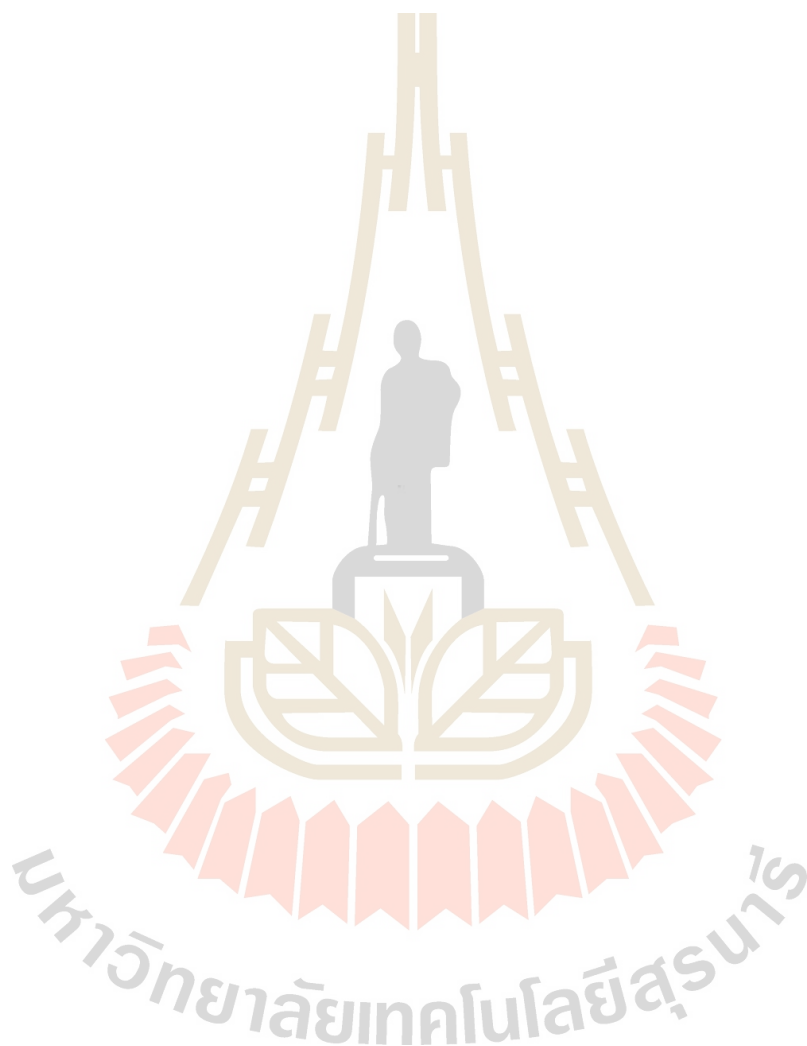


สุชญญา สิ้นสระน้อย : คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ทางชีวภาพของหนอนนก (*Tenebrio molitor*) ระหว่างการย่อยในระบบทางเดินอาหารจำลอง (NUTRITIONAL VALUE AND BIOACTIVE PROPERTIES OF MEALWORMS (*TENEBRIO MOLITOR*) DURING SIMULATED GASTROINTESTINAL DIGESTION) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปภังกร สา่งสวัสดิ์, 85 หน้า.

คำสำคัญ: โปรตีนหนอนนก (*Tenebrio molitor*)/โครงสร้างทุติยภูมิของโปรตีน/การเปลี่ยนแปลงด้วยความร้อน/การย่อยในระบบทางเดินอาหาร/คุณสมบัติทางชีวภาพ

