การศึกษาคุณภาพของโปรตีน ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุจากจิ้งหรีดหางสั้นและแมลงกระชอน

สุเทพ อุสาหะ,* นงนิตย์ มรกต*บรรจบ วันใน*, และ สิริพร ลาวัลย์ **

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาคุณค่าอาหารคุณภาพโปรตีนเกลือแร่ และวิตามินบางชนิดพบว่าคุณค่าอาหารในรูปของโปรตีน ไขมันเถ้า และกากเมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งจิ้งหรีดหางสั้นได้ 61.00, 18.32, 6.19 และ 10.27 ตามลำดับ ส่วนแมลงกระชอนได้ 60.9, 20.47, 4.92 และ 12.56ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพของโปรตีนในแง่ทางเคมีซึ่งคิดเป็นร้อยละของคะแนนกรดอะมิโนของจิ้งหรีดหางสั้นเท่ากับ 16.39 และของแมลงกระชอนเท่ากับ24.35ในแง่ทางชีวภาพพิจารณาจากค่า PER ของหนูที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแมลงกระชอนเท่ากับ 1.645 และของหนูที่เลี้ยงด้วยจิ้งหรีดหางสั้นเพียง 0.948

ผลการวิเคราะห์วิตามินด้วย HPLCพบว่าจิ้งหรีดหางสั้นมีวิตามินเอและวิตามินซีเท่ากับ 2348 IU/100g และ 770.08%(mg/g) ในขณะที่แมลงกระชอนมีพียง 257IU/100g และ 460.69%(mg/g) ตามลำดับ สำหรับวิตามินบี1 วิตามินบี2 มีน้อยพอๆ กันในแมลงทั้งสอง ส่วนไนอาซินจิ้งหรีดหางสั้นมี 135.86%(mg/g) แมลงกระชอนมี 225.78% (mg/g) ส่วนการทดลองหาปริมาณธาตุอาหารในแมลงกระชอน และจิ้งหรีดหางสั้นได้ผลการทดลองดังนี้ คือมีปริมาณแคลเซียม191.1 และ 152.6 ปริมาณเหล็ก 37 และ 9.0%(mg/g) ตามลำดับเมื่อวิเคราะห์ด้วยAAS ปริมาณฟอสฟอรัส 54.1 และ 54.0 ในหน่วย % (mg/g) น้ำหนักแห้งตามลำดับเมื่อวิเคราะห์ด้วย UV- VIS spectrophotometer

Abstract

The purpose of this study was to determine nutritious value, protein quality, amount of Ca, Fe,P and some vitamins in edible dried short-tailed crickets and mole crickets. Nutritious value in terms of total protein, fat, ash,and crude fiber were 61.00%, 18.32%, 6.19%and 10.27% of short-tailed crickets and those of mole crickets were 60.9%, 20.47%, 4.92%,and 12.56%, respectively.

The short-tailed crickets yielded 16.39% of amino acid score whereas the mole crickets yielded 24.35%. According to the analysis of protein quality by PER in rats, 1.819 was found in control groups, 1.645 in rats given mole cricket mixture, and 0 .948 in those given mole short-tailed criket mixture.

The amount of Ca and Fe with AAS was 173.06-240.53%(mg/g) and 33.57-41.43% (mg/g) in mole crickets and 96.67-172.13%(mg/g) and 8.74-9.3%(mg/g) in short-tailed crickets, respectively. The amount of P with UV-VIS spectrophotometer was 44.46-63.74% (mg/g) in mole crickets and 58.32-63.62%(mg/g) in short-tailed crickets at 90% confident level for all cases.

The result of analysis for vitamin A, B1, B2,niacin and vitamin C in mole crickets through HPLC was 257 10/100g, 0.26%(mg/g),2.56% (mg/g), 225.76% (mg/g) and 460.96%(mg/g), respectively. And that of short-tailed crickets was 2348 10/100g, 0.94%(mg/g), 4.33%(mg/g), 135.86% (mg/g) and 770.08% (mg/g), respectively.

Key Words : Nutritious value, Short-tailed cricket, Mole cricket.

