

การศึกษาโครงสร้างแสงที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำ

The Study of Optimum Light Structures for the Production of the Aquatic Macrophyte (*Wolffia globosa*)

นิตยา เกตุแก้ว * และ ศักดิ์ศรี รักไทย

Nittaya Ketkaew * and Saksri Rakthai

Received: 2 July 2020, Revised: 2 November 2020, Accepted: 8 December 2020

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความเข้มแสง และ 2) ศึกษาช่วงระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำ วิธีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นตอนที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วยความเข้มแสงที่ต่างกัน 5 ระดับๆ ละ 4 ชั่วโมง คือ 4,000, 8,000, 12,000, 16,000 และ 20,000 ลักซ์ ตามลำดับ เพื่อคัดเลือกระดับความเข้มแสงที่มีผลทำให้มีผลผลิตไข่น้ำเพิ่มขึ้นสูงสุดมาทำการศึกษาในขั้นตอนที่ 2 และ 2) ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วยช่วงระยะเวลาการรับแสงที่ต่างกัน 5 ระดับๆ ละ 4 ชั่วโมง คือ 8, 10, 12, 14 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ เก็บรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทุกวันๆ ละ 2 ครั้ง น้ำหนักไข่น้ำสดทุกๆ 5 วัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วัน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาพบว่าโครงสร้างแสงที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไข่น้ำคือ ความเข้มแสงที่ระดับ 12,000 ลักซ์ ช่วงระยะเวลาการรับแสง 14 ชั่วโมงต่อวัน ผลผลิตไข่น้ำเพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 295.20 ± 17.96 กรัม และน้ำหนักแห้ง 11.44 ± 0.66 กรัม

คำสำคัญ: โครงสร้างแสง, การผลิต, ไข่น้ำ

หลักสูตรเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน เลขที่ 833 ถนนพระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

Department of Environmental Technology for Agriculture, Faculty of Science and Technology, Pathumwan Institute of Technology, 833 Rama 1 Road, Wangmai, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand.

* ผู้พิมพ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): nitta.2513@gmail.com Tel: 08 8275 1499

ABSTRACT

The objectives of this study were to (1) examine the light intensity and to (2) investigate the light period for the production of *Wolffia globosa*. The methodology of this research was divided into 2 steps: (1) the first step employed a completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 4 replications including 4,000, 8,000, 12,000, 16,000 and 20,000 lux in order to select the light intensity level affecting the maximum marginal yields, and (2) the second step used a completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 4 replications including 8, 10, 12, 14 and 16 hours per day, respectively. The data were collected twice per day as follows: temperature, pH and electrical conductivity of water quality for every 5 days for the 30-day period. The data were analyzed by means of analysis of variance (ANOVA) and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 0.05 level of significance. The results showed that the optimum light structure for the production of the aquatic macrophyte (*Wolffia globosa*) was light intensity 12,000 lux with 14 hours per day of the light period which produced maximum marginal the aquatic macrophyte yield (295.20 ± 17.96 grams) and the aquatic macrophyte dry weight yields (11.44 ± 0.66 grams).

Key words: light structures, production, the aquatic macrophyte

บทนำ

ใ้มน้ำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Wolffia globosa* (L.) Wimm. จัดเป็นพืชลอยน้ำ อยู่ในวงศ์ Lemnaceae (duckweed) มีขนาดเล็กมองเห็นเป็นเม็ดสีเขียวกลมหรือเกือบกลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-1.5 มิลลิเมตร ใ้มน้ำพบมากทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (Panwanitdumrong, 2009) ใ้มน้ำมีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ (Rowchai and Somboon, 2007) ปริมาณคลอโรฟิลล์ 30.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แคลโรทีนอยด์รวม 699.5 ไมโครกรัมต่อกรัม (air-dry basis) (Niyanuch and Tangwongchai, 2010) ใ้มน้ำจึงเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกชนิดหนึ่งที่ใช้ระยะเวลาขยายพันธุ์สั้น ได้ผลผลิตมาก และต้นทุนการผลิตต่ำ (Tira-umphon and Nitwatthanakull, 2018) ปัจจุบันมีการนำใ้มน้ำไปใช้ในการบริโภคหลายรูปแบบ เช่น ทำเป็นส่วนผสมช็อกโกแลตชิพมัทฟิน (Boonwittaya *et al.*, 2016) ทำเป็นผลิตภัณฑ์ใ้มน้ำแผ่น

(Deepanya, 2012) เป็นอาหารสัตว์น้ำ การบริโภคแบบสด หรือแบบแห้ง เป็นส่วนผสมในอาหารปลา (Sricharoen *et al.*, 2001) รังสีปลาสวยงาม (Panwanitdumrong, 2009) และเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ปีก (Chantiratikul *et al.*, 2010) แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไป แหล่งน้ำตื้นเขิน เป็นผลให้พบใ้มน้ำในธรรมชาติได้น้อยลง รวมทั้งปัญหาแหล่งน้ำสกปรกและเน่าเสีย (Tira-umphon and Nitwatthanakull, 2018) ใ้มน้ำจึงมีข้อจำกัดด้านการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องสุขอนามัย และสารพิษตกค้าง (Jutasong, 1999) ด้วยเหตุนี้การศึกษาวิจัยในปัจจุบันจึงให้ความสำคัญกับการศึกษาวิธีเพิ่มผลผลิตใ้มน้ำและควบคุมคุณภาพของใ้มน้ำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น อาทิ เช่น การผลิตใ้มน้ำด้วยปุ๋ยไฮโดรโปนิคส์ทำให้ใ้มน้ำเจริญเติบโตเร็ว สะอาด ปลอดภัย และไม่มีกลิ่นคาว (Damna *et al.*, 2017) การผลิตใ้มน้ำที่ความ

