

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๖/๒๕๖๓



Technical Paper No. 6/2020

ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้าวัยอ่อน
จนถึงวัยเจริญพันธุ์สำหรับการสร้างประชากรพื้นฐาน
Effect of Photoperiod on Growth Performance and Survival Rate
of The Young Crab to Sexual Maturity of Blue Swimming Crab
(*Portunus pelagicus*, linnaeus, 1758) for Base Population

สาธิต คำผิง

นิรุต แก่นเชื้อชัย

เกษม หอมโชติ

กฤษณพันธ์ โกเมนไปรินทร์

มีชัย แก้วศรีทอง

อนวัช บุญญภักดี

Sathit Khamphong

Niroot Kaenchueachai

Kasem Homchote

Kridsanupan Komanpririn

Meechai Kaewsrihong

Anawat Boonyapakdee

กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ

กรมประมง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Aquatic Animal Genetics Research and

Development Division

Department of Fisheries

Ministry of Agriculture and Cooperatives



ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้าวัยอ่อน
จนถึงวัยเจริญพันธุ์สำหรับการสร้างประชากรพื้นฐาน
Effect of Photoperiod on Growth Performance and Survival Rate
of The Young Crab to Sexual Maturity of Blue Swimming Crab
(*Portunus pelagicus*, linnaeus, 1758) for Base Population

สาธิต คำผิง	Sathit Khamphong
นิรุต แก่นเชื้อชัย	Niroot Kaenchueachai
เกษม หอมโชติ	Kasem Homchote
กฤษณพันธ์ โกเมนไพรรินทร์	Kridsanupan Komanpririn
มีชัย แก้วศรีทอง	Meechai Kaewsritthong
อนวัช บุญญภักดี	Anawat Boonyapakdee

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำเพชรบุรี

Phetchaburi Aquatic Animal Genetics Research
and Development Center

กองวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ

Aquatic Animal Genetics Research and
Development Division

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๖๓

2020

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	5
1. การวางแผนการทดลอง	5
2. สถานที่และระยะเวลาการทดลอง	5
3. วิธีดำเนินการ	6
4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	7
5. การเก็บข้อมูล	7
6. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	8
ผลการศึกษา	8
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	18
ข้อเสนอแนะ	20
กิตติกรรมประกาศ	20
เอกสารอ้างอิง	21

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้างกระดูก ความยาวกระดูก อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปูม้าที่ช่วงแสง 5 ระดับ ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน	10
2	ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้างกระดูก ความยาวกระดูก อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปูม้า จากปัจจัยช่วงแสง 5 ระดับ และสัดส่วนเพศ 5 ระดับ ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน	14
3	ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้างกระดูก ความยาวกระดูก อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปูม้า จากปัจจัยช่วงแสง และสัดส่วนเพศ ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน	16
4	ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	17

ผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้าวัยอ่อน จนถึงวัยเจริญพันธุ์สำหรับการสร้างประชากรพื้นฐาน

สาริต คำผิง^{1*}, นิรุต แก่นเชื้อชัย¹, เกษม หอมโชติ¹, กฤษณพันธ์ โกเมนไปรินทร์², มีชัย แก้วศรีทอง³
และ อนวัช บุญญภัทที⁴

¹ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำเพชรบุรี

²ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำนครศรีธรรมราช

³ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งตรัง

⁴คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้าวัยอ่อน จนถึงวัยเจริญพันธุ์ สำหรับการสร้างประชากรพื้นฐาน การทดลองที่ 1 ศึกษาช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย ของลูกปูม้าวัยอ่อน-ระยะวัยรุ่น ที่ช่วงแสง 5 ระดับ คือ 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D (L=Light, D=Dark) ระยะเวลาการทดลอง 60 วัน ผลการวิจัยพบว่า ช่วงแสงมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูม้า ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ช่วงแสง 6L:18D ปูม้ามีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด และที่ช่วงแสง 18L:6D ปูม้ามีอัตราการรอดตายสูงที่สุด การทดลองที่ 2 ศึกษาช่วงแสง และสัดส่วนเพศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูม้าระยะวัยรุ่น-ระยะเจริญพันธุ์ ที่ช่วงแสง 5 ระดับ คือ 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D และสัดส่วนเพศ (เพศผู้:เพศเมีย) 5 ระดับ คือ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 ระยะเวลาการทดลอง 60 วัน ผลการวิจัยพบว่า ช่วงแสงและสัดส่วนเพศไม่มีอิทธิพลร่วมกัน ช่วงแสงและสัดส่วนเพศมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูม้า ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ช่วงแสง 6L:18D และสัดส่วนเพศที่ 50:50 มีความเหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้า

คำสำคัญ: ปูม้า, ช่วงแสง, อัตราการเจริญเติบโต, อัตราการรอดตาย, ประชากรพื้นฐาน

*ผู้รับผิดชอบ: 122 ม. 1 ต. แหลมผักเบี้ย อ. บ้านแหลม จ. เพชรบุรี 76100

E-mail: khamphong_13s@hotmail.com

Effect of Photoperiod on Growth Performance and Survival Rate of The Young Crab to Sexual Maturity of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*, linnaeus, 1758) for Base Population

Sathit Khamphong^{1*}, Niroot Kaenchueachai¹, Kasem Homchote¹, Kridsanupan Komanpririn², Meechai Kaewsrithong³ and Anawat Boonyapakdee⁴

¹Phetchaburi Aquatic Animal Genetics Research and Development Center

²Nakhonsitummarat Aquatic Animal Genetics Research and Development Center

³Trang Coastal Fisheries Research and Development Center

⁴Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University Phetchaburi IT Campus

Abstract

The study on effect of photoperiod on growth performance and survival rate of the young crab to sexual maturity of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*, linnaeus, 1758). The first experiment was divided into five level of photoperiod 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D and 6L:18D (L=Light, D=Dark), respectively that were cultured for 60 days. Results found the photoperiod effects on growth performance and survival rate were statistically significant difference ($p < 0.05$). The best growth performance at photoperiod 6L:18D, the highest survival rate at photoperiod 18L:6D. The second experiment was studied two factors, the first factor was five level of photoperiod at 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D and 6L:18D. The second factor was five level of sex ratio (male : female) at 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 and 0:100, respectively that were cultured for 60 days, results found the photoperiod and sex ratio do not have mutual influence. The photoperiod and sex ratio photoperiod effects on growth performance and survival rate were statistically significant difference ($p < 0.05$). Photoperiod at 6L:18D and sex ratio at 50:50 there were most suitable on growth performance and survival rate of *P. pelagicus*.

Keywords: blue swimming crab, photoperiod, growth performance, survival rate, base population

*Corresponding author: 122 Moo 1, Laemphakbia, Banlaem District, Phetchaburi Province
76100 E-mail:khamphong_13s@hotmail.com