* *ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*

** *ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*

บทนำ

มนุษย์คุ้นเคยกับการนำแมลงมาเป็นอาหารนานแล้วทั้งในอินเดีย แอฟริกา พม่า ปาปัวนิวกินี เม็กซิโก และหลายรัฐในสหรัฐอเมริกา สำหรับในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้มีการนำแมลงหลายชนิดมาเป็นอาหาร รวมทั้งจิ้งหรีดหางสั้นและแมลงกระชอนด้วย *(วรากร และคณะ, 2518 และประพิมพร และคณะ, 2529)*

จิ้งหรีดหางสั้น (Short-tailed cricket) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ***Brachytrupes protentosus*** บางทีเรียกจิ้งหรีดหัวโต ชาวบ้านในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า**จิโป่ม** ชาวบ้านนิยมกินโดยดึงปีกออกปีบไส้ก่อนแล้วเสียบไม้ย่างหรือคั่ว

แมลงกระชอน (Mole cricket) มีชื่อ วิทยาศาสตร์ว่า ***Gryllotal paafricana***บางทีชาวบ้านในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า **แมงกะชอน** หรือแมงชอนกินโดยนำไปคั่วทั้งตัวเวลากินจะดึงปีกและไส้ออก

โปรตีนเป็นสารอาหารหลักเป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่เกิดจากการเรียงตัวต่อกันของกรดอะมิโนโดยพันธะเปปไทด์ (Peptide bonds) การประเมินคุณภาพของโปรตีนจากสารอาหารอาจพิจารณาได้จาก

ก. การประเมินคุณภาพของโปรตีน โดยใช้วิธีทางเคมี (Chemical method) ได้แก่ คะแนนโปรตีน (Protein score) หรือคะแนนกรดอะมิโน (Amino acid score)

ข. การประเมินคุณภาพของโปรตีนโดยใช้วิธีทางชีวภาพ (Biological method) ได้แก่ Net Protein Utilization(NPU)หรือ Protein Efficiency Ratio (PER) เป็นต้น การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีดและแมลงกระชอนนั้นนอกจากจะศึกษาในเชิงคุณภาพของโปรตีนแล้ว การศึกษาหาปริมาณของวิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินซี ไนอาซิน แร่ธาตุ แคลเซียม เหล็กและฟอสฟอรัส ก็เป็นสิ่งจำเป็นด้วย เพราะวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ เหล่านี้ล้วนแต่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต การเสริมสร้างความแข็งแรงและช่วยให้การทำงานของระบบอวัยวะเป็นปกติด้วย (กุลยา, 2533; ศศิเกษมและพรรณี, 2530 และนิธิและวิบูลย์, 2529) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์หาคุณค่าอาหาร (Proximate analysis) ของจิ้งหรีดหางสั้นและแมลงกระชอนที่ปรุงเป็นอาหารแล้ว พร้อมทั้งประเมินคุณภาพของโปรตีนจากคะแนนกรดอะมิโน และใช้วิธีการวัดค่า PER

2. เพื่อวิเคราะห์หาวิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินซี ไนอาซิน พร้อมทั้งปริมาณแคลเซียม เหล็ก และฟอสฟอรัส จากจิ้งหรีดหางสั้นและแมลงกระชอน

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

1. จิ้งหรีดหางสั้นที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาเก็บในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ส่วนแมลงกระชอนเก็บในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด และอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ในช่วงสิงหาคม-ตุลาคม 2536

2. หนูที่ใช้ทดลองเป็นหนูพุกขาว (rat) พันธุ์วิสตาร์ (Wistar) เพศผู้อายุ 21 วัน ได้จากสำนักสัตว์ทดลองแห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล ตำบลศาลายา โดยเลี้ยงแยกกรงๆ ละ 1 ตัว และเลี้ยงแยกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 7 ตัว คือกลุ่มควบคุมกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมจิ้งหรีดหางสั้น และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแมลงกระชอน โดยทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2537 - 2 มีนาคม 2537 ที่ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3. การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน วิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอาซิน และวิตามินซี ได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งชาติ