หนาแน่นเริ่มต้น 15 เปอร์เซ็นต์ (Ruckaewma, 2011) การเก็บเกี่ยวไข่น้ำที่ระยะเวลาการผลิต 20 วัน (Tira-umphon and Nitwatthanakull, 2018) การผลิตไข่น้ำในระบบน้ำไหลเวียนในแนวราบที่ทำให้ได้ผลผลิตไข่น้ำมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเลี้ยงในระบบน้ำนิ่ง (Ruckaewma *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตามนอกจากวิธีการเพิ่มผลผลิตไข่น้ำดังกล่าวข้างต้นแล้ว หลักการควบคุมโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติก็เป็นหลักการหนึ่งที่สามารถใช้ในการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพของไข่น้ำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติในแต่ละพื้นที่ที่มีความเฉพาะและแตกต่างกัน ดังนั้นหากควบคุมโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติได้แล้วจะส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตรที่ดียิ่งขึ้นได้ เห็นได้จากการศึกษาการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในการปลูกผักสลัดในระบบไฮโดรโปนิคส์โดยใช้รากพืชแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง (Nutrient Film Technique, NFT) ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (Sangkrasae *et al.*, 2015) การควบคุมความเป็นกรดด่าง และอุณหภูมิของสารอาหารอัตโนมัติสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ (Chaowanakun *et al.*, 2018) การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อลดการติดเชื้อ *Phytophthora palmyra* (Khunjet, 2017) ด้วยเหตุนี้การวิจัยครั้งนี้จึงนำหลักการควบคุมโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติมาพัฒนาเป็นการศึกษาโครงสร้างแสงที่มีผลต่อผลผลิตไข่น้ำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้มแสง และระยะเวลาการรับแสงที่มีผลต่อผลผลิตไข่น้ำในพื้นที่อำเภอนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยแบ่งการศึกษออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำจากระดับความเข้มแสง 5 ระดับแล้วคัดเลือกระดับความเข้มแสงที่มีผลทำให้ได้ผลผลิตไข่น้ำสูงสุด มาทำการศึกษาในขั้นตอนที่ 2) คือ ศึกษาช่วงระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมต่อ

การผลิตไข่น้ำ 5 ระดับ และคัดเลือกช่วงระยะเวลาการรับแสงที่ดีที่สุด นำมาสรุปเป็นโครงสร้างแสงที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไข่น้ำ ผลจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ นอกจากจะได้โครงสร้างแสงที่ประกอบด้วยระดับความเข้มแสง และช่วงระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำแล้วยังสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยการสร้างเทคโนโลยีเพื่อควบคุมโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติที่มีผลต่อผลผลิตไข่น้ำภายใต้หลักการวิจัยและพัฒนา 4 ขั้นตอนคือ การศึกษาโครงสร้างสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อผลผลิตไข่น้ำ การสร้างเทคโนโลยีเพื่อควบคุมโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติที่มีผลต่อผลผลิตของไข่น้ำ การทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี และการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์โดยผู้ที่ใช้จริงในห้องถัดไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตไข่น้ำ และ 2) ศึกษาช่วงระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตไข่น้ำ รายละเอียดมีดังนี้

1. ศึกษาความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตของไข่น้ำ

1.1 ตัวแปรต้นได้แก่ ความเข้มแสงซึ่งมี 5 ระดับคือ 4,000, 8,000, 12,000, 16,000 และ 20,000 ลักซ์ ตัวแปรตามจำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ, ความเป็นกรดด่าง, ค่าการนำไฟฟ้า และ น้ำหนักสด และแห้งไข่น้ำ และ ตัวแปรควบคุม จำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ น้ำที่ใช้ทดลอง น้ำหนักไข่น้ำสดเริ่มต้น ชนิด และปริมาณสารละลายธาตุอาหารพืช ระยะเวลาการเลี้ยง ความลึกของน้ำ และระยะเวลาการรับแสง

1.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย

5 สิ่งทดลอง 4 ซ้ำ รวม 20 หน่วยทดลอง แต่ละสิ่งทดลองได้รับความเข้มแสงต่างกัน 5 ระดับคือ 4,000, 8,000, 12,000, 16,000 และ 20,000 ลักซ์ ตามลำดับ

1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องวัดความเข้มแสง อุณหภูมิ ความเป็นกรดค่า การนำไฟฟ้า เครื่องชั่ง เครื่องอบลมร้อน ภาชนะพลาสติกสีดำทรงกลม หลอดไฟชนิดหลอดขาวพร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องหน่วงเวลา สวิตช์ไฟอัตโนมัติ บรรทัดชั้นเหล็กสำหรับวางชุดการทดลอง สารละลายธาตุอาหารพืช น้ำสะอาด ไข่น้ำสด สารเคมีปรับความเป็นกรดค่าของน้ำ

