

ผลของหัวเชื้อคีเฟอร์นมถั่วเหลืองเสริมจุลินทรีย์ย่อยเซลลูโลสต่อการเจริญ  
และคุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีดทองดำ (*Gryllus bimaculatus*)

Influence of Soymilk-Based Kefir Starter Culture Supplemented with  
Cellulolytic Microorganism on the Growth Performance and Nutritional Value  
of Two Spot Cricket (*Gryllus bimaculatus*)

วรพล สุรพัฒน์<sup>1\*</sup> วาริรัตน์ แสนมานิช<sup>1</sup> นวลใย ญารักษา<sup>2</sup> และ ประวีรณ สุพรรณอ่วม<sup>3</sup>

Worapon Surapat<sup>1\*</sup> Wareerat Sanmanoch<sup>1</sup> Naulyai Yaraksa<sup>2</sup> and Praween Supanuum<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000 ประเทศไทย

<sup>2</sup>สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000 ประเทศไทย

<sup>3</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000 ประเทศไทย

<sup>1</sup>Program in Microbiology, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University,  
Ubon Ratchathani 34000, Thailand

<sup>2</sup>Program in Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University,  
Ubon Ratchathani 34000, Thailand

<sup>3</sup>Program in Biology, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University,  
Ubon Ratchathani 34000, Thailand

\*E-mail: worapon.s@ubru.ac.th

Received: Sep 02, 2025

Revised: Sep 19, 2025

Accepted: Sep 22, 2025

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการเพิ่มหัวเชื้อคีเฟอร์นมถั่วเหลืองที่มีเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก *Lactobacillus* sp. FF02041 ที่สามารถย่อยเซลลูโลสในอาหารเลี้ยงจิ้งหรีดทางการค้าต่อการเจริญและคุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีดทองดำ (*Gryllus bimaculatus*) นำหัวเชื้อคีเฟอร์ที่ผ่านการหมักเป็นเวลา 30 วันไปผสมกับอาหารเลี้ยงจิ้งหรีดทางการค้าในอัตราส่วน 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเลี้ยงจิ้งหรีดเป็นเวลา 45 วัน จากนั้นวัดการเจริญ คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณจุลินทรีย์ในลำไส้ของจิ้งหรีด ผลการทดลองพบว่าชุดทดลองที่ได้รับอาหารผสมคีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ความยาวลำตัว และอัตราการรอดชีวิตสูงสุด รวมทั้งมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ การวิเคราะห์แร่ธาตุพบว่าปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียมเปลี่ยนแปลงตามอัตราส่วนของคีเฟอร์ที่ผสมในอาหาร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเสริมหัวเชื้อคีเฟอร์นมถั่วเหลืองที่มีเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก *Lactobacillus* sp. FF02041 ที่สามารถย่อยเซลลูโลสในอาหารเลี้ยงจิ้งหรีดในอัตรา 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีด

คำสำคัญ: คีเฟอร์ จิ้งหรีดทองดำ การเจริญ คุณค่าทางโภชนาการ

## Abstract

This study aimed to evaluate the effect of adding soymilk-based kefir starter culture containing the cellulolytic *Lactobacillus* sp. FF02041 to a commercial cricket feed on the growth and nutritional value of two spot crickets (*Gryllus bimaculatus*). The 30-day fermented kefir starter culture was mixed with the commercial cricket feed at the ratios of 1, 2, and 3 percent and fed to the crickets for 45 days. The growth, nutritional value, and gut microbial content of the crickets were then measured. The results revealed that the experimental group receiving the feed supplemented with 3 percent of kefir had the highest growth rate, fresh weight, dry weight, feed conversion ratio, body length, and survival rate. This group also had significantly higher protein, fat, and fiber contents than the control group. Mineral analysis demonstrated that phosphorus, potassium, and sodium contents varied according to the ratio of kefir added to the feed. The results suggested that supplementation of soymilk-based kefir starter culture containing cellulolytic *Lactobacillus* sp. FF02041 in the cricket feed at a rate of 3 percent was the most appropriate level to increase the productivity and nutritional value of the crickets.

**Keywords:** Kefir, Two spot crickets, Growth, Nutrition value

### 1. บทนำ

จิ้งหรีดเป็นสัตว์เศรษฐกิจชนิดใหม่ที่เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับอนาคต แต่ปัญหาที่พบคือ จิ้งหรีดมีผลผลิตไม่สม่ำเสมอ เจริญเติบโตช้า และมีการตายจากโรคติดเชื้อ [1] อย่างไรก็ตามเกษตรกรไม่นิยมใช้ยาหรือสารเคมีแก้ปัญหา เนื่องจากเป็นการเพิ่มต้นทุนและกังวลเรื่องสารตกค้าง ตลาดจิ้งหรีดมีแนวโน้มที่จะมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต เกษตรกรผู้เลี้ยงจิ้งหรีดกระจายอยู่ทั่วประเทศ เฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเกษตรกรผู้เลี้ยงจิ้งหรีดอยู่หลายจังหวัด ได้แก่ จังหวัดเลย หนองบัวลำภู ขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดรธานี และร้อยเอ็ด จากข้อมูลในระบบสารสนเทศการผลิตทางการเกษตรพบว่ามูลค่าของจิ้งหรีดประเทศไทยสามารถคิดเป็นเงินได้ถึง 144,784,155 บาท [2]

