

อัตราการรอดและการเจริญเติบโตของด้วงกว้างขน (*Xylotrupes socrates* Schaufuss, 1864) จากการเพาะเลี้ยงเชิงปริมาณในระดับความหนาแน่นที่ต่างกัน Survival Rate and Growth Performance of the Fighting Beetle

(*Xylotrupes socrates* Schaufuss, 1864) in Mass Rearing at Different Stocking Densities

ไกรฤกษ์ ทวีเชื้อ^{*}, วุฒิชัย ฤทธิ, สุมิตานันท์ จันทะบุรี, สุพิตา พูลสมบัติ และ ญาณพัฒน์ พรหมประสิทธิ์

Krailerk Taweechue^{*}, Wuttichai Ritti, Sumitahnun Chunthaburee, Supita Poolsombut and Yanaphat Promprasit

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ประเทศไทย

Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajapat University, Thailand

Received : 23 July 2025, Received in revised form : 11 November 2025, Accepted : 11 November 2025

Available online : 27 November 2025

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา : ด้วงกว้างขน (*Xylotrupes Socrates* Schaufuss, 1864) เป็นแมลงท้องถิ่นที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศ โดยทำหน้าที่ช่วยย่อยสลายซากพืชและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน ทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่อาหารที่สำคัญต่อการรักษาสมดุลธรรมชาติ ปัจจุบันกระแสการบริโภคแมลงกำลังได้รับความนิยมในฐานแหล่งโปรตีนทางเลือก เนื่องจากแมลงมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ปลอดภัยต่อสุขภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ด้วงกว้างขนจึงเป็นแมลงอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นอาหารโปรตีนสำหรับมนุษย์ การเพาะเลี้ยงด้วงกว้างขนเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนสามารถทำได้โดยการเลี้ยงเลียนแบบธรรมชาติ ซึ่งที่ผ่านมาเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงแบบรายตัวหรือตามธรรมชาติ แต่การเลี้ยงเพื่อให้ได้ผลผลิตในเชิงพาณิชย์และตอบสนองความต้องการบริโภคจำเป็นต้องมีการเพาะเลี้ยงในเชิงปริมาณ ซึ่งปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตของด้วงกว้างขนคือความหนาแน่นในการเลี้ยง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลชัดเจนว่าระดับความหนาแน่นใดเหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของด้วงกว้างขน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงด้วงกว้างขนโดยใช้อาหารเลียนแบบธรรมชาติในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเพาะเลี้ยงเชิงปริมาณให้เป็นแหล่งโปรตีนจากแมลงที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภคในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย : งานวิจัยนี้จัดเตรียมสูตรอาหารเลียนแบบธรรมชาติสำหรับหนอนด้วงกว้างขน ประกอบด้วยขี้เลื่อยไม้ยางพารา มูลวัวแห้ง ดินร่วน แปะสาเลื น้ำ และผ่านกระบวนการหมัก ดำเนินการโดยใช้พ่อแม่พันธุ์จำนวน 50 คู่ ด้วงกว้างขนพ่อแม่พันธุ์ถูกเลี้ยงด้วยอาหารเป็นเวลา 7 วันก่อนทำการผสมพันธุ์ จากนั้นแยกแม่พันธุ์ลงในแก้วพลาสติกขนาด 32 ออนซ์ ที่บรรจุอาหารเลียนแบบธรรมชาติเพื่อกระตุ้นการวางไข่ เมื่อได้หนอนระยะที่ 1 จากแม่พันธุ์แต่ละตัวแล้ว หนอนดังกล่าวถูกนำมาผสมกันและสุ่มจัดกลุ่มทดลองตามระดับความหนาแน่น 4 ระดับ ได้แก่ 25, 50, 75 และ 100 ตัวต่อกระบะ ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำต่อกลุ่มทดลอง ใช้กระบะพลาสติกขนาด 230 ลิตร (90×120×37 ซม.) เป็นภาชนะเพาะเลี้ยง ใส่อาหารกระบะละ 200 ลิตร วัดอุณหภูมิอาหารสัปดาห์ละครั้ง เปลี่ยนอาหารทุก 1 เดือน ในวันที่เปลี่ยนอาหาร

ทำการชั่งน้ำหนักและบันทึกอัตราการรอดของหนอนด้วงกว้างขน ทำการเลี้ยงจนเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลกระทบของความหนาแน่นต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโต

ผลการวิจัย : ผลการทดลองพบว่าความหนาแน่นมีผลต่อการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยน้ำหนักเฉลี่ยของหนอนเมื่อเริ่มการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเลี้ยงไปจนถึงเดือนที่ 3 (มีนาคม) พบว่ากลุ่มทดลองหนาแน่น 50 ตัวต่อกระบะมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด จากนั้นในช่วงเดือนที่ 4-6 (เมษายนถึงมิถุนายน) กลุ่มที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นต่ำที่สุด (25 ตัวต่อกระบะ) มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุดต่อเนื่อง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับกลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงกว่า (50, 75 และ 100 ตัวต่อกระบะ) ผลการเจริญเติบโตในช่วงเดือนที่ 7-9 (กรกฎาคมถึงกันยายน) ยังคงสอดคล้องกัน โดยกลุ่มความหนาแน่น 25 ตัวต่อกระบะให้ผลน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม 50, 75 และ 100 ตัวต่อกระบะ โดยในเดือนที่ 9 ซึ่งอยู่ในช่วงท้ายหนอนระยะ L3 ของกลุ่ม 25 ตัวต่อกระบะมีน้ำหนักเฉลี่ย 23.02 ± 0.49 กรัม ขณะที่กลุ่ม 100 ตัวต่อกระบะมีน้ำหนักเฉลี่ยเพียง 19.18 ± 1.35 กรัม ผลการศึกษายังพบว่าความหนาแน่นมีผลต่ออัตราการรอดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยในช่วงต้นการทดลองทุกกลุ่มมีอัตราการรอดสูงกว่า 90% และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าในระยะเวลาดังกล่าวความหนาแน่นในการเลี้ยงไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายใดที่ยังคงมีพื้นที่และอาหารเพียงพอ อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไปและมีการเจริญเติบโตของหนอนด้วงกว้างขน อัตราการรอดของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นต่ำมีแนวโน้มสูงกว่า โดยกลุ่ม 25 ตัวต่อกระบะมีอัตราการรอดเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายนถึง 52.00% และรอดจนถึงระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ประมาณ 50.67% ในขณะที่กลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงสุด (100 ตัวต่อกระบะ) มีอัตราการรอดลดลงต่อเนื่องจนเหลือเพียง 47.33% ในช่วงท้ายของหนอนระยะ L3 และเพียง 19.00% ในระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์

สรุปผลการวิจัย : ดัวงกว้างขนสามารถถูกเลี้ยงแบบรวมให้ประสบความสำเร็จได้โดยใช้อาหารเลียนแบบธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นในการเลี้ยงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของด้วงกว้างขน โดยกลุ่มทดลองที่เลี้ยงในความหนาแน่นต่ำมีค่าที่ต้องการศึกษาสูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในความหนาแน่นสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลจากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้การหาสาเหตุที่แท้จริงที่ส่งผลต่อการตายของหนอนระยะ L3 มีความสำคัญและท้าทาย ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงและส่งเสริมให้สัตว์ชนิดนี้เป็นแหล่งโปรตีนที่ปลอดภัยต่อมนุษย์