คำนำ

ปูม้า มีชื่อสามัญว่า Blue swimming crab มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ปูม้าเป็นสัตว์น้ำชายฝั่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560 พบว่าสถิติการจับปูม้ามีปริมาณ 28,907 ตัน คิดเป็นมูลค่า 4,980.151 ล้านบาท โดยมาจากอ่าวไทย 22,123 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,838.739 ล้านบาท และมหาสมุทรอินเดีย 6,784 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,461.679 ล้านบาท ปริมาณสัตว์น้ำเค็มรวมเพาะเลี้ยงชายฝั่งในส่วนของปูม้า ปริมาณที่จับได้ปี 2556 จำนวน 25,700 ตัน ปี 2557 จำนวน 28,300 ตัน และลดลงในปี 2558 โดยปริมาณปูม้าที่จับได้ 26,900 ตัน ส่วนปี 2559 มีปริมาณปูม้าเพิ่มขึ้นเป็น 36,100 ตัน และปริมาณที่จับได้ลดลงในปี 2560 อยู่ที่ 35,900 ตัน แต่เมื่อสังเกตจากมูลค่าที่ได้รับ พบว่าปี 2556 มีมูลค่าจากปริมาณการจับปูม้า 3,561.7 ล้านบาท และมีมูลค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 5,948.8 ล้านบาทในปี 2559 (กรมประมง, 2562) อย่างไรก็ตามเบญจวรรณ และคณะ (2560) ได้ทำการวิเคราะห์ชี้ชัดเศรษฐกิจศาสตร์ของการประมง ปูม้าในอ่าวไทย พบว่าการทำการประมงปูม้าในอ่าวไทยเกินศักยภาพการผลิตทดแทนโดยธรรมชาติ ซึ่งส่งผลให้ทรัพยากรปูม้าลดลงอย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบันมีหน่วยงาน ทั้งภาครัฐ เอกชน และชุมชนในท้องถิ่นได้มีการประสานงานร่วมกัน เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประชากรปูม้าในธรรมชาติให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น มีการกำหนดพื้นที่แนวเขตทำการประมงสำหรับวางลอบปู กำหนดขนาดตาอวนของลอบปู ตลอดจนมีการจัดตั้งธนาคารปูม้าของชุมชนในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทั่วประเทศ เพื่อฟื้นฟูทรัพยากรปูม้าให้กับท้องทะเลไทย ด้วยวิธีการง่าย ๆ ส่งผลให้เกิดประโยชน์ให้กับธรรมชาติและเศรษฐกิจประมงปูม้าอย่างมหาศาล นอกจากนี้นักวิชาการจากหน่วยงานของกรมประมง ได้ทำการศึกษาค้นคว้า วิจัยและพัฒนาแนวทางในการเพิ่มอัตราการรอดตายและอัตราการเจริญเติบโตของลูกปูม้า ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ ความเป็นกรด-เป็นด่าง ความเค็ม น้ำ ความหนาแน่นในการอนุบาล อาหารที่ใช้สำหรับการอนุบาล ตลอดจนการศึกษาผลของที่หลบซ่อนต่ออัตราการรอดตายและอัตราการเจริญเติบโตของลูกปูม้า แต่ก็ยังพบปัญหาในการเพาะและอนุบาลลูกปูม้าที่มีอัตราการรอดตายต่ำ ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่มาจากปูม้ามีพฤติกรรมการกินกันเอง (Cannibalism) ค่อนข้างสูง (Marshall *et al.*, 2005); (Maheswarudu *et al.*, 2008) ดังนั้น การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมดังกล่าว จำเป็นต้องนำองค์ความรู้ด้านพันธุศาสตร์มาใช้ในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมปูม้าจากพันธุธรรมชาติให้เป็นพันธุ์เพาะเลี้ยง การปรับปรุงพันธุ์ด้านลักษณะการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย เป็นต้น ซึ่งการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการกินกันเองนั้นเป็นปัจจัยหนึ่งในการช่วยเพิ่มอัตราการรอดตายของปูม้า และลดความเสี่ยงจากการเป็นผู้ถูกล่าจากผู้ล่ากลุ่มอื่นๆ (Brown, 1985) ตามทฤษฎีการกินอาหารเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือ Optimum foraging theory ของ Wootton (1998) กล่าวว่า ผู้ล่าจะเลือกกินอาหารที่เกิดประโยชน์สูงสุดโดยใช้พลังงานให้น้อยที่สุด หากโอกาสในการพบอาหารที่เกิดประโยชน์สูงลดน้อยลง ก็จะเลือกกินอาหารที่เกิดประโยชน์ในลำดับรองลงมาแทน นอกจากนี้ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปูม้าถือว่าเป็นส่วนสำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ เช่น ฤดูกาล แหล่งที่อยู่อาศัย ความเข้มแสง และช่วงแสงที่ปูม้าได้รับในรอบวัน เป็นต้น จากการศึกษาข้อมูลพบว่า พื้นที่อ่าวไทยจัดเป็นทะเลเขตน้ำตื้น และมีความลึกสูงสุด 80 เมตร (Robinson, 1974) โดยจากการศึกษาแหล่งที่อยู่อาศัยของปูม้า พบว่า โดยทั่วไปปูม้ามีการอาศัยอยู่มากที่สุดที่ระดับความลึกของน้ำทะเล 7-20 เมตร ปูม้าขนาดเล็ก ความกว้างกระดอง 3-6 เซนติเมตร

พบมากระยะห่างฝั่ง 3 ไมล์ทะเล ระดับความลึกไม่เกิน 10 เมตร ปูม้าความกว้างกระดอง 9-12 เซนติเมตร พบมาก ระยะห่างฝั่งมากกว่า 3 ไมล์ทะเล ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร ปูม้าไข่นอกกระดองจะพบร้อยละ 6.46, 6.53, 9.40 และ 11.11 ที่ระดับความลึก 5-10, 10-15, 15-20 และ มากกว่า 20 เมตร ตามลำดับ โดยที่ระดับ ความลึก 3-5 เมตรจะไม่พบปูไข่นอกกระดอง และที่ระดับความลึกมากกว่า 50 เมตร จะไม่พบปูม้าเลย (วุฒิชัย, 2554); (จินตนา และคณะ, 2551); (วุฒิชัย, 2543); (สุเมธ, 2527); (Edgar, 1990); (Warner, 1977); (Xiao and Kumar, 2004) จากข้อมูลดังกล่าว ปูม้าอาศัยอยู่ในระดับความลึกที่แตกต่างกันตามขนาดและช่วงวัยของปูม้า ซึ่งระดับความลึกที่แตกต่างกัน ความเข้มแสงที่ปูม้าได้รับก็จะแตกต่างกันด้วย วิศิษฐ์ (2530) ระบุว่าความเข้มแสงในน้ำทะเลฝั่งอันดามันที่ระดับผิวน้ำมีค่าความเข้มแสง 20-3,020 ลักซ์ และที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าความเข้มแสง 20-1,760 ลักซ์ จะเห็นได้ว่าที่ระดับความลึก 10 เมตร ความเข้มแสงโดยเฉลี่ยจะลดลงร้อยละ 50 ของความเข้มแสงที่ระดับผิวน้ำ จากรายงานของ อำพัน (2523) พบว่าความเข้มแสงลดลงเหลือร้อยละ 10 ที่ระดับความลึก 9.91 เมตร ในเขตอ่าวไทยตอนใน และความเข้มแสงลดลงเหลือร้อยละ 10 ที่ระดับความลึก 12.95 เมตรในเขตอ่าวไทยฝั่งตะวันออก นอกจากนี้ ยังพบว่าช่วงแสงมีผลต่ออัตราการรอดตายของลูกปูม้าในแต่ละระยะ (Andres *et al.*, 2010); (Ravi and Manisseri, 2013); (Ikhwanuddin *et al.*, 2019) อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาในลูกปูม้าระยะ zoea-megalopa ทั้งนี้จากเอกสารงานวิจัยพบว่า สัตว์ส่วนเพศของปูม้ามีผลต่ออัตราการรอดตายของปูม้า (วัฒนา และวารินทร์, 2556) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งหวังที่จะศึกษาเพิ่มเติมจากงานวิจัยดังกล่าว โดยศึกษาผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้าวัยอ่อน จนถึงวัยเจริญพันธุ์สำหรับการสร้างประชากรพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มอัตราการรอดตายของปูม้าและนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ปูม้าต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย ของลูกปูม้าวัยอ่อน (juvenile crab) ถึงระยะวัยรุ่น (young adults)
2. เพื่อศึกษาช่วงแสง และสัตว์ส่วนเพศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูม้าระยะวัยรุ่นถึงระยะเจริญพันธุ์ (mature) สำหรับการสร้างประชากรพื้นฐานเพื่อการปรับปรุงพันธุ์

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

1.1 การทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) อนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อนจนถึงวัยรุ่นในอ่างพลาสติกที่มีช่วงแสงแตกต่างกัน จัดชุดการทดลองแบ่งออกเป็น 5 ชุดการทดลอง (treatment) แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 15 ซ้ำ (replication) โดยใช้ความเข้มแสง 500 ลักซ์ มีหน่วยทดลองทั้งหมด 75 หน่วยทดลอง ระยะเวลา 60 วัน ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ที่ช่วงแสง 18L:6D (ให้แสง 18 ชั่วโมง เวลา 08.00 น.-02.00 น. ไม่ให้แสง 6 ชั่วโมง เวลา 02.00 น.-08.00 น.)