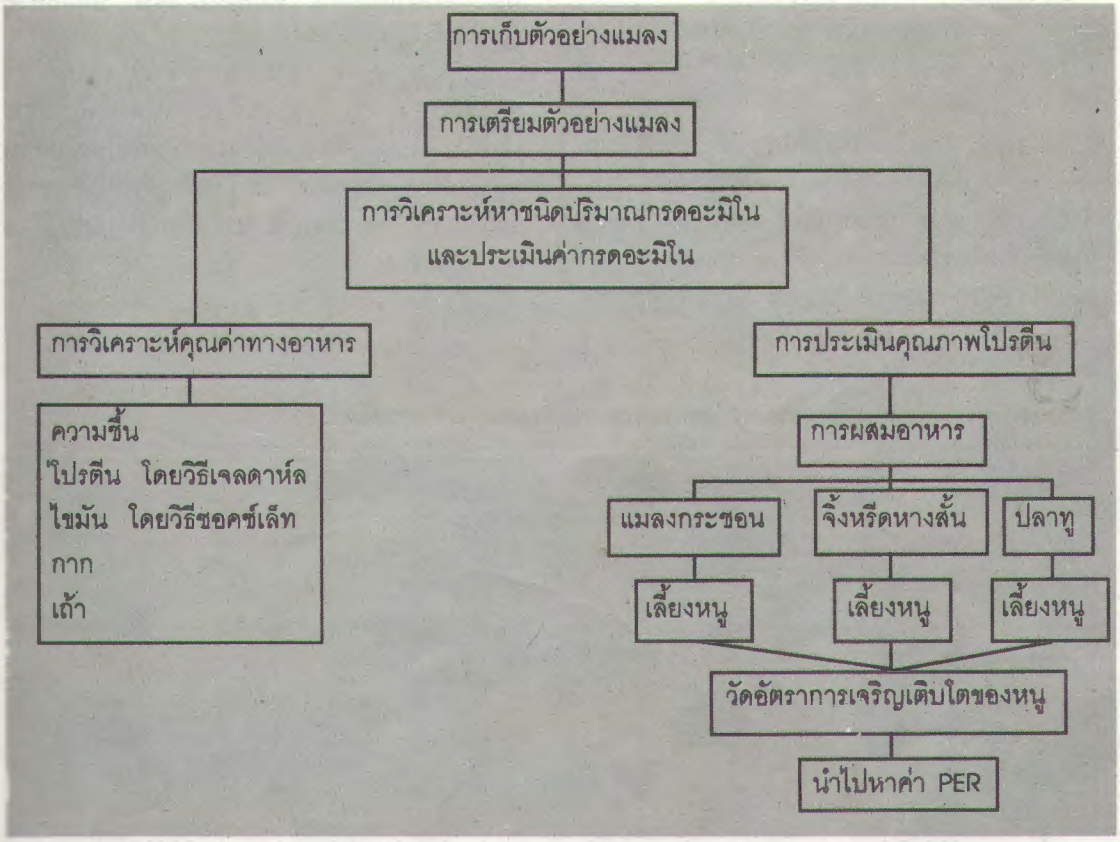
การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการศึกษาเป็น 2 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์หาคุณภาพของโปรตีน และการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามิน และเกลือแร่ ที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งมีรายละเอียดในการทดลอง ดังนี้

1.การวิเคราะห์หาคุณภาพของโปรตีน

การวิเคราะห์หาคุณภาพของโปรตีนจากจิ้งหรีดหางสั้นและแมลงกระชอนนั้น แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร (Proximate analysis) ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์หาความชื้น โปรตีนไขมัน คาร์โบไฮเดรต กากและเถ้า
- การวิเคราะห์หาชนิดปริมาณของกรดอะมิโน และประเมินคุณภาพโปรตีน โดยการหาค่าคะแนนกรดอะมิโน
- การประเมินคุณภาพโปรตีนโดยการหาค่า Protein Efficiency Ratio (PER) จากการเลี้ยงหนูทดลอง

ขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์หาคุณภาพโปรตีนจากแมลงโดยสรุปตามแผนผังในรูป 1 ข้างล่างนี้



