

การศึกษาประสิทธิภาพการอนุบาลลูกกบนา (*Hoplobatrachus rugulosus*) ในระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์

Efficiency of the relative humidity control system for tadpole (*Hoplobatrachus rugulosus*) nursing

ยุวดี อัยดำ¹ และ ณัฐกร อินทรวิชะ^{1*}

Yuwadee Uydarn¹ and Nuttakorn Intaravichai^{1*}

Received: 21 July 2022

Revised: 28 August 2022

Accepted: 31 August 2022

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการอนุบาลลูกกบนา (*Hoplobatrachus rugulosus*) ในระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ออกแบบระบบการอนุบาลลูกกบนาในระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และ 2) ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบการอนุบาลลูกกบนา ระหว่างระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิม เก็บรวบรวมข้อมูลโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์และการเจริญเติบโตของลูกกบนา ได้แก่ น้ำหนัก ความยาวและอัตราการรอด ผลการศึกษาพบว่าระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการอนุบาลลูกกบนาสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ระหว่างร้อยละ 88.92±7.60 ตลอดระยะเวลาการศึกษา 30 วัน น้ำหนักและความยาวของลูกกบนาในระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้ผลผลิตที่ดีกว่าการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ที่ 52.73±6.54 กับ 27.72±2.09 กรัมและ 8.76±0.39 กับ 8.05±0.34 เซนติเมตรตามลำดับ สำหรับอัตราการรอดของลูกกบนาในระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมมีค่าร้อยละ 70.3 และ 62.0 ตามลำดับ

คำสำคัญ: อนุบาลลูกกบนา ความชื้นสัมพัทธ์ การเจริญเติบโต

¹ หลักสูตรเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

¹ Department of Environmental Technology for Agriculture, Faculty of Science and Technology Pathumwan Institute of Technology, Bangkok 10330

*ผู้เขียนประสานงาน (Corresponding author) e-mail: kung32123@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this study was to study the efficiency of relative humidity control system for the nursing of tadpole (*Hoplobatrachus rugulosus*). The research methods were divided into 2 steps; 1) designing the relative humidity control for the tadpole nursing and 2) comparing the efficiency tadpole nursing system between relative humidity control and traditional system. Natural environmental structures including air temperature, light intensity, water temperature and relative humidity and tadpole's growth indicators including weight, length and survival rate were collected. The result showed that relative humidity in control system was 88.72 throughout 30 days of experimental time. Weight and length of tadpole in the relative humidity control system was higher than the traditional system significant difference ($p < 0.05$) at 52.73 ± 6.54 , 27.72 ± 2.09 grams and 8.76 ± 0.39 , 8.05 ± 0.34 centimeter respectively. The survival rate of tadpole in the relative humidity control and traditional system were 70.3 and 62%, respectively.

Keywords: nursing of tadpole; relative humidity; growth rate

บทนำ

กบนาเป็นสัตว์เศรษฐกิจ ปัจจุบันเกษตรกรและบุคคลทั่วไป นิยมเพาะเลี้ยงกบนากันทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ มีทั้งการประกอบอาชีพเป็นฟาร์มธุรกิจเพาะขยายพันธุ์และอนุบาลลูกกบนาเพื่อจำหน่าย และอาชีพการเลี้ยงกบเพื่อบริโภค จากข้อมูลสถิติผลผลิตกบนา ในปี.ศ. 2563 มีผลผลิต 1,940 ตัน คิดเป็นมูลค่า 115 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มจากปี 2562 และ 2561 ถึงร้อยละ 32.77 และ 21.09 ต่อปี[1] จากการสำรวจ พบว่าราคากบนาที่ตลาดไทยสูงถึงกิโลกรัมละ 110 - 115 บาท[2] วงจรชีวิตหรือช่วงชีวิตของกบนา มี 4 ช่วงคือ ช่วงชีวิตที่ 1 ช่วงเพาะพันธุ์ ช่วงชีวิตที่ 2 ช่วงอนุบาลลูกกบนาช่วงชีวิตที่ 3 ช่วงอนุบาลลูกกบนาใหญ่และช่วงชีวิตที่ 4 ช่วงการเลี้ยง ดังนั้นช่วงการอนุบาลลูกกบนา (ช่วงที่ 3) จึงเป็นการเตรียมความพร้อมของลูกกบ ซึ่งเป็นช่วงการเลี้ยงที่สำคัญ ก่อนที่จะนำไปเลี้ยงเป็นกบรุ่นต่อไป[3]

