c    | 0.30 de  |
| 10 °ซ.-ถุงไฮเดน         | 0.16 c            | 0.18 cd  | 0.24 c   | 0.21 bc  | 0.22 d   | 0.30 c   | 0.36 e    | 0.44 cde | 0.28 c    | 0.29 e   |
| 10 °ซ.-ถุงโพลี          | 0.13 c            | 0.22 cd  | 0.16 c   | 0.33 bc  | 0.23 d   | 0.34 c   | 0.37 de   | 0.34 cde | 0.34 c    | 0.37 de  |
| 15 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์     | 0.22 c            | 0.14 d   | 0.17 c   | 0.34 abc | 0.23 d   | 0.39 c   | 0.36 e    | 0.32 ef  | 0.27 c    | 0.23 e   |
| 15 °ซ.-ถุงไฮเดน         | 0.17 c            | 0.17 cd  | 0.15 c   | 0.21 c   | 0.24 d   | 0.28 c   | 0.33 e    | 0.33 ef  | 0.24 c    | 0.25 e   |
| 15 °ซ.-ถุงโพลี          | 0.16 c            | 0.17 cd  | 0.14 c   | 0.20 c   | 0.28 d   | 0.38 c   | 0.31 e    | 0.35 ef  | 0.30 c    | 0.25 e   |
| 27 °ซ.-ถุงแอลกอฮอล์     | 0.18 c            | 0.25 cd  | -        | -        | -        | -        | -         | -        | -         | -        |
| 27 °ซ.-ถุงไฮเดน         | 0.17 c            | 0.51 a   | -        | -        | -        | -        | -         | -        | -         | -        |
| 27 °ซ.-ถุงโพลี          | 0.16 c            | 0.47 ab  | -        | -        | -        | -        | -         | -        | -         | -        |
| ไอน้ำ (ชุดควบคุม)       | 0.56 a            | 0.61 a   | 0.20 c   | 0.32 abc | 0.72 a   | 0.69 a   | 0.63 a    | 0.40 cd  | 0.51 b    | 0.68 a   |

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

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

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

a b c หมายถึง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4-10 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            |

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

##### 5.1.1 การผลิตไข่น้ำที่ให้โปรตีนสูง

การเพาะเลี้ยงในบ่อปูนซีเมนต์อัตราของไข่น้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมเท่ากับ 120 กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร สามารถให้ผลผลิตไข่น้ำทั้งน้ำหนักสดและแห้งสูงสุด เมื่อเทียบกับการใช้ไข่น้ำอัตรา 240 และ 360 กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร สำหรับอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง มูลโค 3 กรัมต่อลิตร ผสมกับดิน 5 กรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มจำนวนไข่น้ำ และน้ำหนักแห้งมากที่สุด แต่อาหารเพาะเลี้ยงทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ขณะที่มูลค่างาวผสมกับดินทั้งสองอัตรา 0.15 กรัม/ลิตรและ 0.3 กรัมที่ผสมกับดิน 5.0 กรัมต่อลิตรให้ปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมา ได้แก่ ชุคควบคุม และมูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร ตามลำดับ แสดงว่า การเพาะเลี้ยงไข่น้ำแบบอินทรีย์ในบ่อปูนซีเมนต์สามารถทำได้โดยใช้มูลโค และมูลค่างาว

##### 5.1.2 วิธีการเก็บรักษาไข่น้ำ

ในการเก็บรักษาไข่น้ำ ปัจจัยด้านอุณหภูมิมีผลต่อน้ำหนักสด ความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้า และความเค็มของไข่น้ำ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสส่งผลให้น้ำหนักสดของไข่น้ำสูงที่สุด ให้ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มสูงสุดเทียบเท่ากับไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ แต่ให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด ส่วนชนิดของถุงพลาสติกไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของไข่น้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้าและความเค็มของไข่น้ำ แต่ถุงพลาสติกทุกชนิดให้ทั้งค่าความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้าและความเค็มต่ำกว่าไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ ขณะที่ไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของอยู่ระหว่าง 7.30-7.75 ส่วนการนำไฟฟ้าและความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 0.98-1.54 ไมโครซีเมนซ์/เซนติเมตร และ 0.32-0.72 ส่วนในพัน ตามลำดับ