ชุดการทดลองที่ 2 ที่ช่วงแสง 15L:9D (ให้แสง 15 ชั่วโมง เวลา 08.00 น.-23.00 น. ไม่ให้แสง 9 ชั่วโมง เวลา 23.00 น.-08.00 น.)

ชุดการทดลองที่ 3 ที่ช่วงแสง 12L:12D (ให้แสง 12 ชั่วโมง เวลา 08.00 น.-20.00 น. ไม่ให้แสง 12 ชั่วโมง เวลา 20.00 น.-08.00 น.)

ชุดการทดลองที่ 4 ที่ช่วงแสง 9L:15D (ให้แสง 9 ชั่วโมง เวลา 08.00 น.-17.00 น. ไม่ให้แสง 15 ชั่วโมง เวลา 17.00 น.-08.00 น.)

ชุดการทดลองที่ 5 ที่ช่วงแสง 6L:18D (ให้แสง 6 ชั่วโมง เวลา 08.00 น.-14.00 น. ไม่ให้แสง 18 ชั่วโมง เวลา 14.00 น.-08.00 น.)

1.2 การทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ 5x5 แฟคทอเรียล ที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (5x5 factorial experiment in completely randomized design) อนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อนจนถึงวัยเจริญพันธุ์ การทดลองประกอบด้วยตัวแปรสองปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่หนึ่ง ใช้ช่วงแสง 5 ระดับ ดังนี้ 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D

ปัจจัยที่สอง ใช้สัดส่วนเพศ (เพศผู้:เพศเมีย) 5 ระดับ ดังนี้ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 นำแต่ละระดับของทั้งสองปัจจัยมาทดลองร่วมกัน โดยมีจำนวน 25 ทริตเมนต์คอมบิเนชัน (treatment combination) แต่ละทริตเมนต์คอมบิเนชันมีจำนวน 3 ซ้ำ

2. สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำเพชรบุรี ระหว่างเดือนมีนาคม-กันยายน 2562

3. วิธีดำเนินการ

3.1 การเตรียมสถานที่สำหรับทดลอง

เตรียมโรงเรือนขนาดกว้าง 7 เมตร ยาว 25 เมตร โดยแบ่งพื้นที่สำหรับทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดมีขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 7 เมตร ผนังห้องของแต่ละชุดการทดลองกันด้วยกระเบื้องแผ่นเรียบเพื่อให้ห้องมืดสนิท ติดตั้งอุปกรณ์ให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟ LED ขนาด 18 วัตต์ ค่าความสว่างที่ 2,200 lumen โดยใช้หลอดไฟจำนวน 8 หลอดต่อชุดการทดลอง และติดตั้งระบบการควบคุมช่วงแสงอัตโนมัติทุกชุดการทดลอง พร้อมตรวจสอบระดับความเข้มแสงด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง (light meter) รุ่น LX-11128SD

3.2 การเตรียมหน่วยทดลอง

เตรียมอ่างพลาสติกขนาดบรรจุ 230 ลิตร (92x130x28 เซนติเมตร) สำหรับใช้เป็นหน่วยทดลอง จำนวน 75 ใบ (ชุดการทดลองละ 15 ใบ) แต่ละใบมีอุปกรณ์สำหรับให้อากาศ จำนวน 2 ชุด นำทรายละเอียดใส่อ่างพลาสติกความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นที่หลบซ่อนของปูม้า

3.3 การเตรียมน้ำสำหรับงานทดลอง

เตรียมน้ำให้ได้ความเค็ม 27-30 ส่วนในพันส่วน โดยนำน้ำทะเลซึ่งมีความเค็มประมาณ 30-35 ส่วนในพันส่วน ผสมกับน้ำบาดาลซึ่งมีความเค็มประมาณ 3-5 ส่วนในพันส่วน นำมาปรับความเค็มในบ่อซีเมนต์ขนาด 5x10x1 เมตร ทำการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนผง 65 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้น 30 ส่วนในล้านส่วน เติมหอากาศเพื่อให้คลอรีนสลายตัว ทดสอบพิษของคลอรีนด้วยโพแทสเซียมไอโอไดด์ ทำการตรวจสอบค่าความเค็มของน้ำด้วยเครื่องวัดความเค็ม (salinity refractometer) ก่อนนำน้ำเข้าสู่ระบบการทดลอง และเติมน้ำในแต่ละหน่วยทดลองประมาณ 100 ลิตร

3.4 การเตรียมลูกพันธุ์ปูม้าสำหรับทดลอง

การทดลองที่ 1 นำลูกปูม้าวัยอ่อน อายุประมาณ 30 วัน โดยได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาและอนุรักษ์พันธุ์ปูป่าทุ่งทะเลอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดกระบี่ จำนวน 12,000 ตัว มาพักเพื่อให้ลูกปูม้าปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ทำการสูบน้ำหนัก วัดความกว้างกระดองและความยาวกระดอง นับจำนวนลูกปูม้าลงหน่วยทดลองๆ ละ 100 ตัว (อัตราความหนาแน่น 1 ตัวต่อลิตร) โดยใช้ลูกปูม้าจำนวน 7,500 ตัว ซึ่งมีน้ำหนัก ความกว้างกระดอง และความยาวกระดองเฉลี่ยเริ่มต้น 0.048 ± 0.00 กรัม 0.71 ± 0.12 เซนติเมตร และ 0.42 ± 0.46 เซนติเมตร ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 นำปูม้าระยะวัยรุ่น จากการทดลองช่วงที่ 1 มาทำการคัดขนาดและแยกเพศ นำมาเลี้ยงในบ่อผ้าใบทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เมตร ประมาณ 1 เดือน เพื่อให้ลูกปูม้าแต่ละเพศมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมเดียวกัน และมีขนาดใกล้เคียงกัน ทำการสูบน้ำหนักปูม้าแต่ละเพศ และคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยปูม้าแต่ละเพศ นับจำนวนปูม้าตามสัดส่วนเพศที่วางแผนการทดลองไว้ โดยแต่ละหน่วยทดลองใช้ปูม้าจำนวน 10 ตัว (อัตราความหนาแน่น 0.1 ตัวต่อลิตร) โดยใช้ปูม้าทั้งหมด 750 ตัว (เพศผู้ 375 ตัว,

เพศเมีย 375 ตัว) ซึ่งมีน้ำหนัก ความกว้างกระดอง และความยาวกระดองเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 33.92 ± 2.23 กรัม, 8.05 ± 0.53 เซนติเมตร และ 3.87 ± 0.25 เซนติเมตร ตามลำดับ ดำเนินการปรับสัดส่วนเพศและจำนวนตามแผนการทดลอง

3.5 อาหารและการให้อาหาร

การทดลองที่ 1 ให้อาหารวันละ 2 มื้อ เวลา 09.00 น. และ 15.00 น. โดยการให้อาหารที่เมียตัวเต็มวัย กุ้งฝอย และปลาสดหั่นเป็นชิ้น บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละวัน ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน

การทดลองที่ 2 ให้อาหารวันละ 2 มื้อ เวลา 09.00 น. และ 15.00 น. โดยการให้กุ้งฝอย ปลาสดหั่นเป็นชิ้น บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละวัน ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน

4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 2 วัน โดยทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ และตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น. และ 14.30 น. สัปดาห์ละ 3 วัน โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดังนี้

- อุณหภูมิของน้ำ (temperature) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
- ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (dissolved oxygen) โดยใช้ DO test kit มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L)
- ความเป็นกรด-เป็นด่าง (pH) โดยใช้ pH test kit
- แอมโมเนีย (ammonia) โดยใช้ ammonia test kit มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L)
- ความเป็นด่าง (alkalinity) โดยใช้ alkaline test kit มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L)
- ความเค็ม (salinity) โดยใช้เครื่องวัดความเค็ม hand refractometer รุ่น S-10 มีหน่วยเป็นส่วนในพันส่วน (ppt)

