

การศึกษาผลความเข้มแสงและระยะเวลาของการให้แสงไฟ ต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ

A Study Impact of Light Intensity and Duration on Wolffia Growth (*Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm.

สิทธิโชค พรศัพัทธ์^{1*}, อรรควุธ แก้วสีขาว¹, และ กัญญารัตน์ บรรลุสุข²
Sittichok Punpitak^{1*}, Auckawut Kaewseekao¹, and Kanyarat banlusuk²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

²สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

¹Agricultural Information Technology, Faculty Agricultural Technology,
Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham

²Research and development institute, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham

*Corresponding author. E-mail: sittichok007@windowslive.com

(Received: 18 December 2024; Reviewed: 24 December 2024; Revised: 26 December 2024;

Accepted: 28 December 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลกระทบของการให้แสงไฟต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ เพื่อทดสอบการนำระบบการเพาะเลี้ยงแบบอัตโนมัติมาใช้ในการควบคุมและติดตามผลการเจริญเติบโตของไข่น้ำ โดยมีวิธีการดำเนินวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD, Completely Randomized Design) แบ่งการทดลองเป็น 3 ชุดการทดลอง (Treatment) ชุดละ 3 ซ้ำ เพื่อศึกษา 1) การเพาะเลี้ยงด้วยสภาพแวดล้อมปกติโดยใช้แสงแดดธรรมชาติ 2) การเพาะเลี้ยงด้วยการเปิดแสงไฟจากหลอด LED ที่มีความเข้มแสงระหว่าง 9,000 - 12,000 ลักซ์ นาน 12 ชั่วโมง และ 3) การเพาะเลี้ยงด้วยการเปิดแสงไฟจากหลอด LED ที่มีความเข้มแสงระหว่าง 9,000 - 12,000 ลักซ์ นาน 24 ชั่วโมง และควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเพาะเลี้ยงด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ ระยะเวลาในการทดลอง 14 วัน บันทึกและติดตามผลการเจริญเติบโตไข่น้ำทุกวัน

ผลการทดลองพบว่า การเพาะเลี้ยงด้วยการเปิดแสงไฟจากหลอด LED นาน 12 ชั่วโมง และ นาน 24 ชั่วโมง กับแสงแดดธรรมชาติ มีผลทำให้ปริมาณน้ำหนักของไข่น้ำสดมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 1, 7 และ 14 วัน และพบว่า การเพาะเลี้ยงด้วยการเปิดแสงไฟจากหลอด LED นาน 24 ชั่วโมง มีผลให้ปริมาณน้ำหนักของไข่น้ำสดสูงสุด และการเพาะเลี้ยงด้วยแสงแดดธรรมชาติให้ปริมาณ

น้ำหนักของไข่น้ำสดต่ำสุด เมื่อนำเอาระบบควบคุมแบบอัตโนมัติมาใช้ควบคุม ปัจจัยต่างๆ ที่มีการเจริญเติบโตของไข่น้ำให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ง่าย สะดวก และเพิ่มความแม่นยำในการเพาะเลี้ยงมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนแรงงานในการดูแล

คำสำคัญ: ไข่ผ่า; ไข่น้ำ; การเพาะเลี้ยง; เซ็นเซอร์; ระบบอัตโนมัติ

Abstract

This study aimed to investigate the effects of light exposure on *Wolffia* cultivation and to evaluate the application of an automated cultivation system for controlling and monitoring its growth. A completely randomized design (CRD) was used, with three treatments, each replicated three times: 1) Cultivation under natural sunlight, 2) Cultivation under LED lighting at an intensity of 9,000–12,000 lux for 12 hours daily, and 3) Cultivation under LED lighting at an intensity of 9,000–12,000 lux for 24 hours daily. The experiment lasted 14 days, with *Wolffia* growth monitored daily under automatically controlled conditions.