สำหรับอายุการเก็บรักษาของไข่น้ำ อุณหภูมิมีผลต่ออายุการเก็บรักษา การเก็บรักษาไข่น้ำในถุงพลาสติกทุกชนิดที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด ขณะที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า และมีแนวโน้มว่า ไข่น้ำที่บรรจุในถุงแอ็คทีฟมีสภาพทางกายภาพดีกว่าถุงโพลิโพรพิลีนและถุงไฮเดน

## 5.2 อภิปรายผล

### 5.2.1 การผลิตไข่น้ำที่ให้อัตราสูง

จากผลการเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยมูลโคในงานเพาะเชื้อ พบว่า มูลโค 3 กรัม/ลิตรผสมกับดิน 5 กรัม/ลิตร ทำให้จำนวนไข่น้ำที่เพิ่มขึ้นมีค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 2 จนถึงวันที่ 10 หลังการทดลองจากนั้นเริ่มลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันที่ 8 ของการทดลอง ขณะที่กรรมวิธีอื่นมีแนวโน้มให้ค่าต่ำกว่า จึงเป็นไปได้ว่า ไข่น้ำมีการขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนอยู่ระยะหนึ่ง จากนั้นไข่น้ำที่ซราภาพมีการตายลง แล้วต้นเกิดใหม่เจริญเติบโตมาทดแทน และเมื่อทดลองใช้โดยมูลโค 3.0 กรัม/ลิตร + ดิน 5.0 กรัม/ลิตร ทำให้น้ำหนักแห้งมากที่สุดและมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักสดมากที่สุด ขณะที่ชุดควบคุมให้น้ำหนักสดน้อยที่สุด ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอะโน สุขเจริญ (2542) ได้เพาะเลี้ยงไข่น้ำในน้ำสกัดจากมูลโคแห้ง 2.1 กรัม/ลิตรและได้รับความเข้มแสงร้อยละ 100 มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากกว่าเพาะเลี้ยงในน้ำทั้งจากโรงงานผลิตแป้งทำขนมจีนและน้ำสกัดจากมูลไก่แห้ง 1.4 กรัม/ลิตร และน้ำสกัดจากฟางข้าวแห้ง 1.4 กรัม/ลิตร อย่างไรก็ตามไข่น้ำยังสามารถเลี้ยงในน้ำหมักมูลไก่ได้เช่นกัน ทั้งนี้ การเจริญเติบโตขึ้นกับระดับความเข้มข้นของน้ำหมักมูลไก่ (รติรัตน์ หนูหุ่น และคณะ, 2551) ดังนั้น แสดงว่า การเลี้ยงไข่น้ำแบบอินทรีย์สามารถทำได้โดยใช้หมักมูลโคหรือใช้มูลโคผสมลงในน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงไข่น้ำ

สำหรับความหนาแน่นของไข่น้ำต่อพื้นที่เพาะปลูกไข่น้ำที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงในบ่อปูนซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เมตร สูง 0.5 เมตร คือ ใช้ไข่น้ำอัตรา 0.012 กรัมต่อพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร หรือ 120 กรัม/พื้นที่ 1 ตารางเมตร ให้ค่าร้อยละของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งภายหลังการทดลอง 5 วันได้สูงที่สุด เมื่อเทียบกับการใช้ไข่น้ำอัตรา 240 และ 360 กรัม/พื้นที่ 1 ตารางเมตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของการณรงค์ อ่วมเจริญ (2547) ที่ศึกษาระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตของสาหร่ายสไปรูลีนาในการเลี้ยงที่อัตราความหนาแน่น 3 ระดับ คือ 5 10 และ 15 กรัมที่เพาะเลี้ยงในภาชนะพลาสติกบรรจุน้ำปริมาตร 10 ลิตร นาน 17 วัน พบว่าความหนาแน่นเริ่มต้น 5 กรัมให้ผลผลิตสูงสุด 52.6 เซลล์/น้ำ 1 มิลลิลิตรในวันที่ 9 ของการทดลอง ขณะที่ความหนาแน่น 10 และ 15 กรัมให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 50 และ 63.6 เซลล์/น้ำ 1 มิลลิลิตรในวันที่ 8 และ 4 ของการทดลองตามลำดับ

