

ผลผลิตของไรแดงที่เลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่นของคลอเรลลา *Chlorella sp.* ที่แตกต่างกัน

PRODUCTION OF WATER FLEA ON CULTUER WITH DIFFERENT QUANLITY OF CHLORELLA SP.

นุชนารถ จงเจริญรุ่งเรือง^{1*}, สมชาย หวังวิบูลย์กิจ²

Nuchanard Chongcharoenrungruang^{1*}, Somchai Wangwibulkit²

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

¹Department of Animal Production Technology and Fishery, School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkhabang.

²คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

²School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkhabang.

*Corresponding author, e-mail: yollgurst@gmail.com

Received: 12 January 2022; **Revised:** 27 July 2022; **Accepted:** 31 August 2022

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณผลผลิตของไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลา (*Chlorella sp.*) ในปริมาณที่แตกต่างกันพบว่า แม่พันธุ์ในแต่ละครอกที่เลี้ยงด้วยระดับความเข้มข้นของสาหร่ายที่แตกต่างกันจะมีผลต่อลูกในแต่ละครอกของไรแดง โดยพ่อแม่พันธุ์ครอกที่ 1, 2 และ 3 สามารถออกลูกได้ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น และพบจำนวนครอกของลูกไรแดงสูงที่สุดที่แม่พันธุ์ครอกที่ 4 ที่ระดับความหนาแน่นของคลอเรลลา 2.69×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร พ่อแม่พันธุ์ครอกที่ 5 ในปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลา 3.50×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร พบว่าในแม่ครอกเดียวกันที่ระดับความเข้มข้นคลอเรลลา 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีการผลิตลูกไรแดงได้จำนวนครอกน้อยกว่า เนื่องจากมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลูกครอกที่ 1 ถึงครอกที่ 6 และในแม่พันธุ์ครอกที่ 6 และครอกที่ 7 ที่มีการให้อาหารไรแดงด้วยสาหร่ายคลอเรลลาที่ระดับความหนาแน่น 4.4×10^5 และ 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับลูกไรแดงครอกที่ 1 ถึงลูกไรแดงครอกที่ 3 แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลูกครอกที่ 4 และ 5 และเมื่อเปรียบเทียบที่ระดับความเข้มข้นของอาหารพ่อแม่พันธุ์ในแต่ละระดับความเข้มข้น พบว่าที่แม่พันธุ์ครอกที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในลูกแต่ละครอก ซึ่งมีปริมาณไรแดงสูงสุดที่ครอกที่ 7 จำนวน 6.75 ± 0.63 ตัวต่อแม่พันธุ์ 1 ตัว และเมื่อมีการเพิ่มปริมาณผลผลิตที่รวดเร็วส่งผลให้ช่วงอายุของแม่พันธุ์ไรแดงสั้นลง โดยจำนวนของลูกไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาที่ระดับความเข้มข้น 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ให้ปริมาณลูกไรแดงทั้งหมดต่อช่วงอายุแม่พันธุ์ได้มากกว่า ความเข้มข้นของสาหร่ายคลอเรลลา 4.4×10^5 , 3.50×10^5 , 2.69×10^5 และ 1.79×10^5

เซลล์ต่อมิลลิลิตร จำนวน 91.8 , 87.5, 79.4, 75.3 และ 70.4 ตัวต่อแม่พันธุ์ 1 ตัว ตามลำดับ ดังนั้น การควบคุมปริมาณของคลอเรลลาสำหรับใช้เป็นอาหารของไรแดง สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ที่เกิดจากการให้อาหารมาก (overfeeding) เกินไปได้

คำสำคัญ: ไรแดง; คลอเรลลา; ครอบไรแดง

Abstract

Studies of *Chlorella* sp. used to produce *moina* sp., the breed of *Moina* sp. to each culture with different densities have an effect on the generation's offspring of *Moina macrocopa* by the 1st, 2nd and 3rd can give a birth increase and can be found the best density's *Chlorella* sp. with 2.69×10^5 cells/milliliter by the 4th generation and 3.50×10^5 cells/milliliter by the 5th generation. Observe the same breeding at density *Chlorella* sp. is 5.3×10^5 cells/milliliter have generation's offspring is less than cause of when it fastest growth up that make it will to shorten life span but is not significant different on 1st offspring to 6th offspring 6th breed and 7th breed have use density's *chlorella* sp. The numbers of 4.4×10^5 cells/milliliter and 5.3×10^5 cells/milliliter were not significantly different between the 1st and 3rd offspring. That finding was significantly different from the 4th offspring and 5th offspring, and if compared to the level of density to breed in each treatment, the 2nd breed was not significantly different from each offspring, with the best quality of *Moina* sp. is 7th offspring have 6.75 ± 0.63 price/breed. When the quantity of the product is increased rapidly, the *Moina* sp. breeder. By quantity of *Moina* sp. fed with *Chlorella* sp. at a density of 5.3×10^5 cells/milliliter, the total number of offspring per female for the whole life span was 4.4×10^5 , 3.50×10^5 , 2.69×10^5 and 1.79×10^5 cells/milliliter, which were 91.8, 87.5, 79.4, 75.3 and 70.4 price/breed, respectively. Controlling the amount of *Chlorella* sp. for the culture of water fleas can reduce the amount of chemicals caused by overfeeding.

Keywords: Water Flea; *Chlorella* sp.; *Moina macrocopa*

บทนำ

ไรแดง (*Moina macrocopa*) มีชื่อสามัญว่า water flea เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่มีกระดูกสันหลังจำพวกครัสเตเชียน (crustacean) ที่สามารถพบได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีการสะสมของสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ วัตถุประสงค์ที่เพียงพอ มีแร่ธาตุปริมาณสูง หรือสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำมีการเน่าเสีย ไรแดงเป็นอาหารธรรมชาติที่ได้รับความนิยมและมีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้านการอนุบาลน้ำจืด การอนุบาลสัตว์ทะเล และการอนุบาลปลาสวยงาม โดยไรแดงมีคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนร้อยละ 68.1-74.09 และไขมันร้อยละ 9.1-10.19 [1,2] ส่วนใหญ่ไรแดงมักใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนได้มาจากการเพาะเลี้ยง เนื่องจากไรแดงจากธรรมชาติมักได้ปริมาณที่ไม่สม่ำเสมอ และไม่สามารถนำมาขยายให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้ได้ ไรแดงเพาะเลี้ยงมีการใช้อาหารหลากหลายชนิด เช่น สาหร่ายคลอเรลลา [3] ซึ่งสามารถให้ปริมาณผลผลิตไรแดงได้ถึง 15,000-20,000 ตัวต่อลิตร (เมื่อมีปริมาณไรแดงเริ่มต้น 40-50 ตัวต่อลิตร) ในขณะที่กากมันสำปะหลังสามารถเป็นสารอาหารเพิ่มปริมาณผลผลิตไรแดง ได้ถึง 17,975 ตัวต่อลิตร [4] หรือเศษอาหารก็สามารถให้ปริมาณผลผลิตของไรแดง 10,000 ตัวต่อลิตร [5]