แมลงกินได้ (Edible insects) เป็นอีกแหล่งโปรตีนทางเลือกที่มีศักยภาพ ทำให้ได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์และนักโภชนาการทั่วโลก โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศที่เผชิญปัญหาการขาดแคลนอาหารหรือแม้กระทั่งในประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งเริ่มให้ความสำคัญกับความยั่งยืนของห่วงโซ่อาหาร โดยเฉพาะหนอนนก (*Tenebrio molitor*) ซึ่งเป็นแมลงที่ได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการจากสหภาพยุโรป (European union: EU) ว่าสามารถรับประทานได้อย่างปลอดภัย งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาลักษณะโครงสร้างและสมบัติเชิงฟังก์ชันของโปรตีนจากหนอนนกในแต่ละระยะการเจริญเติบโตและภายใต้สภาวะการให้ความร้อน โดยพบว่า องค์ประกอบทางเคมีของหนอนนกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนในแต่ละระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะปริมาณโปรตีนที่พบว่าสูงที่สุดในระยะดักแด้ (54.38%) ขณะที่ปริมาณไขมันแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับกระบวนการสังเคราะห์ไขมันในช่วงเมทาโมริฟซิส จากการวิเคราะห์โครงสร้างทุติยภูมิของโปรตีนโดยใช้เทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) พบว่า มีความแตกต่างของโครงสร้างจำเพาะในแต่ละระยะการเจริญเติบโต โดยโครงสร้างแบบ β -sheet ยังคงเป็นโครงสร้างหลัก (51-55%) ตลอดช่วงของการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Metamorphosis) และในช่วงเปลี่ยนผ่านจากระยะดักแด้ไปเป็นตัวเต็มวัยพบการจัดเรียงระดับโมเลกุลใหม่อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) ยังยืนยันรูปแบบของโปรตีนที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนในแต่ละระยะการเจริญเติบโต โดยโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลขนาดใหญ่ (150-200 kDa) พบได้เด่นชัดในระยะดักแด้และตัวหนอน ขณะที่ระยะตัวเต็มวัยพบการแสดงออกของโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลขนาดเล็ก (10-20 kDa) อย่างจำเพาะ ในส่วนของการให้ความร้อนกับโปรตีนจากระยะดักแด้ในช่วงอุณหภูมิ 50-170°C ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระดับโมเลกุลอย่างชัดเจน โดยการให้ความร้อนในระดับปานกลาง (90°C) ส่งผลให้การย่อยโปรตีนเพิ่มขึ้นสูงสุด (49.36% หลังผ่านการย่อย 4 ชั่วโมง)) และมีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ Dipeptidyl Peptidase-IV (DPP-IV) (3.58%) การให้ความร้อนในระดับสูง (170°C) ทำให้โครงสร้างโปรตีนเปลี่ยนจาก α -helix ไปเป็น β -turn ซึ่งช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), Metal Ion Chelating Activity Assay (Metal) และ 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) และการยับยั้ง Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) (81.85%) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ที่ใช้ข้อมูลจาก FT-IR พบว่า การให้ความร้อนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโปรตีน

โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 170°C ซึ่งแสดงผลอย่างเด่นชัด งานวิจัยนี้จึงตอบโจทย์ช่องว่างองค์ความรู้ใน
ด้านความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนแมลงกับคุณสมบัติทางชีวภาพที่
เกิดขึ้น และให้ข้อมูลเชิงลึกในระดับโมเลกุลที่สามารถใช้ประโยชน์ในการพัฒนาโปรตีนจากแมลงให้มี
คุณสมบัติในเชิงฟังก์ชันที่เพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ



สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสัตว์
ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา สัชฌัญญา สันสรณ์กุล
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ปวิศกร สว่างสวัสดิ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สม

SUCHANYA SINSRANOI : NUTRITIONAL VALUE AND BIOACTIVE PROPERTIES OF MEALWORMS (*TENEBRIO MOLITOR*) DURING SIMULATED GASTROINTESTINAL DIGESTION. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. PAPUNGKORN SANGSAWAD, Ph.D.
85 PP.

Keyword: Mealworm (*Tenebrio molitor*) protein/Protein secondary structure/Thermal modification/Gastrointestinal digestion/Bioactive properties

Edible insects are an alternative source of protein with significant potential, attracting increasing attention from scientists and nutritionists around the world. This interest is particularly strong in countries facing food scarcity, as well as in developed nations that are beginning to emphasize the sustainability of the food supply chain. Among these insects, the yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) stands out as it has been officially approved by the European Union (EU) as a safe and edible insect for human consumption. This study examined the structural characteristics and functional properties of mealworm proteins across developmental stages and thermal processing conditions. It was found that the chemical composition of mealworms changes significantly at each developmental stage, with the highest protein content observed in the pupal stage (54.38%). In contrast, the fat content shows an inverse relationship with chitin synthesis during the metamorphosis process. Protein secondary structure analysis using FTIR spectroscopy revealed stage-specific conformational differences, with β -sheet structures remaining dominant (51-55%) throughout metamorphosis, while transitioning from pupal to adult stages triggered significant molecular reorganization. SDS-PAGE analysis confirmed distinct protein profiles across developmental stages, with high molecular weight proteins (150-200 kDa) prominent in pupal and larval stages, while the adult stage exhibited distinctive low molecular weight proteins (10-20 kDa). Thermal processing (50-170°C) of pupal-stage proteins significantly altered their molecular conformation, with moderate heat treatment (90°C) optimizing protein digestibility (49.36% hydrolysis after 4-h digestion) and DPP-IV inhibition (3.58%). High-temperature exposure (170°C) induced protein structural reorganization from α -helical to β -turn conformations, enhancing bioactive functionality including antioxidant properties (FRAP, Metal chelating, ABTS radical scavenging) and ACE inhibition (81.85%). FTIR-based principal component analysis confirmed temperature-dependent protein conformational modifications, particularly pronounced at 170°C. This study addresses the research gap regarding the relationship between insect protein structural changes and resulting bioactivities, providing

molecular-level insights for optimizing insect-based protein ingredients with enhanced functional properties.



School of Animal Technology and Innovation
Academic Year 2024

Student's Signature Suchanya Simsranoi
Advisor's Signature Papungkom Sangsarnad
Co-advisor's Signature Jariya Roddee