

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันไร่น้ำนางฟ้ากำลังได้รับความนิยมมากในกลุ่มนักเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม ในการนำมาใช้เป็นอาหารมีชีวิตสำหรับปลาสวยงาม และพ่อแม่พันธุ์ปลาสวยงามที่มีขนาดใหญ่ได้ เนื่องจากไร่น้ำนางฟ้ามีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ไร่น้ำนางฟ้ายังมีข้อดีเหนือกว่าอาหารมีชีวิตหรือแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดชนิดอื่น ๆ เช่นไรแดง โรติเฟอร์ คือไร่น้ำนางฟ้าสามารถเพาะฟักจากไข่ได้ เช่นเดียวกับอาร์ทีเมีย จึงทำให้สามารถกำหนดปริมาณที่จะเพาะเลี้ยงได้ทันต่อความต้องการของปลา และผลผลิตของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่ได้จากการนำไข่มาเพาะฟักนั้นยังมีความสะอาด ทำให้ไม่เกิดปัญหาเรื่องเชื้อโรคที่จะนำมาสู่ปลา นอกจากนี้ไร่น้ำนางฟ้ายังเป็นอาหารมีชีวิตที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงคือ มีโปรตีนร้อยละ 64.94 ไขมันร้อยละ 5.07 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 17.96 (นุกูล และคณะ, 2547) และมีปริมาณสารสีแคโรทีนอยด์ 114.3 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม (Velu and Munuswamy, 2003) ด้วยข้อดีดังกล่าวทำให้ไร่น้ำนางฟ้าที่ขายในตลาดมีราคาถึงกิโลกรัมละ 300-500 บาท ในปัจจุบันไร่น้ำนางฟ้าที่สามารถเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ในประเทศไทยมีอยู่ 2 ชนิดคือไร่น้ำนางฟ้าไทยและไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร

การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าส่วนใหญ่นิยมใช้สาหร่ายคลอเรลลา (*Chlorella*) ซึ่งเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวเป็นอาหาร โดยการเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลามักใช้ปุ๋ยเคมี และเมื่อนำสาหร่ายคลอเรลลาไปให้ไร่น้ำนางฟ้ากินปุ๋ยเคมีเหล่านี้จะส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียและไนไตรต์ในบ่อเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้ามีมากขึ้นซึ่งทำให้ไร่น้ำนางฟ้าตาย คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำน้ำหมักชีวภาพซึ่งใช้เป็นปุ๋ยสำหรับต้นไม้มาใช้เลี้ยง คลอเรลลาทดแทนปุ๋ยเคมี เพื่อเป็นการลดปริมาณของแอมโมเนียในคลอเรลลา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยสำหรับคลอเรลลา
2. เพื่อศึกษาการนำคลอเรลลาที่ใช้น้ำหมักชีวภาพมาเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

อนุกรมวิธานของไรน้ำนางฟ้า

Phylum Arthropoda

Superphylum Crustacea

Class Branchiopoda

Order Anostraca (นุกุลและ ละออศรี, 2547)

ลักษณะทั่วไปของไรน้ำนางฟ้า

ไรน้ำนางฟ้าไทย มีรูปร่างคล้ายกุ้งขนาดเล็ก แต่ไม่มีเปลือก ตัวใส มีขาว่ายน้ำจำนวน 11 คู่ ขณะมีชีวิตอยู่จะว่ายน้ำหงายท้องโดยใช้ขาช่วยกรรเชียงน้ำ บริเวณหัวมีตาขนาดใหญ่ที่มีก้านยาว 1 คู่ มีหนวด 2 คู่ ส่วนหางแยกเป็น 2 แฉก มีสีแดงเข้ม หนวดคู่ที่ 2 ของตัวผู้เปลี่ยนไปใช้สำหรับจับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ เป็นไรน้ำนางฟ้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาไรน้ำนางฟ้าที่ค้นพบในเมืองไทย คือมีขนาด 1.7 - 4.3 เซนติเมตร ตัวเมียมีสีเข้มกว่าตัวผู้ มีถุงไข่ 1 ถุง ไข่กลม มีลวดลายคล้ายลูกตะกั่ว (นุกุลและ ละออศรี, 2547)

ความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของไรน้ำนางฟ้า

นุกุลและละออศรี (2547) ได้ศึกษาความหลากหลายชนิดของไรน้ำนางฟ้าจากแหล่งน้ำจืดในประเทศไทย ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2542 – เดือนสิงหาคม 2543 พบไรน้ำนางฟ้าจำนวน 3 ชนิด ซึ่งจัดเป็นสัตว์น้ำประจำถิ่น (endemic species) ที่พบในประเทศไทยเท่านั้น

1. ลักษณะโดยทั่วไปของไรน้ำนางฟ้ามีดังนี้

ตัวใสคล้ายกุ้ง หางแดง ตัวยาว 1.5 – 3.0 เซนติเมตร ไม่มีเปลือก (carapace) หุ้มตัว ลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ก. ส่วนหัว (head) มีตาเป็นก้านยาว 1 คู่ มีหนวด 2 คู่ หนวดคู่ที่ 1 เป็นเส้นเรียวเล็กแต่หนวด คู่ที่ 2 ของตัวผู้ยืดยาวกว่าของเมีย มีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละชนิด

ข. ส่วนอก (thorax) แบ่งเป็น 11 ปล้องแต่ละปล้องมีขาว่ายน้ำ 1 คู่ ขาเหล่านี้ทำหน้าที่ช่วยกรองอาหาร การหายใจและการว่ายน้ำ

ค. ส่วนท้อง (abdomen) แบ่งเป็น 8 ปล้อง ปล้องแรกเป็นที่อยู่ของอวัยวะเพศ ในตัวผู้มีอวัยวะเพศ (penis) 1 คู่ ส่วนในเพศเมียมีถุงไข่ 1 คู่ ปล้องที่ 2-7 ของส่วนท้องไม่มีรยางค์ ปล้องที่ 8 มีแพนหางสีแดงแยกเป็นสองแฉก ทำหน้าที่ช่วยควบคุมทิศทางในการว่ายน้ำ

2. ความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของไรน้ำนางฟ้าในประเทศไทย

2.1 ไรน้ำนางฟ้าสีรินธร (*streptocephalus Sirindhrenae* Sanoamuang, Murugan, Weekers & Dumont, 2000) ลักษณะ ตัวใส หางแดง ตัวยาว 1.3-3.0 เซนติเมตร ตัวผู้ม้วนหาง ตัวเมียมีถุงไข่ 1 คู่ อยู่ในบริเวณกลางตัวด้านท้อง ไข่กลมมีลวดลายคล้ายลูกตะกร้อเป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในประเทศไทยที่สำรวจพบแล้วในแหล่งน้ำจาก 38 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น อุดรธานี หนองบัวลำภู มหาสารคาม ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ โสธร อำนาจเจริญ อุบลราชธานี สุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ ชัยภูมิ นครราชสีมา น่าน มุกดาหาร นครพนม สกลนคร หนองคาย เลย ตาก ลำปาง แพร่ อุดรดิตถ์ เชียงราย สระบุรี เพชรบุรี ชัยนาท อุทัยธานี และสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี ลพบุรี ประจวบคีรีขันธ์ (ละออศรี และนุกูล, 2547)