The results revealed statistically significant differences in fresh *Wolffia* weight among treatments at days 1, 7, and 14. Cultivation under 24-hour LED lighting yielded the highest fresh weight, followed by 12-hour LED lighting, while natural sunlight resulted in the lowest yield. The implementation of the automated cultivation system allowed for maintaining optimal environmental conditions, improved ease of management, and increased cultivation precision. This approach significantly enhanced *Wolffia* production efficiency while reducing labor costs.

Keywords: *Wolffia arrhizal* (L.) Wimm; *Wolffia*; Growth; Sensor; Auto System

บทนำ

ณ ปัจจุบันประเทศไทยอาชีพภาคการเกษตรและผลตอบแทนที่ได้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน จนอาจจำเป็นต้องขายที่ดินและหรือหันไปประกอบอาชีพอื่น เมื่อประชาชนต้องเผชิญภาวะอาหารแพงและมีแนวโน้มที่จะแพงมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต สาเหตุของวิกฤตอาหารมาจากปัจจัยหลายประการ เป็นต้นว่า 1) การหดตัวของภาคการเกษตร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากการขยายตัวของเมืองและคนทั่วไปมักทำให้ถูกเชื่อว่าอาหารที่บริโภคอยู่มาจากอุตสาหกรรมการผลิตอาหารขนาดใหญ่แต่ความจริงพบว่า กว่าร้อยละ 80 เป็นการผลิตอาหารโดยเกษตรกรรายย่อย เมื่อภาพผลผลิตรายใหญ่ชัดเจนกว่า ทำให้เกษตรกรรายย่อยถูกละเลยและไม่มีมาตรการสนับสนุนที่ชัดเจน 2) ความหลากหลายของพันธุ์พืชที่มีมากกว่า 30,000 ชนิด แต่คนทั่วไปรู้จักและให้ความสำคัญเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้น 3) นโยบายพลังงานของประเทศส่งผลให้พื้นที่ปลูกพืชพลังงานขยายตัวเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 34 จากการที่นำพันธุ์พืชไปแปรเป็นพลังงานทำให้เกิดการผลิตที่ไม่สมดุล 4) พื้นที่ผลิตอาหารที่ลดลง โดยเฉพาะพื้นที่ผลิตผักและผลไม้ส่งผลให้ราคาส่งผลผลิตสูงขึ้น กระทั่งต่อปริมาณการบริโภคผักและผลไม้ที่ไม่เพียงพอกลุ่มที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ ผู้มีรายได้น้อย 5) เมื่อพื้นที่ผลิตพืช อาหารลดลงจึงมีความจำเป็นต้องการใช้สารเคมี เพื่อการเกษตรเป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการนำเข้าสารเคมีซึ่งระบุว่า ประเทศไทยมีอัตรา การนำเข้าสารเคมีเป็นลำดับหนึ่งในอาเซียน เป็นเหตุให้การตรวจวัดเลือดของเกษตรกร จึงพบปริมาณสารเคมีในเลือดสูงกว่า มาตรฐานจำนวนมากย่อมส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคด้วยอย่างแน่นอนและอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังที่พบได้มากขึ้น สอดคล้องกับ วิลาลินี อุดุลยานนท์ และ เดชรัตน์ สุขกำเนิด (2556); นิศาชล ฤแก้วมา (2548) และ ชนิตา จรรยาเพศ แบมฟอร์ด (2552) และ 6) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลากหลายรูปแบบกับโลกในปัจจุบันโดยหลีกเลี่ยงไม่ได้เช่น การขยับเลื่อนของฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นน้ำส่งผลให้ระบบ นิเวศ และหรือระบบสังคม เศรษฐกิจ ระบบการผลิตของภาคการเกษตร ตลอดจนภาคส่วนต่างๆ ได้รับผลกระทบแตกต่างกันไปไม่น้อย