5. การเก็บข้อมูล

การทดลองที่ 1 ทำการสุ่มชั่งน้ำหนัก (body weight; BW) วัดความกว้างกระดอง (carapace width; CW) และวัดความยาวกระดอง (carapace length; CL) ลูกปูม้า ทุก ๆ 1 เดือน จำนวน 10 ตัวต่อหน่วยทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความกว้าง วัดความยาวกระดองของปูม้าแต่ละตัว และนับจำนวนปูม้าที่เหลือทั้งหมดของแต่ละหน่วยทดลอง

การทดลองที่ 2 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ดำเนินการชั่งน้ำหนัก วัดความกว้างกระดอง วัดความยาวกระดอง และนับจำนวนปูม้าที่เหลือทั้งหมดของแต่ละหน่วยทดลอง

6. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูม้า ดังนี้

1. อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily growth; ADG) ตามวิธีของ Brown (1957)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)} = \frac{(\text{น้ำหนักปูเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักปูเฉลี่ยเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาทดลอง}}$$

2. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate; SGR) ตามวิธีการของ Ziaei-Nejad *et al.* (2006)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)} = \frac{(\ln \text{ น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{ น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาทดลอง}} \times 100$$

3. อัตราการรอดตาย (survival rate; SR %) ตามวิธีการของ Felix and Sudharsan (2004)

$$\text{อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนปูสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปูที่เริ่มทดลอง}} \times 100$$

การทดลองที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมระหว่างช่วงแสงและสัดส่วนเพศต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ตามวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Tukey HSD multiple comparisons ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1 ผลการศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย ของลูกปูม้าวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่น ที่ช่วงแสง 5 ระดับ ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน มีผลการศึกษาดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 น้ำหนักเฉลี่ยที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D ปูม้ามีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 11.44±2.56, 14.99±1.74, 16.45±3.54, 20.91±4.41 และ 23.81±3.14 กรัม ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก โดยน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดที่ช่วงแสง 9L:15D และ 6L:18D ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D และ 12L:12D

1.2 ความกว้างกระดองที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D โดยปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ยเท่ากับ 5.49±0.41, 6.02±0.29, 6.12±0.45, 6.71±0.45 และ 7.09±0.24 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความกว้างกระดอง โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ช่วงแสง 9L:15D และ

6L:18D ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D และ 12L:12D

1.3 ความยาวกระดูกที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D หนูมีความยาวกระดูกเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 ± 0.21 , 2.87 ± 0.12 , 2.94 ± 0.22 , 3.27 ± 0.23 และ 3.43 ± 0.12 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความยาวกระดูก โดยความยาวกระดูกเฉลี่ยสูงที่สุดที่ช่วงแสง 9L:15D และ 6L:18D มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D และ 12L:12D

1.4 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D หนูมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่เท่ากับ 0.19 ± 0.04 , 0.25 ± 0.03 , 0.27 ± 0.06 , 0.35 ± 0.07 และ 0.40 ± 0.05 กรัมต่อวัน ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่ โดยอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่สูงที่สุดที่ช่วงแสง 9L:15D และ 6L:18D ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D และ 12L:12D

1.5 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D หนูมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 9.09 ± 0.34 , 9.58 ± 0.19 , 9.69 ± 0.33 , 10.10 ± 0.37 และ 10.33 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ โดยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดที่ช่วงแสง 9L:15D และ 6L:18D ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D และ 12L:12D

2. อัตราการรอดตายที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D หนูมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 17.80 ± 4.04 , 15.93 ± 3.79 , 11.87 ± 3.36 , 10.73 ± 3.94 และ 10.47 ± 2.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่ออัตราการรอดตาย โดยอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุดที่ช่วงแสง 18L:6D และ 15L:9D ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าว แสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้างกระดูก ความยาวกระดูก อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปูม้าที่ช่วงแสง 5 ระดับ ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน

ช่วงแสง	ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน						
	น้ำหนัก (กรัม)	ความกว้างกระดูก (เซนติเมตร)	ความยาวกระดูก (เซนติเมตร)	อัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)	อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	อัตราการเปลี่ยนอาหาร เป็นเนื้อ	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
18L:6D	11.44±2.56 ^b	5.49±0.41 ^b	2.65±0.21 ^b	0.19±0.04 ^b	9.09±0.34 ^b	7.27±1.01 ^a	17.80±4.04 ^a
15L:9D	14.99±1.74 ^b	6.02±0.29 ^b	2.87±0.12 ^b	0.25±0.03 ^b	9.58±0.19 ^b	6.02±1.14 ^b	15.93±3.79 ^a
12L:12D	16.45±3.54 ^b	6.12±0.45 ^b	2.94±0.22 ^b	0.27±0.06 ^b	9.69±0.33 ^b	7.23±1.14 ^a	11.87±3.36 ^b
9L:15D	20.91±4.41 ^a	6.71±0.45 ^a	3.27±0.23 ^a	0.35±0.07 ^a	10.10±0.37 ^a	5.97±0.90 ^b	10.73±3.94 ^b
6L:18D	23.81±3.14 ^a	7.09±0.24 ^a	3.43±0.12 ^a	0.40±0.05 ^a	10.33±0.22 ^a	5.63±1.13 ^b	10.47±2.56 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การทดลองที่ 2 ผลการศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูม้าระยะวัยรุ่นถึงระยะเจริญพันธุ์ จากปัจจัยช่วงแสง 5 ระดับ และสัดส่วนเพศ 5 ระดับ ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน มีผลการศึกษาดังนี้

อิทธิพลร่วมระหว่างช่วงแสงและสัดส่วนเพศของปูม้า พบว่า อิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัย มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการวิเคราะห์จากปัจจัยช่วงแสง พบว่า ช่วงแสงมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และปัจจัยของสัดส่วนเพศปูม้า พบว่า สัดส่วนเพศมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลการวิเคราะห์จากปัจจัยช่วงแสงและสัดส่วนเพศ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D ปูม้ามีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 51.93 ± 32.99 , 46.83 ± 40.12 , 43.45 ± 32.71 , 84.71 ± 35.71 และ 91.80 ± 11.57 กรัม ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ย โดยน้ำหนักเฉลี่ยดีที่สุดที่ช่วงแสง 9L:15D และ 6L:18D ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D และ 12L:12D สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย ที่ระดับ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 ปูม้ามีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 62.15 ± 47.11 , 69.22 ± 23.84 , 81.67 ± 16.28 , 43.99 ± 43.13 และ 61.71 ± 40.91 กรัม ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของสัดส่วนเพศมีผลต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก โดยน้ำหนักเฉลี่ยที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 70:30, 30:70 และ 0:100 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 70:30, 50:50 และ 0:100 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และน้ำหนักเฉลี่ยที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 50:50 และ 30:70 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 50:50 ปูม้ามีน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุด

1.2 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านความกว้างกระดอง ที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D ปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ย 7.87 ± 5.08 , 6.32 ± 5.40 , 8.48 ± 6.22 , 9.28 ± 3.78 และ 11.39 ± 1.83 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่อความกว้างกระดองเฉลี่ย โดยความกว้างกระดองเฉลี่ยที่ช่วงแสง 18L:6D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D และ 9L:15D มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ที่ช่วงแสง 15L:9D และ 6L:18D มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ช่วงแสง 6L:18D ปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ยสูงที่สุด สัดส่วนเพศผู้:เพศเมียที่ระดับ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 ปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ย 7.76 ± 5.79 , 9.93 ± 2.95 , 11.67 ± 0.92 , 6.10 ± 5.99 และ 8.38 ± 5.56 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของสัดส่วนเพศมีผลต่อความกว้างกระดองเฉลี่ย โดยความกว้างกระดองเฉลี่ยที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 70:30, 30:70 และ 0:100 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 70:30, 50:50 และ 0:100 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 50:50 และ 30:70 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 50:50 ปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ยสูงที่สุด