1.4 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

1.4.1 เตรียมชุดการทดลอง 20 หน่วยทดลอง ในแต่ละหน่วยทดลองประกอบด้วย น้ำดื่ม สารละลายธาตุอาหารพืชความเข้มข้น 0.77 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าความเป็นกรดค่า (pH) ในระดับ 5.70 จำนวน 12 ลิตร ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ไข่น้ำสด 30.00 กรัม จากแหล่งน้ำธรรมชาติ คัดล้างหลอดไฟโดยปรับให้มีความเข้มแสงตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง

1.4.2 เก็บข้อมูลตัวแปรตาม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดค่า และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทุกวันๆ ละ 2 ครั้ง น้ำหนักไข่น้ำสดทุกๆ 5 วัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วันเก็บรวบรวมไข่น้ำทั้งหมด ชั่งน้ำหนักสดและนำไปอบแห้งโดยใช้เครื่องอบลมร้อน

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตน้ำหนักสดของไข่น้ำที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักแห้งไข่น้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรดค่า ค่าการนำไฟฟ้า โดยนำข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณค่าทางสถิติ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. ศึกษาระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตไข่น้ำ

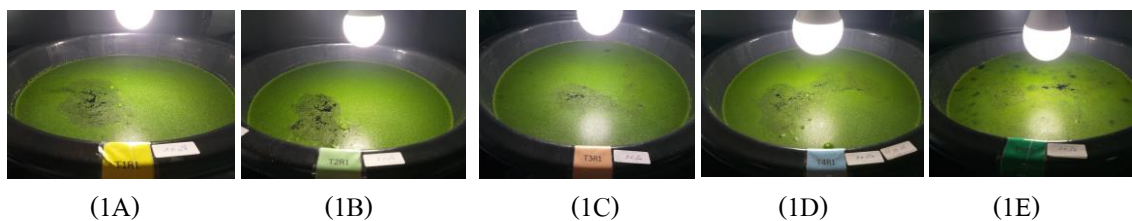
ดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนการศึกษา เช่นเดียวกับการศึกษาระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตของไข่น้ำ โดยนำระดับความเข้มแสงที่ทำให้ได้ผลผลิตไข่น้ำสูงสุดที่ได้จากการศึกษาในข้อ 1 มาทำการศึกษาระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตไข่น้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) 5 สิ่งทดลอง คือ 8, 10, 12, 14 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ รวม 20 หน่วยทดลอง โดยใช้ไข่น้ำสด 30.00 กรัม ที่เป็นผลผลิตที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตไข่น้ำ

1.1 อุณหภูมิ ความเป็นกรดค่า และค่าการนำไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26.97-28.16 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดค่าอยู่ระหว่าง 5.70-7.39 และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.69-0.89 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

1.2 ลักษณะทางกายภาพของไข่น้ำ ผลการศึกษา พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 ความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ สิ่งทดลองที่ 2 ความเข้มแสง 8,000 ลักซ์ สิ่งทดลองที่ 3 ความเข้มแสง 12,000 ลักซ์ และสิ่งทดลองที่ 4 ความเข้มแสง 16,000 ลักซ์ ไข่น้ำมีลักษณะปกติ สีเขียวเข้ม ไม่มีสิ่งเจือปน ไข่น้ำเพิ่มปริมาณเต็มพื้นที่ผิวน้ำดังแสดงในภาพที่ 1A, 1B, 1C และ 1D ตามลำดับ ในขณะที่สิ่งทดลองที่ 5 ความเข้มแสง 20,000 ลักซ์ พบตะไคร่น้ำเกิดขึ้นรวมอยู่กับไข่น้ำเล็กน้อย ดังแสดงในภาพ 1E



ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของไข่น้ำภายใต้ความเข้มแสงที่ต่างกันเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วัน คือ
 สิ่งทดลองที่ 1 ความเข้มแสง 4,000 ลักซ์ (1A) สิ่งทดลองที่ 2 ความเข้มแสง 8,000 ลักซ์ (1B)
 สิ่งทดลองที่ 3 ความเข้มแสง 12,000 ลักซ์ (1C) สิ่งทดลองที่ 4 ความเข้มแสง 16,000 ลักซ์ (1D)
 สิ่งทดลองที่ 5 ความเข้มแสง 20,000 ลักซ์ (1E)

1.3 ผลผลิตของไข่น้ำ ผลการศึกษา
 โครงสร้างแสงที่มีต่อการผลิต จำแนกผลผลิตของ
 ไข่น้ำออกเป็น 2 ส่วน คือ น้ำหนักไข่น้ำสดที่เพิ่มขึ้น
 เฉลี่ยและน้ำหนักแห้งไข่น้ำ รายละเอียดดังนี้