ไข่น้ำ ไข่ขำ หรือ ผำ (ชื่อวิทยาศาสตร์: *Wolffia globosa*, *Wolffia arrhizal* (L.) Wimm.) หรือเรียกว่า “ไขผำ” ตามภาษาท้องถิ่น จัดอยู่ประเภทพืชน้ำที่มีลักษณะสีเขียวขนาดเล็กมีรูปร่างคล้ายกับสาหร่ายหรือไขปลาขนาดเล็ก มีขนาดความยาว ประมาณ 1 มิลลิเมตร ไม่มีรากและใบ พบได้ในเขตประเทศที่อบอุ่นทั่วโลก ทั้งเอเชีย และแอฟริกา ส่วนในประเทศไทยสามารถพบได้และแพร่กระจายในทุกภาค ตามแหล่งน้ำนิ่งต่าง ๆ มีลักษณะการดำรงชีวิตโดยอาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำ ซึ่งจัดเป็นพืชน้ำประเภทลอยน้ำชนิดหนึ่งที่มีองค์ประกอบอุดมไปด้วยโปรตีนเบต้า-แคโรทีนและคลอโรฟิลล์จากการสังเคราะห์แสง ซึ่งคนไทยนิยมนำมาประกอบอาหาร และสามารถนำไปเป็นอาหารเสริมสำหรับการเลี้ยงสัตว์อีก ไข่น้ำเป็นพืชน้ำขนาดเล็กโดยอยู่ในสกุล (genus) *Wolffia* มีการนำมารับประทานเป็นอาหาร

พื้นถิ่นในบางประเทศในแถบเอเชีย และจัดอยู่ในพืชน้ำ ขนาดเล็กกลุ่มเดียวกับแหนเป็ด (Duckweed) เป็นผักพื้นบ้านที่ชาวชนบทในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมใช้เป็นอาหารมีคุณค่าทางโภชนาการสูง (phytochemical) ที่มีประโยชน์ เช่น เบต้าแคโรทีน และสารประกอบฟีนอลิก เป็นต้น (Bunea et al., 2008) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน สามารถทำปฏิกิริยากับ อนุมูลอิสระโดยตรง เป็นการกำจัดอนุมูลอิสระให้หมดไปหรือหยุดปฏิกิริยาถูกโซ่ไม่ให้เกิดต่อไป (โอภา วัชรคุป, 2549) ทั้งนี้ปริมาณเบต้าแคโรทีน ไรโบฟลาวินและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าปวยเล้ง, บรอกโคลี, ฟักทอง และมะเขือเทศ (อุมพร นิยนาช, 2553) จากคุณค่าโภชนาการดังกล่าวข้างต้น ทำให้ใ้ใ้เหมาะเป็นพืชอาหารทางเลือกสำหรับกลุ่มผู้บริโภคอาหารมังสวิรัต อาหารชีวจิต อาหารที่ผ่านการแปรรูปน้อยที่สุด หรือกลุ่มผู้บริโภคที่ร่างกายไม่สามารถย่อยโปรตีนจากสัตว์ได้ อีกทั้งมีรายงานการวิจัยถึงฤทธิ์ทางเภสัชของผำ อาทิ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รักษาอาการท้องผูก ฤทธิ์ต้านการติดเชื้อ ช่วยปรับสภาพร่างกายให้เป็นต่างในคนที่มีความเครียดหรือร่างกายมีความเป็นกรดจากอาหาร และช่วยรักษาภาวะชืดในคนที่ เป็น โรคโลหิตจาง (พิพัฒน์พงษ์ วงศ์ใหญ่ และ ศศิธร ชาววัลจันติก, 2554) นอกจากนี้ใ้ใ้ยังเป็นแหล่งโปรตีนที่ใช้ระยะเวลา เพาะเลี้ยงสั้น สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็ว ศัตรูพืชน้อย ขยายพันธุ์ได้เร็ว ทำให้ได้ผลผลิตปริมาณมาก และต้นทุนการผลิตต่ำ แม้ใ้ใ้จะมีข้อดีหลายประการดังกล่าวแล้วข้างต้น แต่ก็ยังไม่เป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากเหตุปัจจัยหลายประการ อาทิ 1) ใ้ใ้ที่จำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่ยังคงมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งนับวันแหล่งน้ำในธรรมชาติเหล่านี้นี้มีแต่ความสกปรกและเน่าเสียเพิ่มขึ้น ทำให้ใ้ใ้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีหรือหากเจริญเติบโตได้ก็เกิดมีข้อจำกัดด้านการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องสุขอนามัย ด้วยเกรงว่าใ้ใ้ที่นั้นอาจมาจากแหล่งน้ำ ธรรมชาติที่มีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรก อาจมีสารพิษ สารเคมีตกค้าง เชื้อโรคหรือพยาธิปนเปื้อน และมักมีตัวเบียนอาศัยอยู่ด้วย (ชนกพร จุฑาสงษ์, 2542) 2) ใ้ใ้ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณผลผลิตและปริมาณโปรตีนไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับแหล่งที่อยู่และแปรผันไปตามปัจจัยแวดล้อมที่เจริญเติบโต อาทิ ฤดูกาล สารอาหาร สภาพแสง เป็นต้น สำหรับประเทศไทยมักพบใ้ใ้ในช่วงฤดูหนาวกับฤดูร้อน ซึ่งใ้ใ้ที่มักเจริญเติบโตได้ไม่ดกในช่วงฤดูฝน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ใ้ใ้ (*Wolffia arrhizal* (L.) Wimm.)