โดยทั่วไปการเพาะเลี้ยงไรแดง มักเป็นการเพาะเลี้ยงแบบไม่ต่อเนื่อง โดยเป็นการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพียงครั้งเดียว ในการเตรียมบ่อสำหรับการเพาะเลี้ยงไรแดงครั้งถัดไป นิยมปล่อยไรแดงลงในบ่อเลี้ยงคลอเรลลา และเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตไรแดงที่แน่นอนและมีปริมาณมาก และมีข้อดีประการหนึ่งคือไม่ต้องคำนึงถึงศัตรูไรแดง และใช้ระยะเวลาการเลี้ยงสั้น แต่อาจเกิดสารอินทรีย์สะสมบริเวณพื้นบ่อที่เกิดจากการให้อาหาร หรือแพลงก์ตอนในปริมาณที่มากเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไรแดงได้บ้าง ดังนั้นการควบคุมปริมาณอาหารมีผลต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตไรแดงได้อย่างต่อเนื่อง ลดปริมาณการสะสมของสารอินทรีย์ที่เกิดจากการตายของแพลงก์ตอนหรืออาหารของไรแดง รวมถึงลดอัตราการตายของไรแดง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลาที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงไรแดง เพื่อที่จะสามารถกำหนดปริมาณคลอเรลลา ที่เหมาะสมต่อปริมาณของไรแดง และส่งผลให้ปริมาณผลผลิตไรแดงได้สูงสุด นอกจากนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตของไรแดง และสามารถเลี้ยงไรแดงได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนไรแดงในบางฤดูกาลได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณคลอเรลลาที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรแดงได้สูงที่สุด
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณอาหารต่อการเพิ่มจำนวนประชากรของไรแดง (*M. macrocopa*)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตรวจสอบชนิดของไรแดงที่นำมาทดลอง

รวบรวมไรแดงจากคลองธรรมชาติ ตำบล ศาลาครุ อำเภอบึงสามพัน จังหวัดพิจิตร โดยกรองไรแดงด้วยสวิงตาถี่ และส่องรูปร่างลักษณะไรแดงผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ หรือ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) ที่กำลังขยาย 4 เท่า 10 เท่า และ 40 เท่า และบันทึกภาพ บริเวณส่วนหัว (head) บริเวณหนวด (antennules) คู่ที่ 1 และ บริเวณ feather teeth ที่อยู่ด้านข้างของ post abdomen เพื่อตรวจสอบชนิดของไรแดงที่นำมาใช้ในการทดลอง บันทึกผล และเก็บข้อมูลของไรแดงโดยเปรียบเทียบลักษณะของไรแดงชนิดต่าง ๆ ที่มีลักษณะของอวัยวะจำเพาะประกอบด้วย บริเวณส่วนหัวจะไม่พบรอยเว้าเหนือบริเวณตา (supraocular depression) บริเวณส่วนหัวและลำตัวจะมีขน (hairs) มี setae เรียงต่อกันจำนวน 55-65 เส้น และจะพบ feather teeth จะบริเวณด้านข้างของ postabdomen จำนวน 7-10 อัน [6]

2. การเตรียมคลอเรลลาเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงไรแดง

ขั้นตอนที่ 1

เตรียมกระบะที่มีขนาด 40 x 60 x 30 เซนติเมตร จำนวน 4 กระบะ สำหรับเพิ่มปริมาณคลอเรลลา โดยเติมน้ำปริมาตร 9 ลิตร และหัวเชื้อคลอเรลลาปริมาตร 1 ลิตร ระหว่างการเพาะเลี้ยงให้อากาศในกระบะตลอดเวลาด้วยเครื่องเติมอากาศชนิดหัวทราย

ขั้นตอนที่ 2

การเตรียมปุ๋ยเพื่อนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับคลอเรลลา ประกอบด้วย รำละเอียด 5 กรัม ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) 3 กรัม ปุ๋ยนา (สูตร 16-20-0) 1.5 กรัม และปูนขาว 0.9 กรัม [6] คลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน และพักทิ้งไว้ 5 นาทีเพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดเกิดการตกตะกอน แยกตะกอนด้วยสวิงตาถี่ โดยนำปุ๋ยที่ผ่านการกรองตะกอนออกแล้วใส่ในกระบะที่มีส่วนผสมของน้ำร่วมกับหัวเชื้อคลอเรลลา และคนให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากัน หลังจากนั้นนำกระบะตั้งไว้ในบริเวณที่มีแดดจัดเป็นระยะเวลา 3 วัน แล้วนำคลอเรลลาที่เพาะได้มาใช้สำหรับทดลอง

3. การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำไรแดงที่เก็บจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาเลี้ยงโดยให้คลอเรลลาเป็นอาหารจำนวน 2 มื้อต่อวัน เวลา 08.00 น. และ 17.00 น. ปริมาณ 5 ลิตรต่อมื้อ เป็นระยะเวลา 30 วัน เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตของไรแดงให้เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการทดลอง

4. การศึกษาปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลาที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตของไรแดง

เตรียมผ้ามกรองตาถี่ที่มีขนาด 437 ไมครอน เพื่อใช้สำหรับคัดเลือกรายละเอียดของไรแดงให้ใกล้เคียงกัน (ขนาดประมาณ 550 – 650 ไมครอนเมตร) และใช้ไรแดงที่มีอายุ 2 วัน ด้วยวิธีการสุ่มไรแดงที่ไม่สามารถรอดผ่านผ้ามกรองตาถี่จำนวน 10 ตัว ต่อน้ำที่ผ่านกระบวนการพักไว้เป็นระยะเวลา 2 วัน ปริมาตร 40 มิลลิลิตร บรรจุในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเริ่มให้อาหารต่อไรแดง ในระดับปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลาที่แตกต่างกัน โดยจัดแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย ระดับปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลา 1.79×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 2.69×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 3.50×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 4.4×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยแต่ละกลุ่มการทดลองมีการทดลองซ้ำ (replicate) จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งจะมีการนับจำนวนคลอเรลลาต่อวันก่อนนำมาเลี้ยงไรแดง โดยหยดตัวอย่างในสไลด์ heamacytometer [7] ผ่านกล้องจุลทรรศน์ แล้วบันทึกจำนวนความหนาแน่นของคลอเรลลา

คำนวณปริมาณคลอเรลลา(*Chlorella* sp.) ดังนี้

$$\text{ค่าเฉลี่ยของแฟล่งก์ตอนในช่อง} \frac{A+B+C+D}{4} 10^4 \text{ เซลล์ต่อมิลลิลิตร}$$