คำสำคัญ : ดัวงกว้างขน ; ความหนาแน่น ; อัตราการรอด ; การเจริญเติบโต

Abstract

Background and Objectives : The fighting beetle (*Xylotrupes socrates*) is a native insect species that plays an important role in the ecosystem by decomposing plant residues and enriching soil fertility. It also serves as a crucial component of the food chain, helping to maintain ecological balance. Recently, insect consumption has gained significant attention as an alternative source of protein due to its high nutritional value, safety for human

health, and environmental sustainability. The fighting beetle has significant potential as a protein source for humans. Rearing this species by mimicking natural conditions is feasible and has often been practiced on an individual basis or under natural settings. However, to meet commercial demands and provide a sustainable protein supply, it is necessary to rear these beetles in large quantities. Stocking density is one of the key factors influencing the survival rates and growth performance of *X. socrates*. However, there is no clear guideline on the optimal density for mass rearing. Therefore, this study aimed to investigate the survival and growth of the fighting beetle under four different rearing densities using a diet that mimics natural food sources. The findings will provide fundamental information for the development of large-scale rearing practices to produce safe and sustainable insect-based protein for human consumption.

Methodology : The fermented artificial diet for *X. socrates* larvae was formulated using rubber wood sawdust, dried cow manure, loamy soil, wheat flour and water. Fifty pairs of adult male and female beetles were used as breeding stock to produce first-instar larvae. Male and female adult beetles were fed with sugarcane for seven days before mating. Fertilized females were placed individually in 32-ounce plastic cups containing the prepared diet to promote oviposition. The first instar larvae were collected, pooled, and randomly assigned to four stocking densities: 25, 50, 75, and 100 larvae per container. The experiment followed a completely randomized design (CRD) with three replications per treatment. Larvae were reared in 230-liter plastic containers (90×120×37 cm) filled with 200 liters of substrate. The temperature of the substrate was measured weekly. The diet was replaced every month; during each replacement, larval weight and survival rate were recorded. Larvae were reared until they reached the reproductive adult stage. The number of adults emerging from each treatment was recorded to evaluate the effects of stocking density on survival performance. Data were analyzed to provide baseline information for mass-rearing practices.

Main Results : The results demonstrated that rearing density had a significant impact on larval growth performance and survival rate ($p < 0.05$). At the beginning of the experiment, there were no statistically significant differences in the mean initial weights of larvae among the four treatments ($p > 0.05$). By the third month (March), larvae reared at 50 individuals per container achieved the highest mean body weight. However, from the fourth to sixth months (April–June), the group reared at the lowest density of 25 individuals per container consistently exhibited the highest mean weight, with significant differences compared to the groups maintained at higher densities. This pattern persisted from the seventh to ninth months (July–September), confirming that lower rearing density favors greater weight gain. By the ninth month, which corresponds to the late third instar stage, larvae in the 25-larvae group reached a mean body weight of 23.02 ± 0.49 g, whereas larvae in the highest density group of 100

individuals showed a mean of 19.18 ± 1.35 g. The study also found that rearing density significantly affected larval survival rate ($p < 0.05$). During the early phase of the experiment, all treatments maintained high survival rates above 90%, with no statistically significant differences observed ($p > 0.05$). This suggests that initial rearing density does not affect short-term survival when food and space are still sufficient. However, as the rearing period progressed, the survival rates of the lower-density groups remained higher than those of the higher-density groups. By September, the 25-larvae group showed the highest mean survival rate at 52.00% for the larval stage and approximately 50.67% survival through to the reproductive adult stage. In contrast, the group reared at the highest density (100 larvae per container) exhibited a continuous decline in survival rate, with only 47.33% surviving at the late larval stage and 19.00% successfully developing to the reproductive adult stage.

Conclusions : Fighting beetles were successfully reared under group-rearing conditions using a diet that mimics natural conditions. However, stocking densities were found to be a critical factor influencing both growth performance and survival rate. The low-density treatment groups exhibited significantly higher mean body weight and survival rates compared to the high-density groups. These findings provide a basis for developing commercial-scale rearing systems. Further investigation into the causes of mortality during the third larval stage is an important issue and is recommended to enhance rearing efficiency and support the utilization of fighting beetles as a safe alternative protein source for human consumption.

Keywords : fighting beetle ; density ; survival rate ; growth

*Corresponding author. E-mail : tkraierk@yahoo.com

Introduction

ด้วงกว่างชน (*Xylotrupes socrates*) แมลงปีกแข็งในวงศ์ Scarabaeidae วงศ์ย่อย Dynastinae เป็นหนึ่งในแมลงที่มีลักษณะโดดเด่น พบแพร่กระจายในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และบริเวณใกล้เคียง (Rowland, 2011) ด้วงชนิดนี้วงจรชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างสมบูรณ์ (complete metamorphosis) มีวงจรชีวิตราว 1 ปี ประกอบด้วย 4 ระยะหลัก ได้แก่ ระยะไข่ (egg) ระยะหนอน (larva) ระยะดักแด้ (pupa) และระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ (reproductive adult) (Figure 1(A)-(D) ตามลำดับ) ระยะไข่ใช้เวลา 15-20 วันจากนั้นจึงพัฒนาเป็นระยะหนอนซึ่งประกอบด้วย 3 วัย (ระยะ) ได้แก่ หนอนระยะที่ 1, 2 และ 3 (L1, L2 และ L3) ตามลำดับ โดยมีอายุช่วงนี้นาน 6-8 เดือน ระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 1 เดือน ตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์มีอายุเฉลี่ยประมาณ 2-6 เดือน (Ek-Amnuay, 2009) ตัวเมียวางไข่ในดินที่อุดมด้วยซากพืชผุ ระยะหนอนสีขาวครีม มีรูปร่างตัวอเป็นรูปตัวซี (c-shaped) หัวสีน้ำตาลเข้มและมีขากรรไกรที่แข็งแรงสำหรับกัดแทะ ระยะหนอนมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับระบบนิเวศป่าไม้ในบทบาทผู้ย่อยสลาย (detritivore) เมื่อตัวอ่อน (ระยะหนอน) เติบโตเต็มที่

สร้างโพรงในดินเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ที่ไม่กินอาหาร ก่อนจะลอกคราบออกมาเป็นระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ ลำตัวมีสีน้ำตาลแดงถึงดำเป็นมันวาว กินน้ำหวานจากผลไม้สุก เช่น ฝรั่ง ละมุด และกล้วย เป็นต้น

สิ่งที่ทำให้ด้วงกว้างชนเป็นที่จดจำได้ง่ายคือความแตกต่างทางเพศที่ชัดเจน (sexual dimorphism) ตัวผู้เต็มวัยระยะพร้อมสืบพันธุ์มีเขา (cephalic and thoracic horns) ขนาดใหญ่และโค้งงอสวยงาม เขาเหล่านี้พัฒนามาจากส่วนของหัว (cephalic horn) และส่วนอกด้านหน้า (thoracic horn) ทำหน้าที่เป็นอาวุธในการต่อสู้ชิงคู่ผสมพันธุ์และแหล่งอาหารระหว่างตัวผู้ด้วยกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการคัดเลือกทางเพศ (sexual selection) (Emlen *et al.*, 2012) ขณะที่ตัวเมียมีขนาดลำตัวเล็กกว่าและไม่มีเขา ซึ่งเหมาะกับบทบาทในการขุดคุ้ยหาอาหารและมุดวางไข่