1.3.1 น้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย
 ภายใต้ความเข้มแสงต่างกัน 5 ระดับ ผลการศึกษา
 พบว่า สิ่งทดลองที่ 2 ความเข้มแสง 8,000 ลักซ์
 มีน้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ
 156.70 ± 12.41 กรัม รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ 4 ความ
 เข้มแสง 16,000 ลักซ์ มีน้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย
 151.76 ± 24.96 กรัม สิ่งทดลองที่ 3 ความเข้มแสง
 12,000 ลักซ์ มีน้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย
 144.32 ± 19.63 กรัม สิ่งทดลองที่ 5 ความเข้มแสง
 20,000 ลักซ์ น้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย
 137.08 ± 22.23 กรัม และ สิ่งทดลองที่ 1 ความเข้มแสง
 4,000 ลักซ์ น้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่ำสุด
 เท่ากับ 79.58 ± 7.59 กรัมตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์

ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1)

1.3.2 น้ำหนักแห้งของไข่น้ำเมื่อสิ้นสุด
 การทดลองภายใต้ความเข้มแสงต่างกัน 5 ระดับ ผล
 การศึกษาพบว่า สิ่งทดลองที่ 2 ความเข้มแสง 8,000
 ลักซ์ มีน้ำหนักไข่น้ำแห้งเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ
 6.59 ± 0.24 กรัม รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ 4 ความเข้ม
 แสง 16,000 ลักซ์ มีน้ำหนักไข่น้ำแห้งเฉลี่ย
 6.37 ± 0.46 กรัม สิ่งทดลองที่ 3 ความเข้มแสง 12,000
 ลักซ์ มีน้ำหนักไข่น้ำแห้งเฉลี่ย 6.11 ± 0.35 กรัม สิ่ง
 ทดลองที่ 5 ความเข้มแสง 20,000 ลักซ์ น้ำหนักไข่น้ำ
 แห้งเฉลี่ย 5.86 ± 0.43 กรัม และ สิ่งทดลองที่ 1 ความ
 เข้มแสง 4,000 ลักซ์ น้ำหนักไข่น้ำแห้งเฉลี่ยต่ำสุด
 เท่ากับ 3.82 ± 0.10 กรัมตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์
 ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1) และเมื่อวิเคราะห์
 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในไข่น้ำ พบว่าทุกสิ่งทดลอง
 มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยระหว่าง 3.49-3.50 เปอร์เซ็นต์

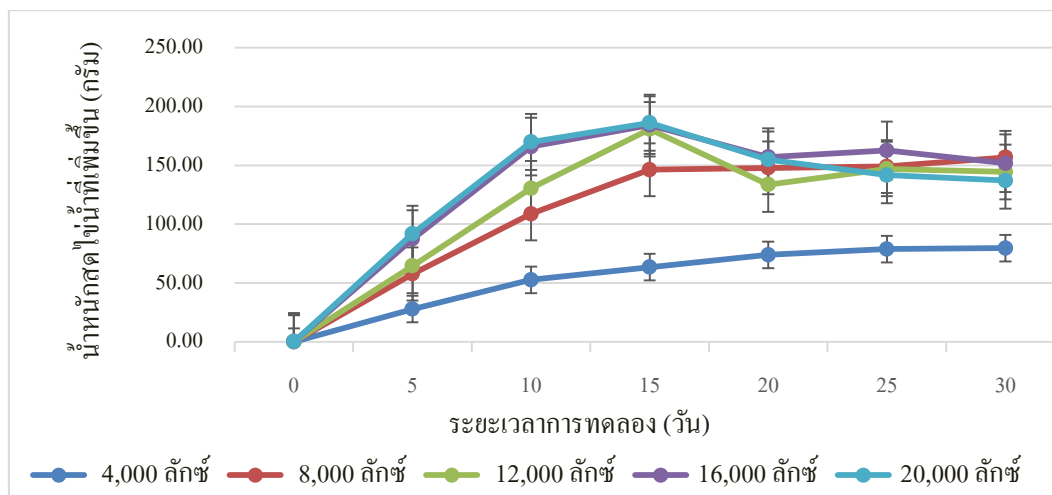
ตารางที่ 1 น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นและน้ำหนักแห้งของไข่น้ำภายใต้ระดับความเข้มแสงที่ต่างกัน

ระดับความเข้มแสง (ลักซ์)	น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
4,000	79.58±7.59 ^b	3.82±0.10 ^b
8,000	156.70±12.41 ^a	6.59±0.24 ^a
12,000	144.32±19.63 ^a	6.11±0.35 ^a
16,000	151.76±24.96 ^a	6.37±0.46 ^a
20,000	137.08±22.23 ^a	5.86±0.43 ^a

^{ab}: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการวิจัย ความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตของไข่น้ำ โดยการศึกษาความเข้มแสงต่างกัน 5 ระดับ ระยะเวลาการศึกษา 30 วัน พบว่าผลผลิตไข่น้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด ที่ระดับความเข้มแสง 12,000 ลักซ์ ในระยะเวลา 15 วัน ผลผลิตไข่น้ำไม่แตกต่างกับระดับความเข้มแสง 16,000 ลักซ์ และ 20,000 ลักซ์ (ภาพที่ 2) ในการวิจัยขั้นตอนที่ 2 จึงเลือกระดับความเข้มแสง 12,000 ลักซ์ เป็นตัวแปรต้น และระยะเวลาการรับแสงต่างกันตามที่กำหนดไว้ในสิ่งทดลอง ผลผลิตไข่น้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 1-10 ของการทดลอง จากนั้นจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงจนถึงวันที่ 15 และมีแนวโน้มลดลงในอัตราที่ลดลงจนถึงวันที่ 30 ของการผลิต สอดคล้องกับการวิจัยของ Sukjarone (1999) ที่พบว่าไข่น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงความเข้มแสงระหว่าง 4,000-15,000 ลักซ์ Chantiratikul *et al.* (2010) ที่พบว่าระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำอยู่ในช่วง 12,000-15,000 ลักซ์ Ruekaewma *et al.* (2015) ที่พบว่าไข่น้ำเจริญเติบโตที่