ภาพที่ 1 ไรน้ำนางฟ้าสีรินธร (ที่มา: www.212cafe.com)

2.2 ไรน้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis* Sanoamuang, saengphan & Murugan, 2002)

ลักษณะ ตัวสีส้มตลอดทั้งตัว ตัวยาว 1.7-3.9 เซนติเมตร ตัวเมียมีสีเข้มกว่าตัวผู้ มีถุงไข่ 1 คู่ ไข่กลมคล้ายกับไข่ของไรน้ำสีรินธร แต่มีขนาดใหญ่กว่าประมาณสองเท่าที่สำรวจ พบแล้วอยู่ในเขต 11 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด นครราชสีมา ชัยภูมิ ลพบุรี ชัยนาท กาญจนบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี และอุทัยธานี



ภาพที่ 2 ไรน้ำนางฟ้าไทย (ที่มา: <http://img.auctiva.com>)

2.3 ไรน้ำนางฟ้าสยาม (*Streptocephalus siamensis* Sanoamuang & Saengphan)
 ลักษณะ ตัวใส สีตัวบางครั้งเป็นสีฟ้าอ่อน หางสีแดง ตัวบาง 1.1-2.0 เซนติเมตร ตัวเมียมีไข่เป็นรูป
 สามเหลี่ยมคี่พีรามิด (tetrahedral eggs) เป็นชนิดที่หายาก ปัจจุบันพบที่จังหวัดสุพรรณบุรี และ
 กาญจนบุรีเท่านั้น



ภาพที่ 3 ไรน้ำนางฟ้าสยาม (ที่มา : www.oknation.net)

อาหารและการกินอาหาร

โรน่านางฟ้ากินอาหารโดยการกรองกินอนุภาคทุกประเภทที่แขวนลอยอยู่ในน้ำทั้งที่เป็นอินทรีย์สาร และอนินทรีย์สารที่มีขนาดเหมาะสมสามารถส่งผ่านจากปากลงสู่ลำคอได้ ขนาดที่แท้จริงของปากโรน่านางฟ้าไทยยังไม่มีข้อมูลยืนยันที่ชัดเจน แต่โดยทั่วไปจะกำหนดขนาดของอาหารไว้ไม่เกิน 60 ไมโครเมตร จากการศึกษาชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงโรน่านางฟ้าพบว่า มีอาหารหลายประเภทที่สามารถนำมาเลี้ยงโรน่านางฟ้าได้ เช่น สาหร่ายสีเขียว รำ (ข้าวขาวโพล) ยีสต์ แบคทีเรีย สาหร่ายแห้ง เป็นต้น (นุกูล และคณะ, 2549)

อาหารสัตว์น้ำนอกจากจะต้องมีคุณค่าทางโภชนาการที่ครบถ้วน และปริมาณที่เพียงพอแล้ว ยังจะต้องมีรูปแบบที่สะดวกและเหมาะสมต่อชนิด และขนาดของสัตว์น้ำด้วย (เวียง, 2542) ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่าอาหารสัตว์น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่ง ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตโดยตรง นอกจากนี้ยังเป็นต้นทุนผันแปรที่สูงที่สุดของการเลี้ยงสัตว์น้ำจึงมีผลโดยตรงต่อ กำไรหรือขาดทุนของผู้เลี้ยง

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก อาจพบเกือบทุกหนทุกแห่งในธรรมชาติ ในอากาศที่เราหายใจเข้าไป ในอาหารที่เรากิน ที่ผิวหนังของร่างกาย ในทางเดินอาหาร ในปาก จมูกหรือช่องเปิดต่างๆ ของร่างกาย แต่ยังเป็นความโชคดีของเราเพราะจุลินทรีย์ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติต่อสรรพสิ่งมีชีวิตทั้งมวลในโลก ทั้งโดยตรงและทางอ้อม จุลินทรีย์เป็นตัวการทำให้เกิดกระบวนการหมัก ผลผลิตที่ได้จากการหมักนั้น ในที่นี้เราขอเรียกว่า น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ คือ การนำเอาพืช ผัก ผลไม้ สัตว์ชนิดต่าง ๆ มาหมักกับน้ำตาลทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จำนวนมากซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะไปช่วยสลายธาตุอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในพืช มีคุณค่าในแง่ของธาตุอาหารพืชเมื่อถูกย่อยสลายโดยกระบวนการย่อยสลายของแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์สารต่างๆจะถูกปลดปล่อยออกมา เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง จุลธาตุ ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต เอนไซม์ วิตามิน ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์

1. อาหาร น้ำตาล ธาตุคาร์บอน ไนโตรเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส
2. อากาศหรือแก๊ส ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นตัวแบ่งประเภทของจุลินทรีย์
3. น้ำ มีสภาพเป็นกลาง ทำให้สารอาหารอยู่ในสภาพเป็นสารละลาย จุลินทรีย์จึงสามารถนำเข้าไปในเซลล์ได้ (ถ้าเป็นน้ำสะอาด จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีขึ้น)
4. อุณหภูมิ เป็นสิ่งกำหนดอัตราและปริมาณการเจริญเติบโต เช่น กรณีเชื้อยีสต์ อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส คือ ช่วงที่เหมาะสม จะได้เชื้อดี อุณหภูมิ 30-37 องศาเซลเซียส คือ ช่วงที่ไม่เหมาะสม จะได้เชื้อร้าย เชื้อโรค
5. ความเป็นกรดด่าง (pH) เป็นตัวชี้บอกว่าจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ เช่น ยีสต์จะเจริญเติบโต ได้ดีที่สุดในที่ pH 3.5-3.8 หรือสภาพเป็นกรดสูง

น้ำหมักชีวภาพ มี 2 ประเภท คือ

1. น้ำหมักชีวภาพจากพืช ทำได้โดยการนำเศษพืชสด ผสมกับน้ำตาลทรายแดง หรือกากน้ำตาล อัตราส่วน กากน้ำตาล 1 ส่วน พืชผัก 3 ส่วน หมักรวมกันในถังปิดฝา หมักทิ้งไว้ประมาณ 3-7 วัน เราจะได้ของเหลวข้น ๆ สีน้ำตาล ซึ่งเราเรียกว่า น้ำหมักชีวภาพจากพืช
2. น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ มีขั้นตอนทำคล้ายกับน้ำหมักจากพืช แตกต่างกันตรงวัตถุดิบจากสัตว์ เช่น หัวปลา ก้างปลา หอยเชอรี เป็นต้น

เคล็ดลับในการทำน้ำหมักให้ได้ผลดี

1. ควรเลือกใช้เศษพืชผัก ผลไม้ หรือเศษอาหารที่ยังไม่บูดเน่า สับหรือบดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ในภาชนะที่มีปากกว้าง เช่น ถังพลาสติก หรือโอ่ง หากมีน้ำหมักชีวภาพอยู่แล้วให้ผสมลงไป แล้วลดปริมาณกากน้ำตาลลง ปิดฝาภาชนะทิ้งไว้ จนได้เป็นน้ำหมักชีวภาพ จากนั้นกรอกใส่ขวดปิดฝาให้สนิท รอการใช้งานต่อไป
2. ในระหว่างการหมัก ห้ามปิดฝาภาชนะจนแน่นสนิทเพราะอาจทำให้ระเบิดได้เนื่องจาก ระหว่าง การหมักจะเกิดก๊าซต่าง ๆ ขึ้น เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน เป็นต้น