ความน่าสนใจของด้วงกว้างชนนอกจากรูปลักษณ์ภายนอกที่สวยงาม บทบาทด้านนิเวศวิทยาที่สำคัญในฐานะผู้ย่อยสลายและการเป็นสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรมในรูปแบบกีฬาพื้นบ้านของภาคเหนือแล้ว (Rennesson, 2019) การเป็นแหล่งอาหารโปรตีน (Krongdang *et al.*, 2023) สำหรับมนุษย์นับได้ว่ามีความสำคัญ ตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ถือเป็นอาหารพื้นเมืองที่ทานได้เฉพาะฤดูกาลผ่านตำรับอาหารหลากหลายเมนู และเป็นแหล่งโปรตีนในหลายวัฒนธรรมโดยเฉพาะในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม คาดว่าประชากรด้วงกว้างชนในธรรมชาติกำลังเผชิญกับภาวะการลดลง (population decline) และในบางพื้นที่ถึงขั้นหายาก (local extinction) เนื่องจากสาเหตุการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมหลายประการ ในการเพาะเลี้ยงด้วงกว้างชนเลียนแบบธรรมชาติแบบเลี้ยงเดี่ยวรายตัวนั้นสามารถทำได้และมีอัตราการสูง (Taweechue *et al.*, 2025) แต่การพัฒนาการเพาะเลี้ยงด้วงกว้างชนให้ประสบความสำเร็จในเชิงพาณิชย์และยั่งยืนนั้นยังเผชิญกับข้อจำกัดและความท้าทายสำคัญหลายประการ หนึ่งในข้อจำกัดดังกล่าวคือขีดความสามารถในการเลี้ยงรวมให้ประสบความสำเร็จให้ดีกว่าหรือเทียบเท่ากับการเลี้ยงแบบเดี่ยวรายตัว ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ได้ทดลองเพาะเลี้ยงแบบการเลี้ยงรวมในระดับความหนาแน่นที่ต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 25, 50, 75 และ 100 ตัวต่อกระบะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเลี้ยงให้สำเร็จและศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมที่สุดที่มีผลต่อการรอดและการเจริญเติบโตของด้วงกว้างชนระยะหนอน ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาปรับใช้ขยายเป็นการเพาะเลี้ยงเชิงปริมาณเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนปลอดภัยเป็นการเพิ่มความมั่นคงด้านอาหารและรายได้

Methodology

การเตรียมอาหารเลียนแบบธรรมชาติ (artificial diet) สำหรับเลี้ยงด้วงกว้างชน

สูตรอาหารเลี้ยงหนอนด้วงกว้างชนประกอบด้วย ชี้อ้อย ไม้ยางพารา มูลวัวแห้ง ดินร่วน แปะสาลี และน้ำ ทำการเตรียมตามรายงานก่อนหน้าของ Taweechue *et al.*, (2025) (Figure 2(A)) โดยสรุป สูตรอาหารประกอบด้วย ชี้อ้อย มูลวัวแห้ง ดิน แปะสาลี และน้ำ ทำการผสมชี้อ้อย มูลวัวแห้ง ดิน เข้าด้วยกันในสัดส่วน 5:1:1 ส่วน (โดยมีน้ำหนักของวัตถุดิบเท่ากับ 100, 25 และ 50 กิโลกรัม ตามลำดับ) และใส่แปะสาลีลงไปจำนวน 1 กิโลกรัม คลุกเคล้าด้วยกันเติมน้ำ ปีบส่วนผสมให้พอน้ำซึมง่ายมือ ทำการหมักเป็นเวลา 2 เดือน ทำการตรวจสอบความชื้นในอาหารที่หมักได้โดยวัดความชื้นโดยมวล (gravimetric water content) ตามวิธีของ Shukla *et al.*, 2014 จากนั้นจึงนำมาใช้งาน



Figure 1 The fighting beetle undergoes complete metamorphosis, comprising four distinct stages: egg (A), larval (B), pupa (C) and adult in female (D) and male (E) forms. The distance between each marking on the figure (A) scale is one millimeter (1 mm)

การศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดภายใต้การเลี้ยงความหนาแน่นที่ต่างกัน

สถานที่ทำการวิจัยคือศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ใช้พ่อแม่พันธุ์จำนวน 50 คู่ จากการจัดหาจากเกษตรกรชุมชนหมู่ 13 บ้านร่องห้า ต. ต่อม อ. เมือง จ. เพชรบุรี นำมาเลี้ยงด้วยอ้อยเป็นเวลา 7 วัน (Figure 2(B)) และจัดให้ผสมพันธุ์ (Figure 2(C)) หลังจากนั้นแยกแม่พันธุ์ปล่อยลงในแก้วพลาสติกขนาด 32 ออนซ์ (Figure 3(A)) ซึ่งใส่อาหารที่ได้จากการเตรียมข้างต้นไว้เพื่อให้ตัวแม่พันธุ์วางไข่ และเลี้ยงระยะหนอนโดยใช้สูตรอาหารที่ผสมเอง (ตามกระบวนการเตรียมข้างต้น) เพื่อประเมินอัตราการรอดและน้ำหนักจากการเลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่ต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized design, CRD) โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่มทดลอง (treatment) ได้แก่ 25, 50, 75 และ 100 ตัวต่อกระบะ ซึ่งเป็นระดับความหนาแน่นที่น่าจะมากพอที่ให้ข้อมูลว่าสัตว์ชนิดนี้สามารถเลี้ยงรวมได้มากน้อยเท่าไร แต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ (replication) ทำการเลี้ยงในกระบะพลาสติก (ประยุกต์ใช้กระบะผสมปูน) ความจุ 230 ลิตร ขนาด กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 90×120×37 เซนติเมตร (Figure 3(B)) ที่ใส่อาหารจำนวนกระบะละ 200 ลิตร อุณหภูมิถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการรอดของหนอนด้วง ทำการวัดอุณหภูมิอาหารสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

เมื่อเข้าสู่หนอนระยะ L1 (Figure 3(C)) นำหนอนระยะดังกล่าวที่ได้จากแม่พันธุ์แต่ละตัวมาคละรวมกัน มีวัตถุประสงค์ให้หนอนจากแม่พันธุ์และตัวคละไปในแต่ละกลุ่มทดลอง ทำการสุ่มย้ายลงเลี้ยงในแต่ละกลุ่มทดลองตามกระบวนการข้างต้น ทำการเปลี่ยนอาหารทุก 1 เดือน ในวันที่เปลี่ยนอาหาร ทำการชั่งน้ำหนักหนอน บันทึกอัตราการรอด พร้อมบันทึกภาพของ

แต่ละกลุ่มทดลอง จนกระทั่งเข้าสู่ระยะท้ายของหนอน L3 โดยสังเกตได้จากการสะสมไขมันสีเหลืองทั่วทั้งตัว เลี้ยงหนอนระยะนี้ต่อ จนกระทั่งเจริญเป็นระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ ทำการบันทึกภาพ และจำนวนตัวเพื่อสรุปเป็นจำนวนตัวที่เข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ของแต่ละกลุ่มทดลองแต่ละความหนาแน่น จากนั้นวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



Figure 2 (A) Preparation of rubberwood sawdust substrate for rearing fighting beetle larvae, (B) provision of sugarcane as feed for adult females, and (C) mating of broodstock beetles

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลน้ำหนัก อัตรารอด และอุณหภูมิอาหารมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สัตว์ส่วนของเพศผู้และเพศเมียได้รับการวิเคราะห์ โดยการทดสอบไคสแควร์ ประเมินอัตราส่วนเพศที่คาดหวังเป็น 1:1 ค่าทางสถิติข้างต้นได้รับการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS (IBM SPSS Statistics version 21)