สภาพแวดล้อมของไรแดง มีอุณหภูมิระหว่าง 24-31 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด ด่าง อยู่ระหว่าง 7-8 ตลอดการทดลอง ระหว่างการทดลองเก็บข้อมูล และจดบันทึกปริมาณผลผลิตของไรแดง โดยวิธีการนับจำนวนไรแดงที่เกิดขึ้น เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณผลผลิตของไรแดงต่อจำนวนของแม่พันธุ์ 1 ตัว และบันทึกจำนวนการออกลูก (ครั้ง) ต่อแม่พันธุ์ (ตัว) จนสิ้นสุดการทดลอง

5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองโดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD: completely random design) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS (statistical package for the social sciences) เวอร์ชัน 25 (IBM SPSS Statistics 25 License Authorization Wizard) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธีการ Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

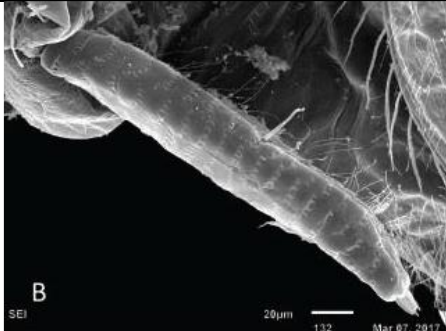
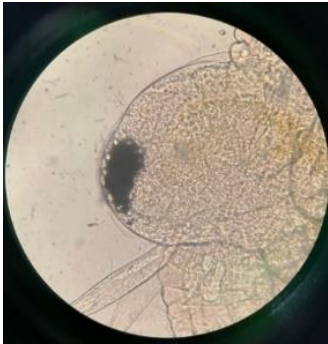
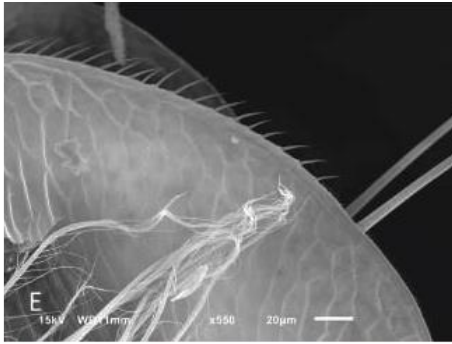
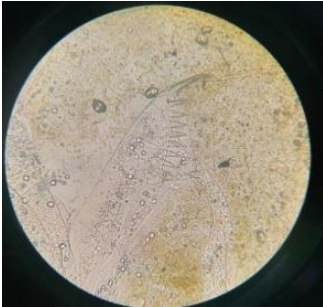
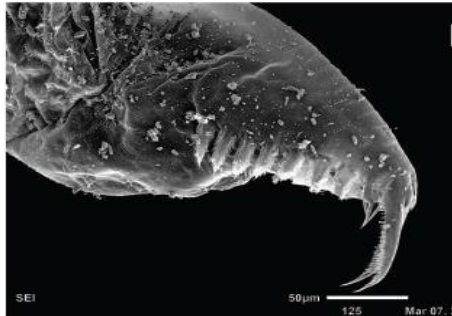
ลักษณะทั่วไปของไรแดง



(ก) ไรแดงตัวอย่างจากพื้นที่ที่ศึกษา (ถ่ายภาพโดยผู้วิจัย, 2564) (ข) ไรแดงชนิด *Moina macrocopa* [8]

ภาพที่ 1 ไรแดงชนิด *Moina macrocopa*

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของไรแดง ชนิด *Moina macrocopa* ในพื้นที่ศึกษากับงานวิจัยอื่น [8]

	ลักษณะของไรแดง (ถ่ายภาพโดยผู้เขียน)	ลักษณะของไรแดง (งานวิจัยอื่น)
อวัยวะส่วนหนวด (antennule)		
อวัยวะส่วนขน (hairs) บริเวณส่วนหัวของไรแดง		
เขี้ยว จะงอยของไรแดง (claw and feathered teeth)		

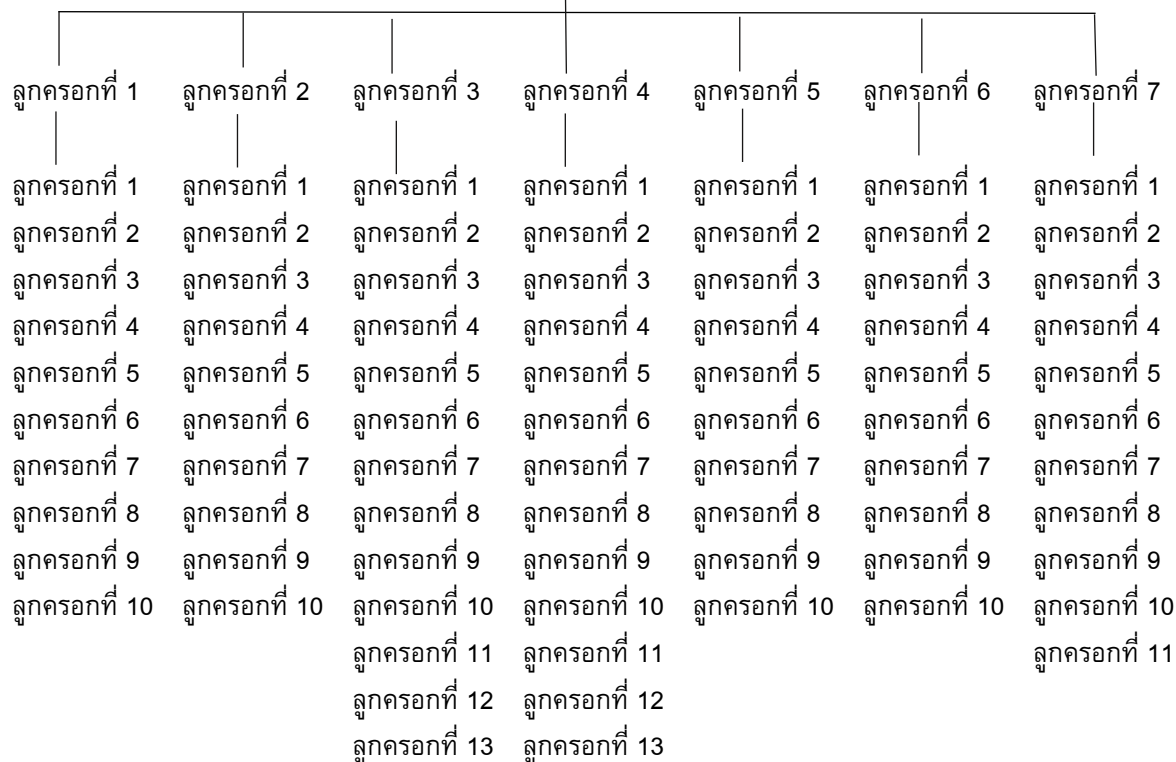
ไรแดง เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจัดอยู่ในกลุ่มครัสเตเชียน ที่มีความหลากหลายทางชนิดมากถึง 150 ชนิด โดยทั่วไปไรแดงสามารถพบได้ในหลายประเทศรวมถึงประเทศไทยซึ่งสามารถพบได้ทั้งหมด 6 ชนิด แต่ละชนิดจะมีลักษณะเด่นที่แตกต่างกัน โดยถูกคัดแยกจากอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของไรแดง เช่น feather teeth ที่อยู่บริเวณด้านข้างของ postabdomen ลักษณะทั่วไปของไรแดงที่นำมาเป็นสัตว์ทดลองคือไรแดงชนิด *Moina macrocopa* ที่มีลักษณะที่สอดคล้องกัน [8] ซึ่งขนาดของไรแดงที่พบมีขนาดเล็ก ไรแดงเพศเมียมีขนาด 0.4-1.8 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1-6) ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าไรแดงเพศผู้ บริเวณลำตัวมีเปลือกหุ้ม และมีลักษณะเป็นรูปไข่ สีเหลืองอมสีส้มปนสีแดง ส่วนหัวมีลักษณะกลม และขนาดใหญ่ มีเปลือกหุ้มลำตัว (carapace) ไรแดงมีตาประกอบ (compound eye) ขนาดใหญ่ ไม่มีรอยเว้า หรืออาจมีรอยเว้าเพียงเล็กน้อยเหนือบริเวณตา (supraocular depression) บริเวณส่วนหัว และลำตัวมีขน (hair) เรียงยาว บริเวณด้านท้องมี setae เรียงต่อกันประมาณ 55-65 เส้น มี feather teeth อยู่บริเวณด้านข้าง postabdomen จำนวน 7-10 อัน (ภาพที่ 7, ภาพที่ 8)