รูป 1 สรุปขั้นตอนการทดลองหาคุณภาพโปรตีน

2. *การวิเคราะห์หาคุณค่าอาหาร*

การเตรียมตัวอย่าง นำจิ้งหรีดหางสั้นและแมลงกระชอนมาเด็ดปีกและบีบไส้ทำ เช่น เดียวกับการนำไปบริโภคทั่วไปก่อนแล้วจึงนำไปคั่วโดยเติมน้ำเล็กน้อย (พอท่วม) ต้มจนน้ำแห้งใช้เวลาราว 10 นาที บดให้ละเอียดแล้วอบที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง

การวิเคราะห์หาคุณค่าอาหารการวิเคราะห์หาคุณค่าอาหารจากจิ้งหรีดหางสั้นและแมลงกระชอนนั้นได้วิเคราะห์จากตัวอย่างไม่ผสมและผสมแล้วโดยวิธี AOAC ดัดแปลงจาก Helrieh (1990) และ skoog (1974)

การคำนวณร้อยละคาร์โบไฮเดรต% คาร์โบไฮเดรต=100-(%ความชื้น+%โปรตีน+%ไขมัน +%กาก+%เถ้า)

การคำนวณพลังงาน (กิโลแคลอรี / 100 กรัม) พลังงาน=(%โปรตีนx4)+(%คาร์โบไฮเดรตx4) +(%ไขมัน x 9)

1.2. การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน การวิเคราะห์หากรดอะมิโนที่จำเป็นจากจิ้งหรีด หางสั้นแห้ง และแมลงกระชอนแห้งด้วยเครื่องโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งชาติแล้วนำปริมาณกรดอะมิโนที่ได้ไปคำนวณหาคะแนนของกรดอะมิโน ในแมลงทั้งสองดังนี้

ร้อยละของคะแนนกรดอะมิโน = มิลลิกรัมของกรดอะมิโนใน 1 กรัมของอาหารที่จะทดสอบX 100 มิลลิกรัมของกรดอะมิโนในแบบอ้างอิง (reference pattern)

1.3. การประเมินโปรตีนโดยการหาค่า PER ในขั้นนี้ประกอบด้วยการเตรียมอาหารการเลี้ยงหนู การชั่งน้ำหนักซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

การเตรียมอาหารผสมใช้สูตร AIN-78 (Purified diet for rats and mice) ตามวิธีของ วรนันท์ (2529) โดยจะแบ่งอาหารเป็น 3 สูตร แต่ละสูตรจะแตกต่างกันที่แหล่งโปรตีน คือ จิ้งหรีดหางสั้น แมลงกระชอน และปลาทู (ใช้สำหรับกลุ่มควบคุม)

การผสมอาหารส่วนผสมต่างๆ ตามตาราง 1 คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นลงไปพอสมควรจนสามารถปั้นเป็นก้อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร นำไปอบให้แห้งที่ 100 องศาเซลเซียสแล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