จากการเก็บข้อมูลภาคสนามพบว่าวิธีการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดของเกษตรกรมีแนวทางที่แตกต่างกัน ในปัจจุบันมีการผลิตอาหารสำหรับใช้ในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดโดยเฉพาะ แต่อาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดโดยเฉพาะมีราคาที่สูง (ราคา 600-800 บาทต่อกระสอบ) เมื่อเทียบกับอาหารสำหรับเลี้ยงไก่เล็ก (ราคา 400-600 บาทต่อกระสอบ) ซึ่งในขณะนี้อาหารสัตว์ทุกประเภทรวมถึงอาหารจิ้งหรีดได้มีการปรับราคาสูงขึ้น ในขณะที่ราคาผลผลิตจิ้งหรีดไม่ได้ปรับราคาขึ้นตามเกษตรกรจึงมีภาระต้นทุนในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดที่สูงขึ้น [3] ส่งผลให้เกษตรกรบางส่วนต้องลดกำลังเลี้ยง และอาจต้องหยุดเลี้ยงเนื่องจากแบกรับต้นทุนไม่ไหว เมื่อศึกษาต้นทุนในการผลิตจิ้งหรีดของกลุ่มเกษตรกรที่ใช้อาหารเพาะเลี้ยงแตกต่างกันพบว่า กลุ่มเกษตรกรที่ใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับเพาะเลี้ยง

จิ้งหรีดมีต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 94.1 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่ากลุ่มเกษตรกรที่ใช้อาหารสัตว์ปีกในการเพาะเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มเกษตรกรที่ใช้อาหารสัตว์ปีกในการเพาะเลี้ยงร่วมกับผักมีต้นทุนในการผลิตเพียง 73.0 บาทต่อกิโลกรัมเท่านั้น [4] จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า อาหารสำหรับเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อต้นทุนและรายรับสุทธิของเกษตรกร การหาแนวทางในการลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพของอาหารสำหรับเลี้ยงจิ้งหรีดจึงเป็นปัญหาสำคัญและมีความน่าสนใจในการนำมาศึกษาเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้เลี้ยงจิ้งหรีด

คีเฟอร์ (Kefir) เป็นเครื่องดื่มนมหมักที่ได้จากการหมักนมด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่ในรูปเม็ดกล้ำเชื้อที่เรียกว่าคีเฟอร์เกรนส์ (Kefir grains) ซึ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายกลุ่มอยู่ร่วมกัน โดยมีกลุ่มจุลินทรีย์หลัก 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) และกลุ่มยีสต์ [5] คุณสมบัติของคีเฟอร์จะมีรสเปรี้ยว มีเอทานอล (Ethanol) เป็นส่วนประกอบเล็กน้อย มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวแตกต่างจากนมเปรี้ยวชนิดอื่นเนื่องจากมีอะซีตัลดีไฮด์ (Acetaldehyde) และไดอะซีทิล (Diacetyl) ที่เป็นสารที่ระเหยได้ง่ายเกิดขึ้นในกระบวนการหมัก [6] คีเฟอร์เป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ เนื่องจากมีองค์ประกอบทางโภชนาการที่หลากหลายและสมดุล โดยเฉพาะโปรตีนคุณภาพดีและกรดอะมิโน ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต การสร้างเนื้อเยื่อ และการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์ นอกจากนี้ คีเฟอร์ยังเป็นแหล่งของแร่ธาตุ

ที่จำเป็นต่อสุขภาพสัตว์ [7] จึงจัดว่าคีเฟอร์เป็นนมหมักที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์โปรไบโอติก (Probiotic microorganisms) ที่มีคุณสมบัติที่ดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับนมหมักชนิดอื่น ๆ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้โปรไบโอติกคีเฟอร์นมถั่วเหลืองที่เสริมด้วย *Lactobacillus* sp. FF02041 ซึ่งเป็นแบคทีเรียกรดแลคติกที่สามารถย่อยเซลลูโลสซึ่งคัดแยกได้จากลำไส้จิ้งหรีดของดักแด้การเจริญเติบโตและคุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีดของดักแด้เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