ปริมาณคลอเรลลาที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรแดงได้สูงที่สุด

การเลี้ยงไรแดงด้วยคลอเรลลาในปริมาณความหนาแน่นที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของไรแดง จากการศึกษาพบว่าไรแดงเมื่อถึงช่วงอายุที่พร้อมสำหรับการสืบพันธุ์ (วันที่ 2 ของการเจริญเติบโต) สามารถเริ่มผลิตลูกได้ โดยแม่พันธุ์ครอกแรกสามารถผลิตลูกไรแดงได้ 7 ครอก ซึ่งในแต่ละครอกสามารถให้ปริมาณผลผลิตลูกไรแดงได้น้อยที่สุด 5 ครอกต่อแม่พันธุ์ 1 ครอก และสามารถให้ผลผลิตลูกไรแดงสูงสุด 13 ครอกต่อแม่พันธุ์ 1 ครอก (ภาพที่ 2) เมื่อทดลองให้อาหารไรแดงด้วยปริมาณที่แตกต่างกันส่งผลต่อจำนวนลูกของไรแดงต่อแม่พันธุ์ในแต่ละครอก ซึ่งพบว่าแม่พันธุ์ไรแดงครอกที่ 1 ให้ปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลาที่ระดับความเข้มข้น 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร สามารถผลิตลูกไรแดงได้ 17 ± 1.32 ตัวต่อแม่พันธุ์ ในขณะที่ปริมาณความหนาแน่นที่ระดับความเข้มข้น 1.79×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ของไรแดงครอกที่ 5 (แม่พันธุ์รุ่น 1.5) มีปริมาณผลผลิตลูกไรแดงน้อยที่สุด ซึ่งแม่พันธุ์ไรแดงครอกที่ 1 มีจำนวนผลผลิตลูกเฉลี่ยสูงสุด 10 ตัวต่อแม่พันธุ์ และจำนวนผลผลิตต่ำสุดที่ 6 ตัวต่อแม่พันธุ์ ตามลำดับ แม่พันธุ์ของไรแดงครอกที่ 2 เลี้ยงด้วยคลอเรลลาที่ระดับความเข้มข้น 4.4×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ให้ปริมาณผลผลิตลูกสูงสุดพบจำนวน 22 ± 10.50 ตัวต่อแม่พันธุ์ และระดับความหนาแน่นของคลอเรลลา 1.79×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ให้ปริมาณผลผลิตลูกไรแดงน้อยที่สุด 3 ± 0.67 ตัวต่อแม่พันธุ์ ซึ่งแม่พันธุ์สามารถผลิตไรแดงเฉลี่ยสูงสุดจำนวน 8 ตัวต่อแม่พันธุ์ และปริมาณผลผลิตน้อยที่สุด 5 ตัวต่อแม่พันธุ์ ตามลำดับ

เมื่อลูกไรแดงเจริญเติบโตพร้อมสืบพันธุ์ (ครอกที่ 3) และเริ่มมีการเพิ่มจำนวนผลผลิตที่มากขึ้นพบว่าแม่พันธุ์ที่ให้คลอเรลลาที่ระดับความเข้มข้น 3.50×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร สามารถให้จำนวนผลผลิตของไรแดง 13 ครอก และมีจำนวนประชากรของไรแดง 8 ± 8.33 ตัวต่อแม่พันธุ์