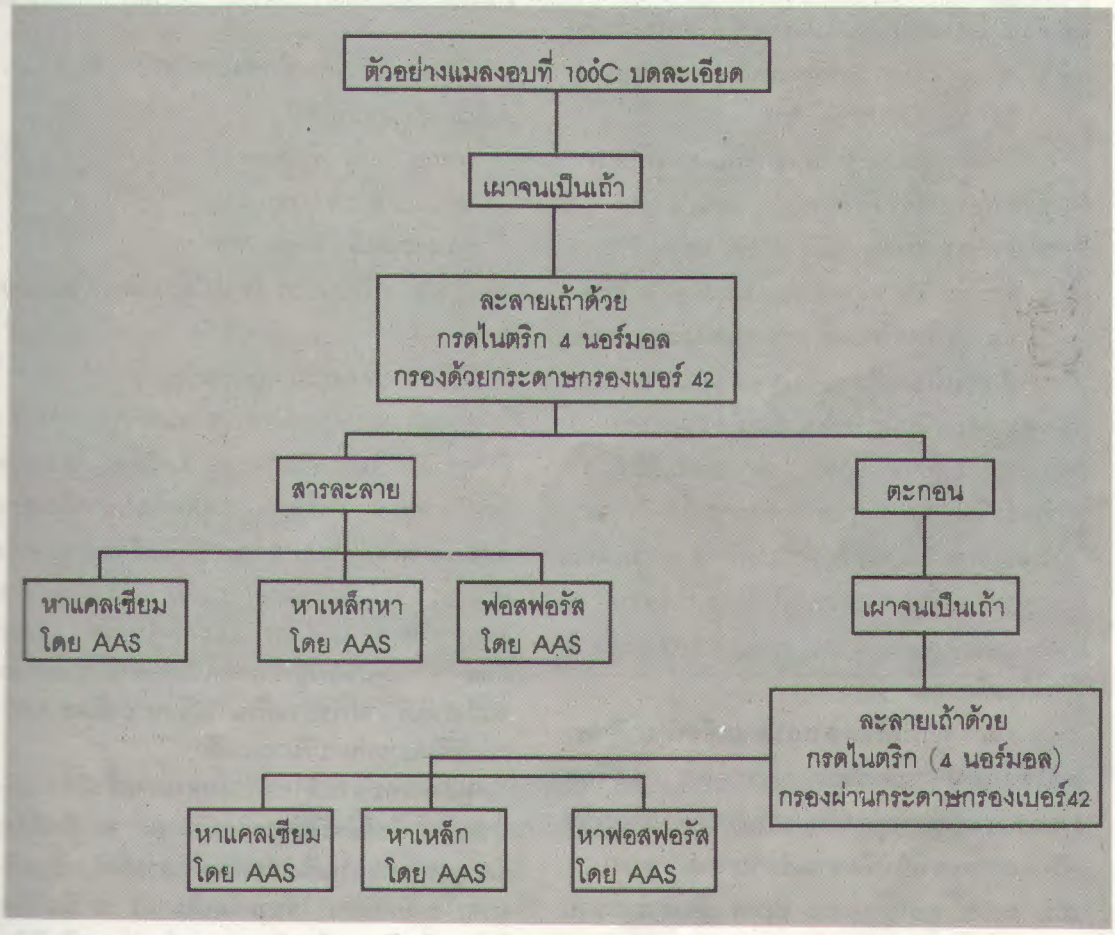
ตาราง 1 น้ำหนักของส่วนผสมในอาหารผสมพร้อมแสดงพลังงานที่ได้รับ

ชนิดและพลังงานของส่วนผสม	น้ำหนักของส่วนผสมในอาหารผสม (กรัม)		
	ปลาทู	จิ้งหรีดหางสั้น	แมลงกระชอน
แหล่งโปรตีน	28.00	32.79	32.86
แป้ง	63.75	50.00	49.00
น้ำมันพืช	5.00	5.00	5.00
ไวตามิน	0.03	0.03	0.03
เกลือแร่	3.21	4.02	4.60
แกลบ	0.17	8.16	8.51
รวม	100.00	100.00	100.00
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	3.80	3.79	3.82

การเลี้ยงหนูทดลอง

1. แบ่งหนูออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 7 ตัว ดังนี้
   กลุ่มที่ 1 เป็นหนูที่เลี้ยงด้วยอาหารควบคุม (ปลาทู)
   กลุ่มที่ 2 เป็นหนูที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมจิ้งหรีดหางสั้น
   กลุ่มที่ 3 เป็นหนูที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแมลงกระชอน
   (ทำการชั่งน้ำหนักหนูก่อนทุกตัว)
2. เลี้ยงหนูทดลองด้วยวิธีการของสำนักเลี้ยงสัตว์ทดลองแห่งชาติ เป็นเวลา 27 วัน และคำนวณอัตราการเจริญเติบโต (PER) ตามวิธีการของ Achinewhu (1983); และ Satter (1979)
3. ***การวิเคราะห์หาวิตามินและเกลือแร่***

ในการศึกษาหาคุณค่าอาหารจากจิ้งหรีดหางสั้นและแมลงกระชอนนี้จะวิเคราะห์หาวิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอาซิน วิตามินซี แคลเซียม เหล็ก และฟอสฟอรัส สำหรับการวิเคราะห์หาวิตามินต่างๆ นั้นได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ช่วยวิเคราะห์ให้โดย HPLC ส่วนการศึกษาหาปริมาณแคลเซียม และเหล็กนั้นวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิก-แอบซอพชัน ส่วนฟอสฟอรัสนั้นวิเคราะห์ด้วยเครื่องอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ โดยสรุปตามแผนผังในรูป 2