## 2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

### 2.1. การเตรียมคีเฟอร์นมถั่วเหลืองเสริมแบคทีเรียย่อยเซลลูโลส

เตรียมหัวเชื้อคีเฟอร์นมถั่วเหลืองดัดแปลงจากวิธีของ Sanmanochoand and Chantharasophon [8] โดยนำลำไส้เชื้อคีเฟอร์บริษัท Doğudan Bizim Gıda ve Süt Ürünleri Ind. Trade. Co. Ltd. (Istanbul/Turkey) ที่เพาะร่วมกับเชื้อ *Lactobacillus* sp. FF02041 ปริมาณ 30 มิลลิลิตร เติมนลงในนมถั่วเหลืองยูเอชที 300 มิลลิลิตร ด้วยวิธีปลอดเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน วิเคราะห์คุณภาพของคีเฟอร์ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ค่าความเป็นกรด-เบส เนื้อสัมผัส และปริมาณจุลินทรีย์ในคีเฟอร์ โดยนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) แบคทีเรียกรดแลคติกบน De Man, Rogosa and Sharpe agar (MRS agar) ที่เติม Bromocresol purple 0.004 เปอร์เซ็นต์ ยีสต์และราบน Potato dextrose agar (PDA) และแบคทีเรียย่อยเซลลูโลสบน Carboxymethyl cellulose agar (CMC agar)

### 2.2. การเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงจิ้งหรีดและการวางแผนการทดลอง

นำอาหารเลี้ยงจิ้งหรีดทางการค้า (อาหารเลี้ยงไก่เล็ก) ผสมกับหัวเชื้อคีเฟอร์นมถั่วเหลืองที่จัดเตรียมไว้ในอัตราส่วน 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นำไปใช้เป็นอาหารจิ้งหรีด โดยทำการฟักไข่จิ้งหรีดพันธุ์ทองดำจากไข่ให้เป็นตัวอ่อน ทำการคัดตัวอ่อนจิ้งหรีดจำนวนชุดละ 50 ตัว ชั่งน้ำหนักจิ้งหรีดแต่ละชุดให้มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 4 ชุดทดลอง (แต่ละชุดทดลองทำ 3 ซ้ำ) ดังนี้

- 1) ชุดควบคุมที่ไม่ผสมคีเฟอร์
- 2) ชุดทดลองที่ใช้อาหารไก่ผสมคีเฟอร์ 1 เปอร์เซ็นต์

- 3) ชุดทดลองที่ใช้อาหารไก่ผสมคีเฟอร์ 2 เปอร์เซ็นต์
- 4) ชุดทดลองที่ใช้อาหารไก่ผสมคีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์

### 2.3. การเลี้ยงจิ้งหรีดและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวัดผลการทดลองดำเนินการโดยมีการให้อาหารทุกวันในเวลาเช้า วันละ 100 กรัม และให้น้ำสะอาดวันละ 100 มิลลิลิตร เลี้ยงจิ้งหรีดเป็นเวลา 45 วัน ทำการวิเคราะห์น้ำหนัก และสุ่มวัดความยาวจากหัวจรดปลายท้องของจิ้งหรีด (Body length) ร้อยละของการมีชีวิตรอด (Survival rate) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของจิ้งหรีดรวม (Feed conversion ratio; FCR) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily gain; ADG) วัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์และรา และแบคทีเรียย่อยเซลลูโลสที่พบในลำไส้จิ้งหรีด วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่ออาหาร พลังงาน และแร่ธาตุ

### 2.4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดย One-way analysis of variance (1-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 2.5. จรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยนี้ได้รับใบรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการเลี้ยงสัตว์และใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี เลขที่โครงการ AN663005

## 3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

### 3.1. ผลการเตรียมคีเฟอร์

หัวเชื้อคีเฟอร์ที่ได้รับการบ่มเป็นเวลา 30 วัน ถูกนำมาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์โดยใช้เทคนิค Dilution plate เพื่อหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมถึงแบคทีเรียกรดแลคติก ยีสต์ และรา และแบคทีเรียย่อยเซลลูโลส ผลการทดลองดังแสดงใน Table 1 โดยพบว่าคีเฟอร์มีจุลินทรีย์ทั้งหมด  $59.57 \times 10^6$  โคโลนีต่อมิลลิลิตร แบคทีเรียกรดแลคติก  $54.93 \times 10^6$  โคโลนีต่อมิลลิลิตร ยีสต์และรา  $48.30 \times 10^2$  โคโลนีต่อมิลลิลิตร และแบคทีเรียย่อยเซลลูโลส  $14.00 \times 10^2$  โคโลนีต่อมิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่าเชื้อ *Lactobacillus* sp. FF02041 สามารถอยู่ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่อยู่ในคีเฟอร์ได้ สังเกตได้จากการ

เกิดวงใสรอบโคโลนีของเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CMC agar หลังย้อมด้วยคองโกเรด (Congo red) หรือไอโอดีน [9] การวิเคราะห์ผลทางเคมีของพบว่ามีความเป็นกรด-เบส 4.47 โปรตีน 20.01 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 20.44 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าถ้าเชื้อที่เฟอร์ที่บ่มไว้ 30 วัน มีความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างสังเกตเห็นได้ เนื่องมาจากเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในคีเฟอร์มีการผลิตเอ็กโซพอลิแซคคาไรด์ (Exopolysaccharide; EPS) ใน