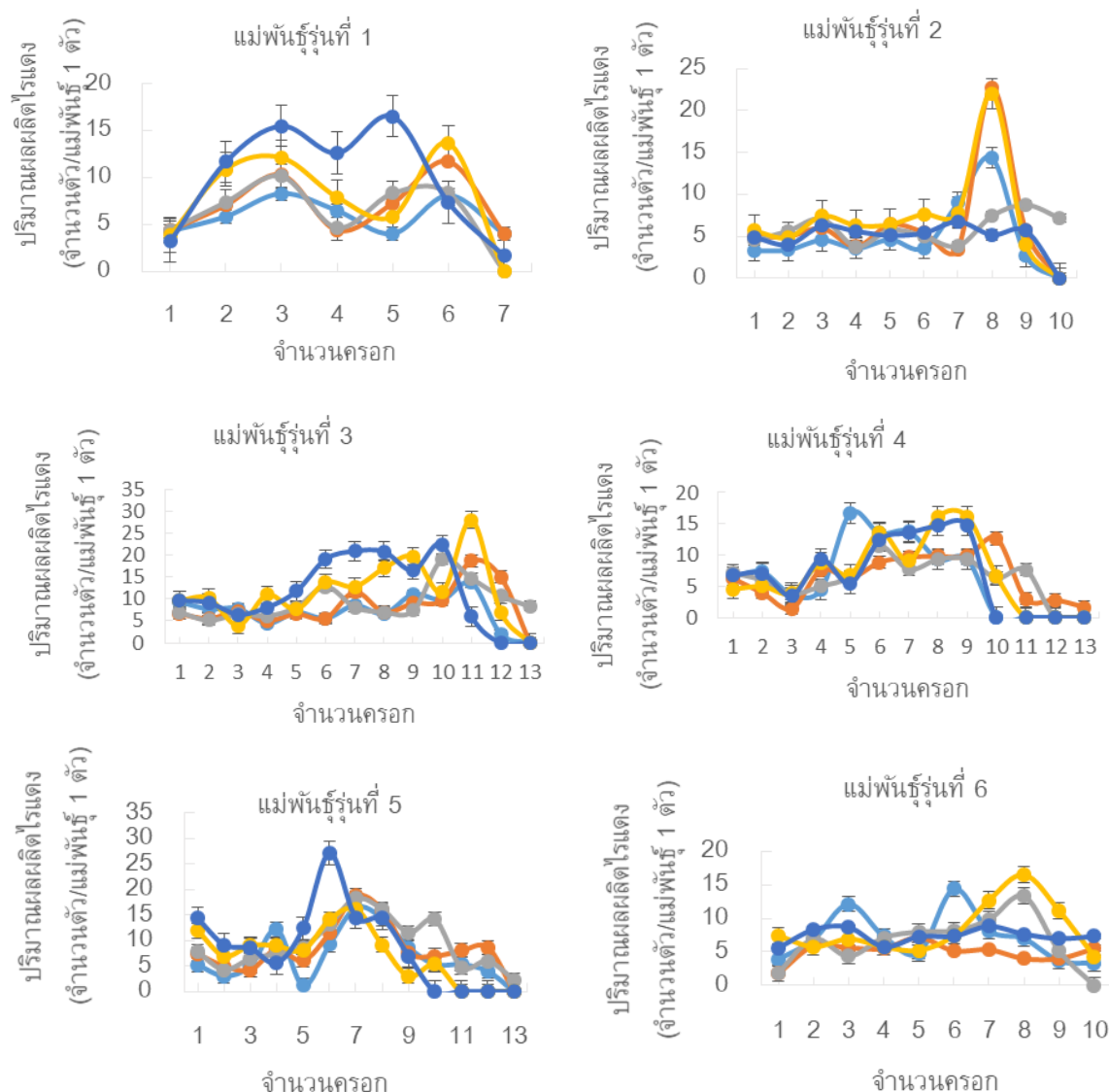
แม่พันธุ์ของไรแดง

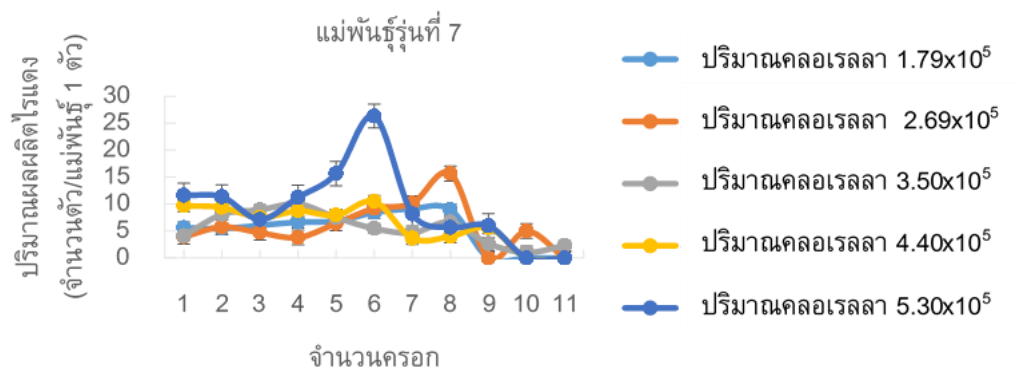


ภาพที่ 2 แผนผังการขยายพันธุ์ของไรแดง *Moina macrocopa* (ครอกต่อแม่พันธุ์)

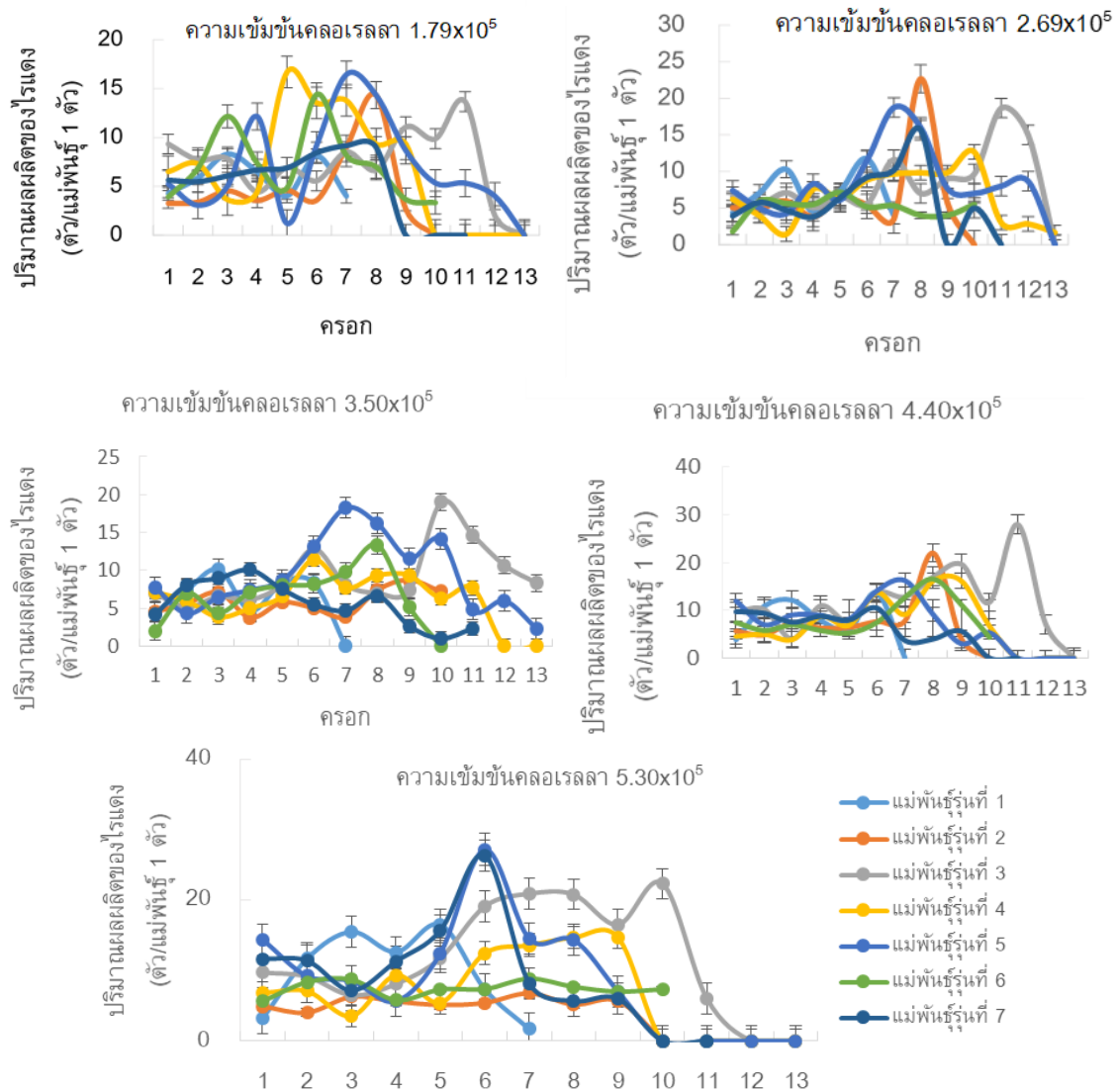
ไรแดงครอกที่ 11 จากแม่พันธุ์ครอกที่ 3 ที่ให้คลอเรลลาระดับความหนาแน่น 4.4×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตไรแดงสูงสุด 28 ± 14.01 ตัวต่อแม่พันธุ์ ซึ่งแม่พันธุ์ไรแดงครอกที่ 3 เลี้ยงด้วยคลอเรลลา หนาแน่น 3.50×10^5 สามารถผลิตไรแดงได้สูงสุด 13 ครอก มีจำนวนผลผลิตไรแดงทั้งหมด 121 ตัว ซึ่งให้ปริมาณ ผลผลิตของไรแดงน้อยกว่าไรแดงที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาปริมาณความหนาแน่น 4.4×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนปริมาณผลผลิตของไรแดงทั้งหมด 150 และ 152 ตัว ต่อแม่พันธุ์ ตามลำดับเช่นเดียวกับจำนวนผลผลิตลูกไรแดงจากแม่พันธุ์ครอกที่ 5 ที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาระดับความ หนาแน่น 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ให้ปริมาณผลผลิตไรแดง 9 ครอก และให้ปริมาณผลผลิตไรแดงรวม 65 ตัว ต่อแม่พันธุ์ แต่ยังไม่ให้ปริมาณผลผลิตไรแดงสูงกว่าแม่พันธุ์ที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาที่ระดับความหนาแน่น 2.69×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร สามารถเพิ่มผลผลิตไรแดงจำนวน 50 ตัวต่อแม่พันธุ์