3.1. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

นำเบ้ากระเบื้อง เผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักบันทึกน้ำหนักชั่งน้ำหนักแมลงตัวอย่างที่แห้งใส่เบ้า 2-10 กรัม นำไปเผาด้วยเปลวไฟจนคาร์บอนหมดด้วยตะเกียงบุนเสน (Bunsen) จากนั้นนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง หรือจนได้เถ้าสีขาวทั้งหมดทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนำเถ้าที่ได้ละลายด้วยกรดไนตริก 4 นอร์มอล ประมาณ 10 มิลลิลิตรแล้วเจือจางให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นหากตะกอนละลายไม่หมดจะกรองตะกอนที่ละลายนั้นด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 แล้วนำมาเผาใหม่อีกครั้งด้วยเปลวไฟ แล้วนำไปละลายในกรดไนตริกอีกแล้วนำไปวิเคราะห์หาแคลเซียมเหล็กและฟอสฟอรัส

3.2. การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายมาตรฐานแคลเซียม 1,000 ppm
2. สารละลายมาตรฐานเหล็ก 1,000 ppm
3. สารละลายแลนทานัม 50,000 ppm
4. สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต P = 50 ppm

3.3. การเตรียมสารละลายแคลเซียมสำหรับทำกราฟการเปรียบเทียบมาตรฐาน (Calibration curve) โดยเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น 0, 0.500, 1.000, 1.500 2.000, 2.500 ppm ซึ่งมีแลนทานัมเข้มข้น 5,000 ppm และกรดไนตริก 1% การเตรียมสารละลายเหล็กสำหรับทำกราฟการเทียบมาตรฐาน เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น 0, 0.100, 0.200, 0.400, 0.600, 0.800, 1.000 ppm ที่มีกรดไนตริก 1%

3.4. การเตรียมสารละลายเพื่อนำมาศึกษาโดยใช้ UV-VIS spectrophotometer การเตรียมสารละลายฟอสฟอรัสสำหรับทำกราฟการเทียบมาตรฐาน เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น 0, 0.001, .003, 0.005, 0.010, 0.020 ppm เติมสารละลายผสม (combined reagent) 8 มิลลิลิตรทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นถึงขีดปริมาตรของขวด วัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

3.5. เงื่อนไขที่ใช้

เงื่อนไขที่ใช้ในการศึกษา โดย AAS แสดงในตาราง 2

ตาราง 2 เงื่อนไขที่ใช้ในการศึกษาโดย AAS

เงื่อนไข	แคลเซียม	เหล็ก
wave lenght	422.7 nm	248.3 nm
Lamp current	7 mA	8 mA
Slit width	1.0 nm	0.3 nm
flow type	Air Acetylene	Air Acetylene

เงื่อนไขที่ใช้ในการศึกษาโดย UV-VIS spectrophotometer

Lamp : VIS (ทังสเตน)

Slit width : 2.0 nm

ความยาวคลื่น : 880 nm

3.6. วิธีวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและเหล็ก

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม

ดูดสารละลายตัวอย่างแมลงเผาครั้งที่ 1 ที่เจือจาง10 เท่า ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตร50 มิลลิลิตรและดูดสารละลายตัวอย่างแมลงเผาครั้งที่ 2 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรใส่ขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตรอีกใบหนึ่ง เติมสารละลายแลนทานัม 5 มิลลิลิตร และกรดไนตริก 4 นอร์มอล 5 มิลลิลิตรทุกขวดทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรเขย่าแล้วนำไปวิเคราะห์โดย AAS

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก

ดูดสารละลายตัวอย่างแมลงเผาครั้งที่1 ปริมาตร 5 มิลลิลิตรใส่ขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร และดูดสารละลายตัวอย่างแมลงเผาครั้งที่ 2 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร อีกใบหนึ่งเติมกรดไนตริก 4 นอร์มอล 5 มิลลิลิตร

ทุกขวดทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรเขย่าแล้วนำไปวิเคราะห์โดย AAS