### 5.2.2 วิธีการเก็บรักษาไข่น้ำ

ในการเก็บรักษาไข่น้ำ ปัจจัยด้านอุณหภูมิ มีผลต่อน้ำหนักสด ความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้า และความเค็มของไข่น้ำ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสส่งผลให้น้ำหนักสดของไข่น้ำสูงที่สุด ให้ค่าการนำไฟฟ้าและความเค็มสูงสุดเทียบเท่ากับไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ แต่ให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในทุกชนิดของถุงพลาสติกทำ

ให้อายุการเก็บรักษาน้อยที่สุดเพียง 2 วัน ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในทุกชนิดของ  
 ถูพลาสติกทำให้อายุการเก็บรักษาน้อยที่สุดเพียง 1-2 วัน ขณะที่การเก็บรักษาในทุกชนิดถูที่  
 อุณหภูมิต่ำ 15 องศาเซลเซียสและ 10 องศาเซลเซียสมีอายุการเก็บรักษาได้นานประมาณ 8-10 วัน  
 ซึ่งสอดคล้องกับการเก็บรักษาไข่น้ำ (อุมาพร นิยะนุช, 2553; อุมาพร นิยะนุช และรัชฎา ตั้งวงศ์  
 ไชย 2553) และใบมะกรูด (ทิตา สุนทรวิภาต, 2555) เป็นต้น ทั้งนี้ ด้วยลักษณะของไข่น้ำเป็นพืช  
 ลอยน้ำที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก ประกอบกับการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำถึง 5 องศา  
 เซลเซียสเป็นเวลานานเกินไป ลักษณะของเซลล์ไข่น้ำจึงมีการเปลี่ยนแปลง หรือเกิดการสะท้อน  
 หนาว จึงอาจส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้นกว่าที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส

ส่วนชนิดของถูพลาสติกไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของไข่น้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง การนำ  
 ไฟฟ้าและความเค็มของไข่น้ำ แต่ถูพลาสติกทุกชนิดให้ทั้งค่าความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้า  
 และความเค็มต่ำกว่าไข่น้ำที่เจริญอยู่ในน้ำ ส่วนอายุการเก็บรักษาของไข่น้ำ มีแนวโน้มว่า ไข่น้ำที่  
 บรรจุในถูแอ็คทิฟมีสภาพดีและมีอายุการเก็บรักษามากกว่าถูโพลิโพรพิลีน และถูไฮเดน  
 นอกจากนี้ ไข่น้ำในถูโพลิโพรพิลีนมีสภาพดีกว่าในถูไฮเดนเล็กน้อย ถึงแม้อายุการเก็บรักษาไม่  
 ต่างกัน อย่างไรก็ตาม อาจเป็นเพราะคุณลักษณะและคุณสมบัติในการให้อากาศผ่านเข้าออกของ  
 ถูพลาสติกแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2550ก) และ  
 สภาพการเก็บรักษาที่ผลิตพืชแต่ละชนิดมีความต้องการแตกต่างกันไป ทั้งด้านอุณหภูมิ ความชื้น  
 รวมทั้งลักษณะของบรรจุภัณฑ์ ดังเช่น การศึกษาคุณภาพของใบมะกรูด (ทิตา สุนทรวิภาต, 2555)  
 และผักกาดหอม (ชานนท์ สุทธิเวช, 2550)

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.3.1 การผลิตไข่น้ำสามารถทำได้ทั้งในบ่อน้ำธรรมชาติและบ่อปูนซีเมนต์ โดยใช้  
 ปริมาณไข่น้ำในอัตราที่เหมาะสม และสามารถใช้อยู่อินทรีย์หรือมูลสัตว์ เช่น มูลโค เป็นอาหาร  
 สำหรับเพาะเลี้ยงได้

5.3.2 การเก็บรักษาไข่น้ำ ควรเก็บรักษาโดยบรรจุในถูพลาสติกเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำ  
 10-15 องศาเซลเซียส จะทำให้อายุการเก็บรักษาได้นานกว่าอุณหภูมิห้อง

5.3.3 หน่วยงานด้านการเกษตรที่เกี่ยวข้องควรมีการส่งเสริม และสนับสนุนให้เกษตรกรมี  
 การผลิตไข่น้ำในเชิงอินทรีย์ และมีการส่งเสริมการบริโภค เพื่อให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยจาก  
 สารพิษตกค้าง

5.3.4 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการผลิตไข่น้ำในเชิงการค้าและ  
 การรวมกลุ่มของเกษตรกรในการผลิตไข่น้ำเพื่อการค้า