แม่พันธุ์ไรแดงครอกที่ 6 ที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาระดับความหนาแน่น 4.4×10^5 พบว่าจำนวนผลผลิตของไร แดงจำนวนทั้งหมด 16.56 ± 2.51 ตัวต่อแม่พันธุ์ มีมากกว่าการให้คลอเรลลาที่ระดับความเข้มข้นอื่น สำหรับแม่พันธุ์ ไรแดงรุ่นที่ 7 ที่มีการให้ปริมาณคลอเรลลา 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ 4.4×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีจำนวนไรแดง 26.33 ± 2.19 ตัวต่อแม่พันธุ์ และ 10.50 ± 2.13 ตัวต่อแม่พันธุ์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3)





ภาพที่ 3 ปริมาณลูกของไรแดง *Moina macrocopa* ต่อแม่พันธุ์ 1 ตัว กับจำนวนครอกของลูกไรแดงที่ให้ปริมาณอาหารคลอเรลลาที่แตกต่างกัน 5 ระดับความเข้มข้น



ภาพที่ 4 ปริมาณผลผลิตของไรแดง *Moina macrocopa* ต่อไรแดงเพศเมียที่ให้ปริมาณผลผลิตลูกไรแดงแต่ละครอกที่ให้ปริมาณความเข้มข้นคลอเรลลาเป็นอาหารแตกต่างกัน 5 ระดับ

ลูกไรแดงแต่ละครอกที่เกิดจากแม่พันธุ์ที่แตกต่างกันอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตถึงแม้ว่ามีการให้อาหารในปริมาณที่เท่ากัน จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลาที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ พบว่า ความหนาแน่นของคลอเรลลาที่ระดับความเข้มข้น 1.79×10^5 , 2.69×10^5 , 3.50×10^5 , 4.4×10^5 และ 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีผลต่อการเจริญเติบโต และความสมบูรณ์ของการสืบพันธุ์ส่งผลให้จำนวนผลผลิตประชากรของไรแดงมีปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลาที่ระดับความเข้มข้น 4.4×10^5 และ 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่งผลให้จำนวนผลผลิตของไรแดงมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นโดยใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตและพร้อมในการสืบพันธุ์ที่รวดเร็วกว่า จะพบจำนวนลูกของไรแดงที่ลดลงและพบว่าในครอกหลังจะมีแนวโน้มอายุสั้นลง แต่จะมีการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้รวดเร็วกว่าครอกแรก แสดงในภาพที่ 4

จากการศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของไรแดงที่เลี้ยงด้วยความเข้มข้นของคลอเรลลาที่แตกต่างกันพบว่าไรแดงใช้ระยะเวลา 48 ชั่วโมงในการเจริญเติบโต โดยระยะการเจริญเติบโตของไรแดง (ในสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม) มี 4 ระยะ ประกอบด้วย ระยะที่ 1 ไข่ ระยะที่ 2 juvenile instar ระยะที่ 3 adolescent instar และระยะที่ 4 ตัวเต็มวัย [9] ไรแดงที่เลี้ยงจากการทดลองสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ 240 ถึง 360 ชั่วโมง (10 ถึง 15 วัน) และสามารถผลิตลูกได้มากที่สุด 13 ครอก ซึ่งจากการทดลองพบว่าจำนวนการผลิตลูกของไรแดงต่อแม่พันธุ์ที่ปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลาคือ 5 ระดับ พบว่าไม่แตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความหนาแน่นของคลอเรลลา 2.69×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีการผลิตลูกไรแดงต่อแม่พันธุ์มากที่สุดคือ 9 ± 0.46 ครั้ง (6-13 ครั้ง) ในขณะที่จำนวนผลผลิตลูกไรแดงทั้งหมดตลอดช่วงชีวิตแม่พันธุ์พบว่าระดับของความหนาแน่นของคลอเรลลา 5.3×10^5 , 4.4×10^5 และ 3.50×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ที่ใช้เป็นอาหารของไรแดงสามารถผลิตจำนวนลูกไรแดงมากที่สุดมีจำนวนเฉลี่ย 91.8, 87.5 และ 79.4 ตัวตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วงชีวิตของไรแดง *Moina macrocopa*. ที่ให้ปริมาณความเข้มข้นของคลอเรลลาที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ($P < 0.05$)