จริยธรรมการวิจัยในสัตว์

ได้ดำเนินการขอและอนุญาตให้ดำเนินการวิจัยในสัตว์ทดลอง เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ U1-10125-2565 และได้ขออนุมัติให้ดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ID# IACUC PBRU 230166010 หลังสิ้นสุดการทดลองดังกล่าวชนได้รับการเลี้ยงดูอย่างดีโดยคำนึงถึงจริยธรรมในสัตว์ให้อาศัยเป็นอาหารและเลี้ยงให้หมดอายุขัยตามธรรมชาติ



Figure 3 (A) Mated females reared in 32-ounce plastic cups; (B) resulting larvae subsequently reared in plastic containers according to the experimental design; (C) first instar larvae (L1)

Results

การศึกษากาการเจริญเติบโตภายใต้การเลี้ยงความหนาแน่นที่ต่างกัน

การศึกษากาการเจริญเติบโตภายใต้การเลี้ยงความหนาแน่น 4 ระดับ (25, 50, 75 และ 100 ตัวต่อกระบะ) ต่อการเจริญเติบโตโดยเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยระยะตัวหนอนเป็นเวลา 9 เดือน (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน) โดยใช้อาหารที่มีซีลี้อยู่หมักเป็นส่วนประกอบหลัก ความชื้นในอาหารที่ผ่านการหมักอยู่ในช่วง 47.78 ± 2.21 – $48.79 \pm 1.86\%$ อุณหภูมิเฉลี่ยอาหารที่ใช้เลี้ยงของแต่ละกลุ่มทดลองเท่ากับ 29.41 ± 0.44 – 30.71 ± 0.34 , 29.67 ± 0.47 – 30.67 ± 0.25 , 29.79 ± 0.47 – 30.88 ± 0.41 และ 29.88 ± 0.54 – 30.79 ± 0.32 องศาเซลเซียส จากกลุ่มการทดลอง 25, 50, 75 และ 100 ตัวต่อกระบะ ตามลำดับ พบว่าอุณหภูมิดังกล่าวในแต่ละกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) พบสัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1.00:0.85, 0.89:1.00, 1.00:0.86 และ 1.00:0.84 จากกลุ่มทดลอง 25, 50, 75, และ 100 ตัว/กระบะ ตามลำดับ สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียในระดับความหนาแน่นเดียวกันและต่างระดับความหนาแน่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากอัตราส่วนที่คาดหวัง 1:1

ในส่วนของน้ำหนักเฉลี่ย พบว่าความหนาแน่นของจำนวนตัวต่อกระบะมีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยของตัวกว้างขนระยะหนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนเมื่อเริ่มทำการทดลองเท่ากับ 0.26 ± 0.01 , 0.25 ± 0.01 , 0.26 ± 0.02 และ 0.27 ± 0.01 กรัม ซึ่งในแต่ละกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อดำเนินการ

ทดลองผ่านไปพบลักษณะของน้ำหนักเฉลี่ยในกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 25 และ 50 ตัวต่อกระบะ มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่มีความหนาแน่น 75 และ 100 ตัวต่อกระบะอย่างมีนัยทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในเดือนมีนาคม (เดือนที่ 3) กลุ่มทดลองที่เลี้ยง 50 ตัวต่อกระบะให้ผลน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด (18.95 ± 0.10 กรัม) เมื่อพิจารณาช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน (เดือนที่ 4-6) พบว่ากลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นต่ำสุดคือ 25 ตัวต่อกระบะมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงอย่างต่อเนื่อง (18.18 ± 0.38 , 24.00 ± 1.13 และ 24.45 ± 1.12 กรัม) มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม 75 และ 100 ตัวต่อกระบะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่ม 50 ตัวต่อกระบะ ($p > 0.05$) ยกเว้นในเดือนมิถุนายน ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน (เดือนที่ 7-9) ผลการทดลองแสดงให้เห็นแนวโน้มเป็นไปในลักษณะเดียวกัน กลุ่มทดลองที่เลี้ยงความหนาแน่นต่ำ (25 ตัวต่อกระบะ) มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นที่สูงกว่าโดยเฉพาะกลุ่มทดลองที่เลี้ยง 100 ตัวต่อกระบะซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยโดยภาพรวมต่ำสุดตลอดระยะเวลาการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวที่ชั่งได้ในเดือนกันยายน (หนอนอยู่ในระยะ L3 ช่วงท้าย) เท่ากับ 23.02 ± 0.49 , 21.54 ± 1.12 , 18.89 ± 0.14 และ 19.18 ± 1.35 กรัม จากกลุ่มทดลอง 25, 50, 75 และ 100 ตัวต่อกระบะ ตามลำดับ ผลของการเลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกันที่มีต่อน้ำหนักเฉลี่ยแสดงใน Tables 1-3 และ Figure 4

การศึกษาอัตราการรอดภายใต้การเลี้ยงความหนาแน่นที่ต่างกัน

การศึกษาผลของความหนาแน่นต่ออัตราการรอดของระยะหนอนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พบว่าความหนาแน่นของจำนวนตัวต่อกระบะมีผลให้อัตรารอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในช่วงเริ่มต้นจนถึงเดือนมีนาคม อัตรารอดยังคงสูงทุกกลุ่มทดลอง โดยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) พบอัตราการรอดอยู่ในช่วง 90-100% ซึ่งสะท้อนว่าความหนาแน่นเริ่มต้นยังไม่ส่งผลต่อการรอดในระยะสั้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน พบว่าอัตราการรอดมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง และเริ่มมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มที่เลี้ยงด้วยจำนวน 25 ตัวต่อกระบะมีอัตราการรอดเฉลี่ยสูงสุดตลอดช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน โดยมีอัตราการรอดประมาณ 89-88 % ขณะที่กลุ่มความหนาแน่นสูงขึ้น (50-100 ตัวต่อกระบะ) มีอัตราการลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยกลุ่ม 100 ตัวต่อกระบะให้อัตรารอดต่ำที่สุดในเดือนมิถุนายนที่ประมาณ 82.33% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน อัตรารอดยังคงแสดงแนวโน้มลดลง โดยกลุ่มความหนาแน่นต่ำ (25 และ 50 ตัวต่อกระบะ) ยังคงมีอัตราการรอดสูงกว่า โดยเฉพาะกลุ่ม 25 ตัวต่อกระบะที่มีอัตราการรอดเฉลี่ยในเดือนกันยายนสูงถึง 52.00% และสามารถรอดจนถึงระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ได้ประมาณ 50.67% ในขณะที่กลุ่มที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นสูงสุดคือ 100 ตัวต่อกระบะ มีอัตราการรอดต่ำสุดในเดือนกันยายนเพียง 47.33% ในระยะหนอน และรอดจนถึงระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์เพียง 19.00% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยจำนวนตัวน้อยกว่า ผลของการเลี้ยงที่ความหนาแน่นต่างกันต่ออัตราการรอดแสดงใน Tables 1-3 และ Figure 5

Table 1 The mean individual weight and survival rate during the initial stage (January-March)

Treatment (Individuals/tray)	The mean larval body weight (g±SD)			The larva survival rate (%±SD)		
	Jan.	Feb.	Mar.	Jan.	Feb.	Mar.
1 (25)	0.26±0.01 ^a	3.85±0.07 ^c	15.00±1.00 ^a	100±0.00 ^a	96.00±4.00 ^a	90.66±1.89 ^b
2 (50)	0.25±0.01 ^a	4.26±0.20 ^b	14.06±0.09 ^a	100±0.00 ^a	96.00±2.00 ^a	94.66±0.94 ^a
3 (75)	0.26±0.02 ^a	3.95±0.10 ^c	14.50±1.65 ^a	100±0.00 ^a	97.33±1.33 ^a	96.44±1.09 ^a
4 (100)	0.27±0.01 ^a	4.54±0.10 ^a	14.20±1.76 ^a	100±0.00 ^a	96.00±1.00 ^a	94.33±0.94 ^a

: Means within each column with different letters are significantly different (p<0.05).