## บรรณานุกรม

กันยฺลีนิ พันธ์วนิชดำรง. 2552. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ

(*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) และวิธีในการเพาะขยายพันธุ์แบบหมวมวล. วิทยานิพนธ์  
ระดับปริญญาโท สาขาการจัดการประมง ภาควิชาการจัดการประมง  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กันยฺลีนิ พันธ์วนิชดำรง และสุชุม เร้าใจ. 2552. “การศึกษาทดลองเพาะเลี้ยงไข่น้ำ  
(*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) และการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง.” ใน รายงานการ  
ประชุมในงานประชุมวิชาการครั้งที่ 47 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : สาขาประมง. กรุงเทพฯ.  
น. 162-169.

กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2535. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย. โรงพิมพ์ทหารผ่านศึก.  
กรุงเทพฯ.

การณวงศ์ อ่วมเจริญ. 2547. การศึกษาระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตสาหร่ายสีไปรุลินาในการ  
เพาะเลี้ยง ที่อัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท  
สาขาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

กวิน ปลาอ่อน. 2553. การใช้ไข่น้ำเป็นดัชนีทางชีวภาพของการปนเปื้อนสังกะสีและทองแดงใน  
แหล่งน้ำธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนา  
ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.

เจษฎา วิชาศิลป์ โหมยิต ศรีภูธร สายใจ วิษณุสันต์กุล ภาณุภัทร ตางาม และนิสาชล แสนละมุล.  
2542. การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (ฝำ) โดยใช้ปุ๋ยคอกเป็นแหล่งอาหาร. ใน เอกสารการ  
ประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 16: เล่ม 2 สาขา  
เกษตรศาสตร์. หน้า 541-542.

จินันทนา จอมดวง พोगาม เดชคำรณ เลิศวิทย์ กองสมบัติ กิตติ บุญญเลสนิรันดร์ และพิทักษ์  
พุทธวรชัย. 2539. การศึกษาโรคของ คำลิ่ง บัวบก และฝำ. สถาบันวิจัยและฝึกอบรม  
การเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.

ชนกพร จุฑาสงษ์. 2542. การเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L) Wimm) ที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชมรมเกษตรอินทรีย์แห่งประเทศไทย. 2555. ปุ๋ยคอก. Available: <http://www.oatthailand.org/index.php/production-factor/68-manure>. [10 ตุลาคม 2555].

ชานนท์ สุทธิเวทย์. 2550. การยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดหอมโดยการใช้ก๊าซหะบรรจุและ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> ร่วมกับสารดูดซับเอทิลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชสวน. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชื่นดวงใจ กองบาล. 2553. ประโยชน์ของมูลสัตว์. บอกเล่าข่าวพืชสวน ฉบับที่ 26 ปีที่ 3 ประจำเดือนสิงหาคม 2553. Available: <http://www.aopdh06.doae.go.th/news/new%2026%20%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%82%E0%B8%A2%...> [10 สิงหาคม 2554].

รติรัตน์ หนูหุ่น และอุษา ร้อยอำแพง. 2545. การเพาะเลี้ยงไข่น้ำในมูลไก่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีววิทยาประยุกต์ : สถาบันราชภัฏนครปฐม.

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

ทิตา สุนทรวิภาต. 2555. ผลของก๊าซหะบรรจุเปลี่ยนแปลงบรรยากาศและอุณหภูมิต่อคุณภาพของใบมะกรูด. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

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

\_\_\_\_\_. 2548ข. การศึกษาความต้องการแสงสว่างที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน.

เบญจภรณ์ บุญขุกณะ. 2542. การทดสอบความเป็นพิษและการดูดซับโลหะโครเมียมและแคดเมียมโดยไข่น้ำ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาชีววิทยาสภาพแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศิริภาวี ศรีเจริญ นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ วิรัช จิวแหยม พิระพงษ์ แพงไพร และรัศมี ชูชีพ.

2544. รายงานการวิจัยเรื่องการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*) สำหรับลดต้นทุนค่าอาหารปลา. ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศิริพร ชูเชิด ขจรเกียรติ ศรีนวลสม ลิทธิชัย พัฒนเกียรติ ชีวิน จงกลพรมยะ

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และศิริเพ็ญ ตรีชัยยาพร. 2553. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีไปรูลินา (*Spirulina platensis*) ในสูตรอาหารน้ำหมักต้นทุนต่ำ. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 4 (2) หน้า 26-33.