วงชีวิตของไรแดง		ความหนาแน่นของคลอเรลลา (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)				
		1.79×10^5	2.69×10^5	3.50×10^5	4.4×10^5	5.3×10^5
การเจริญเติบโต (พร้อมสืบพันธุ์) (วัน)	ค่าเฉลี่ย	2 ± 0.00	2 ± 0.00	2 ± 0.00	2 ± 0.00	2 ± 0.00
จำนวนครอกต่อแม่พันธุ์	ค่าเฉลี่ย	9 ± 0.38	9 ± 0.46	9 ± 0.46	9 ± 0.37	9 ± 0.40
	ต่ำสุด-สูงสุด	6-12	6-13	5-13	6-12	6-11
จำนวนลูกไรแดงต่อแม่พันธุ์ในช่วงชีวิต	ค่าเฉลี่ย	70.4	75.3	79.4	87.5	91.8
	ต่ำสุด-สูงสุด	41.1-91.24	42.1-108.68	43.3-121.03	54.3-154.21	48.85-152.41

สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาการเพิ่มผลผลิตของไรแดงที่เลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่นของคลอเรลลาที่แตกต่างกัน พบว่าไรแดงที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นไรแดงสายพันธุ์ *Moina macrocopa* ซึ่งเป็นไรแดงที่มีขนาดเล็ก และสามารถพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น คลอง หนองน้ำ เป็นต้น ไรแดงถูกเพิ่มปริมาณผลผลิตโดยการเลี้ยงด้วยคลอเรลลาที่มีระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 5 ระดับ ซึ่งมีผลต่อจำนวนของการผลิตลูกไรแดงต่อแม่พันธุ์โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 15 วัน สามารถสังเกตเห็นความสมบูรณ์ของการเจริญเติบโต และวัยเจริญพันธุ์ของไรแดงเมื่อไรแดงมีอายุ 2 วัน ทั้งนี้หากให้อาหารไรแดงที่ระดับความหนาแน่น 0.38×10^6 และ 0.76×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ไรแดงจะเริ่มสามารถผลิตลูกครอกแรกได้เมื่อไรแดงมีอายุ 4 วัน [10] เนื่องจากปริมาณความหนาแน่นของคลอเรลลา และปริมาณอาหารที่ให้ต่อไรแดงไม่เพียงพอต่อความ และยังส่งผลต่อการผลิตลูกครอกแรกช้าลงด้วยหากลดปริมาณอาหารลง เนื่องจากปริมาณอาหารหรือสารอาหารที่ไรแดงกินไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต และไม่เพียงพอต่อระบบการสืบพันธุ์ การเพาะเลี้ยงไรแดงนั้นหากมีการให้อาหารไม่เพียงพอหรือขาดแคลนอาหารจะมีผลกระทบโดยจะกระตุ้นให้ไรแดงมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสืบพันธุ์จากรูปแบบไม่อาศัยเพศเปลี่ยนแปลงเป็นรูปแบบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และเกิดการผลิตไข่พัก รอสภาวะที่เหมาะสมจึงทำให้ไรแดงพักและกลับมาสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศอีกครั้ง ในอีกทางหนึ่ง หากเลี้ยงไรแดงด้วยระดับความหนาแน่น และปริมาณของอาหารมีมากเกินไป (overfeeding) จะส่งผลให้อายุ ความสมบูรณ์ของการผลิตลูกครอกแรกมีแนวโน้มลดลง ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตลูก และระบบสืบพันธุ์ของไรแดงคือชนิดของอาหาร สิ่งแวดล้อมระหว่างการเลี้ยง และคุณภาพของอาหารที่นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงไรแดง [10] โดยสาหร่ายคลอเรลลาเป็นสาหร่ายขนาดเล็กมีขนาด 2-4 ไมครอน มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 51.45 ทำให้มีคุณค่าทางอาหารที่เหมาะสม และส่งผลต่อความพร้อมในการสืบพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว แต่เป็นที่สังเกตว่าเมื่อให้ปริมาณความหนาแน่นของอาหารไรแดงที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลต่อจำนวนผลผลิตลูกไรแดงต่อช่วงชีวิตของแม่พันธุ์โดยความหนาแน่นของอาหารที่ 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตรมีจำนวนลูกไรแดงสูงสุดที่ 91.8 ตัว ซึ่งจะส่งผลต่อวงจรชีวิตของไรแดงที่สั้นลงเนื่องจากการเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ที่รวดเร็ว ซึ่งจากผลการทดลองไรแดงมีการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิตที่รวดเร็วและสามารถผลิตลูกได้มากถึง 13 ครอกต่อแม่พันธุ์ 1 ครอก [11] โดยปริมาณอาหารมีผลต่อการเพิ่มจำนวน ขนาด พบว่าวงจรชีวิตของไรแดงโดยเฉลี่ยร้อยละ 72 จะมีอายุประมาณ 96-144 ชั่วโมง (4-6 วัน) ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม และไรแดงสามารถออกลูกได้มากที่สุดเพียง 5 ครั้ง แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณของอาหาร และสภาวะแวดล้อม เมื่อเกิดความแปรปรวนของอากาศและสภาพแวดล้อม เช่น เมื่ออากาศเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน เกิดฝนตก และมีผลทำให้อุณหภูมิลดลงส่งผลให้ในช่วงแม่พันธุ์ครอกที่ 4 มีจำนวนผลผลิตของไรแดงในแต่ละครอกลดน้อยลง เนื่องจากอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน ส่งผลต่อขั้นตอนทางชีวภาพของสัตว์เลือดเย็น แผลงก็ตอนอาจสามารถปรับตัวได้ และเกิดความเครียด โดยเฉพาะอุณหภูมิที่แปรปรวนมากกว่า 10 องศาเซลเซียสภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้แนวโน้มการเจริญเติบโตของประชากรและการสืบพันธุ์เกิดขึ้นช้าลง แต่เมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 25 องศาเซลเซียสจะเกิดการกระตุ้น metabolic ที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นจึงทำให้ไรแดงมีอัตราการตายที่เพิ่มมากขึ้นในระยะเวลาที่สั้นลง และเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงยังส่งผลต่อลักษณะทางชีวภาพของไรแดง หรือสัตว์กลุ่ม cladocerans เช่น การพัฒนาของไข่ การลดอัตราการสืบพันธุ์ภายใต้อุณหภูมิที่แปรปรวนในสภาวะอากาศร้อน และปรับตัวกับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และเกิดการผลิตไข่ ทำให้มีประชากรของไรแดงที่ลดลง [12] เมื่อแม่พันธุ์พร้อมจะสืบพันธุ์และเริ่มให้ผลผลิตจะสังเกตพบว่าจำนวนของไรแดงมีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว พอจะอธิบายได้จากเมื่อไข่มีการเคลื่อนเข้าสู่ช่องพักไข่ จะเริ่มมีการแบ่งตัวเป็นตัวอ่อนเกิดขึ้น เรียกว่าระยะ first juvenile และจะออกจากช่องพักไข่ภายในระยะเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง เมื่อตัวอ่อนของไรแดงออกจากแม่พันธุ์แล้วจะมีไข่อีกใบเข้าไปแทนที่ทันที โดยจำนวนของไรแดงจะเพิ่ม