Table 2 The mean individual weight and survival rate during April to June

Treatment (Individuals/tray)	The mean larval body weight (g±SD)			The larva survival rate (%±SD)		
	Apr.	May	Jun.	Apr.	May	Jun.
1 (25)	18.18±0.38 ^a	24.00±1.13 ^a	24.45±1.12 ^a	89.33±1.89 ^b	89.33±3.27 ^a	88.00±3.27 ^a
2 (50)	18.95±0.10 ^a	23.34±1.49 ^a	22.61±0.65 ^b	92.66±2.49 ^a	87.33±2.49 ^b	83.33±2.49 ^b
3 (75)	16.26±2.41 ^b	22.45±3.09 ^b	22.57±2.72 ^b	88.44±1.66 ^b	86.66±1.89 ^b	83.11±1.66 ^b
4 (100)	15.75±2.81 ^b	20.65±1.13 ^c	20.35±0.48 ^c	88.33±2.49 ^b	85.33±1.25 ^b	82.33±1.70 ^b

: Means within each column with different letters are significantly different (p<0.05).

Table 3 The mean individual weight and survival rate during July to September and the survival rate to reproductive adult stage

Treatment (Individuals/tray)	The mean larval body weight (g±SD)			The larva survival rate (%±SD)			The reproductive adult survival rate (%)
	Jul.	Aug.	Sep.	Jul.	Aug.	Sep.	
1 (25)	23.84±0.95 ^a	23.10±0.55 ^a	23.02±0.49 ^a	74.66±6.80 ^a	73.33±4.99 ^a	52.00±3.27 ^a	50.67±3.77 ^a
2 (50)	22.32±0.33 ^b	22.01±1.34 ^b	21.54±1.12 ^b	75.33±2.49 ^a	71.33±4.11 ^a	50.00±4.11 ^b	45.33±3.40 ^b
3 (75)	22.35±3.00 ^b	21.97±2.12 ^b	18.89±0.14 ^c	72.88±2.27 ^a	71.11±2.74 ^a	48.88±3.33 ^c	28.89±3.33 ^c
4 (100)	20.30±0.42 ^c	20.12±1.32 ^c	19.18±1.35 ^c	73.66±2.49 ^a	70.33±2.05 ^a	47.33±5.11 ^c	19.00±3.27 ^d

: Means within each column with different letters are significantly different (p<0.05).

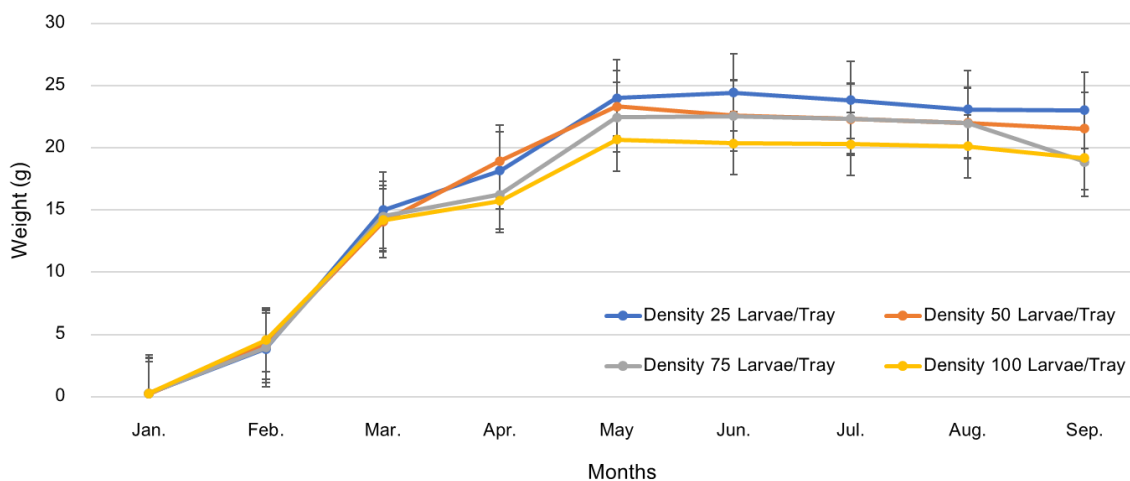


Figure 4 The mean individual weight of the fighting beetle reared at 4 density levels (25, 50, 75, and 100 larvae per tray): Error bars represent standard deviation (SD) of the mean.

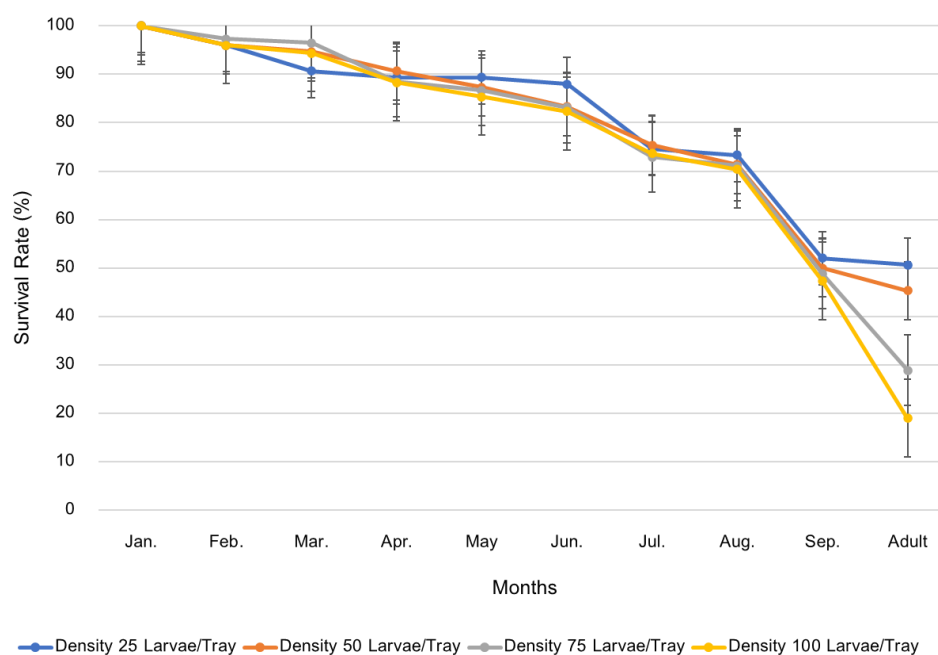


Figure 5 Mean survival rate of the fighting beetle reared at 4 density levels (25, 50, 75, and 100 larvae per tray) : Error bars represent standard deviation (SD) of the mean.