3.7. วิธีวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส

ดูดสารละลายตัวอย่างแมลงเผาครั้งที่ 1 (ที่เจือจาง 100 เท่า) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร และดูดสารละลายตัวอย่างแมลงเผาครั้งที่ 2 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร อีกใบหนึ่งเติมสารละลายผสม 8 มิลลิลิตร ทุกขวดทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรเขย่า แล้วนำไปวิเคราะห์โดย UV-VIS spectrophotometer

ผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์คุณค่าอาหาร

จากการวิเคราะห์คุณค่าอาหารในแมลงกระชอนจิ้งหรีดหางสั้น อาหารผสมสูตรที่มีปลาทู อาหารผสมสูตรที่มีแมลงกระชอน และอาหารผสมสูตรที่มีจิ้งหรีดหางสั้นได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลวิเคราะห์คุณค่าอาหาร

ชนิดของคุณค่าอาหาร	ร้อยละของคุณค่าอาหารใน				
	แมลงกระชอน	จิ้งหรีดหางสั้น	อาหารผสมปลาทู	อาหารผสมแมลงกระชอน	อาหารผสมจิ้งหรีดหางสั้น
โปรตีน	60.9 (±0.275)	61.0 (±1.30)	22.8 (±10.5)	17.6 (±2.02)	15.9 (±3.18)
ความชื้น	0.001 (±0.00)	0.001 (±0.00)	8.10 (±1.85)	8.27 (±1.28)	7.86 (±1.61)
ไขมัน	20.47 (±0.244)	18.32 (±0.770)	10.05 (±2.89)	10.37 (±4.45)	7.418 (±7.12)
เถ้า	4.92 (±6.298)	6.19 (±1.165)	3.84 (±3.54)	3.45 (±4.56)	6.28 (±2.44)
กาก	12.56 (±1.970)	10.27 (±1.955)	0.110 (±24.0)	7.17 (±1.63)	6.29 (±4.55)
คาร์โบไฮเดรต	1.15 (±18.00)	3.92 (±10.00)	55.10 (±4.332)	53.14 (±1.173)	56.25 (±1.439)

(ตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.))

จากตารางจะเห็นได้ว่าคุณค่าอาหารของแมลงกระชอน และจิ้งหรีดหางสั้นทุกชนิดมีค่าใกล้เคียงกันส่วนคุณค่าอาหารของอาหารผสมที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลองจะเห็นได้ว่า อาหารผสมปลาทูมีร้อยละของโปรตีนมากกว่าแมลงกระชอนและจิ้งหรีดหางสั้นเล็กน้อย

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโน

การวิเคราะห์กรดอะมิโนที่จำเป็นในจิ้งหรีดหางสั้นแห้ง และแมลงกระชอนแห้งด้วย HPLC ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ได้ผลวิเคราะห์ดังตาราง 4

ตาราง 4 ปริมาณกรดอะมิโนในจิ้งหรีดหางสั้นแห้ง และแมลงกระชอนแห้ง

ปริมาณกรดอะมิโน (มิลลิกรัม/100 กรัม)	ตัวอย่าง	
	จิ้งหรีดหางสั้น	แมลงกระชอน
1. กรดแอสพาติก (Aspartic acid)	3442.90	5055.27
2. ทรีโอนีน (Threonine)	1641.96	2258.51
3. เซอรีน (Serine)	1681.57	2408.50
4. กรดกลูตามิค (Glutamic acid)	5310.38	7533.86
5. โพรลีน (Proline)	2600.43	3124.97
6. ไกลซีน (Glycine)	2646.80	2963.94
7. อะลานีน (Alanine)	4804.44	6134.04
8. ซีสทีน (Cystine)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
9. แวลีน (Valine)	2589.87	3166.01
10. เมไทโอนีน (Methionine)	573.75	852.49
11. ไอโซลูซีน (Isoleucine)	1699.75	2399.39
12. ลูซีน (Leucine)	3172.05	4401.46
13. ไทโรซีน (Tyrosine)	2230.82	2536.51
14. ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine)	3001.34	3916.03
15. ฮิสทิดีน (Histidine)	1129.11	1636.03
16. ไลซีน (Lysine)	2383.50	3154.44
17. อาร์จินีน (Arginine)	2605.23	3310.65