1.3 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านความยาวกระดูก ที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D ปูมามีความยาวกระดูกเฉลี่ยเท่ากับ 3.94 ± 2.59 , 3.17 ± 2.72 , 5.19 ± 3.80 , 4.63 ± 1.89 และ 5.79 ± 1.11 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่อความยาวกระดูกเฉลี่ยโดยความยาวกระดูกเฉลี่ยที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D และ 9L:15D มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่ช่วงแสง 18L:6D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่ช่วงแสง 15L:9D และ 6L:18D มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ช่วงแสง 6L:18D ปูมามีความยาวกระดูกเฉลี่ยสูงที่สุด สัตว์ส่วนเพศผู้:เพศเมีย ที่ระดับ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 ปูมามีความยาวกระดูกเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 ± 3.02 , 5.19 ± 1.79 , 6.00 ± 1.11 , 3.39 ± 3.45 และ 4.23 ± 2.79 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของสัดส่วนเพศมีผลต่อความยาวกระดูกเฉลี่ย โดยความยาวกระดูกเฉลี่ยที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 70:30, 30:70 และ 0:100 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 70:30, 50:50 และ 0:100 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 50:50 และ 30:70 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 50:50 ปูมามีความยาวกระดูกเฉลี่ยสูงที่สุด

1.4 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D ปูมามีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.46 ± 0.30 , 0.44 ± 0.38 , 0.35 ± 0.28 , 0.92 ± 0.40 และ 0.95 ± 0.18 กรัมต่อวัน ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน โดยอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันดีที่สุดในช่วงแสง 9L:15D และ 6L:18D ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D และ 12L:12D สัตว์ส่วนเพศผู้:เพศเมียที่ระดับ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 ปูมามีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 0.64 ± 0.51 , 0.62 ± 0.29 , 0.78 ± 0.27 , 0.44 ± 0.44 และ 0.62 ± 0.44 กรัมต่อวัน ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของสัดส่วนเพศมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน โดยอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันดีที่สุดในสัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 70:30, 30:70 และ 0:100 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 70:30, 50:50 และ 0:100 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 50:50 และ 30:70 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 50:50 ปูมามีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงที่สุด

1.5 ผลการศึกษาด้านอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D ปูมามีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.93 ± 0.60 , 0.81 ± 0.70 , 0.73 ± 0.57 , 1.52 ± 0.64 และ 1.62 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ โดยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดที่ช่วงแสง 9L:15D และ 6L:18D ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D และ 12L:12D สัตว์ส่วนเพศผู้:เพศเมียที่ระดับ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 ปูมามีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 1.06 ± 0.81 , 1.18 ± 0.45 , 1.40 ± 0.35 , 0.83 ± 0.81 และ 1.13 ± 0.74 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของสัดส่วนเพศไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ โดยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 50:50 ปูมามีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด

2. ผลการศึกษาอัตราการรอดตายที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D ปูม้ามี่อัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 9.33 ± 5.94 , 9.33 ± 8.84 , 10.67 ± 9.61 , 12.00 ± 6.76 และ 16.00 ± 6.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของช่วงแสงมีผลต่ออัตราการรอดตายเฉลี่ยของปูม้ามี่ โดยอัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D, 12L:12D และ 9L:15D มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ที่ช่วงแสง 12L:12D, 9L:15D และ 6L:18D มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่อัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ช่วงแสง 6L:18D มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับที่ช่วงแสง 18L:6D, 15L:9D โดยที่ช่วงแสง 6L:18D ปูม้ามี่อัตราการรอดตายสูงสุด สัดส่วนเพศผู้:เพศเมียที่ระดับ 100:0, 70:30, 50:50, 30:70 และ 0:100 ปูม้ามี่อัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 6.67 ± 4.88 , 17.33 ± 7.04 , 16.67 ± 6.17 , 8.67 ± 8.34 และ 8.00 ± 5.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า อิทธิพลของสัดส่วนเพศมีผลต่ออัตราการรอดตายเฉลี่ย โดยอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงสุดที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 70:30 และ 50:50 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับที่สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 100:0, 30:70 และ 0:100 ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงตามตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้างกระดูก ความยาวกระดูก อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย จากปัจจัยช่วงแสง 5 ระดับ และสัดส่วนเพศ 5 ระดับ ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน

ช่วงแสง	สัดส่วนเพศ เพศผู้:เพศเมีย	ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน					
		น้ำหนัก (กรัม)	ความกว้างกระดูก (เซนติเมตร)	ความยาวกระดูก (เซนติเมตร)	อัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	อัตรา การรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
18L:6D	100:0	26.83±46.48	4.37±7.56	1.73±3.00	0.25±0.43	0.44±0.77	3.33±5.77
	70:30	74.60±6.32	9.93±1.29	4.90±0.40	0.68±0.11	1.33±0.17	16.67±5.77
	50:50	68.50±1.92	11.13±1.44	6.10±1.48	0.58±0.08	1.17±0.19	10.00±0.00
	30:70	21.67±37.53	3.17±5.48	1.57±2.71	0.20±0.35	0.44±0.77	6.67±5.77
	0:100	68.07±10.70	10.73±1.88	5.40±0.95	0.61±0.18	1.26±0.25	10.00±0.00
15L:9D	100:0	56.50±49.20	7.37±6.40	3.53±3.07	0.54±0.48	0.96±0.83	6.67±5.77
	70:30	45.13±39.64	6.30±5.46	3.13±2.72	0.35±0.32	0.70±0.61	10.00±10.00
	50:50	81.30±6.42	10.80±0.20	5.33±0.25	0.78±0.10	1.43±0.10	20.00±0.00
	30:70	26.83±46.48	4.07±7.04	2.23±3.87	0.28±0.48	0.54±0.93	6.67±11.55
	0:100	24.40±42.26	3.07±5.31	1.63±2.83	0.22±0.39	0.45±0.77	3.33±5.77
12L:12D	100:0	49.40±42.78	9.03±7.83	5.40±4.68	0.44±0.38	0.84±0.73	6.67±5.77
	70:30	55.43±1.51	12.30±0.10	7.53±0.06	0.38±0.04	0.87±0.11	16.67±5.77
	50:50	66.00±12.57	12.47±0.38	7.73±0.15	0.51±0.20	1.03±0.34	20.00±10.00
	30:70	24.03±41.63	4.33±7.51	2.63±4.56	0.22±0.38	0.45±0.77	6.67±11.55
	0:100	22.40±38.80	4.27±7.39	2.63±4.56	0.21±0.36	0.45±0.78	3.33±5.77
9L:15D	100:0	71.67±62.23	6.93±6.01	3.40±2.94	0.80±0.70	1.24±1.08	6.67±5.77
	70:30	94.23±9.87	10.73±0.15	5.40±0.17	1.00±0.16	1.69±0.17	20.00±0.00
	50:50	104.90±11.36	11.00±0.20	5.53±0.25	1.18±0.20	1.88±0.20	13.33±5.77
	30:70	57.10±49.52	7.07±6.12	3.50±3.03	0.57±0.50	1.01±0.88	10.00±10.00
	0:100	95.67±6.99	10.67±0.32	5.33±0.21	1.04±0.08	1.77±0.12	10.00±0.00

ช่วงแสง	สัดส่วนเพศ เพศผู้:เพศเมีย	ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน					
		น้ำหนัก (กรัม)	ความกว้างกระดูก (เซนติเมตร)	ความยาวกระดูก (เซนติเมตร)	อัตราการเจริญเติบโต เฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
6L:18D	100:0	106.37±4.34	11.10±1.08	5.47±0.47	1.18±0.06	1.84±0.10	10.00±0.00
	70:30	76.70±6.71	10.37±0.38	5.00±0.20	0.71±0.09	1.33±0.10	23.33±5.77
	50:50	87.63±5.56	10.43±0.23	5.30±0.10	0.87±0.08	1.50±0.06	20.00±0.00
	30:70	90.30±2.16	11.87±1.53	7.03±1.75	0.96±0.03	1.70±0.04	13.33±5.77
	0:100	98.00±9.53	13.17±3.41	6.13±1.11	1.05±0.13	1.70±0.06	13.33±5.77