Discussion

การวิจัยนี้มีความสำคัญในบริบทของการพยายามขยายขีดความสามารถในการเพาะเลี้ยงเพื่อพัฒนาการใช้ประโยชน์จากแมลงในฐานะแหล่งโปรตีนทางเลือกที่ปลอดภัยและยั่งยืน การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การเพาะเลี้ยงด้วงกว้างขนในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้ เพื่อให้ได้วิธีการเพาะเลี้ยงเชิงปริมาณที่สามารถนำไปใช้ในเชิงการบริโภคได้

การศึกษาค้นคว้าของความหนาแน่น 4 ระดับในการเลี้ยงที่มีต่อน้ำหนักตัวและอัตราการรอดของด้วงกว้างขน พบว่าความหนาแน่นในการเลี้ยงมีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยและอัตราการรอดของด้วงกว้างขนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่เลี้ยงในความหนาแน่นต่ำ (25 ตัว/กระบะ) มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในความหนาแน่นสูง (50, 75 และ 100 ตัว/กระบะ) ผู้วิจัยมีทฤษฎีว่าอาจเป็นผลมาจากการแข่งขันด้านอาหารและพื้นที่สำหรับการเจริญเติบโตของหนอนด้วง รวมถึงปัจจัยด้านความเครียดจากความแออัดอาจมีน้อยในกระบะที่มีหนอนด้วงน้อยกว่า ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลไปถึงน้ำหนักตัวและอัตราการรอดซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Weaver & McFarlane (1990) ซึ่งทำการเลี้ยงด้วงหนอนนก (*Tenebrio molitor*) และพบว่าการเพิ่มความหนาแน่นในการเลี้ยงส่งผลให้น้ำหนักตัวของระยะหนอนลดลงโดยได้ให้เหตุผลของน้ำหนักตัวที่ลดลงไว้ว่าน่าจะเป็นปัจจัยด้านการแข่งขันการเข้าถึงอาหาร นอกจากนี้การศึกษาของ Savvidou & Bell (1994) ได้ทำการเลี้ยงด้วงปีกแข็งชนิด *Gnatocerus cornutus* ในระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกันพบว่าการเพิ่มความหนาแน่นในการเลี้ยงส่งผลให้อัตราการรอดลดลง รวมถึงการศึกษาของ Riddick & Wu (2015) ที่ทำการเลี้ยงด้วงเต่าทอง (*Coleomegilla maculata*) ในความหนาแน่นต่างกัน ในงานเพาะเลี้ยงโดยพบว่ากลุ่มทดลองที่ความหนาแน่นต่ำให้อัตราการรอดที่ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาของ Murata *et al.*, (2012) ที่ทำการเลี้ยงแมลงดำหนามมะพร้าว (*Brontispa longissima*) ให้ผลการรอดตรงกันข้ามกับการศึกษาข้างต้นที่กล่าวมา ทั้งนี้ความจำเพาะของชนิดพันธุ์ (species) อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการรอดมากน้อยต่างกันเมื่อนำมาเลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน การศึกษาการเลี้ยงด้วงกว้างขนของผู้วิจัยครั้งนี้ไม่พบพฤติกรรมการกินกันเอง (cannibalism) ตามที่มีรายงานในด้วงปีกแข็งหลายชนิด (Michaud, 2003; Pervez *et al.*, 2006; Ichikawa & Kurauchi, 2009; Hesler *et al.*, 2012) จึงน่าจะตัดสาเหตุการตายจากพฤติกรรมการกินกันเองออกไปได้ ทั้งนี้รวมถึงปัจจัยด้านปริมาณอาหารซึ่งแม้จะมีการแข่งขันแต่เพียงพอต่อการทดลองโดยสังเกตได้จากยังมีอาหารคงค้างในวันที่เปลี่ยนอาหาร หากอาหารหมดจะพบแต่มูลที่มีลักษณะเป็นเม็ด

สัดส่วนระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมียเป็นอีกประเด็นที่น่าสนใจว่ามีผลต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตหรือไม่ มีรายงานเกี่ยวกับสัดส่วนเพศที่ไม่เท่ากัน (bias-sex ratio) ในด้วงหลายชนิด อาทิเช่น *Onthophagus taurus* (House *et al.*, 2011), *Phyllognathus excavatus* (Luiselli *et al.*, 2021) และ *Gymnopleurus sturmi* (Zamproga *et al.*, 2025) ในการศึกษาครั้งนี้สัดส่วนเพศในกลุ่มทดลองเดียวกันและต่างกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับลักษณะการกำหนดเพศของด้วงวงศ์ Scarabaeidae ที่มีลักษณะการกำหนดเพศโดยโครโมโซม XY (Emlen *et al.*, 2005) บ่งชี้ว่าการแข่งขันด้านอาหาร พื้นที่ และความเครียด น่าจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตของด้วงกว้างขนระยะหนอน

การทดลองที่มีลักษณะคล้ายกันจากการศึกษาของ Mahavidanage *et al.*, (2023) ได้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษานี้ นั่นคือการศึกษากลุ่มของความหนาแน่นในการเลี้ยงต่อการเจริญเติบโต อัตรารอด และความทนทานต่อการขาดอาหารของจิ้งหรีด (*Acheta domesticus*) ซึ่งเป็นแมลงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในการแหล่งโปรตีนทางเลือกและอาหารสัตว์ จิ้งหรีดดังกล่าวถูกเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้ โดยแบ่งการทดลองออกเป็นกลุ่มที่มีความหนาแน่นต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีความหนาแน่นต่ำ (low density) ปานกลาง (medium density) และสูง (high density) ผลการทดลองพบว่าจิ้งหรีดที่เลี้ยงในกลุ่มที่มีความหนาแน่นต่ำมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่มีความหนาแน่นสูง ทั้งนี้เนื่องจากจิ้งหรีดในกลุ่มที่มีความหนาแน่นต่ำมีพื้นที่และอาหารเพียงพอในการเจริญเติบโต ในขณะที่กลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงมีการแข่งขันกันมากขึ้นในการหาอาหารและพื้นที่ ทำให้การเจริญเติบโตช้าลง ในส่วนของอัตรารอดของจิ้งหรีดในกลุ่มที่มีความหนาแน่นต่ำสูงกว่ากลุ่มที่มีความหนาแน่นสูง เนื่องจากความหนาแน่นต่ำนั้นน่าจะช่วยลดการเกิดความเครียดสะสมและลดโอกาสในการแพร่กระจายของโรคได้