3. ไม่ควรเลือกพืชจำพวกเปลือกส้ม ใช้ทำน้ำหมัก เพราะมีน้ำมันที่ผิวเปลือกจะทำให้จุลินทรีย์ไม่ย่อยสลาย (รัชนี, 2553)

น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช

การทำน้ำสกัดชีวภาพโดยการหมักเศษพืชสดในภาชนะที่มีฝาปิดปากกว้าง นำเศษผักมาผสมกับน้ำตาล ถ้าพืชผักมีขนาดใหญ่ให้สับเป็นชิ้นเล็กๆ จัดเรียงพืชผักเป็นชั้น ๆ โรยน้ำตาลทับสลับกันกับพืชผักอัตราส่วนของน้ำตาลต่อเศษผักเท่ากับ 1 : 3 หมักในสภาพไม่มีอากาศโดยการอัดผักใส่ภาชนะให้แน่น เมื่อบรรจุผักลงภาชนะเรียบร้อยแล้ว ปิดฝาภาชนะนำไปตั้งทิ้งไว้ในที่ร่มปล่อยให้หมักต่อไปประมาณ 3 - 7 วัน จะเกิดของเหลวชั้นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของสิ่งหมักเกิดขึ้นของเหลวนี้เป็นน้ำสกัดจากเซลล์พืชผักประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และอื่นๆ

ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักจากผลไม้อุดมไปด้วยฮอร์โมนพืชชนิดต่างๆ เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดี (อานัฐ, 2549)

ด้านการเกษตร

1. ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด - ด่าง ในดินและน้ำ
2. ช่วยปรับสภาพโครงสร้างของดินให้ร่วนซุย อุ่นน้ำและอากาศได้ดียิ่งขึ้น
3. ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินให้เป็นธาตุอาหารแก่พืช พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องใช้พลังงานมากเหมือนการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์

4. ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชให้สมบูรณ์ แข็งแรงตามธรรมชาติ ด้านทานโรคและ

แมลง

5. ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช ทำให้ผลผลิตสูง และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น
6. ช่วยให้ผลผลิตคงทน เก็บรักษาไว้ได้นาน

ด้านปศุสัตว์

1. ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากฟาร์มสัตว์ ไก่ สุกร ได้ภายใน 24 ชม.
2. ช่วยกำจัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ภายใน 1 - 2 สัปดาห์
3. ช่วยป้องกันโรคอหิวาห์และโรคระบาดต่างๆ ในสัตว์แทนยาปฏิชีวนะ และอื่นๆ ได้
4. ช่วยกำจัดแมลงวัน ด้วยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวัน ไม่ให้เข้าดักแด้เกิดเป็นตัว

แมลงวัน

5. ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานโรค ให้ผลผลิตสูง และ อัตราการรอดสูง

ด้านการประมง

1. ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้
2. ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ
3. ช่วยรักษาโรคแผลต่างๆในปลา กบ จระเข้ ฯลฯ ได้
4. ช่วยลดปริมาณจืดในบ่อ ช่วยให้เลนไม่เน่าเหม็น สามารถนำไปผสมเป็นปุ๋ยหมัก ใช้กับพืชต่างๆได้ดี

ด้านสิ่งแวดล้อม

1. ช่วยบำบัดน้ำเสียจากการเกษตร ปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และสถานประกอบการทั่วไป
2. ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ การเลี้ยงสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนต่างๆ
3. ปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงสัตว์ และการเพาะ-ปลูกพืช
4. กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนลดน้อยลง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
5. ช่วยปรับสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่น และมีสภาพดีขึ้น (รัชณี, 2553)

สาหร่ายคลอเรลลา

ชื่อสามัญ : สาหร่ายคลอเรลลา

ชื่อภาษาอังกฤษ : *Chlorella*

ชื่อวงศ์ : Chlorococcal

ลักษณะ : คลอเรลลาหมายถึงสิ่งเล็กๆที่มีสีเขียวเหลือง อันเป็นชื่อที่ถูกตั้งขึ้น เพราะมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง คลอเรลลาเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวที่มีลักษณะของเซลล์นำมาใช้เลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน มีนิวเคลียสค่อนข้างใหญ่ และมีผนังเซลล์ที่ค่อนข้างแข็ง ซึ่งเป็นเซลล์ลูโลส มนุษย์ไม่มีระบบเอ็นไซม์ที่ใช้ย่อยเซลล์ลูโลส ทำให้สารอาหารต่างๆในคลอเรลลาไม่สามารถหลุดออกมาทำประโยชน์ได้ จนกระทั่งเราคิดค้นวิธี กะเทาะผนังเซลล์ออก คุณค่าโภชนาการภายในคลอเรลลาจึงเป็นที่รู้จักและนิยมกันแพร่หลาย

คุณค่าทางโภชนาการและคุณประโยชน์ของคลอเรลลา

1. คลอเรลลามีโปรตีนอยู่ถึงร้อยละ 60 ในขณะที่ถั่วเหลืองให้โปรตีนร้อยละ 37 เนื้อไก่ร้อยละ 34 เนื้อวัวร้อยละ 20-30 และเนื้อปลาร้อยละ 15-20 จึงนับว่าคลอเรลลาเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ
2. นิยมใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน รวมทั้งไร่น้ำนางฟ้า ไรแดง หนอนแดง เป็นต้น
3. เมื่อสกัดคลอเรลลาด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส (electrophoresis) พบสารชนิดหนึ่งที่เรียกว่า คลอเรลลา โกรท แฟกเตอร์ (chlorella growth factor : ckg) ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของร่างกายได้โดยเฉพาะในวัยเด็ก
4. คลอเรลลามีคลอโรฟิลล์สูงมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ โดยมีอยู่ 2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมหรือเท่ากับร้อยละ 3-5 ของน้ำหนัก คลอโรฟิลล์มีสรรพคุณในการช่วยกำจัดสารพิษในร่างกายโดยดูดซับเอาสารพิษไว้ใน ลำไส้ เพื่อขับถ่ายออกไป ไม่ให้มีโอกาสแทรกซึมเข้าสู่กระแสเลือด คลอโรฟิลล์ยังมีสรรพคุณทางกระตุ้นการสมานคืนของเนื้อเยื่อ จึงช่วยสมานแผลให้หายเร็วขึ้น
5. คลอเรลลามีวิตามินอยู่ในปริมาณต่างๆกัน แต่ที่สำคัญคือวิตามินบี12 ซึ่งเป็นวิตามินที่มักพบเฉพาะในเนื้อสัตว์ และมีต่ำมากในพืช คลอเรลลาจึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้บริโภคมังสวิรัต เพราะมักขาดวิตามิน ที่สำคัญตัวนี้ ยังผลให้เสี่ยงต่อการเป็น โรคโลหิตจาง อีกวิตามินหนึ่งที่มีมากในคลอเรลลา คือ วิตามินเอ
6. คลอเรลลามีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงถึง 180 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม มีผลการศึกษาที่ยืนยันว่าเบตาแคโรทีน มีบทบาทในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้ผู้ที่รับประทานเบตาแคโรทีนสูง มีโอกาสเกิดมะเร็งในอวัยวะต่างๆ น้อยกว่าคนทั่วไป
7. ผนังเซลล์ที่กะเทาะแล้วของคลอเรลลา มีคุณค่าเป็นเส้นใยอาหาร ที่ช่วยย่อยและกระตุ้นการทำงานของลำไส้ใหญ่ให้เกิดความเคลื่อนไหวเป็นปกติ ลดอาการท้องผูก