แต่ในปัจจุบันพบว่าการอนุบาลลูกกบนาในช่วงที่ 3 ซึ่งเป็นช่วงที่ลูกกบมีขาครบทั้งสี่ขา และหายใจด้วยปอด พบปัญหาลูกกบมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยและอัตราการรอดต่ำซึ่งส่งผลกระทบต่อการเพาะพันธุ์และการนำไปขายเป็นลูกกบรุ่น[4-5] เกษตรกรจึงมีความต้องการให้ลูกกบในช่วงนี้มีอัตราการรอดและการเจริญเติบโตที่ดี เพื่อที่จะได้ลูกกบรุ่นที่สมบูรณ์ ในการนำไปเพาะเลี้ยงเป็นกบรุ่นหรือขายตัวให้เกษตรกรนำไปเลี้ยงเป็นกบรุ่นต่อไป[6] ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกกบนาประกอบไปด้วยปัจจัยที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ปัจจัยด้านอาหาร คุณภาพน้ำ ลักษณะของบ่อ โรงเรือนอนุบาล เป็นต้น[7] และปัจจัยที่เกิดจากสภาพแวดล้อมของพื้นที่ เช่น อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง เป็นต้น[8-9] การจัดการสภาพแวดล้อมในการอนุบาลลูกกบนา ส่งผลต่ออัตราการรอด ความสม่ำเสมอของการเจริญเติบโตและสุขภาพของลูกกบนาที่ดี เพื่อให้ได้อัตราการการเจริญเติบโตที่ดี เมื่อนำลูกกบที่อนุบาลไปใช้เลี้ยงเป็นกบรุ่นต่อไป การจัดการโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ด้วยการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือนอนุบาลลูกกบนาทั้งปี จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำให้ลูกกบนามีอัตราการรอดสูง เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อลูกกบนา กล่าวคือ ความชื้นในอากาศทำให้ผิวหนังกบชุ่มชื้น และเมื่อน้ำบนผิวหนังกบระเหยไปก็เป็นการช่วยระบายความร้อนให้กับกบ ความชื้นยังมีผลต่อพฤติกรรมการกระโดดและการเคลื่อนไหวของกบ โดยพบว่า กบในเขตร้อนชื้นเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้อุณหภูมิในตัวกบลดลง เมื่ออุณหภูมิของตัวกบลดลงในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นก็จะทำให้ร่างกายของกบสูญเสียความร้อนโดยพบว่าอัตราการการสูญเสียความร้อนร่วมกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่ออัตราการตายของกบที่ลดลง[10-11] นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ยังส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศ ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิอากาศส่งผลกระทบโดยตรงต่อค่าความสามารถในการละลายได้ของออกซิเจนในน้ำ (Dissolved Oxygen, DO) กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า DO ในน้ำลดลง[12] การที่ออกซิเจนในน้ำลดลงอาจส่งผลทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนเรื้อรัง(Chronic hypoxia) ซึ่งส่งผลให้การฟักไข่และการพัฒนาการจากลูกกบออกมาเป็นลูกกบช้าลง[13] จึงเป็นที่มาของการออกแบบระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของการอนุบาลลูกกบนาเพื่อที่จะสร้าง

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกบนา ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของลูกกบนาที่จะเป็นกบรุ่นในการนำไปเลี้ยงต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาสามารถแบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอน รายละเอียดดังนี้

1. ออกแบบระบบการอนุบาลลูกกบนาในระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์รายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 รวบรวมข้อมูลความเข้มแสง อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ ภายในระบบการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช อ.ช้างกลาง จ.นครศรีธรรมราช โดยกำหนดจุดการรวบรวมข้อมูล 2 จุด คือจุดที่ 1 บริเวณทิศเหนือ และจุดที่ 2 บริเวณทิศใต้ของระบบอนุบาลลูกกบนา เนื่องจากลักษณะโรงเรียนเป็นโรงเรียนที่ขวางทิศทางของแสงในแนวทิศตะวันออก - ตะวันตก ทุกวันๆ ละ 4 เวลา คือ 8.00น. 11.00น. 14.00น. และ 17.00น. เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation)

1.2 ออกแบบระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ โดยศึกษารูปแบบระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ จากบทความงานวิจัย บทความวิชาการ วิทยานิพนธ์ สิ่งประดิษฐ์และสิทธิบัตรที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์

1.3 สร้างและทดลองใช้ระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับอนุบาลลูกกบนาต้นแบบ โดยพิจารณาคัดเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ทดลองระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับอนุบาลลูกกบนาต้นแบบ โดยแบ่งช่วงเวลาของการควบคุมการฟักของไข่ 4 ช่วงเวลา ได้แก่ 1) เปิด 2 นาที่ ปิด 5 นาที่ 2) เปิด 3 นาที่ ปิด 5 นาที่ 3) เปิด 4 นาที่ ปิด 5 นาที่ และ 4) เปิด 5 นาที่ ปิด 5 นาที่ เปรียบเทียบกับระบบที่ไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ (Control) บันทึกอุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ 2 เวลา คือ 11.00 – 12.30 น. และ 13.00 – 14.30 น.

2. ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบการอนุบาลลูกกบนาระหว่างระบบการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 กำหนดตัวแปรควบคุม จำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ ลูกกบนาอายุ 30 วัน ปริมาณน้ำที่ใช้ในการอนุบาล 100 ลิตร อาหารโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 ครั้งต่อวัน ระยะเวลาการเลี้ยง 30 วัน จำนวนลูกกบนา 300 ตัว น้ำหนักเริ่มต้น 6.88 ± 1.35 กรัม ความยาวเริ่มต้น 3.02 ± 0.39 เซนติเมตร สัดส่วนของพื้นที่เปียกต่อพื้นที่แห้ง 3:1 ตัวแปรตามจำนวน 11 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความเข้มแสง อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ความขุ่น แอมโมเนีย ความเป็นด่าง น้ำหนัก ความยาว และอัตราการรอดของลูกกบ

2.2 กำหนดให้หน่วยทดลองที่ 1 เป็นระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ และหน่วยทดลองที่ 2 เป็นระบบดั้งเดิมมีลักษณะเช่นเดียวกับหน่วยทดลองที่ 1 โดยไม่มีการฟักของไข่