ปริมาณมาก EPS เป็นพอลิแซคคาไรด์สายยาว ส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบของน้ำตาลต่อกันเป็นสายหรือเป็นกิ่ง และอาจมีส่วนประกอบของโปรตีน ไขมัน รวมถึงสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่สร้างขึ้นโดยจุลินทรีย์ EPS ถูกหลั่งออกมาออกเซลล์ในลักษณะเป็นเมือก หรือเกาะอยู่กับเซลล์ในรูปของแคปซูล [10] จากผลการวิเคราะห์ที่กล่าวเชื้อคีเฟอร์ที่ผลิตขึ้นจึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นโปรไบโอติกสำหรับจังหวัด

**Table 1** Physicochemical and microbiological characteristics of 30-day fermented kefir starter culture

Characteristics	Result
Total count (CFU/mL)	59.57x10 <sup>6</sup> ±0.33
Lactic acid bacteria (CFU/mL)	54.93x10 <sup>6</sup> ±0.33
Yeast and mold (CFU/mL)	48.30x10 <sup>2</sup> ±3.33
Cellulolytic bacteria (CFU/mL)	14.00x10 <sup>2</sup> ±0.33
pH	4.47±0.01
Protein (Percent)	20.01±1.42
Lipid (Percent)	20.44±1.51
Texture	Yellowish-white powder, good odor and viscous substance

## 3.2. ผลการทดสอบการใช้โปรไบโอติกคีเฟอร์ในการเลี้ยงจังหวัด

### 3.2.1. ผลการวัดการเจริญ

นำจังหวัดอายุ 45 วัน มาวัดการเจริญพบว่า จังหวัดในแต่ละชุดการทดลองมีการเจริญที่แตกต่างกัน (Figure 1) โดยพบว่าน้ำหนักของจังหวัดในชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และร้อยละการรอดชีวิตมากที่สุด คือ มีน้ำหนักสด 98.67 กรัม น้ำหนักแห้ง 45.00 กรัม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 4.43 และการรอดชีวิต 69.13 เปอร์เซ็นต์ โดยผลการเจริญด้านน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกับชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 2 เปอร์เซ็นต์ ในการวัดความยาวของจังหวัดพบว่าทุกชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) จากการคำนวณอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) พบว่าในช่วงอายุ 0 ถึง 15 วัน ADG อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.23 กรัมต่อวัน ช่วงอายุ 15 ถึง 30 วัน เพิ่มขึ้นเป็น 1.80 ถึง 1.96 กรัมต่อวัน และช่วงอายุ 30 ถึง 45 วัน สูงสุดอยู่ระหว่าง 2.38 ถึง 2.58 กรัมต่อวัน โดยในช่วงอายุ 30 ถึง 45 วัน กลุ่มที่ได้รับคีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ มี ADG สูงสุดเท่ากับ 2.58 กรัมต่อวัน

ขณะที่กลุ่มควบคุมมี ADG ต่ำสุดที่ 2.38 กรัมต่อวัน (Table 3) การผสมคีเฟอร์ลงในอาหารสัตว์ส่งผลต่อการเจริญของจังหวัด โดยในชุดทดลองที่ให้อาหารไก่ผสมคีเฟอร์พบว่า จังหวัดเจริญเติบโตได้ดีขึ้นกว่าการไม่ใช้คีเฟอร์เสริมอาหาร โดยมีน้ำหนักผลผลิตรวม น้ำหนักตัว ความยาวลำตัว สูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่ผสมคีเฟอร์ แสดงให้เห็นว่าการใช้โปรไบโอติกเพื่อเสริมอาหารสามารถช่วยเพิ่มการเจริญของจังหวัดได้ การเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกให้แก่แม่ลง สามารถเพิ่มผลผลิตอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และการเจริญเติบโตให้สูงขึ้นจากการที่แม่ลงได้รับอาหารที่มีประโยชน์ส่งผลให้มีสุขภาพที่ดีขึ้นและเกิดโรคติดเชื้อได้ยากขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในตัวแม่ลงกับแม่ลงเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นร่วมกันมาอย่างยาวนาน และมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการวิวัฒนาการ [11] การเลือกใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกที่เหมาะสมกับสายพันธุ์แม่ลงจึงมีความสำคัญในการนำมาศึกษากระบวนการที่แม่ลงจะได้รับเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปในร่างกายเกิดขึ้นได้หลายวิธี ทั้งจากการกินเซลล์จุลินทรีย์เข้าไปโดยตรงหรือได้รับผ่านการกินอาหารเข้าไป การใช้ *Lactobacillus* sp. FF20241 ซึ่งคัดแยกจากจังหวัด และมีคุณสมบัติในการย่อยเซลลูโลสซึ่งเป็นส่วนประกอบในอาหารตามธรรมชาติของ

จังหวัด [12] ส่งผลให้จังหวัดได้รับสารอาหารเพิ่มขึ้นและลด  
ปัญหาจากโรคที่เกิดในระบบทางเดินอาหาร [13] และ EPS  
ในคีเฟอร์มีคุณสมบัติด้านการส่งเสริมสุขภาพ [14] จังหวัดจึงมี

การเจริญและอัตราการรอดชีวิตเพิ่มขึ้นในชุดทดลองที่ใช้  
คีเฟอร์เสริมด้วยเชื้อ *Lactobacillus* sp. FF20241