แสงเป็นปัจจัยสำคัญ ในการดำรงชีพของพืชและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ พืชได้รับพลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืชทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง (Light Intensity) คุณภาพแสง (Light Quality) และช่วงเวลาที่ได้รับแสง (Photoperiod) สมศักดิ์ สันวิลาส (2542) รายงานว่า ความเข้มแสงที่มีระดับต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ช้า ในขณะที่ความเข้มแสงที่สูงมากเกินไปก็อาจทำให้เกิดภาวะการยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photo-Inhibition) ของพืชได้ ถ้าได้รับความเข้มแสงและอุณหภูมิสูงมากเกินไปในระยะเวลาที่ยาวนานพืชจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่ต่ำลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและความเข้มแสงมากๆ จะไปกระตุ้นคลอโรฟิลล์มากเกินไป และออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์แสงแทนที่จะออกสู่บรรยากาศภายนอกพืชแต่จะถูกนำกลับไปออกซิโดซ์ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ รวมทั้งคลอโรฟิลล์ด้วยทำให้สีของคลอโรฟิลล์จางลง

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาผลกระทบของการให้แสงไฟต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ และทดสอบการนำระบบการเพาะเลี้ยงแบบอัตโนมัติมาใช้ในการควบคุมและติดตามผลการเจริญเติบโตของไข่น้ำ ซึ่งสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมปรับให้เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำได้เป็นอย่างดี มีการพัฒนาชุดควบคุมที่จำเป็นต่อการทำการเกษตร ข้อมูลต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นความสัมพันธ์ ปริมาณแสง จะถูกเก็บจากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้ในพื้นที่เพาะเลี้ยงและยังสามารถช่วยในการประมวลผลและตัดสินใจสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลองและการมีวิธีทดลอง

- วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดหรือ CRD (Completely Randomized Design) ประกอบด้วย 3 กรรมวิธีทดลอง (Treatment) จำนวน 3 ซ้ำ (Replication)
- ชุดทดลองที่ 1 การเพาะเลี้ยงด้วยสภาพแวดล้อมปกติด้วยแสงธรรมชาติ ความเข้มแสงที่ 7,000-12,000 โดยเฉลี่ย จำนวน 10-12 ชั่วโมง จนกว่าแสงธรรมชาติจะหมด
- ชุดทดลองที่ 2 การเพาะเลี้ยงด้วยการควบคุมเปิดแสงไฟ LED จำนวน 12 ชั่วโมง ในพื้นที่ควบคุมแสง
- ชุดทดลองที่ 3 การเพาะเลี้ยงด้วยการควบคุมเปิดแสงไฟ LED จำนวน 24 ชั่วโมง ในพื้นที่ควบคุมแสง