มีความเข้มแสง 16,000 ลักซ์ โดยไข่น้ำจะแตกหน่อมากขึ้นตามปริมาณความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น และผลผลิตไข่น้ำจะต่ำสุดที่ระดับความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ และ Ruekaewma *et al.* (2015) ที่พบว่าไข่น้ำสืบพันธุ์โดยการแตกหน่อในระยะเวลา 4 วัน และมีอายุการเจริญเติบโตเฉลี่ย 15 วัน จากการศึกษาของ Sanwilat (1999) พบว่าความเข้มแสงที่มีระดับต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมจะทำให้พืชเจริญเติบโตช้า ในขณะที่ความเข้มแสงที่มีระดับสูงมากเกินไปอาจทำให้เกิดภาวะการยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ดังนั้นค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำจึงควรมีความเข้มแสงสูงกว่า 5,000 ลักซ์ นอกจากนี้จากลักษณะทางธรรมชาติของไข่น้ำจะขยายพันธุ์และเจริญเติบโตอยู่บริเวณผิวน้ำ เมื่อปริมาณไข่น้ำขยายจนเต็มพื้นที่ผิวน้ำ ส่งผลให้บังแสงซึ่งพืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง อัตราการเพิ่มผลผลิตของไข่น้ำจึงเริ่มลดลง (Panwanitdumrong, 2009)



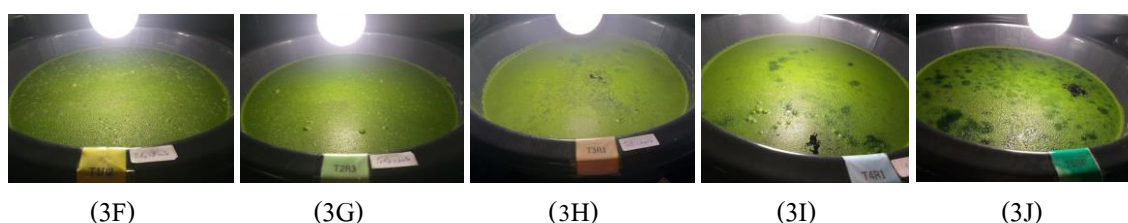
ภาพที่ 2 น้ำหนักไข่น้ำสดที่เพิ่มขึ้นภายใต้ระดับความเข้มแสงที่ต่างกัน

2. ผลการศึกษาระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตไข่น้ำ

2.1 อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง และค่าการนำไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25.80-29.20 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5.39-6.86 และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.68-0.77 มิลลิซีเมนตต่อเซนติเมตร

2.2 ลักษณะทางกายภาพของไข่น้ำ ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของไข่น้ำ พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 ระยะเวลาการรับแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน สิ่ง

ทดลองที่ 2 ระยะเวลาการรับแสง 10 ชั่วโมงต่อวัน และ สิ่งทดลองที่ 3 ระยะเวลาการรับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน ไข่น้ำมีลักษณะปกติ สีเขียวเข้ม ไม่มีสิ่งเจือปน ไข่น้ำเพิ่มปริมาณเต็มพื้นที่ผิวหน้า ดังแสดงในภาพที่ 3F, 3G และ 3H ตามลำดับ ในขณะที่สิ่งทดลองที่ 4 ระยะเวลาการรับแสง 14 ชั่วโมงต่อวัน และสิ่งทดลองที่ 5 ระยะเวลาการรับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เริ่มพบตะไคร่น้ำเกิดขึ้นรวมอยู่กับไข่น้ำบริเวณผิวหน้า และเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3I และ 3J



ภาพที่ 3 ลักษณะทางกายภาพไข่น้ำภายใต้ระยะเวลาการรับแสงที่ต่างกันเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วัน คือ สิ่งทดลองที่ 1 ระยะเวลาการรับแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน (3F) สิ่งทดลองที่ 2 ระยะเวลาการรับแสง 10 ชั่วโมงต่อวัน (3G) สิ่งทดลองที่ 3 ระยะเวลาการรับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน (3H) สิ่งทดลองที่ 4 ระยะเวลาการรับแสง 14 ชั่วโมงต่อวัน (3I) และสิ่งทดลองที่ 5 ระยะเวลาการรับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน (3J)