ตามที่พบการตายของหนอนระยะ L3 ช่วงท้ายในทุกกลุ่มทดลอง โดยพบว่าหนอนไม่กินอาหาร เกิดรอยขีดข่วนที่ปล้องอกและลุกลามไปทั่วตัวและตายในที่สุด สาเหตุที่ทำให้เกิดการตายของระยะหนอนดังกล่าวข้างต้นลักษณะนี้ ยังไม่มีรายงานมาก่อน อุณหภูมิอาหารจากการวัดประจำสัปดาห์อยู่ในช่วง 29.41-31.88 องศาเซลเซียส ซึ่งน่าจะสามารรถตัดข้อสงสัยนี้ออกไปได้เพราะอยู่ในช่วงที่ไม่สูงเกินไป สอดคล้องกับรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Taweechue *et al.*, (2025) ที่ได้ทำการเพาะเลี้ยงด้วงกว้างชนิดนี้แบบแยกรายตัวโดยอุณหภูมิอาหารที่วัดได้เท่ากับ 30.00-32.5 องศาเซลเซียส โดยใช้สูตรอาหารเดียวกันที่ประกอบด้วยซีลีเนียมไม่ยั้งพารา มุลวูแห่ง ดิน แบริ่งสาลี และน้ำ มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดได้ถึง 24.79 กรัม และมีอัตราการรอดชีวิตระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ได้ถึง 71% ผู้วิจัยมีทรรศนะว่าการเลี้ยงแบบรวมนั้นอาจมีข้อด้อยบางประการ เช่น เกิดความเครียดจากจำนวนตัวหรือการเกิดโรคบางอย่างที่จำเพาะต่อสัตว์ชนิดนี้ ซึ่งเป็นประเด็นที่น่าสนใจที่สามารถนำไปศึกษาต่อยอดได้ นอกจากนั้นความเป็นไปได้ที่ทำให้มีอัตราการตายในระยะท้ายของการศึกษานั้นอาจมาจากพฤติกรรมการสร้างโพรงเพื่อเข้าดักแด้ การเลี้ยงในปริมาณหนาแน่นอาจทำให้ด้วงแต่ละตัวมีพื้นที่ในการสร้างโพรงน้อย ตัวที่สร้างโพรงและเข้าดักแด้ไปก่อนหน้าถูกตัวที่ยังอยู่ในระยะหนอนทำลายโพรงทำให้การอยู่รอดลดต่ำลง ลักษณะเช่นนี้อาจเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตรารอดนอกจากเหตุผลด้านการแข่งขัน พื้นที่และความเครียดดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

ในกรณีของโรคที่เกิดกับแมลงนั้นเป็นที่ทราบกันดีว่าแมลงเป็นสัตว์ขาปล้อง (arthropod) ที่มีความหลากหลายสูงและเป็นที่อยู่อาศัยของเชื้อโรคต่างๆ ที่หลากหลายเช่นกัน เชื้อที่พบได้บ่อยในแมลงหรือในแมลงที่ป่วย ได้แก่ เชื้อไวรัส เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และปรสิตในกลุ่มไมโครสปอริเดีย (Maciel-Vergara *et al.*, 2021) เชื้อเหล่านี้ในแมลงอาจเป็นเชื้อที่สามารถติดเชื้อได้เฉพาะในแมลงหนึ่งชนิดหรือกลุ่มที่ใกล้เคียงกันทางอนุกรมวิธาน เช่น เชื้อราสกุล *Strongwellsea* (Eilenberg & Jensen, 2018) หรืออาจเป็นเชื้อที่สามารถติดเชื้อในแมลงหลายชนิดที่อาจไม่เกี่ยวข้องกันทางอนุกรมวิธาน อาทิเช่น เชื้อราในกลุ่มที่เป็นปรสิตในแมลง (Hypocrealean fungi) เป็นต้น (Dubois *et al.*, 2008) เชื้อไวรัสเป็นอีกสาเหตุที่มีรายงานว่าก่อให้เกิดการตายในแมลงปีกแข็ง ที่น่าสนใจคือ *Oryctes rhinoceros* Nudivirus (OrNV) โดยปกติเชื้อไวรัสนี้ก่อโรคในด้วงแรดมะพร้าว (*Oryctes rhinoceros*) (Ramle *et al.*, 2005) มีรายงานการค้นพบครั้งแรกในประเทศมาเลเซียและถูกใช้เป็นตัวควบคุมทาง

ชีวภาพเพื่อควบคุมด้วงแรดมะพร้าว (*Hiszczynska-Sawicka et al.*, 2024) อย่างไรก็ตาม Lee *et al.*, (2015) รายงานการติดเชื้อในด้วงกว้างญี่ปุ่น (*Trypoxylus dichotomus*) โดยอาการที่เด่นชัดคือการโผล่ออกมานอกตัวของไส้ตรง (Rectal prolapse) อาการส่วนท้องบวมและนิ่ม ซึ่งอาการดังกล่าวเป็นอาการเดียวกันกับที่ปรากฏในหนอนด้วงกว้างชนิด L3 ในการศึกษาครั้งนี้โดยส่งผลให้เกิดการตายในระยะดังกล่าวและหากไม่ตายอาจมีผลให้อ่อนแอจนไม่สามารถพัฒนาเป็นระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ได้ ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าอาจมีความเป็นไปได้ที่ด้วงกว้างชนิดหนอนเกิดการติดเชื้อ ทั้งนี้เพราะสถานที่ทำการศึกษายู่ในอาณาบริเวณที่พบเจอด้วงแรดมะพร้าวในธรรมชาติได้เป็นปกติ ดังนั้นการแพร่เชื้อจากด้วงแรดมะพร้าวมาสู่ด้วงกว้างชนิดจึงมีความเป็นไปได้ ยิ่งเมื่อเลี้ยงรวมกันจำนวนมากโอกาสติดและแพร่เชื้อย่อมมากขึ้นกว่าการเลี้ยงแบบรายตัว การตรวจเพาะเชื้อทางห้องปฏิบัติการและ/หรือการใช้วิธีทางอนุพัณธุศาสตร์จะสามารถพิสูจน์ข้อสันนิษฐานนี้ได้

การศึกษานี้ยังชี้ว่าการเลี้ยงด้วงกว้างชนิดในสภาพเลี้ยงรวมตั้งแต่หนอนระยะ L1 ถึงระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์สามารถทำให้ประสบความสำเร็จได้ พบอัตราการรอดชีวิตที่ 50.67% ในกลุ่มทดลองที่ 1 (25 ตัวต่อกระบะ) การเลี้ยงในความหนาแน่นมากที่สุด (100 ตัวต่อกระบะ) มีอัตราการรอดเท่ากับ 19.00% ซึ่งแม้ว่าถือว่าไม่สูงมากแต่แสดงผลในทางบวกว่าการเลี้ยงแบบรวมสามารถทำให้ประสบความสำเร็จได้ เมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการเลี้ยงหากเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นอาหาร ผู้วิจัยมีทรรศนะว่ายังได้ผลผลิตน้อยเกินไปอาจไม่คุ้มทุน หากต้องการให้อัตรารอดมากขึ้นต้องให้ความใส่ใจและพิถีพิถันมากกว่าการเลี้ยงภายใต้การเลี้ยงแบบแยกตัวตามที่มีการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Taweechue *et al.*, (2025) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยระยะหนอนและอัตราการรอดชีวิตถึงระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ที่สูงกว่า อุปสรรคที่ยังต้องการศึกษาเพิ่มเติมคือการหาสาเหตุการตายที่แท้จริงโดยเฉพาะประเด็นการติดเชื้อ หากสามารถคลี่คลายได้จะเป็นการแก้ปัญหาและเพิ่มอัตราการรอดได้มากขึ้นนำมาซึ่งการเลี้ยงในเชิงปริมาณได้

Conclusions

การทดลองเพาะเลี้ยงด้วงกว้างชนิดแบบรวมที่ความหนาแน่น 25-100 ตัวต่อกระบะ สามารถทำให้ประสบความสำเร็จได้ โดยใช้สูตรอาหารที่ประกอบด้วยขี้เลื่อยไม้ยางพารา มูลวัวแห้ง ดิน แปะสาลี และน้ำ ตามสัดส่วนและทำการหมักให้เปื่อยยุ่ย โดยความหนาแน่นในการเลี้ยงมีผลต่อน้ำหนักและอัตราการรอดเฉลี่ยของด้วงกว้างชนิด กลุ่มที่เลี้ยงในความหนาแน่นต่ำ (25 ตัวต่อกระบะ) มีค่าช่วงต้นสูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในความหนาแน่นสูง (50, 75 และ 100 ตัวต่อกระบะ) ด้วยกระบวนการที่ทำการทดลองครั้งนี้ มีอัตราการรอดเป็นระยะตัวเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์ในช่วง 19.00-50.67% ขึ้นกับความหนาแน่น แม้ว่าน้ำหนักเฉลี่ยและอัตราการรอดในการศึกษานี้จะน้อยกว่าการเลี้ยงแบบแยกตัวที่มีรายงานการศึกษามาก่อน อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเพื่อผลการเพาะเลี้ยงที่ดีขึ้นได้