(<http://www.bloggang.com>)

บทที่ 3

เนื้อหาการวิจัย

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. กะละมัง
2. สายอากาศ
3. หัวทราย
4. ออโตปีเปต
5. กล้องจุลทรรศน์
6. บ่อปูนซีเมนต์
7. ถังกรองน้ำ
8. เขี่ยกตวงน้ำ
9. ถังพลาสติกทรงกลมขนาด 500 ลิตร

วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

งานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 1 ศึกษาปริมาณการใช้ น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยสำหรับคลอเรลลา

ชุดการทดลองที่ 2 ศึกษาการนำคลอเรลลาที่ใช้น้ำหมักชีวภาพมาเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย

ชุดการทดลองที่ 1 ศึกษาปริมาณการใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยสำหรับคลอเรลลา

1. การวางแผนการทดลอง

การศึกษาความเข้มข้นของเซลล์คลอเรลลาที่ใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ คือ 10, 20, 30 และ 40 ส่วนในล้านส่วนเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี โดยออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design : CRD) ทำการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ

2. การเตรียมคลอเรลลาจากปุ๋ยเคมี

เตรียมบ่อซีเมนต์ขนาด กว้าง 1.6 เมตร ยาว 1.6 เมตร ทำความสะอาดและตากบ่อทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน ทำการเติมน้ำสะอาดในปริมาตร 400 ลิตร อาหารสำหรับคลอเรลลา (ตารางที่ 1) กรองหัวเชื้อคลอเรลลาลงในบ่อที่เตรียมปริมาตร 40 ลิตร ผสมโดยวิธีการกวนทุกวัน และในบ่อเลี้ยงมีการให้อากาศตลอดเวลาด้วยหัวทราย เพื่อเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำ และทำให้คลอเรลลาไม่ตกตะกอน ซึ่งบ่อเลี้ยงจะต้องวางให้ถูกแสงแดด หลังจากนั้นเมื่อคลอเรลลาอายุประมาณ 4-7 วัน หรือ มีความหนาแน่นของเซลล์ $\times 10^7$ เซลล์ ทำการกรองผ่านผ้ากรองขนาดไม่เกิน 60 ไมโครเมตร เพื่อนำไปเป็นอาหารไร่น้ำนางฟ้า และหัวเชื้อในการเพาะเลี้ยงคลอเรลลา โดยการใช้น้ำหมักชีวภาพด้วย

ตารางที่ 1 สูตรอาหารสำหรับเลี้ยงคลอเรลลา (กรัมประมง)

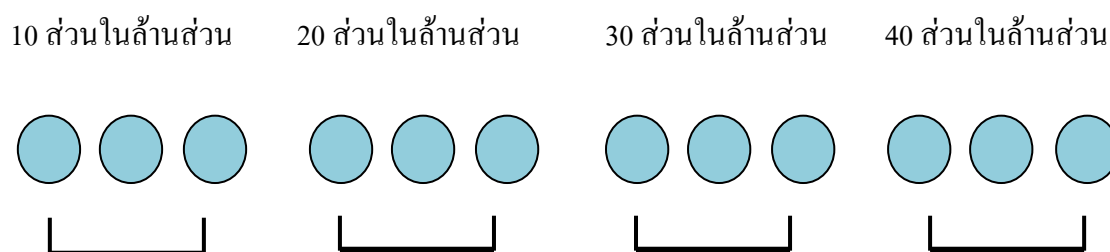
วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)
ยูเรีย 46-0-0	100
ปุ๋ย 16-20-0	60
รำ	200
ปูนขาว	75

3. การเตรียมบ่อที่ใช้เลี้ยงคลอเรลลาด้วยน้ำหมักชีวภาพ

ทำการเติมน้ำที่ผ่านการกรองด้วยถุงกรองน้ำขนาดไม่เกิน 60 ไมโครเมตร ลงถังพลาสติกทรงกลมสีขาวที่มีปริมาตร 108 ลิตร

3. วิธีดำเนินการทดลอง

เติมหัวเชื้อคลอเรลลาจากข้อ 2 12 ลิตร ลงในถังพลาสติกสีขาวที่มีปริมาณ 108 ลิตร ซึ่ง ภายบรรจุน้ำที่ผ่านการกรองด้วยถุงขนาดไม่เกิน 60 ไมโครลิตร ทำการกวนให้เข้ากันแล้วทำการสูมน้ำจำนวนเซลล์คลอเรลลาเริ่มต้นด้วยสไลด์นับเม็ดเลือด (haemocytometer) จากนั้นทำการตวงคลอเรลลาที่เตรียมลงในกะละมังพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร กะละมังละ 10 ลิตร ทั้งหมด 12 กะละมัง และเติมน้ำหมักชีวภาพลงไปในกะละมังดังต่อไปนี้คือ



ในแต่ละกะละมังจะมีการให้อากาศด้วยหัวทราย เพื่อเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำ และทำให้คลอเรลลาไม่ตกตะกอน จากนั้นนับจำนวนเซลล์ของคลอเรลลาหลังจากเวลาผ่านไป 24 และ 48 ชั่วโมง ด้วยสไลด์นับเม็ดเลือด (haemocytometer) เพื่อศึกษาความหนาแน่นของเซลล์ มีวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

ชุดการทดลองที่ 2 ศึกษาการนำคลอเรลลาที่ใช้น้ำหมักชีวภาพมาเป็นอาหารเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย

1. การวางแผนการทดลอง

การทดลอง การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยด้วยคลอเรลลาที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพ มีการวางแผนการทดลองแบบ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีชุดทดลอง 2 ชุด และทุกชุดการทดลองทำการทดลองละ 5 ซ้ำ คือ

ชุดการทดลองที่ 1 การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยเคมี

ชุดการทดลองที่ 2 การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยด้วยคลอเรลลาจากน้ำหมักชีวภาพ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน

2. การเตรียมน้ำและภาชนะที่ใช้เลี้ยง

น้ำที่ใช้ในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย เป็นน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน 10-30 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน กรองผ่านถุงกรองน้ำตาละเอียดลงสู่ถังพลาสติกทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำ 15 ลิตร ให้อากาศด้วยหัวทราย เป็นจำนวน 10 กะละมัง

3. การเตรียมพันธุ์ไร่น้ำนางฟ้าไทย

นำไข่ไร่น้ำนางฟ้าไทยและไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรไปตากแดด 6 ชั่วโมง เพื่อเป็นการกระตุ้น การพัฒนาของไข่ จากนั้นนำไข่ไร่น้ำนางฟ้าไปฟักในถังพลาสติกสีขาวที่ภายในบรรจุน้ำที่ผ่านการ กรองด้วยถุงกรองขนาดไม่เกิน 60 ไมโครเมตร 300 ลิตร จำนวน 1 ถัง ไข่ไร่น้ำนางฟ้าจะใช้ ระยะเวลาในการฟัก 6-12 ชั่วโมง จากนั้นทำการอนุบาลด้วยคลอเรลลาเป็นระยะ 5 วัน จากนั้นทำ การสูบลมซึ่งน้ำหนักเริ่มต้น พบว่า น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย เท่ากับ 0.0004 ± 0.00002 กรัม จากนั้นให้สูบลม ใช้น้ำไร่น้ำนางฟ้าลงถังเลี้ยงที่ความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตร

4. การเตรียมอาหาร

อาหารที่ใช้เป็นคลอเรลลาที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 1) และคลอเรลลาที่เลี้ยงด้วยน้ำหมัก ชีวภาพที่ระดับความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน

5. การให้อาหาร

การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าทุกชุดการทดลองจะให้คลอเรลลา 5×10^5 เซลล์ต่อปริมาตรน้ำในถัง เลี้ยง 1 มิลลิลิตร โดยจะให้คลอเรลลาทุกๆ 4 ชั่วโมง คือเวลา 12.00 น., 16.00 น., 20.00 น., 24.00 น. , 04.00 น. และ 8.00 น. ตามลำดับ เป็นเวลา 5 วัน

6. การจัดการระหว่างเลี้ยง

การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าจะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ใช้เลี้ยงร้อยละ 100 ทุกวันก่อนให้คลอเรลลา มือแรก และระหว่างการเลี้ยงจะทำการเก็บน้ำเพื่อตรวจสอบปริมาณแอมโมเนีย ด้วยวิธีฟินอล (Phenol) ในไตรต์ ด้วยวิธี คัลเลอร์ลิเมตริก (Colorimetric method) และค่าความเป็นด่าง (alkalinity) โดยจะเก็บน้ำวันเว้นวัน ก่อนทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ

7. การจัดบันทึกการเจริญเติบโต และอัตราการรอด

ทำการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าเป็นระยะเวลา 5 วัน จากนั้นทำการเก็บไร่น้ำนางฟ้ามาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน (specific growth rate) และอัตราการรอด (survival rate) ดังนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน} = \frac{\ln \text{นน.สุดท้าย} - \ln \text{นน.เริ่มต้น} \times 100}{\text{ระยะเวลาที่เลี้ยง (วัน)}}$$

$$\text{อัตราการรอด} = \frac{\text{จำนวนไร่น้ำนางฟ้าที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนไร่น้ำนางฟ้าเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}$$

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำผลของความหนาแน่นของเซลล์คลอเรลลามาทดสอบความแตกต่างทางสถิติ ด้วยการวิเคราะห์การแปรปรวนแบบ Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลอง คือ Duncan's New -Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และนำข้อมูลอัตราการรอด การเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของไร่น้ำนางฟ้าไทย มาทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วย T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

9. สถานที่ทำการทดลอง

โรงเพาะฟักสัตว์น้ำ สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี

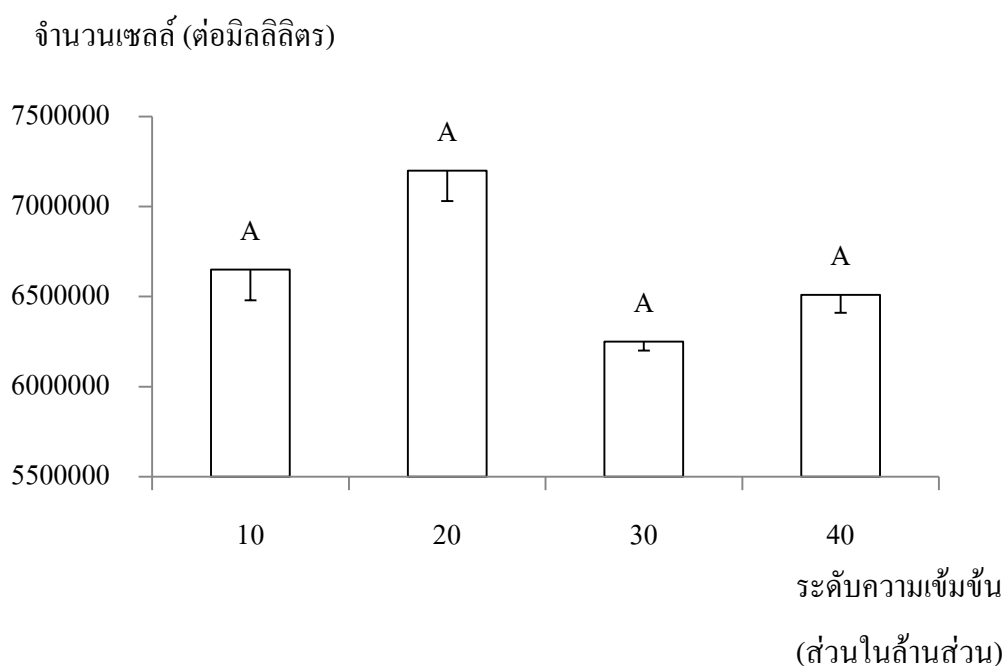
บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ผลการศึกษาศึกษาปริมาณการใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยสำหรับคลอเรลลา

1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยสำหรับคลอเรลลา

ผลการศึกษาปริมาณการใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยสำหรับคลอเรลลา พบว่าน้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์คลอเรลลาได้มากที่สุดคือ $7.2 \times 10^6 \pm 1.7 \times 10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และที่ระดับความเข้มข้น 10 , 30 และ 40 ส่วนในล้านส่วน สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์คลอเรลลาได้ $6.65 \times 10^6 \pm 1.7 \times 10^5$, $6.25 \times 10^6 \pm 5 \times 10^4$ และ $6.51 \times 10^6 \pm 1.0 \times 10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ($p > 0.05$) ดังภาพที่ 4

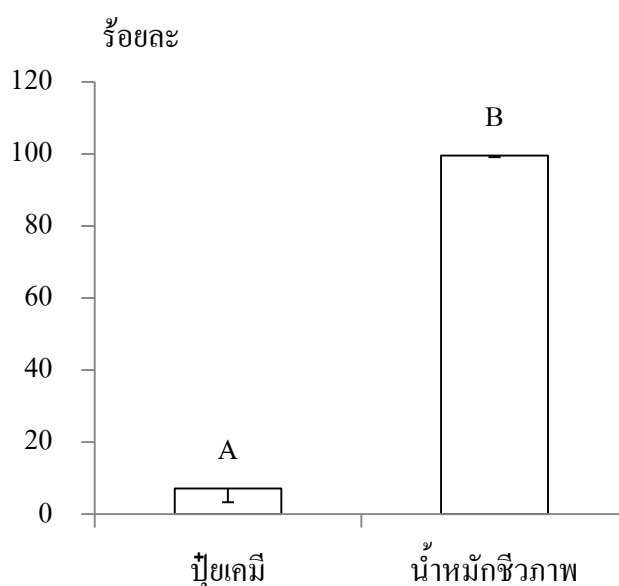


ภาพที่ 4 การเพิ่มจำนวนของเซลล์คลอเรลลาที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ

ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาการนำคลอเรลลาที่ใช้น้ำหมักชีวภาพมาเป็นอาหารเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย

1. ผลการศึกษาอัตราการรอด (survival rate) ของไร่น้ำนางฟ้าไทย

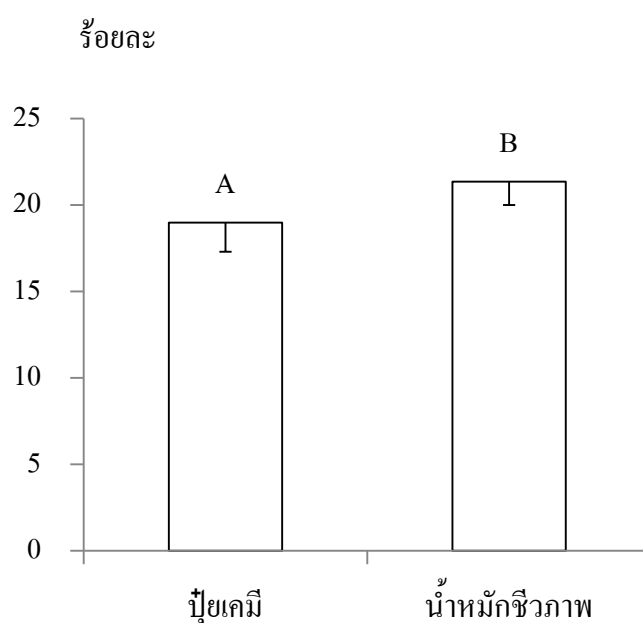
จากการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าด้วยคลอเรลลาที่ใช้น้ำหมักชีวภาพความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วนเป็นปุ๋ยเทียบกับการให้คลอเรลลาที่ใช้นุ้เคมีเป็นระยะเวลา 5 วัน พบว่าไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากน้ำหมักชีวภาพ มีอัตราการรอดเฉลี่ยร้อยละ 99.5111 ± 0.40 และอัตราการรอดของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยเคมีเฉลี่ยร้อยละ 7.1111 ± 3.83 ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 อัตราการรอดของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยเคมีและคลอเรลลาจากน้ำหมักชีวภาพ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน

2. ผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน (Specific growth rate) ของไร่น้ำนางฟ้าไทย

หลังจากการให้คลอเรลลาที่เลี้ยงด้วยสูตรปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพเทียบกับปุ๋ยเคมีเป็นระยะเวลา 5 วัน จากนั้นนำไร่น้ำนางฟ้าขึ้นมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน พบว่าไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายคลอเรลลาจากน้ำหมักชีวภาพมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันเพิ่มขึ้นมากกว่าไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยเคมี ($p < 0.05$) คือ ร้อยละ 21.3552 ± 1.35 และ ร้อยละ 18.9700 ± 1.67 ตามลำดับ ดังภาพที่ 6



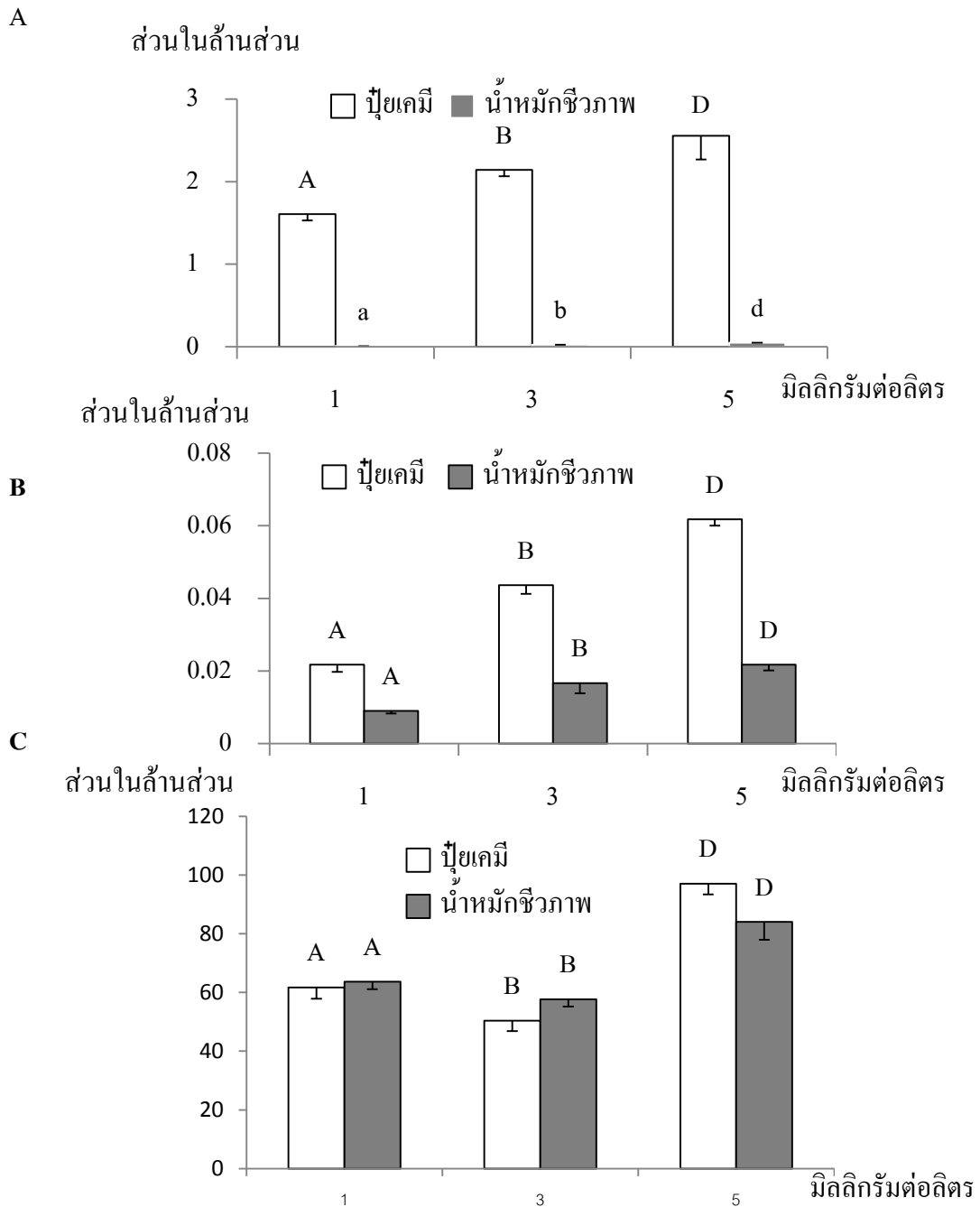
ภาพที่ 6 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยเคมี และคลอเรลลาจากน้ำหมักชีวภาพ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ในระหว่างการเลี้ยงโรน้านางฟ้าจะทำการเก็บน้ำเพื่อตรวจสอบปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และค่าความเป็นด่าง โดยจะเก็บน้ำก่อนทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำในวันที่ 1, 3 และ 5 ของการเลี้ยง ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำ พบว่าน้ำเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยที่ให้คลอเรลลาจากปุ๋ยเคมีเป็นอาหาร มีปริมาณแอมโมเนีย ($p < 0.05$) และไนไตรท์ ($p > 0.05$) สูงกว่าคลอเรลลาจากน้ำหมักชีวภาพ ดังนี้ ปริมาณแอมโมเนียของโรน้านางฟ้าที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยเคมีในวันที่ 1 คือ 1.6081 ± 0.08 ส่วนในล้านส่วน วันที่ 3 คือ 2.144 ± 0.08 ส่วนในล้านส่วน และวันที่ 5 คือ 2.5573 ± 0.29 ส่วนในล้านส่วน และปริมาณแอมโมเนียของโรน้านางฟ้าไทยที่ให้คลอเรลลาจากน้ำหมักชีวภาพในวันที่ 1 คือ 0.0102 ± 0.002 ส่วนในล้านส่วน วันที่ 2 คือ 0.0253 ± 0.002 ส่วนในล้านส่วน และวันที่ 3 คือ 0.0500 ± 0.001 ส่วนในล้านส่วน ดังรูปที่ 7 A