2.3 ผลผลิตไข่น้ำ

2.3.1 น้ำหนักไข่น้ำสดที่เพิ่มขึ้นภายใต้ระดับความเข้มแสง 12,000 ลักซ์ และระยะเวลาการรับแสงต่างกัน 5 ระดับ ผลการศึกษาพบว่า สิ่งทดลองที่ 4 ระยะเวลาการรับแสง 14 ชั่วโมงต่อวัน มีน้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 295.20 ± 17.96 กรัม รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ 5 ระยะเวลาการรับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน น้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 222.98 ± 25.70 กรัม สิ่งทดลองที่ 3 ระยะเวลาการรับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน น้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 245.53 ± 7.62 กรัม สิ่งทดลองที่ 2 ระยะเวลาการรับแสง 10 ชั่วโมงต่อวัน น้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 178.04 ± 10.97 กรัม และ สิ่งทดลองที่ 1 ระยะเวลาการรับแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน น้ำหนักไข่น้ำสดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 118.78 ± 6.94 กรัมตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2)

2.3.2 น้ำหนักแห้งไข่น้ำเมื่อสิ้นสุดการ

ทดลองภายใต้ความเข้มแสงต่างกัน 5 ระดับ ผลการศึกษาพบว่า สิ่งทดลองที่ 4 ระยะเวลาการรับแสง 14 ชั่วโมงต่อวัน มีน้ำหนักไข่น้ำแห้งสูงสุด เท่ากับ 11.44 ± 0.66 กรัม รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ 3 ระยะเวลาการรับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน น้ำหนักไข่น้ำแห้งเฉลี่ย 9.67 ± 0.29 กรัม สิ่งทดลองที่ 5 ระยะเวลาการรับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน มีน้ำหนักไข่น้ำแห้งเฉลี่ย 8.91 ± 0.90 กรัม สิ่งทดลองที่ 2 ระยะเวลาการรับแสง 10 ชั่วโมงต่อวัน น้ำหนักไข่น้ำแห้งเฉลี่ย 7.33 ± 0.44 กรัม และ สิ่งทดลองที่ 1 ระยะเวลาการรับแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน น้ำหนักไข่น้ำสดแห้งเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.20 ± 0.25 กรัมตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2) และเมื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของไข่น้ำทุกสิ่งทดลอง พบว่าอยู่ระหว่าง 3.49-3.52 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นและน้ำหนักแห้งของไข่น้ำภายใต้ระยะเวลาการรับแสงต่างกัน

ระยะเวลาการรับแสง (ชั่วโมงต่อวัน)	น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
8	118.78 ± 6.94^d	5.20 ± 0.25^d
10	178.04 ± 10.97^c	7.33 ± 0.44^c
12	245.53 ± 7.62^b	9.67 ± 0.29^b
14	295.20 ± 17.96^a	11.44 ± 0.66^a
16	222.98 ± 25.70^{bc}	8.91 ± 0.90^{bc}

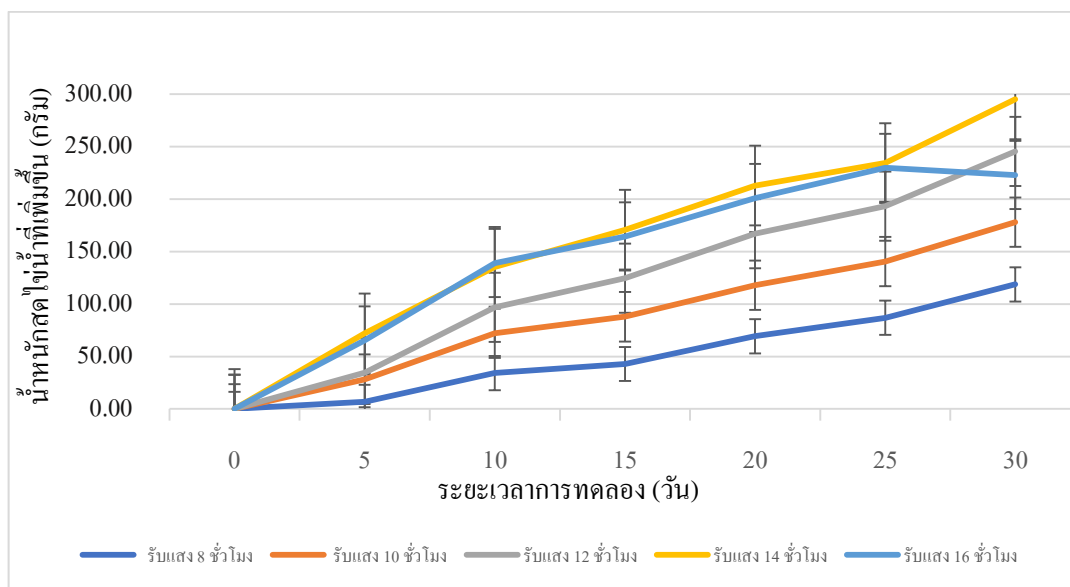
abcd: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมต่อผลผลิตของไข่น้ำ จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาการรับแสง 14 ชั่วโมงต่อวัน มีผลทำให้ได้ผลผลิตไข่น้ำเพิ่มขึ้นสูงสุด โดยผลผลิตไข่น้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 1-10 ของการทดลอง จากนั้นจะเพิ่มขึ้นในอัตรากึ่งวันที่ 25 ยกเว้นผลผลิตไข่น้ำที่ใช้ระยะเวลาการรับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน มีแนวโน้ม