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

- ชุดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Humidity Sensor)
- ชุดวัดความสว่างความเข้มแสง (Photoresistor LDR Light Sensor Module)
- ชุดวัดค่าความเข้มข้นของปุ๋ย (TDS&EC Meter)

- ไข่น้ำสายพันธุ์ *Wolffia arrhizal* (L.) Wimm.
- ปุ๋ยน้ำไฮโดรโปนิกส์ (ปุ๋ย AB)
- ปีกเกอร์
- เครื่องชั่งแบบวิเคราะห์ละเอียด 4 ตำแหน่ง
- อ่างเพาะเลี้ยง ขนาดความจุ 80 ลิตร
- หลอดไฟ LED ที่ใช้ในการวิจัย

วิธีการทดลอง

- ผสมปุ๋ยไฮโดรโปนิกส์ (AB) กับน้ำปะปา (ความเข้มข้นเดียวกัน เขียนเพียงครั้งเดียว/แบบเดียว) ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นระหว่าง 210-240 ppm จากนั้นไปเทลงในอ่างเพาะเลี้ยง

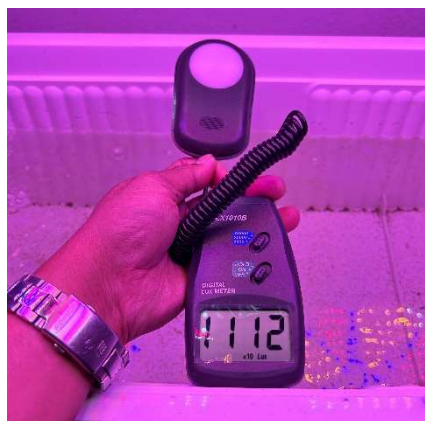
- นำเติมน้ำในอ่างเพาะเลี้ยง ขนาดความจุ 80 ลิตร เติมน้ำผสมปุ๋ย ไฮโดรโปนิกส์ ลงไปใบละ 1,000 มิลลิกรัม

- นำไข่น้ำสด จำนวน 100 กรัม ใส่ในอ่างเพาะเลี้ยงที่เตรียมไว้

- เพาะเลี้ยงในห้องควบคุมสภาพแวดล้อมเป็นระยะเวลา 14 วัน โดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดช่วงการทดลอง

- จัดการระบบสภาพแวดล้อมด้วยชุดควบคุมแบบอัตโนมัติ ที่ควบคุมความเข้มแสงที่ 9,000-12,000 ลักซ์ ฉายไฟจากหลอดไฟในระยะที่ตกกระทบพื้นผิวน้ำโดยใช้ Light Intensity Lux Sensor ในการวัดค่าความเข้มแสงในระยะที่ตกกระทบ ดังภาพที่ 2

- จัดการระบบการเพาะเลี้ยงด้วยสภาพแวดล้อมปกติด้วยแสงธรรมชาติ ความเข้มแสงที่ 7,000-12,000 โดยเฉลี่ย จำนวน 10-12 ชั่วโมง จนกว่าแสงธรรมชาติจะหมด ดังภาพที่ 3