ปริมาณไนไตรท์ของโรน้านางฟ้าไทยที่ให้คลอเรลลาจากปุ๋ยเคมีในวันที่ 1 คือ 0.0217 ± 0.002 ส่วนในล้านส่วน วันที่ 2 คือ 0.0436 ± 0.002 ส่วนในล้านส่วน และวันที่ 3 คือ 0.0618 ± 0.002 ส่วนในล้านส่วน และปริมาณไนไตรท์ของโรน้านางฟ้าไทยที่ให้คลอเรลลาจากน้ำหมักชีวภาพในวันที่ 1 คือ 0.0090 ± 0.001 ส่วนในล้านส่วน วันที่ 2 คือ 0.0166 ± 0.003 ส่วนในล้านส่วน และวันที่ 3 คือ 0.0218 ± 0.002 ส่วนในล้านส่วน ดังรูปที่ 7 B

ค่าความเป็นด่างของน้ำที่ใช้เลี้ยงโรน้านางฟ้าด้วยคลอเรลลาที่ใช้สารเคมีและน้ำหมักชีวภาพเป็นปุ๋ยอยู่ในช่วง 57.6667 ± 2.52 ถึง 97.00 ± 3.61 มิลลิกรัมต่อลิตร ($p > 0.05$) ซึ่งวันที่ 1 เท่ากับ 61.6667 ± 3.79 และ 63.6667 ± 2.52 มิลลิกรัมต่อลิตร วันที่ 3 เท่ากับ 50.3333 ± 3.51 และ 57.6667 ± 2.52 มิลลิกรัมต่อลิตร และวันที่ 5 เท่ากับ 97.00 ± 3.61 และ 84.00 ± 6.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 7 C



ภาพที่ 7 คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าด้วยคลอเรลลาที่ใช้ปุ๋ยเคมีและน้ำหมักชีวภาพ

วันที่ 1, 3 และ 5 (A) ปริมาณแอมโมเนีย (B) ปริมาณไนไตรท์ (C) ค่าความเป็นด่าง
 หมายเหตุ : การทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติเป็นการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในช่วง
 ระยะเวลา เดียวกัน

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาครั้งนี้เพื่อหาระดับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา ในระดับต่างกัน 4 ระดับ คือ 10, 20, 30 และ 40 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ที่ระดับความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ของคลอเรลลาได้มากที่สุด

พบว่าในสาหร่ายคลอเรลลาที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่าสาหร่ายคลอเรลลาที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยเคมี และซึ่งทำให้อัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยเคมี ซึ่งจากการรายงานของ นุฑกุล (ม.ป.ป) พบว่าการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไม่ควรให้มีปริมาณแอมโมเนียรวม เกินกว่า 1.5 ส่วนในล้านส่วน เนื่องจากถ้ามีปริมาณแอมโมเนียสูงเป็นพิษต่อไร่น้ำนางฟ้าไทยและยังทำให้ไร่น้ำนางฟ้าไทยหยุดกินอาหารซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทดลองชุดที่ 1 น้ำหมักชีวภาพที่ระดับความเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ของคลอเรลลาได้มากที่สุด

การทดลองชุดที่ 2 สาหร่ายคลอเรลลาที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นอาหารในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยมากกว่าคลอเรลลาที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยเคมี

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการใช้น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ จากปลา หรือแหล่งอื่นๆที่มีไซจากพืชมาเป็นปุ๋ยสำหรับคลอเรลลา

บรรณานุกรม

- นุกูล แสงพันธุ์ และละออศรี เสนาะเมือง. 2547. การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้า. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 4 หน้า.
- นุกูล แสงพันธุ์ โฆสิต ศรีภูธร และละออศรี เสนาะเมือง. 2549. ไร่น้ำนางฟ้า : จิวแต่แจ้ว. ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 85 หน้า.
- นุกูล แสงพันธุ์. ม.ป.ป. คู่มือการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้า. วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี, สุพรรณบุรี. 38 หน้า.
- มันสิน ตันกุลเวศม์. 2543. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 233 หน้า.
- ละออศรี เสนาะเมือง และนุกูล แสงพันธุ์. 2547. ไร่น้ำนางฟ้า สัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่ หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ วันที่ 17 พฤษภาคม 2547. หน้า 7.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 255 หน้า.
- อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2542. หลักการวางแผนการทดลอง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 374 หน้า.
- อานัฐ ตันโช. 2549. เกษตรกรรมชาติประยุกต์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ คณะผลิตกรรมเกษตร ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม, เชียงใหม่. 123 หน้า.
- Velu, S.C. and Munuswamy N. 2003. Nutritional evaluation of decapsulated cysts of fairy shrimp. (*Streptocepharus dichotomus*) for ornamental fish larval rearing. *Aqua. Res.*, 34: 967-974.
- รัชณี คุณานุวัฒน์. ภูมิปัญญาชาวบ้าน...การทำน้ำหมักชีวภาพ. [online]. เข้าถึงจาก [http:// www.kroobannok.com](http://www.kroobannok.com) : 2553.
- [online]. เข้าถึงจาก <http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=nane09&month=22-02-2010&group=6&gblog=2> ค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2555.
- [online]. เข้าถึงจาก <http://img.auctiva.com> ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2555.
- [online]. เข้าถึงจาก <http://www.oknation.net> ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2555.
- [online]. เข้าถึงจาก [http:// www.212cafe.com](http://www.212cafe.com) ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2555.

ภาคผนวก

การผลิตน้ำหมักชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. พืชผักหรือผลไม้
2. น้ำตาลทรายธรรมชาติ
3. น้ำสะอาด
4. ถังพลาสติก
5. ขวดพลาสติก

วิธีทำ

1. นำพืชผักหรือผลไม้หั่นเป็นชิ้น ล้างให้สะอาด แล้วนำมาใส่ถังหมักที่มีฝาปิด
2. จากนั้นเติมน้ำตาลทรายธรรมชาติลงไปในถัง และเติมน้ำสะอาดลงไปให้พอท่วมพืชผักหรือผลไม้ ในอัตราส่วน 1:5
3. คนให้เข้ากัน ปิดฝาให้สนิท เอาไว้ในที่ร่ม อย่าให้ถูกแสงแดด และใช้ระยะเวลาในการหมัก 6 เดือน
4. เมื่อครบระยะเวลาการหมัก ให้เปิดฝาดู จะเห็นแผ่นวุ้นสีขาวขุ่นอยู่บริเวณผิวหน้าของน้ำหมักชีวภาพ แสดงว่าน้ำหมักชีวภาพนี้มีคุณภาพที่ดี
5. จากนั้นกรองน้ำหมักชีวภาพผ่านผ้าขาวบาง แล้วบรรจุลงขวดพลาสติก เพื่อเก็บไว้ใช้