ลดลงหลังจากการเลี้ยง 25 วัน (ภาพที่ 4) สอดคล้องกับการวิจัยของ Chatrakul *et al.* (2012) ที่พบว่าไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มสูงในช่วงการ 12-18 วัน จากนั้นมีแนวโน้มให้ผลผลิตลดลง แต่อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยที่พบว่า ความเข้มแสง 12,000 ลักซ์ ระยะเวลาการรับแสง 14 ชั่วโมงต่อวัน ให้ผลผลิตไข่น้ำเพิ่มขึ้นสูงสุดแตกต่างจากการศึกษา

ของ Chatrakul *et al.* (2012) ที่พบว่าความเข้มแสง 8,000 ลักซ์ ระยะเวลาการรับแสง 16 ชั่วโมงต่อวันให้ผลผลิตไข่น้ำเพิ่มขึ้นสูงสุด ทั้งนี้จะเป็นผลสืบเนื่องมาจากระยะเวลาการผลิตไข่น้ำที่มีความแตกต่าง

กันกล่าวคือในการศึกษารังนี้ใช้ระยะเวลาในการศึกษา 30 วัน ในขณะที่การวิจัยของ Chatrakul *et al.* (2012) ใช้ระยะเวลา 12-18 วัน



ภาพที่ 4 น้ำหนักไข่น้ำสดที่เพิ่มขึ้นภายใต้ช่วงระยะเวลาการรับแสงที่ต่างกัน

จากผลการวิจัยใน 2 ขั้นตอน พบว่าระยะเวลาการผลิตไข่น้ำที่ให้ผลผลิตไข่น้ำเพิ่มขึ้นสูงสุดในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 มีความแตกต่างกัน กล่าวคือในขั้นตอนที่ 1 ผลผลิตไข่น้ำเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 15 และลดลงจนถึงวันที่ 30 ในขณะที่ขั้นตอนที่ 2 ผลผลิตไข่น้ำเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการผลิตจนถึงวันที่ 30 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไข่น้ำสดเริ่มต้นของการวิจัยมีความแตกต่างกัน โดยในขั้นตอนที่ 1 ไข่น้ำที่ใช้ในการศึกษาเป็นไข่น้ำจากธรรมชาติซึ่งได้รับธาตุอาหารพืชไม่ครบถ้วน สังเกตได้จากไข่น้ำมีลักษณะสีซีดในขณะที่ในขั้นตอนที่ 2 ไข่น้ำที่ใช้ในการศึกษาเป็นไข่น้ำที่ได้จากการผลิตด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชเป็นระยะเวลา 60 วัน จึงเป็นไข่น้ำที่ได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการขยายพันธุ์ ไข่น้ำมีลักษณะสีเขียวเข้ม ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นไปตามที่ Osotsapa

(2000) ได้รายงานว่าการที่พืชขาดธาตุอาหารใดธาตุอาหารหนึ่งที่เป็นต่อพืชนั้นจะส่งผลให้พืชไม่สามารถดำรงชีวิตได้จนถึงระยะสืบพันธุ์ หรือส่งผลให้ระยะการเจริญพันธุ์ไม่ครบตามวัฏจักรชีวิตของพืชนั้น

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปรที่ควบคุมอันได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง และ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ พบว่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 25.80-29.20 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการวิจัยของ Ruekaewma *et al.* (2015) กล่าวว่าไข่น้ำจะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิเฉลี่ย 26.04 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่างของน้ำอยู่ระหว่าง 5.39-7.39 สอดคล้องกับการวิจัยของ Panwanitdumrong (2009) กล่าวว่าความเป็นกรดด่างของน้ำระหว่าง 5.00-6.00 เป็นระดับที่เหมาะสมต่อผลผลิตของไข่น้ำและค่าความเป็นกรดด่างของน้ำที่สูงเกินไปจะทำให้แพลงก์ตอนพืชในน้ำ

เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วแสดงว่าน้ำมีธาตุอาหารพืชมากเกินไป และจะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเมื่อตายลงจะสะสมอยู่บริเวณพื้นบ่อสุดท้ายก็จะลอยขึ้นมาอยู่บริเวณผิวน้ำจะทำให้เน่าเสียและขาดออกซิเจนได้ ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.69-0.89 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร สอดคล้องกับการวิจัยของ Damna *et al.* (2017) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของชนิดปุ๋ยและระดับการพรางแสงต่อผลผลิตและคุณภาพของไข่น้ำ โดยใช้ค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 0.5-1.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าการศึกษารังนี้สามารถควบคุมความสม่ำเสมอในการศึกษาวิจัยให้สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาได้

สรุป

การศึกษาโครงสร้างแสงที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาระดับความเข้มแสง และขั้นตอนที่ 2 ศึกษาช่วงระยะเวลาการรับแสงที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำ ผลการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 พบว่าความเข้มแสงที่ระดับ 12,000 ลักซ์ ระยะเวลา 15 วัน ผลผลิตไข่น้ำดีที่สุดกล่าวคือมีลักษณะปกติสีเขียวเข้ม ไม่มีสิ่งเจือปน ไข่น้ำเพิ่มปริมาณเต็มพื้นที่ผิวน้ำ ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 180.70 ± 12.93 กรัม/น้ำหนักแห้ง 6.11 ± 0.35 กรัม ผลการศึกษาในขั้นตอนที่ 2 พบว่าระดับความเข้มแสง 12,000 ลักซ์ ช่วงระยะเวลาการรับแสง 14 ชั่วโมงต่อวัน ผลผลิตไข่น้ำดีที่สุดกล่าวคือมีลักษณะปกติสีเขียวเข้ม ไม่มีสิ่งเจือปน ไข่น้ำเพิ่มปริมาณเต็มพื้นที่ผิวน้ำ ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 295.20 ± 17.96 กรัม น้ำหนักแห้ง 11.44 ± 0.66 กรัม