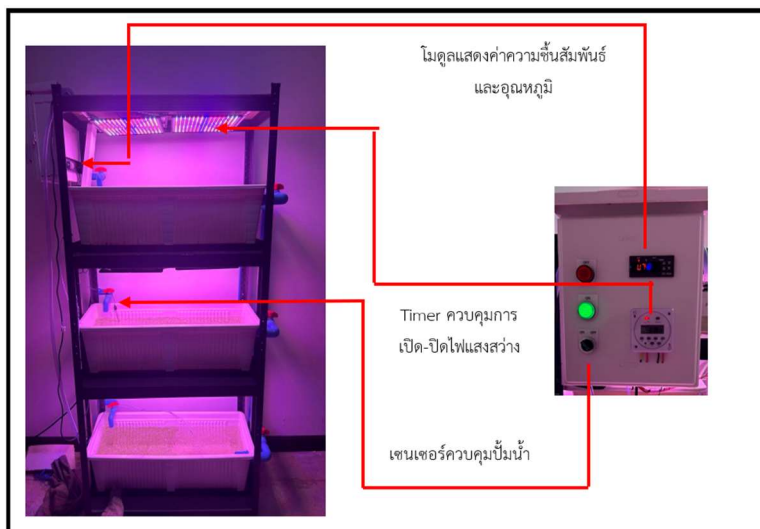


ภาพที่ 2 การวัดค่าความเข้มแสงในระยะที่ตกกระทบของหลอดไฟที่ใช้ในการทดลอง

- ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำด้วย Temperature Module โดยอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 30 - 35 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 4
- ตรวจวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำด้วย pH Sensor ให้ มีค่าระหว่าง 6.5-8 เพื่อให้น้ำเจริญเติบโตได้ดี
- ตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของปุ๋ยน้ำ (AB) ด้วย ชุด TDS&EC Meter เพื่อควบคุมค่าความเข้มข้นปุ๋ยน้ำให้อยู่ระหว่าง 210-240 ppm



ภาพที่ 3 การเพาะเลี้ยงด้วยสภาพแวดล้อมปกติด้วยแสงธรรมชาติ



ภาพที่ 4 การแสดงแผนผังตำแหน่งเซนเซอร์และหน้าชุดแผงควบคุมการทำงานของชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ

การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

- ชั่งน้ำหนักไข่น้ำ (ก่อนชั่งน้ำหนักมีการพักไว้ก่อนเพื่อให้สะเก็ดน้ำหรือไม่) (ใช้กระชอนหรือผ้าขาวบางที่ใช้ชั่ง) ก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ 7 และ 14 วัน โดยถ่ายภาพไข่น้ำในภาชนะที่รองรับ

- วิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ผลทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดย LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลของระยะเวลาการให้แสงไฟ LED ต่อน้ำหนักไข่น้ำ

การเพาะเลี้ยงด้วยการควบคุมเปิดแสงไฟ LED เป็นจำนวน 12 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงด้วยแสงแดดธรรมชาติ ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำหนักไข่น้ำสด มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง โดยการเปิดแสงไฟ LED เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณน้ำหนักไข่น้ำสดสูงถึง (1.1270 ± 0.0821 กรัม) และแสงแดดธรรมชาติให้ปริมาณน้ำหนักไข่น้ำสดต่ำสุดที่ (0.5254 ± 0.0378 กรัม) ที่ระยะเวลาที่ทำการเพาะเลี้ยง ซึ่งปริมาณน้ำหนักไข่น้ำสดจะมากขึ้นตามระยะเวลาการเพาะเลี้ยงที่ยาวนานเพิ่มขึ้น และจะเริ่มลด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของการให้แสงหลอดไฟ LED ต่อน้ำหนักไข่น้ำกับระยะเวลาการเพาะเลี้ยงแตกต่างกัน

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่น้ำ (กรัม) ตามจำนวนวันที่เพาะเลี้ยง		
	1	7	14
ชุดทดลองที่ 1	0.0120 ± 0.0066^b	0.1395 ± 0.0105^c	0.5254 ± 0.0378^c
ชุดทดลองที่ 2	0.0160 ± 0.0109^b	0.4820 ± 0.0217^b	0.8120 ± 0.0634^b
ชุดทดลองที่ 3	0.0210 ± 0.0116^a	0.7120 ± 0.0512^a	1.1270 ± 0.0821^a
F-test	***	***	***
% CV			

อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

*** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ผลจำนวนชั่วโมงของแสงหลอดไฟ LED มีผลต่อน้ำหนักไข่น้ำสด

จากการเพาะเลี้ยงโดยให้แสงจากหลอดไฟ LED เป็นเวลา 12 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มจำนวนปริมาณไข่น้ำและปริมาณน้ำหนักไข่น้ำสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ

เพาะเลี้ยงด้วยแสงธรรมชาติที่ระยะเวลา 1, 5 และ 14 วัน ในขณะเดียวกันแสงจากหลอดไฟ LED ที่ยาวนาน 24 ชั่วโมง สามารถเพิ่มปริมาณจำนวนไข่น้ำและปริมาณน้ำหนักรังไข่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับแสงจากหลอดไฟ LED ที่จำนวน 12 ชั่วโมง เนื่องจากการเพาะเลี้ยงด้วยการให้แสงหลอดไฟ LED สามารถควบคุมความเข้มแสงได้อย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้ไข่น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ดีสอดคล้องกับ นิศาชล ฤกษ์แก้วมา (2548) สรุปว่าไข่น้ำเจริญเติบโตในที่มีความเข้มแสงอยู่ในช่วง 16,000 ลักซ์ และชนะชัย ฤทธิ์ทรงเมือง และคณะ (2566) สรุปว่าการเพาะเลี้ยงโดยแสงธรรมชาติและ การให้แสงจากหลอดไฟ LED เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงได้จำนวนต้นไข่น้ำและน้ำหนักรังไข่น้ำมากกว่าการให้แสงจากหลอดไฟ LED เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน Landolt (1986) ที่พบว่าไข่น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ดีในความเข้มแสงระหว่าง 4,000- 15,000 ลักซ์และสอดคล้องกับ สมศักดิ์ สันวิลาส (2542) รายงานว่าไข่น้ำที่เลี้ยงโดยได้รับแสงร้อยละ 100 จะให้ผลผลิตเป็นน้ำหนักรังไข่น้ำมากกว่าไข่น้ำที่เลี้ยงโดยใช้แสงเพียงร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไข่น้ำเป็นพืชที่มีความขึ้นสูงประมาณร้อยละ 95 เจริญเติบโตเร็วในสภาพแวดล้อมที่มีปัจจัยที่เหมาะสม ได้แก่ สารอาหาร แสง และอุณหภูมิ ไข่น้ำจะแตกหน่อเป็นต้นใหม่ใช้ระยะเวลาช่วง 16 - 48 ชั่วโมง (Suppadit et al. (2012); Yan et al. (2013))

ผลการใช้ระบบการเพาะเลี้ยงแบบอัตโนมัติในการควบคุมและติดตามผลการเจริญเติบโตของไข่น้ำ

การนำเอาระบบควบคุมแบบอัตโนมัติมาควบคุมปัจจัย เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเป็นกรดด่าง และปริมาณสารอาหาร ซึ่งมีผลต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำและการเจริญเติบโต กล่าวคือ สามารถควบคุมปัจจัยที่เหมาะสมต่อไข่น้ำ ทำให้เจริญเติบโตได้อย่างสม่ำเสมอและแม่นยำ ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น สอดคล้องกับ สิทธิโชค พรหมพิทักษ์ และคณะ (2564) ที่ใช้ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ ตรงกับ สุขุม เร้าใจ, สุทิน สมบูรณ์ (2550) ที่ทดลองการเพาะเลี้ยงไข่น้ำในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ให้เหมาะสม พบว่าไข่น้ำมีการแตกหน่อและขยายพันธุ์ได้ดี

ข้อเสนอแนะ

- ควรนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้กับการผลิตในเชิงพาณิชย์หรืออุตสาหกรรม
- ปรับปรุงสูตรอาหารหรือจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตได้เอง
- ปรับขนาดของภาชนะที่ใช้เลี้ยงไข่น้ำให้มีขนาดใหญ่และระบบกวนน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทางสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน พร้อมทั้งเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุตร จิตจักร ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพ

งานวิจัย แก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ประสบการณ์ที่มีคุณค่าให้แก่ผู้วิจัยและคณะตลอดจนเจ้าของผลงาน ตำรา เอกสารทางวิชาการทุกท่านที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษา ก่อให้เกิดแนวคิดอันมีคุณค่าต่องานวิจัย ท้ายนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ ดูแลสถานที่ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ และนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เสียสละเวลาในการให้เก็บข้อมูลต่างๆ ของงานวิจัย ตลอดจนครอบครัวที่เป็นแรงสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ชนกพร จุฑาสงษ์. (2542). การเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm) ที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแอมโมเนียสำหรับปศุสัตว์ [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตที่ไม่มีการตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชนิดา จรรยาเทศ แบมฟอร์ด. (2552). ตัวชี้วัดความมั่นคงด้านอาหารระดับชุมชน. สำนักพิมพ์มูลนิธิชีววิถี.
- ชนะชัย ฤทธิ์ทรงเมือง, กัมพล ไทยโส, ประภาพรณ ชันชัย, ประหยัด สืบเมืองชัย, และ สมหวัง กุญชรทนต์. (2566). การเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยการใช้แสงไฟทดแทนแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบ Internet Of Things (IoT). วารสารวิจัยศิลปวิทยาการกลุ่มน้ำโขง, 16-30.
- นิศาชล ฤแก้วมา. (2548). การศึกษาความต้องการแสงสว่างที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- พิพัฒน์พงษ์ วงศ์ใหญ่ และ ศศิธร ชาววัลจันติก. (2554). เภสัช มช. วิจัย “ผ้า” สุดยอดแหล่งโปรตีนเพื่อสุขภาพ. <http://www.manager.co.th/campus/viewnews.aspx?NewsID=9540000146844>
- วิลาสินี อดุลยานนท์ และ เดชรัตน์ สุขกำเนิด. (2556). พบความมั่นคงทางอาหารไทยวิกฤติ. www.thairath.co.th/content/edu/351337.
- สมศักดิ์ สันวิลาส. (2542). การเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (Linn.) Wimm) ที่เพาะเลี้ยงด้วยสูตรอาหารและระดับความเข้มของแสงต่างกันในสภาพกลางแจ้ง [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตที่ไม่มีการตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สิทธิโชค พรรคพิทักษ์, กาญจนา ดงสงคราม, ศศิธร อ่อนเหลา, กฤตภาส ยุทธอาจ, และ อุดมศักดิ์ พิมพ์พาศรี. (2564). การพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติผ่านเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยคั้นน้ำ วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 7(1), น.7-17.

- สุขุม เจริญใจ, สุทิน สมบูรณ์. (2550). การศึกษาความเป็นไปได้ของการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. สังกัดภาควิชาการจัดการประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- อุมาพร นิยะนุช. (2553). การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวขององค์ประกอบและกิจกรรมในการต้านออกซิเดชันของไข่น้ำ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตที่ไม่มีการตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- โอภา วัชรคุปต์. (2549). การเพาะปลูกออกซิไดซ์เกินสมดุลโดยอนุมูลอิสระและดัชนีชี้วัด. ใน โอภา วัชรคุปต์, ปรีชา บุญสูง, จันทนา บุญยะรัตน์ และ มาลีรักษ์ อัดดีสินทอง (บ.ก.), สารต้านอนุมูลอิสระ (น. 44-74.). พี.เอส.พรินท์.
- Bunea, A., Andjelkovic, M., Socaciu, C., Bobis, O., Neacsu, M., Verhé, R., & Van Camp, J. (2008). Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed ¹ spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Food chemistry*, 108(2), 649-656.
- Landolt, E. (1986). The Family of Lemnaceae—A Monographic Study: Vol 1: Morphology, Karyology, Ecology, Geographic Distribution, Systematic Position, Nomenclature, Descriptions. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rubel, Zurich.
- Suppadit, T., Jaturasitha, S., Sunthorn, N., & Pongsuk, P. (2012). Dietary *Wolffia arrhiza* meal as a substitute for soybean meal: its effects on the productive performance and egg quality of laying Japanese quails. *Tropical Animal Health and Production*, 44(7), 1479-86.
- Yan, Y., Candrea, J., Shi, H., Ernst, E., Martienssen, R., Schwender, J., & Shanklin, J. (2013). Survey of the total fatty acid and triacylglycerol composition and content of 30 duckweed species and cloning 37 of a Δ^6 -desaturase responsible for the production of γ -linolenic and stearidonic acids in *Lemna gibba*. *Bio Med Central Plant Biology*, 13, 201.