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลายไฮโปคลอไรต์

ใช้ sodium hypochlorite ซึ่งมีคลอรีนร้อยละ 5.5 หรือน้ำยาฟอกสีที่มีคลอรีนร้อยละ 5 เก็บในภาชนะทึบแสงและในตู้มืด

2. alkaline stock solution

sodium citrate 100 กรัม และ sodium hydroxide 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นกำจัดคลอรีน ปริมาตรให้ครบ 5,000 มิลลิลิตร

3. oxidizing reagent

alkaline stock solution 4 ส่วนผสม hypochlorite stock 1 ส่วนเก็บในขวดทึบแสง

4. sodium nitroprusside solution

ละลาย sodium nitroprusside 1 กรัม ในน้ำกลั่นกำจัดคลอรีนให้ครบ 200 มิลลิลิตร

5. phenol reagent

phenol 25 กรัม ละลายใน ethyl alcohol 95 % เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรครบ 500 มิลลิลิตร

6. สารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย (Standard ammonia solution)

ammonia , chloride อบแห้งทำให้เย็นในโถดูดความชื้น 1.909 กรัม ในน้ำกลั่นกำจัดคลอรีน

เติมน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร เจือจางสารละลายมาตรฐาน 100 เท่า ใช้ volumetric pipet 5 มิลลิลิตร ดูดสารละลายมาตรฐาน เติมน้ำกลั่นครบ 500 มิลลิลิตร

2. การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดรูปกรวย ขนาด 250 มิลลิลิตร

2. น้ำกลั่นที่ปราศจากไนไตรต์

3. สารละลายซัลฟานิลาไมด์

เติมกรดไฮโดรคลอริก 50 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร แล้วละลายซัลฟานิลาไมด์ 5 กรัม ลงในของผสมนี้เติมน้ำกลั่นให้ครบ 500 มิลลิลิตร

4. สารละลายโซเดียม ออกซาเลต 0.05 นอร์มัล

ละลายโซเดียมออกซาเลต 3.35 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร

5. สารละลายมาตรฐาน โพแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.05 นอร์มัล

ละลาย KMnO_4 8 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร เก็บในขวดสีชาตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 สัปดาห์ รินหรือดูดสารละลายนี้เฉพาะส่วนบนโดยไม่คนตะกอนให้ขึ้นมาเพื่อนำไป standardize ตามวิธีต่อไปนี้ ชั่งโซเดียมออกซาเลตแอนไฮดรัส ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) หลายๆ ตัวอย่างให้น้ำหนักอยู่ระหว่าง 100-200 มิลลิกรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร แต่ละบีกเกอร์เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และคนให้ละลาย เติมกรดซัลฟูริก (1+1) 10 มิลลิลิตรและทำให้ร้อนอย่างรวดเร็วจนถึงอุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส ไตเตรตอย่างรวดเร็วด้วยสารละลายโพแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่จะเทียบมาตรฐานความเข้มข้น เขย่าอย่างสม่ำเสมอจนถึงจุดยุติได้สีชมพูซึ่งจะคงตัวอย่างน้อย 1 นาที ขณะไตเตรตอย่าปล่อยให้อุณหภูมิต่ำกว่า 85 องศาเซลเซียส ควรอุ่นบีกเกอร์ตลอดการไตเตรต ถ้าโซเดียมออกซาเลต 100 มิลลิลิตร จะใช้สารละลายโพแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตประมาณ 6 มิลลิลิตร ทำแบบลงค์โดยใช้ น้ำกลั่นกับกรดซัลฟูริก

6. สารละลายสต็อกไนไตรต์ เข้มข้น 250 มิลลิกรัม/ลิตร

เตรียมสารละลายสต็อก โดยชั่งโซเดียมไนไตรต์ (NaNO_2) 1.232 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และเจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร ดังนั้น 1 มิลลิลิตรเท่ากับ 250 ug N เก็บรักษาด้วยคลอโรฟอร์ม 1 มิลลิกรัม

3. การวิเคราะห์ปริมาณความเป็นต่าง

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องชั่ง
2. ปิเปตต์ (pipette)

3. ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask)
4. ขวดเออร์เลนเมเยอร์ (erlenmeyer Flask)
5. หลอดหยด (dropper)
6. บีกเกอร์ (beaker)
7. บิวเรตต์พร้อมขาตั้ง
8. สารละลายมาตรฐาน Na_2CO_3 0.01 โมล/ลิตร หรือ 0.02 N

วิธีการเตรียม

เตรียมได้โดยการอบ Na_2CO_3 ที่ 260 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็น แล้วชั่งมา 1.060 กรัม ละลายในน้ำ 1000 มิลลิลิตร

9. สารละลายมาตรฐาน กรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.01 โมล/ลิตร หรือ 0.02 N

วิธีการเตรียม

1. เตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 นอร์มัล หรือ 0.5 โมลต่อลิตร (โมลาร์) จากกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (ร้อยละ 98, 1.84 กิโลกรัมต่อลิตร) ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 36 นอร์มัล หรือ 18 โมลาร์ โดยปี เปตกรดเข้มข้นมา 28.3 มิลลิลิตร ละลายในน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. ปีเปตสารละลายในข้อ 1) มา 10 มิลลิลิตร ละลายในน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะมี กรดซัลฟิวริก เข้มข้นประมาณ 0.01 โมล/ลิตร หรือ 0.02 N

3. ปีเปต (0.01 โมล/ลิตร) Na_2CO_3 จำนวน 20 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ลงไป 80 มิลลิลิตร หยด methyl orange ลงไป 2 - 3 หยด ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.01 โมล/ลิตร หรือ 0.02 N จนได้จุดยุติซึ่งสีของอินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนจากเหลืองเป็นสีส้ม (มันสัน, 2543)



ภาพผนวกที่ 1 การเตรียมไขโรน้านางฟ้าเพื่อนำมาปัก



ภาพผนวกที่ 2 กะละมังพลาสติกที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ใช้ในการเลี้ยงคลอเรลลา



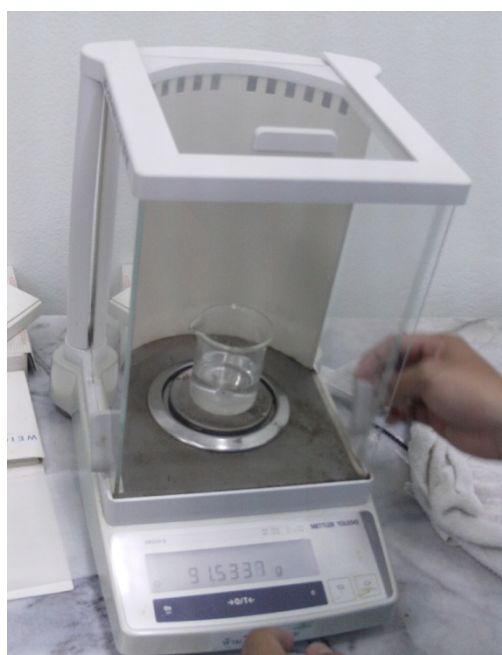
ภาพผนวกที่ 3 น้ำหมักชีวภาพที่ใช้สำหรับเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา



ภาพผนวกที่ 4 การนับเซลล์สาหร่ายคลอเรลลา



ภาพผนวกที่ 5 กะละมังพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ที่เลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย



ภาพผนวกที่ 6 ชั่งน้ำหนักไร่น้ำนางฟ้า