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำเพื่อสุขภาพ

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความกว้างกระดอง ความยาวกระดอง อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย จากปัจจัยช่วงแสงและสัดส่วนเพศของปูม้า ระยะเวลาการเลี้ยง 60 วัน

ลักษณะ	ช่วงแสง	อายุการเลี้ยง 60 วัน	สัดส่วนเพศ เพศผู้:เพศเมีย	อายุการเลี้ยง 60 วัน
น้ำหนัก (กรัม)	18L:6D	51.93±32.99 ^b	100:0	62.15±47.11 ^{ab}
	15L:9D	46.83±40.12 ^b	70:30	69.22±23.84 ^{ab}
	12L:12D	43.45±32.71 ^b	50:50	81.67±16.28 ^a
	9L:15D	84.71±35.71 ^a	30:70	43.99±43.13 ^b
	6L:18D	91.80±11.57 ^a	0:100	61.71±40.91 ^{ab}
ความกว้างกระดอง (เซนติเมตร)	18L:6D	7.87±5.08 ^{ab}	100:0	7.76±5.79 ^{ab}
	15L:9D	6.32±5.40 ^b	70:30	9.93±2.95 ^{ab}
	12L:12D	8.48±6.22 ^{ab}	50:50	11.67±0.92 ^a
	9L:15D	9.28±3.78 ^{ab}	30:70	6.10±5.99 ^b
	6L:18D	11.39±1.83 ^a	0:100	8.38±5.56 ^{ab}
ความยาวกระดอง (เซนติเมตร)	18L:6D	3.94±2.59 ^{ab}	100:0	3.91±3.02 ^{ab}
	15L:9D	3.17±2.72 ^b	70:30	5.19±1.79 ^{ab}
	12L:12D	5.19±3.80 ^{ab}	50:50	6.00±1.11 ^a
	9L:15D	4.63±1.89 ^{ab}	30:70	3.39±3.45 ^b
	6L:18D	5.79±1.11 ^a	0:100	4.23±2.79 ^{ab}
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)	18L:6D	0.46±0.30 ^b	100:0	0.64±0.51 ^{ab}
	15L:9D	0.44±0.38 ^b	70:30	0.62±0.29 ^{ab}
	12L:12D	0.35±0.28 ^b	50:50	0.78±0.27 ^a
	9L:15D	0.92±0.40 ^a	30:70	0.44±0.44 ^b
	6L:18D	0.95±0.18 ^a	0:100	0.62±0.44 ^{ab}
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	18L:6D	0.93±0.60 ^b	100:0	1.06±0.81 ^a
	15L:9D	0.81±0.70 ^b	70:30	1.18±0.45 ^a
	12L:12D	0.73±0.57 ^b	50:50	1.40±0.35 ^a
	9L:15D	1.52±0.64 ^a	30:70	0.83±0.81 ^a
	6L:18D	1.62±0.20 ^a	0:100	1.13±0.74 ^a
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	18L:6D	9.33±5.94 ^b	100:0	6.67±4.88 ^b
	15L:9D	9.33±8.84 ^b	70:30	17.33±7.04 ^a
	12L:12D	10.67±9.61 ^{ab}	50:50	16.67±6.17 ^a
	9L:15D	12.00±6.76 ^{ab}	30:70	8.67±8.34 ^b
	6L:18D	16.00±6.32 ^a	0:100	8.00±5.61 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

การทดลองที่ 1 ค่าเฉลี่ยของความเค็มมีค่า 30 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิอยู่ในช่วง 28.62-30.77 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 4.54-4.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.88-8.05 และ แอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.02-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปูม้า ซึ่งค่าไนโตรท์

อยู่ในช่วง 0.33-0.55 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าความเป็นด่างอยู่ในช่วง 193.54-209.23 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปูม้า

การทดลองที่ 2 ค่าเฉลี่ยของความเค็มมีค่า 28.92 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิอยู่ในช่วง 26.54-28.54 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 4.96-5.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 8.18-8.28 และแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.02-0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปูม้า ส่วนค่าไนไตรท์อยู่ในช่วง 0.12-0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าความเป็นด่างอยู่ในช่วง 209.23-226.23 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปูม้า (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556) อย่างไรก็ตาม ค่าไนไตรท์ที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมนั้นเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยเปลี่ยนถ่ายสัปดาห์ละ 2 ครั้งในระหว่างการทดลอง และค่าความเป็นด่างที่สูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมนั้นเกิดจากการนำน้ำบาดาลมาใช้ในการปรับระดับความเค็มเพื่อใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างการทดลอง ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำแสดงตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำเฉลี่ย	ช่วงแสง	การทดลองช่วงที่ 1		การทดลองช่วงที่ 2	
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
ความเค็ม (ส่วนในพัน)	18L:6D	30.00±0.00	-	28.92±1.04	-
	15L:9D	30.00±0.00	-	28.92±1.04	-
	12L:12D	30.00±0.00	-	28.92±1.04	-
	9L:15D	30.00±0.00	-	28.92±1.04	-
	6L:18D	30.00±0.00	-	28.92±1.04	-
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	18L:6D	28.77±0.73	30.54±0.88	26.54±0.66	27.85±0.99
	15L:9D	28.69±0.63	30.23±0.93	26.54±0.52	27.77±0.73
	12L:12D	29.31±0.75	30.77±0.73	27.15±0.55	28.54±0.78
	9L:15D	29.08±0.95	30.46±0.97	27.08±0.64	28.46±0.88
	6L:18D	28.62±0.65	29.85±0.90	27.04±0.43	27.77±0.73
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	18L:6D	4.74±0.49	4.70±0.23	5.12±0.71	5.00±0.58
	15L:9D	4.54±0.25	4.57±0.32	5.54±0.85	5.23±0.44
	12L:12D	4.75±0.67	4.38±0.29	5.31±0.95	5.00±0.91
	9L:15D	4.80±0.53	4.76±0.42	5.05±0.80	4.96±0.66
	6L:18D	4.79±0.74	4.56±0.82	5.12±0.51	4.96±0.32

คุณภาพน้ำเฉลี่ย	ช่วงแสง	การทดลองช่วงที่ 1		การทดลองช่วงที่ 2	
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
ความเป็นกรดเป็นด่าง	18L:6D	8.02±0.23	8.05±0.21	8.21±0.14	8.25±0.11
	15L:9D	7.96±0.23	7.96±0.23	8.28±0.08	8.28±0.08
	12L:12D	8.05±0.21	8.05±0.19	8.25±0.11	8.25±0.11
	9L:15D	7.88±0.27	7.91±0.26	8.21±0.14	8.21±0.51
	6L:18D	7.92±0.23	7.92±0.23	8.18±0.15	8.18±0.23
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	18L:6D	0.04±0.04	0.05±0.04	0.03±0.02	0.02±0.02
	15L:9D	0.02±0.03	0.03±0.04	0.03±0.02	0.02±0.02
	12L:12D	0.03±0.02	0.04±0.03	0.03±0.02	0.02±0.02
	9L:15D	0.04±0.05	0.05±0.01	0.04±0.01	0.03±0.02
	6L:18D	0.03±0.03	0.04±0.04	0.04±0.01	0.03±0.01
ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	18L:6D	0.47±0.34	0.55±0.40	0.13±0.13	0.17±0.13
	15L:9D	0.39±0.33	0.47±0.40	0.13±0.13	0.15±0.13
	12L:12D	0.38±0.33	0.45±0.40	0.12±0.11	0.14±0.12
	9L:15D	0.39±0.39	0.43±0.42	0.13±0.13	0.17±0.13
	6L:18D	0.33±0.27	0.43±0.37	0.15±0.13	0.17±0.13
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	18L:6D	197.46±50.31	193.54±50.50	226.23±12.77	215.77±12.77
	15L:9D	204.65±35.64	207.27±34.62	210.54±14.79	211.85±11.22
	12L:12D	208.69±53.60	200.08±41.00	219.00±6.82	214.46±8.61
	9L:15D	209.23±57.91	193.54±48.10	214.46±19.06	209.23±12.77
	6L:18D	205.31±36.20	193.54±30.08	217.08±19.82	209.23±17.54