2.3 รวบรวมข้อมูลของทั้ง 2 หน่วยทดลองโดย อุณหภูมิอากาศใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล ความเข้มแสงใช้ลักซ์มิเตอร์ (UNI-T UT383 Light Meter 0-200,000 LUX) และความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเครื่องมือแบบดิจิตอล ทุกวันๆ ละ 3 ครั้ง อุณหภูมิ น้ำใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล ความเป็นกรดเป็นด่าง ใช้เครื่องมือวัดพีเอชมิเตอร์และ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำใช้เครื่องมือวัดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำแบบดิจิตอล ความขุ่นด้วยวิธี Phenate Method แอมโมเนียด้วยวิธี Formazin suspension ความเป็นด่างด้วยวิธี Titration method ทุกๆ 7 วัน ชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ทุกๆ 7 วัน และอัตราการรอดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วัน

2.4 เปรียบเทียบน้ำหนักและความยาวของลูกกบนาด้วยวิธี F-test และ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ $p=0.05$

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

1. ความสัมพันธ์ของความเข้มแสง อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ ผลการศึกษาพบว่า จุดที่ 1 บริเวณทิศเหนือของระบบอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมมีระดับความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ย 58,250 ลักซ์ ต่ำสุดเฉลี่ย 8,525 ลักซ์ อุณหภูมิ น้ำสูงสุดเฉลี่ย 31.0 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเฉลี่ย 21.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย 32.3 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเฉลี่ย 25.1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 99.0 ต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 66.5 และจุดที่ 2 บริเวณทิศใต้ของระบบอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมมีระดับความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ย 53,025 ลักซ์ ต่ำสุดเฉลี่ย 9,100 ลักซ์ อุณหภูมิ น้ำ

สูงสุดเฉลี่ย 31.3 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเฉลี่ย 28.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย 32.1 องศาเซลเซียส ต่ำสุดเฉลี่ย 25.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 99.0 ต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 66.8 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างสิ่งแวดล้อมเฉลี่ย 30 วันของระบบอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิม

สิ่งแวดล้อม	จุดที่ 1 ทิศเหนือ			จุดที่ 2 ทิศใต้		
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
ความเข้มแสง (ลักซ์)	58,250	8,525	30,632±12,505	53,025	9,100	28,386±13,357
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	31.0	21.8	29.8±0.8	31.3	28.2	30.2±0.8
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	32.3	25.1	28.8±1.5	32.1	25.2	29.4±1.3
ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	99.0	66.5	80.6±7.2	99.0	66.8	80.8±7.1

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาความเข้มแสง อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดระยะเวลา 30 วัน 4 ช่วงเวลาพบว่า จุดที่ 1 บริเวณทิศเหนือของระบบอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมมีระดับความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ย 158,000 ลักซ์ ที่เวลา 11.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 1,200 ลักซ์ ที่เวลา 8.00 น. และ 17.00 น. อุณหภูมิ น้ำ สูงสุดเฉลี่ย 33.8 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 25.0 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. อุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย 36.4 องศาเซลเซียส ที่เวลา 17.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 23.5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 17.00 น. ความชื้นสัมพัทธ์ สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 99.0 ที่เวลา 8.00 – 17.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 47.0 ที่เวลา 17.00 น. และจุดที่ 2 บริเวณทิศใต้ของระบบอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมมีระดับความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ย 150,000 ลักซ์ที่เวลา 11.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 2,500 ลักซ์ ที่เวลา 17.00 น. อุณหภูมิ น้ำ สูงสุดเฉลี่ย 33.5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 23.0 องศาเซลเซียสที่เวลา 8.00 น. อุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย 37.1 องศาเซลเซียสที่เวลา 11.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 23.9 องศาเซลเซียสที่เวลา 8.00 น. และ 17.00 น. ความชื้นสัมพัทธ์ สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 99.0 ที่เวลา 8.00 – 17.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 51.0 ที่เวลา 11.00 น. และ 14.00 น. ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 โครงสร้างสิ่งแวดล้อมตามเวลาเป็นเวลา 30 วันของระบบอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิม

จุดที่	เวลา	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)			ความเข้มแสง (ลักซ์)		
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
จุดที่ 1 ทิศเหนือ	8.00 น.	29.5	25.0	27.9±0.9	31.5	23.9	26.3±1.8	99.0	83.0	96.8±4.3	21,000	1,200	10,810±4,580
	11.00 น.	30.7	27.5	29.5±0.8	33.7	25.0	30.7±2.3	99.0	54.0	72.5±11.7	158,000	51,000	65,870±45,328
	14.00 น.	33.8	26.6	31.3±1.5	35.1	24.4	30.3±3.1	99.0	49.0	72.7±14.2	103,000	1,460	33,249±31,063
	17.00 น.	33.2	28.2	30.7±1.1	36.4	23.5	28.0±3.1	99.0	47.0	80.3±14.2	61,000	1,200	12,600±13,715
จุดที่ 2 ทิศใต้	8.00 น.	29.8	23.0	28.1±1.2	29.4	23.9	26.6±1.6	99.0	74.0	95.4±6.8	47,000	1,300	19,130±10,898
	11.00 น.	32.0	28.1	30.4±1.1	37.1	24.5	32.2±3.2	99.0	51.0	70.8±13.2	15,000	4,400	60,767±47,267
	14.00 น.	33.5	28.2	31.6±1.3	34.9	24.5	30.4±3.2	99.0	51.0	74.2±14.2	83,000	2,000	24,327±20,226
	17.00 น.	32.3	28.3	30.8±0.9	33.5	23.9	28.3±2.6	99.0	52.0	82.9±13.4	2,500	1,100	9,322±5,895