**Figure 1** Body size of crickets after being fed with different feeds for 45 days  
A = chicken feed without kefir (Control), B = chicken feed with 1% kefir,  
C = chicken feed with 2% kefir and D = chicken feed with 3% kefir

**Table 2** Weight, body length, feed conversion ratio (FCR), and survival rate of crickets after being fed with different feeds for 45 days

Treatment	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Body length (cm)	FCR	Survival rate (%)
Control	80.00±3.00 <sup>a</sup>	31.67±2.08 <sup>a</sup>	3.69±0.93 <sup>a</sup>	5.26±0.59 <sup>c</sup>	52.40±2.23 <sup>a</sup>
1% Kefir	84.00±4.00 <sup>ab</sup>	39.33±4.81 <sup>b</sup>	3.75±1.04 <sup>a</sup>	5.42±0.42 <sup>c</sup>	55.79±1.33 <sup>ab</sup>
2% Kefir	91.67±1.53 <sup>bc</sup>	42.33±0.58 <sup>bc</sup>	4.15±5.72 <sup>a</sup>	4.69±0.09 <sup>b</sup>	57.52±3.33 <sup>b</sup>
3% Kefir	98.67±7.64 <sup>c</sup>	45.00±1.73 <sup>c</sup>	4.18±4.36 <sup>a</sup>	4.43±0.16 <sup>a</sup>	69.13±0.62 <sup>c</sup>

Means with different superscripts within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 3** Average daily gain (ADG) of crickets after being fed with different feeds for 15, 30 and 45 days

Treatment	ADG (g/day)		
	15 days	30 days	45 days
Control	0.21±0.01 <sup>a</sup>	1.96±0.10 <sup>a</sup>	2.38±0.10 <sup>a</sup>
1% Kefir	0.20±0.01 <sup>a</sup>	1.80±0.07 <sup>b</sup>	2.42±0.04 <sup>a</sup>
2% Kefir	0.23±0.01 <sup>b</sup>	1.84±0.08 <sup>ab</sup>	2.44±0.10 <sup>ab</sup>
3% Kefir	0.23±0.01 <sup>b</sup>	1.84±0.04 <sup>ab</sup>	2.58±0.04 <sup>b</sup>

Means with different superscripts within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

### 3.2.2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในลำไส้

นำลำไส้จิ้งหรีดมาวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์พบว่า ชุดทดลองที่ใช้ซีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $4.85 \times 10^5$  โคโลนีต่อกรัม แบคทีเรียกรดแลคติก  $4.17 \times 10^5$  โคโลนีต่อกรัม และแบคทีเรียย่อยเซลลูโลส  $3.13 \times 10^2$  โคโลนีต่อกรัม ซึ่งสูงกว่าชุดทดลองอื่น แต่กลับพบยีสต์และราน้อยที่สุดคือ  $1.36 \times 10^5$  โคโลนีต่อกรัม (Table 4) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในจิ้งหรีดกับสัตว์ทดลองชนิดอื่นที่เลี้ยงด้วยโปรไบโอติก พบว่าจุลินทรีย์ในจิ้งหรีดมีปริมาณสอดคล้องกับ Khanjani et al. [15] ที่พบจุลินทรีย์ในกึ่งที่เลี้ยงด้วยโปรไบโอติก  $10^5$  ถึง  $10^8$  โคโลนีต่อกรัม แต่น้อยกว่า Shen et al. [16] ที่พบจุลินทรีย์  $10^7$  ถึง  $10^9$  โคโลนีต่อกรัม ในลำไส้สุกรที่เลี้ยงด้วยโปรไบโอติก การที่โปรไบโอติกในลำไส้สัตว์แต่ละกลุ่มมีปริมาณและชนิดของ

จุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากจากจากสัตว์แต่ละกลุ่มมีลักษณะทางสรีรวิทยา กระบวนการย่อยอาหาร การดำรงชีวิต แหล่งอาศัย และชนิดของอาหารที่กินแตกต่างกัน ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ การใช้โปรไบโอติกมีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหาในการทำปศุสัตว์ โปรไบโอติกสามารถนำมาทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามโปรไบโอติกบางชนิดอาจมีคุณสมบัติที่ไม่พึงประสงค์ เช่น ดื้อยาต้านจุลชีพ สามารถก่อโรคในมนุษย์ สามารถทำลายเม็ดเลือดแดง (Hemolysis) และอาจสร้างสารพิษได้ เนื่องจากประสิทธิภาพและกลไกของโปรไบโอติกแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากการใช้โปรไบโอติกที่ไม่เหมาะสม จึงจำเป็นต้องทำการคัดเลือกสายพันธุ์โปรไบโอติกที่เหมาะสมกับชนิดของสัตว์เลี้ยงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงสุด [17]