ศิริเพ็ญ ตรีชัยยาพร บุญสม วราเอกศิริและจงกล พรมยะ. 2549. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียว สกุล *Cladophora* (ไก) เพื่อเป็นอาหารปลาบึก. กองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกอ.).

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2550ก. พลาสติก ประเภทและการใช้งาน. พลาสติกเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. Available:

[http://www2.mtec.or.th/th/special/biodegradable\\_plastic/type\\_and\\_usage\\_plas.html](http://www2.mtec.or.th/th/special/biodegradable_plastic/type_and_usage_plas.html) [10 สิงหาคม 2555].

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2550ข. สารนำรู้ : บรรจุภัณฑ์ตลาด : นวัตกรรมยืดอายุผักผลไม้. Available: <https://www.mtec.or.th/index.php/2013-05-29-09-06-21/2013-05-29-09-39-49/84-> [10 สิงหาคม 2555].

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

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

สุริย์พร ธรรมิกพงษ์. 2553. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องชีววิทยาและการเพาะขยายพันธุ์ไข่น้ำโดยใช้น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 54 หน้า.

สุทธิพงษ์ พงษ์วร. 2553. เฉพาะกิจ 1: พืชที่เล็กที่สุดในโลก. Available: <http://www.ipst.ac.th/biology/Bio-Articles/mag-content6.html> [10 กันยายน 2553].

เสาวนิตย์ พุฒิเลอพงศ์. 2549. การศึกษาความเป็นไปได้ของการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยง  
กุ้งกุลาดำ โดยใช้ไข่น้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม สถาบัน  
บัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. 227 หน้า.

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

อนัญญา ภักดีศรี. 2545. การเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm)  
ที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานขนมอินผสมปุ๋ยเคมี. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขา  
การศึกษาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

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

อากรณ์ ใจวิงวอน. 2551. การเปรียบเทียบชนิดของน้ำหมักมูลสัตว์ และปุ๋ยน้ำชีวภาพ ที่เหมาะสม  
ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina platensis*) ในห้องปฏิบัติการและบ่อ  
ซีเมนต์. การศึกษาอิสระระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
เชียงราย.

อุมาพร นิยะนุช. 2553. การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวขององค์ประกอบและกิจกรรมในการ  
ต้านออกซิเดชันของไข่น้ำ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อุมาพร นิยะนุช และ รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย. 2553. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อ  
การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของไข่น้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 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.

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...](http://pikul.lib.ku.ac.th/cgi-bin/agdb1.exe?rec_id=044898&database=agdb1&search...) [21 July 2012].

## ประวัติผู้วิจัย

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 ของหมู่บ้านปาง  
ตำบลตะแบะ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

8.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1) โครงการวิจัยเรื่อง การตอบสนองของเกษตรกรต่อเทคโนโลยีการพัฒนาคุณภาพส้มโอทำ  
ข่อยในจังหวัดพิจิตร

2) โครงการวิจัยเรื่อง การรวบรวมเทคโนโลยีการเกษตรพื้นบ้านของเกษตรกรในภาคเหนือ  
ตอนล่าง

3) โครงการวิจัยเรื่อง การรวบรวมเทคโนโลยีการเกษตรพื้นบ้านของเกษตรกรในจังหวัด  
พิจิตร

4) โครงการวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมของสหภาพระหว่างภาครัฐและเอกชนในการพัฒนาเพื่อ  
ความยั่งยืนของ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์มะขาม จังหวัดเพชรบูรณ์

5) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการผลิตและการตลาดเพื่อเข้าสู่ระบบการจัดการคุณภาพ  
GAP ของเกษตรกรผู้ปลูกพริก ในจังหวัดเพชรบูรณ์

- 6) โครงการวิจัยเรื่อง การสร้างรูปแบบการบริหารจัดการชุมชนแบบบูรณาการ สู่ความพอเพียงและยั่งยืนของชุมชนบ้านป่าบง ตำบลตะเบาะ อำเภอมือเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 7) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาวิธีการผลิตพริกที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดหนอนด้วงกินรากและโรคแอนแทรคโนสของเกษตรกรในอำเภอมือเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 8) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการผลิตและการตลาดข้าวเพื่อเข้าสู่มาตรฐานข้าวอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกร อำเภอมือเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 9) โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ของมะขาม