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิอากาศทั้งจุดที่ 1 และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเกิน 35 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกกบนา 28 – 35 องศาเซลเซียส[14] และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดร้อยละ 47 ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกบนา[10] อย่างไรก็ตามผลจากการวิเคราะห์ยังไม่ทราบว่าความเข้มแสง อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์โครงสร้างสิ่งแวดล้อมเป็นรายคู่ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่อไป

ผลวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) พบว่า จุดที่ 1 บริเวณทิศเหนือของระบบอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมพบว่าความเข้มแสง อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิ น้ำ และความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง กับอุณหภูมิอากาศ ความเข้มแสงกับอุณหภูมิ น้ำ และอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิ น้ำ ในทิศทางบวกที่ 0.655, 0.242 และ 0.613 ตามลำดับ ในขณะที่พบความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์กับความเข้มแสง ความชื้นสัมพัทธ์กับอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์กับอุณหภูมิ น้ำ ในทิศทางลบที่ -0.595, -0.898 และ -0.710 ตามลำดับ

จุดที่ 2 บริเวณทิศใต้ของระบบอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมพบว่า อุณหภูมิ น้ำและความเข้มแสงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางบวกที่ 0.266 ในขณะที่ ความเข้มแสงกับอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิ น้ำมีความสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางบวกที่ 0.663 และ 0.576 ตามลำดับ อีกทั้งพบความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์กับความเข้มแสง ความชื้นสัมพัทธ์กับอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์กับอุณหภูมิ น้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางลบที่ -0.461, -0.872 และ -0.732 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางสหสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมในการเลี้ยงกบ

จุดที่	ความเข้มแสง	อุณหภูมิอากาศ	อุณหภูมิ น้ำ	ความชื้นสัมพัทธ์
ทิศเหนือ				
ความเข้มแสง		.655 **	.242 **	-.595 **
อุณหภูมิอากาศ	.655 **		.613 **	-.898 **
อุณหภูมิ น้ำ	.242 **	.613 **		-.710 ****
ความชื้นสัมพัทธ์	-.595 **	-.898 **	-.710 **	
ทิศใต้				
ความเข้มแสง		.663 **	.226 *	-.461 **
อุณหภูมิอากาศ	.663 **		.576 **	-.872 **
อุณหภูมิ น้ำ	.226 *	.576 *		-.732 *
ความชื้นสัมพัทธ์	-.461 **	-.872 **	-.732 *	

** . ความสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (2-tailed).

* . ความสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (2-tailed).

จากตารางที่ 3 พบว่า จุดที่ 1 และจุดที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศในทิศทางตรงกันข้ามที่ระดับ 0.898 และ 0.872 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับความเข้มแสง และความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับอุณหภูมิ น้ำ ในขณะที่ความเข้มแสงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศในทิศทางเดียวกันที่ระดับ 0.658 และ 0.663 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์สูงสุดเมื่อเทียบกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิ น้ำ และความเข้มแสงกับความชื้นสัมพัทธ์

เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มแสงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงได้นำผลของความสัมพันธ์ดังกล่าวมาออกแบบระบบการอนุบาลลูกกบนาโดยควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ร่วมกับการพรางแสงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกบนาต่อไป

ระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการอนุบาลลูกกบนาผลการศึกษาพบว่า ระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ประกอบด้วยบ่อขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 0.8 เมตร พื้นที่ใช้ยกต่อพื้นที่แห่ง 3:1 เสาค้ำโครงหลังคา ขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว สูง 1 เมตร ด้านข้างกันด้วยตาข่ายไนลอน ขนาดตา 2 เซนติเมตร ด้านบนพรางแสงด้วยตาข่ายพลาสติกสีดำแสงผ่านได้ร้อยละ 50 ด้านบนบริเวณโครงหลังคาทั้ง 4 ด้านติดตั้งหัวพ่นละอองน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 มิลลิเมตรจำนวน 4 หัวทำงานร่วมปั้มน้ำแรงดันขนาด 10 บาร์ กำหนดระยะเวลาสำหรับการควบคุมการพ่นละอองน้ำ 3 นาที ปิดระบบควบคุมการพ่นละอองน้ำ 5 นาที ตั้งแต่เวลา 9.00น. ถึง 17.00น. ดังภาพที่ 1-5



ภาพที่ 1 ตาข่ายป้องกันสัตว์อื่นๆรบกวนการเลี้ยงกบ



ภาพที่ 2 ลักษณะของการพ่นละอองน้ำของระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์