**Table 4** Gut microbial counts of crickets after being fed with different feeds for 45 days

Treatment	Total count (CFU/g)	Yeast and mold (CFU/g)	Lactic acid bacteria (CFU/g)	Cellulolytic bacteria (CFU/g)
Control	$2.89 \times 10^5 \pm 0.60^a$	$2.20 \times 10^5 \pm 0.13^c$	$2.08 \times 10^5 \pm 0.56^a$	$2.00 \times 10^2 \pm 0.43^a$
1% Kefir	$2.69 \times 10^5 \pm 0.43^a$	$2.19 \times 10^5 \pm 0.07^c$	$2.37 \times 10^5 \pm 0.38^a$	$2.20 \times 10^2 \pm 0.25^a$
2% Kefir	$4.04 \times 10^5 \pm 0.26^b$	$1.59 \times 10^5 \pm 0.12^b$	$3.05 \times 10^5 \pm 0.74^b$	$2.33 \times 10^2 \pm 0.55^b$
3% Kefir	$4.85 \times 10^5 \pm 0.61^c$	$1.36 \times 10^5 \pm 0.10^a$	$4.17 \times 10^5 \pm 0.13^c$	$3.13 \times 10^2 \pm 0.30^b$

Means with different superscripts within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

### 3.2.3. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

การเติมซีเฟอร์ 1 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ ลงในอาหารไก่ส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาการปรับตัวตามแนวโน้มเดียวกัน ดังแสดงใน Table 5 โดยชุดทดลองที่ใช้ซีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีที่สุด ด้วยปริมาณโปรตีนสูงสุดที่ 64.72 กรัมต่อ 100 กรัม ไขมันสูงสุดที่ 18.48 กรัมต่อ 100 กรัม และใยอาหาร

สูงสุดที่ 11.94 กรัมต่อ 100 กรัม ขณะที่พลังงานรวมและเถ้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเสริมอาหารเลี้ยงจิ้งหรีดด้วยซีเฟอร์ จิ้งหรีดจะมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้าที่สูงขึ้นตามอัตราส่วนของซีเฟอร์ที่ใช้เพิ่มขึ้น เนื่องจากซีเฟอร์ประกอบไปด้วยแบคทีเรียและยีสต์ราหลายสายพันธุ์ที่มีกลไกการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและการดูดซึมสารอาหาร

ที่แตกต่างกัน ปริมาณสารอาหารที่จิ้งหรีดได้รับจึงเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเสริมอาหารด้วยคีเฟอร์ [18] หากให้อาหารที่มีสารอาหารที่สูงขึ้นแก่จิ้งหรีดโดยเฉพาะโปรตีน ผลผลิตของจิ้งหรีดจะเพิ่มสูงขึ้นแต่ต้นทุนในการผลิตจะเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน [19]

การวิเคราะห์ธาตุอาหารพบว่าชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสังกะสีมากที่สุดเท่ากับ 387.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียม 2784.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 2 เปอร์เซ็นต์ มีแคลเซียมสูงสุดที่ 5424.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สะท้อนแนวโน้มว่าคีเฟอร์ช่วยเพิ่มแร่ธาตุได้อย่างมีนัยสำคัญ (Table 6) แสดงให้เห็นว่าปริมาณแร่ธาตุของตัวจิ้งหรีดจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อให้อาหารที่มีโปรตีนสูงแต่ไขมันต่ำ สอดคล้องกับ Ooninx et al. [20] แต่ในทางตรงกันข้ามการเติมคีเฟอร์ในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัส โซเดียม และโพแทสเซียมลดลงอย่างชัดเจน โดยฟอสฟอรัสลดลงจาก 31387.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดควบคุมเป็น 25333.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 1 เปอร์เซ็นต์ 22548.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 2 เปอร์เซ็นต์ และ 22790.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมลดลงจาก 3425.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดควบคุมเป็น 1695.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 1 เปอร์เซ็นต์ 1391.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 2 เปอร์เซ็นต์ และ 518.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดทดลองที่

ใช้คีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโพแทสเซียมลดลงจาก 23602.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดควบคุมเป็น 19572.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 1 เปอร์เซ็นต์ 18461.89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 2 เปอร์เซ็นต์ และ 17843.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้แนวโน้มการลดลงของฟอสฟอรัส โซเดียม และโพแทสเซียมเป็นไปในทิศทางเดียวกันเมื่อเพิ่มปริมาณคีเฟอร์ โดยชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมต่ำสุด ในขณะที่ฟอสฟอรัส ปริมาณต่ำสุดอยู่ที่ชุดทดลองที่ใช้คีเฟอร์ 2 เปอร์เซ็นต์ (Table 7) กลไกที่ส่งผลให้ปริมาณแร่ธาตุบางชนิดในตัวจิ้งหรีดลดลงยังไม่เป็นที่ทราบได้แน่ชัด อาจเนื่องมาจากการให้โปรไบโอติกเสริมในอาหารสัตว์ส่งผลต่อจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ ทำให้สภาวะในลำไส้มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งกลไกจะเกิดขึ้นอย่างจำเพาะกับลักษณะทางพันธุกรรมและยีนที่สามารถเข้าคู่กันได้ระหว่างจุลินทรีย์กับสัตว์ [21] หรือโปรไบโอติกส่งผลต่อโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมแร่ธาตุ ส่งผลให้แร่ธาตุถูกดูดซึมกลับเข้าสู่ร่างกายลดลง และถูกขับออกจากร่างกายมากขึ้น เมื่อมีจุลินทรีย์โปรไบโอติกเพิ่มขึ้นในระบบทางเดินอาหาร แร่ธาตุบางชนิดจึงมีปริมาณที่ลดลง [22] การที่จิ้งหรีดมีปริมาณโซเดียมลดลง อาจส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค เนื่องจากการบริโภคโซเดียมในปริมาณมากเป็นสาเหตุสำคัญของโรคไต และโรคความดันโลหิตสูง [23]