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย ของลูกปูม้าวัยจนถึงระยะวัยรุ่น ระยะเวลา 60 วัน พบว่า ช่วงแสงมีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของลูกปูม้า โดยที่ช่วงแสง 6L:18D ปูม้ามีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ส่วนที่ช่วงแสง 18L:6D ปูม้ามีอัตราการรอดตายสูงสุด สอดคล้องกับ วารินทร์ (2548); วุฒิ (2543); สุขุม (2527); Edgar (1990); Williams (1982) ที่ระบุว่าปูม้ามีพฤติกรรมกินอาหารตอนกลางคืน ในช่วงกลางวันปกติปูม้าจะฝังตัวตามพื้นทรายเพื่อหลบหลีกผู้ล่า (Sukumaran, 1997) เมื่อจำนวนชั่วโมงที่มีการให้แสงในรอบวันน้อย ปูม้ามีโอกาสในการหาอาหารมากขึ้นทำให้การเจริญเติบโตด้านต่างๆ ดีขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อปูม้ามีการออกจากพื้นที่หลบซ่อนมากขึ้นโอกาสที่ปูม้าจะกินกันเองมากขึ้นโดยเฉพาะในช่วงที่ปูม้ามีการลอกคราบ ทำให้ปูม้ามีอัตราการรอดตายต่ำ

จากการศึกษาช่วงแสง และสัดส่วนเพศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูม้าระยะวัยรุ่น ถึงระยะเจริญพันธุ์ ระยะเวลา 60 วัน พบว่า ช่วงแสงและสัดส่วนเพศมีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูม้า สอดคล้องกับรายงานของ Ikhwanuddin *et al.* (2019) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกปูม้า โดย

พบว่า ช่วงแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกปูม้า โดยที่ช่วงแสง 24L:0D ลูกปูม้าระยะ zoea 1-3 มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดที่ช่วงแสง 12L:12D ลูกปูม้าระยะ zoea 4 มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด ที่ช่วงแสง 12L:12D ลูกปูม้าระยะ zoea 1 และ zoea 4 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด ที่ช่วงแสง 24L:0D ลูกปูม้าระยะ zoea 2 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด และที่ช่วงแสง 0L:24D ลูกปูม้าระยะ zoea 3 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด เช่นเดียวกับ Ravi and Manisseri (2013) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าผลของช่วงแสงต่ออัตราการรอดตายของลูกปูม้าในระยะ zoea 1-4 และระยะ megalopa โดยพบว่า ที่ช่วงแสง 12L:12D ลูกปูม้าระยะ zoea 1 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด ที่ช่วงแสง 18L:6D ลูกปูม้าระยะ zoea 3 และ zoea 4 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด และที่ช่วงแสง 6L:18D ลูกปูม้าระยะ zoea 2 และ megalopa มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด และ Andres *et al.* (2010) ได้ศึกษาช่วงแสงต่อพัฒนาการและอัตราการรอดตายของลูกปูม้าตั้งแต่แรกฟักจนถึง zoea 4 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวกระดองในระยะ megalopa โดยใช้ช่วงแสงที่ 5 ระดับ คือ 0L:24D, 6L:18D, 12L:12D, 18L:6D และ 24L:0D พบว่า ช่วงแสงมีผลต่อพัฒนาการของลูกปูแต่ละระยะ โดยที่ช่วงแสง 6L:18D และ 24L:0D ลูกปูม้าเข้าสู่ zoea 1 เร็วที่สุดใช้ระยะเวลา 2.6 ± 0.1 และ 2.6 ± 0.3 วัน ที่ช่วงแสง 18L:6D ลูกปูม้าเข้าสู่ zoea 2, zoea 3 และ zoea 4 เร็วที่สุดใช้ระยะเวลา 4.3 ± 0.2 , 6.2 ± 0.3 และ 8.5 ± 0.3 วัน ตามลำดับ ที่ช่วงแสง 18L:6D ลูกปูม้าเข้าสู่ zoea 2 เร็วที่สุดใช้ระยะเวลา 4.3 ± 0.2 วัน ที่ช่วงแสง 18L:6D ลูกปูม้ามีอัตราการรอดตายสูงที่สุดเมื่อเข้าสู่ระยะ zoea 1-Zoea 4 ส่วนที่ช่วงแสง 6L:18D น้ำหนักและความยาวกระดองของปูม้าระยะ megalopa สูงที่สุด จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าช่วงแสงมีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของลูกปูม้าตั้งแต่แรกฟักจนถึงระยะ megalopa สำหรับการวิจัยครั้งนี้ช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้าตั้งแต่ก่อนวัยเจริญพันธุ์จนถึงวัยเจริญพันธุ์คือที่ช่วงแสง 6L:18D และสัดส่วนเพศผู้:เพศเมียที่เหมาะสม ที่ระดับ 50:50 หรือ 1:1 โดยสัดส่วนดังกล่าวเป็นสัดส่วนที่ปูม้ามีการดำรงชีวิตตามธรรมชาติ สอดคล้องกับรายงานของ Nurdin *et al.* (2016) ที่ระบุว่าปูม้าที่ได้จากการสำรวจบริเวณชายฝั่งของ Salemo Island ในธรรมชาติ 3 แหล่ง คือ ป่าชายเลน หญ้าทะเล และแนวปะการัง ซึ่งแต่ละแหล่งพบปูม้า 250, 92 และ 115 ตัว มีสัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 1.1:1, 1.7:1 และ 1.01:1 ตามลำดับ ใกล้เคียงกับ Potter and de Lestang (2000) ระบุว่าสัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย ในบริเวณปากแม่น้ำ Leschenault เท่ากับ 1.8:1 และ 0.5:1 ในบริเวณอ่าว Koombana ส่วนปูม้าที่พบบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก อ่าวไทยตอนใน อ่าวไทยตอนล่าง อ่าวไทยทั้งหมด และฝั่งทะเลอันดามันมีสัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย 1:0.95, 1:1.04, 1:1.19, 1:1.06 และ 1:1.11 ตามลำดับ Uindalikit, 2011) นอกจากนี้ กอบศักดิ์ และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาการเลี้ยงปูม้าแบบแยกเพศ ผลการศึกษาพบว่า การเลี้ยงปูม้าแบบแยกเพศและรวมเพศ มีผลต่ออัตราการรอดตาย โดยการเลี้ยงเพศผู้ชนิดเดียวอัตราการรอดตายต่ำกว่าการเลี้ยงปูม้าเพศเมียชนิดเดียวและแบบรวมเพศ นอกจากนี้ วัฒน และวารินทร์ (2556) ได้ทำการศึกษาการเลี้ยงปูม้าแบบรวมเพศและแยกเพศเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์ โดยใช้ลูกปูม้าอายุ 40 วัน เลี้ยงเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่าปูม้าที่เลี้ยงแบบรวมเพศมีอัตราการรอดตายสูงกว่าการเลี้ยงแบบแยกเพศ