ภาพที่ 3 อุปกรณ์จ่ายไฟกระแสตรงพร้อมอุปกรณ์ตั้งเวลาทำงาน



ภาพที่ 4 ชุดปั๊มแรงดันสูงสำหรับพ่นละอองน้ำ



ภาพที่ 5 ชุดกรอมน้ำก่อนเข้าปั๊มแรงดันสูงสำหรับพ่นละอองน้ำ

ประสิทธิภาพของระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับอนุบาลลูกกบนา โดยการพ่นละอองน้ำเพื่อควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 4 ช่วงเวลา พบว่าการควบคุมละอองน้ำโดยเปิด 2 นาที่ ปิด 5 นาที่ เวลา 11.00 – 12.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 31.3 ± 0.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 32.6 ± 0.3 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 70.7 ± 4.0 การควบคุมละอองน้ำโดยเปิด 2 นาที่ ปิด 5 นาที่ เวลา 13.00 – 14.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 35.9 ± 0.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 32.6 ± 1.5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 66.7 ± 9.8

การควบคุมละอองน้ำโดยเปิด 3 นาที่ ปิด 5 นาที่ เวลา 11.00 – 12.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 32.0 ± 0.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 30.3 ± 0.6 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 82.6 ± 5.8 การควบคุมละอองน้ำโดยเปิด 3 นาที่ ปิด 5 นาที่ เวลา 13.00 – 14.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 33.8 ± 0.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 34.0 ± 0.9 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 61.4 ± 5.4

การควบคุมละอองน้ำโดยเปิด 4 นาที่ ปิด 5 นาที่ เวลา 11.00 – 12.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 30.5 ± 0.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 30.6 ± 0.6 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 77.4 ± 5.2 การควบคุมละอองน้ำโดยเปิด 4 นาที่ ปิด 5 นาที่ เวลา 13.00 – 14.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 32.6 ± 0.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 26.9 ± 0.5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 84.5 ± 4.7

การควบคุมละอองน้ำโดยเปิด 5 นาที่ ปิด 5 นาที่ เวลา 11.00 – 12.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 31.7 ± 0.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 27.2 ± 0.7 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 76.7 ± 4.2 การควบคุมละออง

น้ำโดยเปิด 5 นาที ปิด 5 นาที เวลา 13.00 – 14.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 29.4 ± 1.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 27.2 ± 2.0 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 78.7 ± 11.4

โดยระบบที่ไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่เวลา 11.00 – 12.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 32.9 ± 1.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 34.4 ± 0.7 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 43.6 ± 3.1 และเวลา 13.00 – 14.30 น. มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 35.3 ± 1.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 34.6 ± 1.4 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 42.5 ± 6.4 ดังแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศของการควบคุมละอองน้ำในทุกช่วงเวลาอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกบ แต่เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ในเวลา 11.00 – 12.30 น. พบว่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเมื่อเทียบกับการไม่พ่นละอองน้ำ มีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับการควบคุมละอองน้ำ ในช่วงเวลาอื่น ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ในเวลา 13.00 – 14.30 น. พบว่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของทุกช่วงเวลาอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกบแต่การควบคุมละอองน้ำโดยการเปิด 3 นาที ปิด 5 นาที จะสิ้นเปลืองปริมาณน้ำน้อยกว่าการเปิด 4 นาที ปิด 5 นาที และการเปิด 5 นาที ปิด 5 นาที ในขณะที่การเปิด 2 นาที ปิด 5 นาที จะสิ้นเปลืองปริมาณน้ำน้อยกว่าการเปิด 3 นาที ปิด 5 นาที แต่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงกว่า แสดงให้เห็นว่าการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ด้วยละอองน้ำโดยการเปิด 3 นาที ปิด 5 นาที มีความสม่ำเสมอว่าการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ด้วยละอองน้ำโดยการเปิด 2 นาที ปิด 5 นาที ดังนั้นเมื่อพิจารณาข้อมูลทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ เวลา 11.00 – 12.30 น. และเวลา 13.00 -14.30 น. สรุปได้ว่าการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ด้วยละอองน้ำโดยการเปิด 3 นาที ปิด 5 นาที สามารถควบคุม อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญของลูกกบนาได้

อย่างไรก็ตามเมื่อทราบช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ด้วยละอองน้ำโดยการเปิด 3 นาที ปิด 5 นาทีแล้ว เพื่อเป็นการยืนยันประสิทธิภาพของระบบอีกครั้ง การศึกษาครั้งนี้จึงได้ทดสอบการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์โดยการเปิด 3 นาที ปิด 3 นาที อีกครั้ง รวบรวมข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ และความเข้มแสง ทุกวันๆ ละ 5 เวลา คือ 9.00 น. 11.00 น. 13.00 น. 15.00 น. และ 17.00 น. เป็นเวลา 15 วัน ผลการศึกษาพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยเวลา 9.00 น. และ 11.00 น. เท่ากับร้อยละ 53.0 ± 12.9 ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยเวลา 17.00 น. เท่ากับร้อยละ 49.5 ± 12.1 อุณหภูมิ น้ำสูงสุดเฉลี่ยเวลา 15.00 น. เท่ากับ 30.9 ± 1.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ น้ำต่ำสุดเฉลี่ยเวลา 9.00 น. เท่ากับ 25.3 ± 0.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยเวลา 15.00 น. เท่ากับ 36.4 ± 3.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ยเวลา 9.00 น. เท่ากับ 27.6 ± 2.8 องศาเซลเซียส ความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ยเวลา 13.00 น. เท่ากับ $52,494 \pm 28,393$ ลักซ์ ความเข้มแสงต่ำสุดเฉลี่ยเวลา 17.00 น. เท่ากับ $6,352 \pm 4,099$ ลักซ์ ดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 พบว่าระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการอนุบาลลูกกบนา สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลา 13.00 น. และ 15.00 น. มีค่าเกินกว่าค่าที่เหมาะสมประมาณ 2 องศาเซลเซียส โดยเมื่อพิจารณาสาเหตุของความผิดปกตินี้พบว่าสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงธรรมชาติในช่วงเวลาเดียวกัน โดยพบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสงธรรมชาติเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงเวลาอื่น แต่อย่างไรก็ตามความผิดปกติของอุณหภูมิอากาศนี้สามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มความหนาของวัสดุพรางแสง ดังนั้นระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ด้วยละอองน้ำซึ่งควบคุมการเปิด 3 นาที ปิด 5 นาที ร่วมกับการเพิ่มความหนาของการพรางแสงสามารถเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มแสงธรรมชาติ ให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกบนา

ตารางที่ 4 การทดลองตั้งเวลาระบบควบคุมละอองน้ำกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในโรงเรือน

ระบบ	เวลา	ควบคุม	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)		
			สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
ระบบ ควบคุม ละอองน้ำ	11.00- 12.30 น.	เปิด 2 นาที. ปิด 5 นาที	32.2	30.6	31.3±0.5	32.9	32.0	32.6±0.3	74.0	63.0	70.2±4.0
		เปิด 3 นาที ปิด 5 นาที	33.8	29.9	32.0±0.3	31.8	29.8	30.3±0.6	90.0	69.0	82.6±5.8
		เปิด 4 นาที ปิด 5 นาที	32.0	29.3	30.5±0.9	31.8	30.1	30.6±0.6	82.0	67.0	77.4±5.2
		เปิด 5 นาที ปิด 5 นาที	32.5	30.2	31.7±0.9	28.9	26.5	27.2±0.7	83.0	68.0	76.7±4.3
	13.00-14.30 น.	เปิด 2 นาที ปิด 5 นาที	36.8	34.8	35.9±0.6	34.9	30.9	32.6±1.5	81.0	55.0	66.7±9.8
		เปิด 3 นาที ปิด 5 นาที	34.7	31.3	33.8±0.9	36.0	33.0	34±0.9	71.0	53.0	61.4±5.4
		เปิด 4 นาที ปิด 5 นาที	33.8	31.7	32.6±0.7	27.7	26.3	26.9±0.5	90.0	78.0	84.5±4.7
		เปิด 5 นาที ปิด 5 นาที	30.7	26.5	29.4±1.3	30.5	23.7	27.2±2.0	99.0	63.0	78.7±11.4
ไม่มีระบบ	11.00-12.30 น.				32.9±1.2			34.4±0.7			43.6±3.1
ควบคุม	13.00-14.30 น.				35.3±1.1			34.6±1.4			42.5±6.4

Research Article

Journal of Vocational Institute of Agriculture

Vol. 7 ● No. 1 • January – June 2023

ตารางที่ 5 โครงสร้างสิ่งแวดล้อมระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการอนุบาลลูกกบนา

เวลา	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)			ความเข้มแสง (ลักซ์)		
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
9.00 น.	26.8	24.3	25.3±0.7	38.1	23.1	27.6±2.8	77.0	28.0	53.0±12.9	39,000	1,800	6,359±7,094
11.00 น.	29.1	21.9	26.8±1.3	40.3	25.9	30.5±2.5	69.0	29.0	53.0±11.7	120,000	3,000	20,376±24,081
13.00 น.	32.1	21.9	30.1±1.6	49.3	29.5	35.4±3.7	75.0	28.0	50.6±11.3	92,000	4,500	52,494±28,393
15.00 น.	33.1	22.5	30.9±1.6	48.8	28.7	36.4±3.8	88.0	27.0	50.7±12.3	75,000	3,800	24,827±21,745
17.00 น.	32.0	27.7	30.1±1.0	48.0	28.0	34.2±3.4	88.0	27.0	49.5±12.1	18,000	2,000	6,352±4,099

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติของระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการอนุบาลลูกกบนา

ระบบ	Time	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)			ความเข้มแสง (ลักซ์)		
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
ระบบควบคุม	8.00 น.	27.5	24.5	26.0±0.8	27.9	23.4	25.5±1.2	99.0	64.0	91.1±6.6	3,700	700	2,063±730
ความชื้น	12.00 น.	32.0	25.5	28.7±1.5	35.5	23.9	31.5±2.7	99.0	64.0	88.2±8.2	36,000	900	18,117±1,1598
สัมพัทธ์	16.00 น.	32.4	25.0	29.8±1.9	37.4	23.9	32.2±3.7	99.0	65.0	87.5±7.6	15,000	300	6,723±4,017
ระบบควบคุม	8.00 น.	29.5	23.3	27.1±1.0	32.0	22.0	25.0±2.4	82.0	45.0	73.4±7.4	13,000	2,700	6,797±2,500
แบบดั้งเดิม	12.00 น.	35.7	27.6	31.8±2.1	40.8	22.5	31.4±4.0	97.0	42.0	56.1±11.2	120,000	4,500	59,980±37,980
	16.00 น.	37.4	26.7	33.4±2.5	42.5	22.5	34.5±5.4	81.0	41.0	53.7±10.0	63,000	1,700	25,953±17,520

2. ประสิทธิภาพของระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการอนุบาลลูกกบนา รายละเอียดดังนี้