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาโครงสร้างแสงที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่น้ำ ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ หลักสูตรเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ที่สนับสนุนทุนการวิจัย และเครื่องมือวิจัยบางส่วน ตลอดจนวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี ที่สนับสนุนสถานที่สำหรับการทำวิจัยเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- Boonwittaya, W., Tongcom, N. and Rittilert, P. 2016. Effect of added The Aquatic Macrophyte added Chocolate Chip Muffin Quality. **Research and Development Journal Science and Technology** 11(3): 41-53. (in Thai)
- Chaowanakun, N., Lalun, K and Budbun, C. 2018. The Automatic Control System of pH and Temperature for Hydroponic Vegetables via Android. **Journal of Project in Computer Science and Information Technology** 4(1): 67-72. (in Thai)
- Chatrakul, A., Uttama-ang, S., Deepanya, W. and Phanrattanachai, K. 2012. **Research Report on Technology of production and utility of Water meal [*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.] in commerce.** Technology and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University. (in Thai)
- Chantiratikul, A., Chantiratikul, P., Sangdee, A., Maneechote, U., Bunchasak, C. and Chinrasri, O. 2010. Performance and carcass characteristics of Japanese quails fed diets containing Water meal [*Wolffia globosa* (L.) Wimm.] as a protein replacement for

- soybean meal. **International Journal of Poultry Science** 9: 562-566.
- Damna, N., Saikaew, W. and Tira-umphon, A. 2017. Effect of Fertilizer Type and Light Filter Level to Yield and Quality of Wolffia [*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.]. **Songklanakarin Journal of Plant Science** 4(3): 60-64. (in Thai)
- Deepanya, W. 2012. **Research Report on Development of Products Water meal [*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.] leather.** Food Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University. (in Thai)
- Jutasong, C. 1999. Growth and Protein of Duckweed [*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.] Cultivated in Sewage Water from Cassava Flour Factory. Master of Science Thesis, M.S., Mahasarakham University. (in Thai)
- Khunjet, S. 2017. **Research Report on Production of Durian Seedling cv. Monthlong with Reducing *Phytophthora palmivora* Infections by Controlling Temperature and Relative Humidity in Nursery using Fuzzy Control Systems.** Faculty of Science & Arts, Burapha University. (in Thai)
- Niyanuch, U. and Tangwongchai, R. 2010. Effect of temperature and storage time on the composition changes of *Wolffia arrhiza* (Linn) Wimm. **Agricultural Science Journal** 41(1)(Suppl.): 247-250. (in Thai)
- Osotsapa, Y. 2000. **Plant nutrients.** Kasetsart University Press, Bangkok. (in Thai)
- Panwanitdumrong, K. 2009. Studies on Factors Effecting Growth of Wolffia [*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.] and Methodology for Mass Production Culture. Master of Science Thesis, M.S., Kasetsart University. (in Thai)
- Rowchai, S. and Somboon, S. 2007. Study on factors effecting growth of wolffia [*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.]. **Thai Fisheries Gazette** 60(5): 405-413. (in Thai)
- Ruekaewma, N. 2011. Optimal conditions for production of Khai-nam *Wolffia globosa*. Ph.D. Thesis (Program in Biotechnology), Faculty of Science, Chulalongkorn University. (in Thai)
- Ruekaewma, N., Piyatiratitivorakul, S. and Powtongsook, S. 2015. Culture system for *Wolffia globosa* L. (Lemnaceae) for hygiene human food. **Songklanakarin Journal of Science and Technology** 37(5): 575-580.
- Sangkrasae, W., Klinkaset, T. and Mathulapransan, S. 2015. Environment Control System for lettuce Plant in NFT Hydroponic System. Bachelor of Engineering (Computer Engineering), Kasetsart University. (in Thai)
- Sanwilat, S. 1999. Growth and protein content of Water meal [*Wolffia arrhiza* (Linn.) Wimm.] cultured with different diet formulas and light intensity levels in outdoor conditions. Master Thesis, M.S. (Program in Biology), Mahasarakham University. (in Thai)
- Sricharoen, S., Chareontesprasit, N., Jiwyam, W., Pangphairee, P. and Choocheep, R. 2001. Culture of Wolffia (*Wolffia arrhiza*) for reduction of fish feed cost. **KKU Research Journal** 6(2): 6-15. (in Thai)

- Sukjarone, A. 1999. Effects of Culture Media and Light Intensity on the Growth and Protein Content of Duckweeds (*Wolffia arrhiza* (Linn.) in an Outdoor Condition. Master Thesis, M.S. (Program in Biology), Mahasarakham University. (in Thai)
- Tira-umphon, A. and Nitwatthanakull, N. 2018. The Suitable Harvested Date and Storage Temperature of *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. **Agricultural Science Journal** 49(4 Suppl.): 87-90. (in Thai)