Acknowledgments

งานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณแด่ เกษตรกรชุมชน หมู่ 13 บ้านร่องห้า ต. ต่อม อ. เมือง จ. พะเยา สำหรับการจัดหาพ่อแม่พันธุ์ ผู้ช่วยนักวิจัยในเก็บข้อมูลผลการดำเนินงาน สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี สำหรับการอำนวยความสะดวกเครื่องมือวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและส่งเสริม

ศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี สำหรับการประสานงานจัดสรรทุนดำเนินงานวิจัย กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุนส่งเสริม ววน.) ปีงบประมาณ 2567 สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัยจนทำให้งานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จ

References

- Dubois, T., Lund, J., Bauer, L.S., & Hajek, A.E. (2008). Virulence of entomopathogenic hypocrealean fungi infecting *Anoplophora glabripennis*. *BioControl*, 53, 517-528.
- Ek-Amnuay, P. (2009). *Breeding and rearing beetles* (1st edition). Bangkok: Amarin printing and publishing public co. Ltd. (in Thai)
- Eilenberg, J., & Jensen, A.B. (2018). Strong host specialization in fungus genus *Strongwellsea* (Entomophthorales). *Journal of Invertebrate Pathology*, 157, 112-116.
- Emlen, D.J., Hunt, J., & Simmons, L.W. (2005). Evolution of sexual dimorphism and male dimorphism in the expression of beetle horns: phylogenetic evidence for modularity, evolutionary lability, and constraint. *The American Naturalist*, 116 (Supplement), S42- S68.
- Emlen, D.J., Warren, I.A., Johns, A., Dworkin, I., & Lavine. L.C. (2012). A mechanism of extreme growth and reliable signaling in sexually selected Ornaments and weapons. *Science*, 337, 860-864.
- Hesler, L.S., McNickle, G., Catangui, M.A., Losey, J.E., Beckendorf, E.A., Stellwag, L., Brandt, D.M., & Bartlett, P.B. (2012). Method for continuously rearing *Coccinella* lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae). *The Open Entomology Journal*, 6, 42-48.
- Hiszczynska-Sawicka, E., Weston, M.K., Laugraud, A., Hefer, C.A., Jeanne M.E., Jacobs, J.M.E., Sean D.G., & Marshall, S.D.G. (2024). Genomic identification of *Oryctes rhinoceros* nudivirus isolates, a biocontrol agent for coconut rhinoceros beetle. *Archives of Microbiology*, 206, (417), 1-13.
- House, C.M., Simmons, L.W., Kotiaho, J.S., Tomkins, J.L., & Hunt, J. (2011). Sex ratio bias in the dung beetle *Onthophagus taurus*: adaptive allocation or sex-specific offspring mortality?. *Evolutionary Ecology*, 25(2), 363-372.

- Ichikawa, T., & Kurauchi, T. (2009). Larval cannibalism and pupal defense against cannibalism in two species of tenebrionid beetles. *Zoological Science*, 26, 525-529.
- Krongdang, S., Phokasem, P., Venkatachalam, K., & Narin Charoenphun, N. (2023). Edible Insects in Thailand: An overview of status, properties, processing, and utilization in the food industry. *Foods*, 12, 2-24.
- Lee, S., Park, K.H. Nam, S.H., Kwak, K.W., & Ji-Young Choi, J.Y. (2015). First Report of *Oryctes rhinoceros nudivirus* (Coleoptera: Scarabaeidae) causing severe disease in *Allomyrina dichotoma* in Korea. *Journal of Insect Science*, 15(1), 1-3.
- Luiselli, L. Giustini, M., & Luiselli, R. (2021). Preliminary data on adult sex-ratio in *Phyllognathus excavatus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in central Italy, *Baltic Journal of Coleopterology*, 21(2), 135-139.
- Maciel-Vergara, G., Jensen, A.B. Lecocq, A., & Eilenberg, J. (2021). Diseases in edible insect rearing systems. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5), 621-638.
- Mahavidanage, S., Fuciarelli, T.M., Li, X., & Rollo. C.D. (2023). The effects of rearing density on growth, survival, and starvation resistance of the house cricket *Acheta domesticus*. *Journal of Orthoptera Research*, 32(1), 25-31.
- Michaud, J.P. (2003). A comparative study of larval cannibalism in three species of ladybird. *Ecological Entomology*, 28, 92-101.
- Murata, M., Dung, D.T., Takano, S.I., Ichiki, R.T., & Nakamura, S. (2012). Effect of larval density on development of the coconut hispine beetle, *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012, 1-6.
- Pervez, A., Gupta, A.K., & Omkar. (2006). Larval cannibalism in aphidophagous ladybirds: Influencing factors, benefits and costs. *Biological Control*, 38, 307-313.

- Ramle, M., Wahid, M.B., Norman, K., Glare, T.R., & Jackson, T.A. (2005). The incidence and use of *Oryctes* virus for control of rhinoceros beetle in oil palm plantations in Malaysia. *Journal of Invertebrate Pathology*, 89, 85-90.
- Rennesson, S. (2019). Wrestling beetles and ecological wisdom: How insects contribute to the cosmopolitics of Northern Thailand. *Southeast Asian Studies*, 8(1), 3-24.
- Riddick, E.W., & Wu. Z. (2015). Effects of rearing density on survival, growth, and development of the ladybird *Coleomegilla maculata* in culture. *Insects* 5, 6(4), 858-868.
- Rowland, J.M. (2011). Notes on nomenclature in *Xylotrupes* Hope (Scarabaeidae: Dynastinae: Dynastini). *Insecta Mundi*, 176, 1-10.
- Shukla, A., Panchal, H., Mishra, M., Patel, P. R., Srivastava, H.S., Patel, P., & Shukla, A.K. (2014). Soil moisture estimation using gravimetric technique and FDR probe technique: A comparative analysis. American International Journal of Research in Formal, *Applied & Natural Sciences*, 8(1), 89-92.
- Taweechue, K., Ritti, W., Chunthaburee S., & Promprasit, Y. (2025). Biological development of the fighting beetle (*Xylotrupes gideon*) in a confined rearing system. *Burapha Science Journal*, 30(2), 462-480. (in Thai)
- Savvidou, N., & Bell, C.H. (1994). The effect of larval density, photoperiod and food change on development of *Gnatocerus cornutus* (F.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 30, 17-21.
- Weaver, D.K., & McFarlane, J.E. (1990). The effect of larval density on growth and development of *Tenebrio molitor*. *Journal of Insect Physiology*, 36, 531-536.
- Zamprogna, A., Serin, J., René, M.A., Hajji, H., Gleeson, P., Vila, S.P., Lumaret, J.P., Desurmont, G., & Caron, V. (2025). Sex ratio modulates reproductive output and dung burying behavior in dung beetle *Gymnopleurus sturmi* (Macleay, 1821) (Coleoptera: Scarabaeidae, *Ecology and Evolution*, 1-11.