2.1 ความสามารถในการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของระบบ ผลการศึกษาพบว่าระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการอนุบาลลูกกบนาสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ระหว่างร้อยละ 88.92±7.60 ตลอดระยะเวลาการศึกษา 30 วัน

2.2 โครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติของระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์สำหรับการอนุบาลลูกกบนา ผลการศึกษาพบว่าระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ มีระดับความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ย 36,000 ลักซ์ที่เวลา 12.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 300 ลักซ์ ที่เวลา 16.00 น. อุณหภูมิน้ำสูงสุดเฉลี่ย 32.4 องศาเซลเซียสที่เวลา 16.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 24.5 องศาเซลเซียสที่เวลา 8.00 น. อุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย 37.4 องศาเซลเซียสที่เวลา 16.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 23.4 องศาเซลเซียสที่เวลา 8.00 น. ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 99.9 ที่เวลา 8.00 – 16.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 64.0 ที่เวลา 8.00 น. และ 12.00 น. และระบบการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมมีระดับความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ย 120,000 ลักซ์ที่เวลา 12.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 1,700 ลักซ์ ที่เวลา 16.00 น. อุณหภูมิน้ำสูงสุดเฉลี่ย 37.4 องศาเซลเซียสที่เวลา 16.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 29.5 องศาเซลเซียสที่เวลา 8.00 น. อุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ย 42.5 องศาเซลเซียสที่เวลา 16.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ย 22.0 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8.00 น. ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 97.0 ที่เวลา 12.00 น. ต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 41.0 ที่เวลา 16.00 น. ดังตารางที่ 6

2.3 การเจริญเติบโตของลูกกบนา ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักและความยาวของลูกกบนาเมื่อดำเนินการทดลองครบ 30 วัน ระบบควบคุมและแบบดั้งเดิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือน้ำหนักของลูกกบนาในระบบควบคุมเท่ากับ 52.73 ± 6.54 กรัม และน้ำหนักลูกกบนาแบบดั้งเดิมเท่ากับ 27.72 ± 2.09 กรัม ในส่วนของความยาวของลูกกบนาในระบบควบคุมเท่ากับ 8.8 ± 0.4 เซนติเมตรและความยาวลูกกบนาแบบดั้งเดิมเท่ากับ 8.1 ± 0.3 เซนติเมตร

ในขณะที่เมื่อพิจารณาอัตราการรอดของระบบควบคุมและแบบดั้งเดิมพบว่า อัตราการรอดของระบบควบคุมมีค่ามากกว่าแบบดั้งเดิมที่ร้อยละ 70.3 และ 62.0 ตามลำดับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 อัตราการเจริญเติบโตของลูกกบนา

ผล	ระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์	ระบบควบคุมแบบดั้งเดิม
น้ำหนัก (กรัม)	52.73 ± 6.54^a	27.72 ± 2.09^b
ความยาว (เซนติเมตร)	8.76 ± 0.39^a	8.05 ± 0.34^b
อัตราการรอด (%)	70.3	62.0

2.4 คุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาพบว่าระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์มีแอมโมเนียเท่ากับ 0.57 ± 0.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นต่างเท่ากับ $1,605.05 \pm 631.41$ มิลลิกรัมต่อลิตร ออกซิเจนละลายน้ำ 1.99 ± 0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดต่าง 7.28 ± 0.64 และค่าความขุ่น 230.42 ± 80.19 NTU และระบบการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิม มีแอมโมเนียเท่ากับ 0.31 ± 0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นต่างเท่ากับ 779.42 ± 116.64 มิลลิกรัมต่อลิตร ออกซิเจนละลายน้ำ 1.73 ± 0.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดต่าง 7.54 ± 0.80 และค่าความขุ่น 186.57 ± 100.47 NTU ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำ

ตัวชี้วัดน้ำ	ค่ามาตรฐาน	ระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์	ระบบควบคุมแบบดั้งเดิม
แอมโมเนีย (มก./ลิตร)	< 0.5	0.57 ± 0.56	0.31 ± 0.28
ความเป็นต่าง (มก./ลิตร)	30 – 300	$1,605.05 \pm 631.41$	779.42 ± 116.64
ออกซิเจนละลายในน้ำ (มก./ลิตร)	> 3	1.99 ± 0.52	1.73 ± 0.50
pH	6.8 – 9.0	7.28 ± 0.64	7.54 ± 0.80
ความขุ่น (NTU)	5 – 10	230.42 ± 80.19	186.57 ± 100.47

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลของการศึกษาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่พบว่า อุณหภูมิเป็นอุปสรรคต่อการอนุบาลลูกกบนา โดยพบว่าตั้งแต่เวลา 11.00 น. เป็นต้นไป อุณหภูมิอากาศของพื้นที่อนุบาลลูกกบนามีแนวโน้มที่จะสูงเกิน 35 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกกบนา[14]

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทางลบ และมีค่าความสัมพันธ์สูงสุดในทุกคู่ของสหสัมพันธ์ จึงเป็นที่มาในการพิจารณาเพิ่มไอน้ำในอากาศบริเวณเหนือพื้นที่อนุบาลลูกกบนา โดยพบว่าการพ่นละอองน้ำเป็นฝอยผ่านระบบปั๊มแรงดันสูงทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ของระบบเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็สามารถลดอุณหภูมิลงได้ในช่วงเวลา 11.00 น. เป็นต้นไป