Table 5 Nutritional analysis of crickets after being fed with different feeds for 45 days

Treatment	Protein (g/100g)	Lipid (g/100g)	Fiber (g/100g)	Total energy (kcal/100g)	Ash (g/100g)
Control	62.96±0.63 <sup>a</sup>	16.93±0.79 <sup>a</sup>	8.61±0.09 <sup>a</sup>	436.48±0.29 <sup>a</sup>	4.47±0.79 <sup>a</sup>
1% Kefir	63.90±0.12 <sup>ab</sup>	17.59±1.63 <sup>a</sup>	9.64±0.13 <sup>b</sup>	437.90±0.37 <sup>a</sup>	4.90±0.28 <sup>a</sup>
2% Kefir	64.61±0.09 <sup>ab</sup>	17.92±0.11 <sup>a</sup>	9.92±0.36 <sup>b</sup>	443.99±0.04 <sup>a</sup>	4.25±0.74 <sup>a</sup>
3% Kefir	64.72±0.11 <sup>b</sup>	18.48±0.06 <sup>b</sup>	11.94±0.08 <sup>c</sup>	439.42±0.47 <sup>a</sup>	4.49±0.20 <sup>a</sup>

Means with different superscripts within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Table 6 Zinc, magnesium, and calcium contents of crickets after being fed with different feeds for 45 days

Treatment	Zinc (mg/kg)	Magnesium (mg/kg)	Calcium (mg/kg)
Control	321.11±0.10 <sup>a</sup>	2462.82±3.06 <sup>a</sup>	4813.19±7.13 <sup>a</sup>
1% Kefir	387.02±2.94 <sup>d</sup>	2784.17±3.86 <sup>d</sup>	5393.47±6.68 <sup>c</sup>
2% Kefir	376.95±4.78 <sup>c</sup>	2543.62±10.27 <sup>b</sup>	5424.70±4.03 <sup>d</sup>
3% Kefir	352.40±4.03 <sup>b</sup>	2661.44±8.50 <sup>c</sup>	4917.66±7.31 <sup>b</sup>

Means with different superscripts within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 7** Phosphorus, sodium, and potassium contents of crickets after being fed with different feeds for 45 days

Treatment	Phosphorus (mg/kg)	Sodium (mg/kg)	Potassium (mg/kg)
Control	31387.23±10.40 <sup>d</sup>	3425.65±75.46 <sup>d</sup>	23602.79±5.44 <sup>d</sup>
1% Kefir	25333.64±1.73 <sup>c</sup>	1695.81±12.90 <sup>c</sup>	19572.02±12.90 <sup>c</sup>
2% Kefir	22548.21±43.38 <sup>a</sup>	1391.18±3.40 <sup>b</sup>	18461.89±1-.87 <sup>b</sup>
3% Kefir	22790.59±18.73 <sup>b</sup>	518.91±3.30 <sup>a</sup>	17843.63±70.67 <sup>a</sup>

Means with different superscripts within a column are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

#### 4. บทสรุป

คีเฟอร์น้ำนมถั่วเหลืองที่เสริมด้วยเชื้อ *Lactobacillus* sp. FF02041 สามารถเพิ่มอัตราการเจริญ และคุณค่าทางอาหารของจิ้งหรีดทองดำในห้องปฏิบัติการให้สูงขึ้นได้ โดยอัตราการเจริญ และคุณค่าทางอาหารของจิ้งหรีดมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของคีเฟอร์ให้สูงขึ้น การใช้คีเฟอร์ 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกในการเลี้ยงแมลงสามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีเช่นเดียวกับการใช้โปรไบโอติกในการเลี้ยงสัตว์ชนิดอื่น อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้จากห้องปฏิบัติการอาจให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างออกไป เมื่อนำไปใช้ในการเลี้ยงจิ้งหรีดระดับโรงเรือนหรือทางการค้า ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงจิ้งหรีด ได้แก่ สายพันธุ์จิ้งหรีด สภาพแวดล้อม และวิธีการที่เกษตรกรใช้ในการเลี้ยงจิ้งหรีด การศึกษากระบวนการแปรรูปคีเฟอร์ให้อยู่ในรูปแบบที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้ง่าย เช่น การทำให้อยู่ในรูปผงแห้ง และการศึกษากระบวนการยืดอายุเก็บรักษาให้ยาวนาน สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพในการใช้โปรไบโอติกสำหรับใช้เลี้ยงจิ้งหรีด โดยต้องคำนึงถึงต้นทุนและความคุ้มค่าเป็นสำคัญ