มากขึ้นครั้งละ 2-3 ตัว ทำให้แม่พันธุ์ไรแดงสามารถออกลูกได้อย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่สั้นลง [13] และนอกจากนี้ ยังส่งผลต่อสหายคลอเรลลา เป็นอาหารของไรแดงในระหว่างการเลี้ยงพบสหายตกตะกอน ซึ่งเกิดจากปริมาณคลอเรลลาตายลงเนื่องจากเมื่อมีปริมาณแสงลดลงทำให้การสังเคราะห์แสงส่งผลต่อการเติบโตของคลอเรลลาลดลง [14] ซึ่งปริมาณความหนาแน่น 1.79×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร พบจำนวนของประชากรไรแดงทั้งหมดสูงสุด 91.09 ตัว และ 4.4×10^5 , 3.50×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 5.3×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ 2.69×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่ 30 องศาเซลเซียส ไรแดงที่ได้จากการเลี้ยงด้วยสหายรายมีปริมาณสูงสุดที่ 46.88 ตัว และจะมีอายุสั้นที่สุดในช่วงอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 75 วัน [15-16]

การเลือกใช้คลอเรลลาเป็นอาหารสำหรับไรแดงจากการศึกษาสามารถเลี้ยงไรแดงด้วยสหายรายคลอเรลลา โดยควบคุมความหนาแน่นของคลอเรลลาได้อย่างต่อเนื่อง [16] เพื่อลดการเกิดภาวะไม่พึงประสงค์จากการเน่าเสียบริเวณพื้นบ่อ ลดปริมาณสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยง และลดการเกิดสิ่งมีชีวิตที่ก่อเกิดโรคไรแดง เช่น ไดอะตอม โปรโตซัว (*Epistylis* sp.) และโรติเฟอร์ (*Brachionus rubens*) ที่เป็นพาหะของการเกิดโรคในสัตว์น้ำวัยอ่อน [17]

เอกสารอ้างอิง

- [1] Pethmanee, T. (1999). *Plankton cultured's guide*. National institute of coastal aquaculture Songkhla. p. 49.
- [2] Tawatmaneekul, P., Wiputthanumas, T., Watcharakornyothin, V., and Suksawat, T. (1989). *Culture of moina sp.* Publication no. 9/2532. Inland Fisheries research and development division of Phatumtane, Inland Fisheries research and development division. Department of Fisheries. Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- [3] Sritasit, W. (2001). *Analysis and estimate result of Moina sp. In Thailand*. Academic document No. 207. Inland Fisheries research and development division. Department of fisheries.
- [4] Mubarak, A. S., Jusadi D., Junior M. Z., and Suprayudi M. A. (2017). The population growth and the nutritional status of *Moina macrocopa* feed with rice bran and cassava bran suspensions. *Journal Akuakultur Indonesia*, 16(2), 223-233.
- [5] Kamrunnahr, K., Md, A., Jeong, U.-C., and Kang, S.-J. (2019). Mass culture of *Moina macrocopa* using organic waste and its feeding effects on the performance of *Pagrus major* larvae. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45(1), 75-80.
- [6] Sangpan, N., Sooksomnit, A., and Chaleisok, A. (2016). *Modern culture of Moina: 4 species of moina Culture for moina's egg*. Print no. 1. Bangkok: National Science and Technology Development Agency.
- [7] Arkronrat, W., Sawatmalanon, S., Phungdee, B., Buaban, T., and Oniam, V. (2018). Application of light emitting diode (LED) on marine microalgae production (*Isochrysis galbana* Clone T. ISO and *Tetraselmis suecica*) under laboratory conditions. *Journal of Agricultural Research and Extension*, 35(2018), 20-29.
- [8] Lucia, M.-E., Manuel, E.-G., and Marcelo, S.-B. (2019). *Moina macrocopa* (Straus, 1820): A species complex of a common Cladocera, highlighted by morphology and DNA barcodes. *Limnetica*, 38(1), 253-277.

- [9] Rodmongkoldee, M. (2019). *Development of Moina micrura Culture Techniques for Aquatic Animal Larval Feed* [Unpublished doctoral dissertation]. Kasetsart University.
- [10] Martinez, J. F., and Gutierrez, V. A. (1991). Fecundity, reproduction, and growth of *Moina macrocopa* fed different algae. *Hydrobiologia*, 222(1), 49-55.
- [11] Azuraidi, O. M., Yusoff, F. M., Shamsudin, M. N., Raha, R. A., Alekseev, V. R., and Matias-Peralta, H. M. (2013). Effect of food density on male appearance and ephippia production in a tropical cladoceran, *Moina micrura* Kurz, 1874. *Aquaculture*, 412-413, 131-135.
- [12] Jumroon, W., Worasithichokchai, P., and Kovitvadhi, S. (2001). *Increase of water fleas population reared with micro-algae and bacteria*. academic conference of Kasetsart University. 39th. pp. 236-243.
- [13] Yamalee, Y., and Pupan, S. (1985). *Semi-continuous cultivation of Moina macrocopa with green algae (Chlorella sp.)*. 2^{3th} Academic conference. Fishery branch. Kasetsart University. pp. 378-384.
- [14] Sihapitukgiat, P., Rungtongbaisuree, S., and kitpemkeart, A. (1992). *Experiment on disinfection of water-flea ectoparasite, Epistylis sp., By some chemicals for increasing water-flea production*. Technical paper no. 1. Ubonratchathni Inland fisheries development center. Inland fisheries division. Dapartment of fisheries. Ministry of agriculture and co-operatives.
- [15] Gama-Flores, J. L., Huidobro-Salas, M. E., Sarma, S. S. S., Nandini S., Zepeda-Mejia, R., and Gulati, R. D. (2015). Temperature and age affect the life history characteristics and fatty acid profiles of *Moina macrocopa* (cladocera). *Journal of thermal biology*, 53, 135-142.
- [16] Rachakornyotin, W., Tawaratmaneeekul, P., Wiputanumat, T., and Suksawat, T. (1985). *Moina culture*. annual report Pathum Thani Inland Aquaculture Development center. Inland Fisheries Division. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. pp. 80-87.
- [17] Charubhun, B. (1990). Epibionts on water Flea *Moina macrocopa* (STRAUS) and Brine Shrimp (*Artemia* sp.). *thai agricultural research journal*, 24, 457-466.