อย่างไรก็ตามผลของอุณหภูมิอากาศยังมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเข้มแสงที่ตกกระทบพื้นที่อนุบาลลูกกบนาอีกด้วย ดังนั้นการออกแบบระบบควบคุมความชื้นสำหรับการอนุบาลลูกกบนา จึงทำการพร่างแสงของระบบด้วยตาข่ายพร่างแสงสีดำ 50 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ความเข้มแสงของระบบลดลง การใช้ตาข่ายพร่างแสงร่วมกับการพ่นละอองน้ำทำให้ตั้งแต่เวลา 11.00 น. อุณหภูมิอากาศสูงสุดของระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์มีค่าลดลงและยังทำให้เปอร์เซ็นต์ของความชื้นสัมพัทธ์ของระบบมีค่าสูงขึ้นกว่าระบบดั้งเดิม

ระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ จึงทำให้ผลผลิตของการอนุบาลลูกกบนามีแนวโน้มที่ดีขึ้น ดังที่จะเห็นได้จากน้ำหนักความยาว และอัตราการรอดของลูกกบนา ทั้งนี้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศทำให้ผิวหนังกบชุ่มชื้น และเมื่อน้ำบนผิวหนังกบระเหยไปก็เป็นการช่วยระบายความร้อนให้กับกบ ความชื้นยังมีผลต่อพฤติกรรมการกระโดดและการเคลื่อนไหวของกบ โดยพบว่ากบในเขตร้อนชื้นเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้อุณหภูมิในตัวกบลดลง เมื่ออุณหภูมิของตัวกบลดลงในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นก็จะทำให้ร่างกายของกบสูญเสียความร้อนโดยพบว่าอิทธิพลของการสูญเสียความร้อนร่วมกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่ออัตราการตายของกบที่ลดลง อีกทั้งยังลดความเครียดของการอนุบาลลูกกบนาได้[9-11]

ในขณะที่ผลของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีความที่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่เกิดจากของเสียและของเหลือที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงกบ ซึ่งมีปริมาณของสารอินทรีย์วัตถุจึงทำให้น้ำมีจุลินทรีย์มาย่อยสลายอินทรีย์เหล่านี้ทำให้ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของน้ำมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามกบในระยะนี้เปลี่ยนการหายใจจากเหงือกมาเป็นปอดแล้วอิทธิพลของออกซิเจนที่ละลายในน้ำจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตลดน้อยลง[12-13]

References

- [1] Department of Fisheries. (2020). *Statistics of freshwater aquaculture production 2020*. Available from <https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/viewactivities/1408/85332>. Accessed date: 18 September 2020. (in Thai)
- [2] Talaad Thai. (2020). *Big frog price*. Available from <https://talaadthai.com/product/11-1-01-frog-largesize?date=2020-08-05>. Accessed date: 30 September 2020. (in Thai)
- [3] Uydarn, Y., et al. (2021). *Knowledge capturing of raising frogs*. Pathum Thani: Rangsit University Press. (in Thai)
- [4] Uppanunchai, A. & Singsom, P. (2004). *Nursing of common lowland frog, Rana rugulosa (Wiegmann) tadpole at different stocking densities*. (Research reports). Bangkok: Inland Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries. (in Thai)
- [5] Pipoppinyo, S. & Whangchai, N. (1997). Bullfrog rearing (Bullfrog, *Rana catesbeiana*) by using ready meals. *Fishries Gazette*, 50(1), 79-85. (in Thai)
- [6] Chantacot, R. (2008). *A Study on the Growth and Survival Rate of Frog (Rana tigrina) by Different Kinds of Food*, (Master thesis, Srinakharinwirot University). (in Thai)
- [7] Thongklongsai, T., et al. (2011). The Developmental Hybrid Frog Raising Model in Cement Ponds, Cage and Earth Ponds. In *The National and International Conference of Khon Kaen University 2011*

-
- (p. 38-43). 27-29 January, 2011, Khon Kaen, Thailand. (in Thai)
- [8] Treepolaugson, S. & Intaravicha, N. (2021). Effect of Light Intensity on Nursing of Frog Tadpoles (*Hoplobatrachus rugulosus*). *Journal of Vocational Institute of Agriculture*, 5(1), 1-8. (in Thai)
- [9] Liamtong, S., et al. (2019). Effect of water temperature on growth, survival and health status of East Asian Bullfrog (*Hoplobatrachus rugulosus*) Larvae. In *International Conference on Biodiversity 2019* (p. 55-61). 22-24 May, 2019, Bangkok, Thailand.
- [10] Mitchell, A. & Bergmann, P. J. (2016). Thermal and moisture habitat preferences do not maximize jumping performance in frogs. *Functional Ecology*, 30, 733–742.
- [11] Bellis, E. D. (1962). The Influence of Humidity on Wood Frog Activity. *The American Midland Naturalist*, 68(1), 139-148.
- [12] Blaustein, A. R., et al. (2010). Direct and Indirect Effects of Climate Change on Amphibian Populations. *Diversity*, 2(2), 281-313.
- [13] Mills, N. E. & Barnhart, M. C., et al.(1999). Effects of Hypoxia on Embryonic Development in Two *Ambystoma* and Two *Rana* Species. *Physiological and Biochemical Zoology*, 72(2), 179-88.
- [14] Sawangpanich, P. (1979). *The effect of temperature on the development of frog eggs. (Rana tigerina Daudin)*, (Master thesis, Kasetsart University). (in Thai)