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัย และนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2567

#### 6. References

- [1] Division of Livestock Extension and Development. 2021. **Cricket Farming Manual for the Public**. Bangkok: Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)
- [2] Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2024. **ARDA Develops Eco-Friendly Cricket Food Recipes**. <https://www.moac.go.th/news-preview-462791792279>. Accessed 14 July 2025. (in Thai)
- [3] Phesatcha, K. and Chunwijittra, K. 2021. **Knowledge Manual: Improving the Efficiency of Cricket Production by Using Local Food Sources**. [https://explore.nrct.go.th/file\\_upload/submitter/file\\_upload//6055ab12cc99958fa9684d91359dceaa8d8e85a464e3e58e.pdf](https://explore.nrct.go.th/file_upload/submitter/file_upload//6055ab12cc99958fa9684d91359dceaa8d8e85a464e3e58e.pdf). Accessed 25 June 2025. (in Thai)
- [4] Unphim, U. and et al. 2021. Production management and returns of crickets farming in Ubon Ratchathani Province. In: **Proceedings of the 15<sup>th</sup> National Research Conference of Ubon Ratchathani University**, 22-23 July 2021. Ubon Ratchathani, Thailand. (in Thai)
- [5] Yilmaz, B. and et al. 2022. Microbial communities in home-made and commercial kefir and their hypoglycemic properties. **Fermentation**. 8(11): 590.
- [6] Walsh, A.M. and et al. 2021. Microbial succession and flavor compound development during kefir fermentation. **mSystems**. 6(2): 1-16.
- [7] Bourrie, B.C.T., Willing, B.P. and Cotter, P.D. 2022. The microbiota and health-promoting characteristics of the fermented beverage kefir. **Frontiers in Microbiology**. 13: 647.
- [8] Sanmanoch, W. and Chantharasophon, K. 2018. Effect of using probiotic soybean kefir on common lowland frog (*Rana rugulosa*). **Journal**

- of Fisheries Technology Research. 12(2): 11-20. (in Thai)
- [9] Singh, R., Kumar, M. and Verma, A. 2023. Screening and characterization of cellulase-producing bacteria from agricultural waste using Congo red assay. **Journal of Applied Microbiology**. 134(2): 456-468.
- [10] Patel, A. and Goyal, A. 2023. Microbial exopolysaccharides: Composition, biosynthesis, and applications in health and industry. **International Journal of Biological Macromolecules**. 233: 1256-1272.
- [11] Savio, C., Mugo-Kamiri, L. and Upfold, J.K. 2022. Bugs in bugs: The role of probiotics and prebiotics in maintenance of health in mass-reared insects. **Insects**. 13(4): 376.
- [12] Chakraborty, N., Sarkar, G. and Lahiri, S. 2000. Cellulose degrading capabilities of cellulolytic bacteria isolated from the intestinal fluids of the silver cricket. **The Environmentalist**. 20: 9-11.
- [13] Peluzio, M.D.C.G. and et al. 2021. Kefir and intestinal microbiota modulation: Implications in human health. **Frontiers in Nutrition**. 8: 638740.
- [14] Wasser, S.P. 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. **Applied Microbiology and Biotechnology**. 60(3): 258-274.
- [15] Khanjani, M.H. and et al. 2024. Probiotics, prebiotics, and synbiotics in shrimp aquaculture: Their effects on growth performance, immune responses, and gut microbiome. **Aquaculture Reports**. 38: 102362.
- [16] Shen, J. and et al. 2022. Tibetan pig-derived probiotic *Lactobacillus amylovorus* SLZX20-1 improved intestinal function via producing enzymes and regulating intestinal microflora. **Frontiers in Nutrition**. 9: 846991.
- [17] Anee, I.J. and et al. 2021. The role of probiotics on animal health and nutrition. **The Journal of Basic and Applied Zoology**. 82: 52.
- [18] Silalaiy, K. 2018. Probiotics: The advantage in livestock. **King Mongkut's Agricultural Journal**. 36(1): 152-160. (in Thai)
- [19] Phesatcha, K. and et al. 2022. Effect of local feed resources on the production performance and nutritional composition of the cricket (*Gryllus bimaculatus* De Geer). **Khon Kaen Agriculture Journal**. 50(1): 548-557. (in Thai)
- [20] Oonincx, D.G.A.B. and et al. 2015. Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food By-Products. **PLoS One**. 10(12): 1-20.
- [21] Barai, P. and et al. 2018. Antidiarrheal efficacy of probiotic bacteria in castor oil induced diarrheal mice. **Preventive Nutrition and Food Science**. 23(4): 294-300.
- [22] Gao, J. and et al. 2021. Probiotic *Lactobacillus casei* prevents salt-induced hypertension by modulating renal sodium transporters. **Nutrients**. 13(4): 1123.
- [23] Shin, J. and Lee, C.H. 2021. The roles of sodium and volume overload on hypertension in chronic kidney disease. **Kidney Research and Clinical Practice**. 40(4): 542-554.