ข้อเสนอแนะ

1. การเพาะเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์ในบ่อดิน ควรมีการกำหนดช่วงเวลาการให้แสงให้มีความเหมาะสม และควรมีการจัดการแหล่งหลบซ่อนเพื่อลดความเสี่ยงจากพฤติกรรมการกินกันเองของปูม้า
2. การเพาะเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์ควรมีคัตแยกเพศ และการปรับสัดส่วนเพศให้มีความเหมาะสม
3. การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ระดับความเข้มแสง 500 ลักซ์ ตลอดระยะเวลาการทดลองซึ่งอาจจะไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่ระบุว่า ปูม้าอาศัยอยู่ในระดับความลึกที่แตกต่างกันตามขนาดและช่วงวัย ซึ่งปูม้าอาจมีความต้องการความเข้มแสงที่ต่างกันในแต่ละระยะจนถึงวัยเจริญพันธุ์ ดังนั้นควรมีการศึกษาเกี่ยวกับระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความสามารถในการผสมพันธุ์วางไข่ของปูม้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงสายพันธุ์ปูม้าต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายสมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์ ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ ดร.วิศณุพร รัตนธัยวงศ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ คณะกรรมการวิชาการกองวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรม สัตว์น้ำทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินงานวิจัย วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการ ทดลอง และร่วมพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในเอกสารวิชาการ ขอขอบคุณบุคลากรของศูนย์วิจัย และพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำเพชรบุรีทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการจัดเก็บข้อมูล จนสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ผลจนประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และขอขอบคุณ นายสรรเสริญ ช่อเจี้ยง ผู้อำนวยการศูนย์ศึกษาการ พัฒนาและอนุรักษ์พันธุ์ปูป่าทุ่งทะเล อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดกระบี่ ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุน ลูกพันธุ์ปูม้าสำหรับการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2562. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย เอกสารฉบับที่ 9/2562. กองนโยบายและยุทธศาสตร์
พัฒนาการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 87 หน้า.
- กอบศักดิ์ เกตุเหมือน, วิลาสินี คงเล่ง, สุกัญญา เจริญศรี และ สุภาวดี จิตต์หมั่น. 2553. การเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) แบบแยกเพศ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 12/2553. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 หน้า.
- จินตนา จินดาลิขิต, จักรพันธ์ ปิ่นพุทธศิลป์, ขนิษฐา เสรีรักษ์ และ สุวัรัช วงษ์โท. 2551. ชีววิทยาและ
การประเมินทรัพยากรปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) บริเวณอ่าวไทยตอนบน. เอกสารวิชาการ
ฉบับที่ 3/2551. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน (สมุทรปราการ), สถาบันวิจัยและพัฒนา
เทคโนโลยีประมงทะเล, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง. 50 หน้า.
- เบญจวรรณ คงชน, เรืองโร โตกฤษณะ และ เพ็ญพร เจนการกิจ. 2560. การวิเคราะห์ชีวเศรษฐศาสตร์ของ
การประมงปูม้าในอ่าวไทย. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. WMS Journal of Management Walailak University Vol.6 No.2 (May-Aug 2017).
หน้า 17-28.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง. 2548. การเพาะเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์. เอกสารเผยแพร่ โครงการการผลิตพันธุ์และการเลี้ยงปูม้า
(*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) เชิงพาณิชย์. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, กรมประมง,
กรุงเทพฯ. 20 หน้า.
- วิศิษฐ์ จันทรสกุล. 2530. การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ เอ บี และซี ในทะเลอันดามัน. รายงานการ
ประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 25 สาขาประมง 3-5 กุมภาพันธ์ 2530 ณ
สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ และศูนย์วิจัยอารักขาข้าว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
หน้า 140-148.
- วุฒิ คุปตะวาทีน. 2543. การเพาะและอนุบาลลูกปูม้าเพื่อปล่อยลงสู่แหล่งธรรมชาติเพื่อเป็นการเพิ่มทรัพยากร
สัตว์น้ำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2543. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง, กอง
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง.
- วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม. 2554. การศึกษาสาเหตุการตายของการเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ในบ่อดิน.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 134 หน้า.
- วัฒนา นิยมแก้ว และ วารินทร์ ธนาสมหวัง. 2556. การเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758)
แบบรวมเพศและแยกเพศเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 24/2556. ศูนย์วิจัยและ
พัฒนาประมงชายฝั่งชุมพร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์. 20 หน้า.

- สุเมธ ตันติกุล. 2527. ชีววิทยาการประมงปูม้าในอ่าวไทย. เอกสารเผยแพร่วิชาการ ฉบับที่ 1/2527. ฝ่ายสัตว์น้ำอื่นๆ, กองประมงต่างประเทศ, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 68 หน้า.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2556. แนวปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงปูม้าและฟาร์มเลี้ยงปูทะเล. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 7427 (G)-2556, สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 48.
- อำพัน เหลือสินทรัพย์. 2523. ผลผลิตขั้นต้นและปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ประเมินได้ในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกตอนล่าง (ช่องอ่างทอง) พ.ศ. 2523. สถานีวิจัยประมงทะเล, กองประมงทะเล, กรมประมง. รายงานทางวิชาการที่ สจ/23/4. 11 หน้า.
- Andres, M., G. Rottlant and C. Zeng. 2010. Survival, development and growth of larvae of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus*, cultured under different photoperiod conditions. *Aquaculture*. 300: 218-222.
- Brown, J.A. (1985). The adaptive significance of behavioural ontogeny in some centrarchid fishes. *Environmental Biology of Fish* 13; 25-34.
- Brown, M.E. 1957. *The Physiology of Fishes*. Vol.1. Academic Press, New York. 477 pp.
- Edgar, G.J. 1990. Predator prey interaction in seagrass beds. II. Distribution and diet of the blue manna crab *Portunus pelagicus* Linnaeus at Cliff Head, Western Australia. *L. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 139: 23-32.
- Felix, N. and Sudharsan, M. 2004. Effect of glycine betaine, a feed attractant affecting growth and feed conversion of juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Nutrition*. 10: 193-197.
- Ikhwanuddin M., H.D., Nur Salwani Ahmad-Fadzil, Syahnnon Mohamad and Ambok Bolong Abol-Munafi. 2019. Growth and Survival of Blue Swimming Crab, *Portunus pelagicus* Larvae at Different Photo Period and Light Intensity. *Asian J. Biol. Sci.* 12 (2): 199-203.
- Jindalikit, J. and et al. 2011. Spawning season, fecundity and sex ratio of Blue swimming crab in Thailand. Fishery academic report, Fishery department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Maheswarudu, G., Josileen Jose, K.R. Manmadhan Nair, M.R. Arputharaj, A. Ramakrishna, A. Vairamani and N. Ramamoorthy. 2008. Evaluation of the seed production and grow out culture of blue swimmer crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) in India. *Indian J. Mar. Sci.* 37 (3): 65-82.
- Marshall, S., K. Warburton, B. Paterson and D. Mann. 2005. Cannibalism in juvenile blue swimmer crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1766): effect of body size, moult stage and refuge availability. *Applied Animal Behaviour Science*. 90: 65-82.

- Nurdin M.S., Ali, S.A., Satari, D.Y., 2016. Sex Ratio And Size At First Maturity of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) at Salemo Island, South Sulawesi. Ilmu Kelautan. Mar. Vol 21(1): 17-22.
- Potter, I.C. and de Lestang, S. 2000. The biology of the blue swimmer crab *Portunus pelagicus* in the Leschenault Estuary and Koombana Bay in south-western Australia. Journal of the Royal Society of Western Australia. 83: 443-458
- Ravi, R. and Manisseri, M. K. 2013. The Effect of Different Ph and Photoperiod Regimes on The Survival Rate and Development Period of The Larvae of *Portunus Pelagicus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 12(2): 490-499.
- Robinson, M. K. 1974. The physical oceanography of the Gulf of Thailand, Naga Expedition. Naga Report. University of California: Scripps Institution of Oceanography. 125 pp.
- Sukumaran, K.K. 1997. Length-weight relationship in two marine portunid crab, *Portunus sanguionotus* (Herbst) and *Portunus pelagicus* (Linnaeus) from the Karnataka coast. Indian journal of marine sciences 26: (39-42).
- Warner, G.F. 1977. The Biology of Crabs. Paul Elek (Scientific Books) Ltd., London.
- Williams, M.J. 1982. Natural food and feeding in the commercial sand crab *Portunus pelagicus* Linnaeus, 1766 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) in Moreton Bay, Queensland. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 59: 165-176.
- Wootton, R.j. 1998. Ecology of teleost fishes. Cluwer Academic Publishers. Dordrecgt, Boston, London. 386 pp.
- Xiao, Y. and Kumar, M. 2004. Sex ratio and probabilitlity of sexual maturity of females at size, of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus* Linnaeus, off Southern Australia. Fisheries Research 68: 271-282.
- Ziaei-Nejad, S., Rezaei, M.H., Takami, G.A., Lovett, D.L., Mirvaghefi, A-R and Shakouri, M. 2006. The effect of *Bacillus* spp. Bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. Aquaculture. 252: 516-524.