จากตารางพบว่า มีปริมาณกรดอะมิโนถึง 16 ชนิด ชนิดที่พบมากที่สุดได้แก่ กรดแอสพาติก กรดกลูตามิค และอะลานีนเมื่อประเมินคุณภาพโปรตีนโดยคิดคะแนนกรดอะมิโนพบว่า คะแนนกรดอะมิโนของจิ้งหรีดหางสั้นเท่ากับ 16.39 และแมลงกระชอนเท่ากับ 24.35

การวิเคราะห์คุณภาพโปรตีน

การวิเคราะห์คุณภาพโปรตีนได้จากการวัดอัตราการเจริญเติบโตของหนู โดยหาจากอัตราส่วนของน้ำหนักหนูที่เพิ่มขึ้นต่อน้ำหนักโปรตีนจากอาหารผสมที่หนูกินเข้าไปเรียกว่าค่า PER ดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่า PER ร้อยละของหนูที่กินอาหารผสมที่มีแมลงกระชอน จิ้งหรีดหางสั้น และปลาทู

อาหารผสมสูตรที่มี	ค่า PER
แมลงกระชอน	1.645 (± 5.39)
จิ้งหรีดหางสั้น	0.948 (± 11.55)
ปลาทู	1.819 (± 7.05)

(ตัวเลขในวงเล็บเป็นค่า RSD (Relative standard deviation)

จากตารางจะเห็นได้ว่าอาหารผสมสูตรที่มีปลาทูมีค่า PER สูงที่สุด รองลงมาคือ อาหารผสมสูตรที่มีแมลงกระชอน และอาหารผสมสูตรที่มีจิ้งหรีดหางสั้นตามลำดับ

การวิเคราะห์หาวิตามินและเกลือแร่

การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามิน ดำเนินการโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์แห่งชาติได้ข้อมูลดังตาราง 6

ตาราง 6 ปริมาณวิตามินในแมลงกระชอน และจิ้งหรีดหางสั้น

ชนิดวิตามิน	ชนิดแมลง	
	แมลงกระชอน	จิ้งหรีดหางสั้น
วิตามินเอ (IU/100g)	257.00	2348.00
วิตามินซี % (mg/g)	460.69	770.08
วิตามินบีหนึ่ง % (mg/g)	0.26	0.94
วิตามินบีสอง % (mg/g)	2.56	4.33
ไนอาซิน % (mg/g)	225.78	135.86

จากตาราง จะเห็นว่าจิ้งหรีดหางสั้นมีวิตามินเอ และวิตามินซี สูงกว่าในแมลงกระชอนมากในขณะที่วิตามินบี1 และวิตามินบี2 ในแมลงทั้งสองมีไม่มาก แต่แมลงกระชอนมีไนอาซินมากกว่าในจิ้งหรีดหางสั้นประมาณ 2 เท่า

การวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและเหล็กโดย AAS

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและเหล็ก ในแมลงกระชอนและจิ้งหรีดหางสั้น ได้ผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ปริมาณแร่ธาตุในแมลง 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

ชนิดของตัวอย่าง	ร้อยละของธาตุ (mg/g)	
	แคลเซียม	เหล็ก
แมลงกระชอน	191.1* ± 46.3	637* ± 4.50
จิ้งหรีดหางสั้น	152.6* ± 47.7	9.0* ± 2.56

*(หมายเหตุ : *มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90)*

การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดย UV-VIS spectrophotometer

การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสโดย UV-VIS specfrophotometer ในแมงกระชอนและจิ้งหรีดหางสั้น ได้ผลดังตาราง 8

ตาราง 8 ปริมาณฟอสฟอรัสในแมลง 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

ชนิดของตัวอย่าง	ร้อยละของฟอสฟอรัส (mg/g)
แมลงกระชอน	54.1* ± 55.23
จิ้งหรีดหางสั้น	54.0* ± 26.7

*(หมายเหตุ : * มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90)*

สรุปและวิจารณ์

จากการศึกษาคุณค่าอาหารในรูปของโปรตีน ไขมัน เถ้า และกาก เมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้ง จิ้งหรีดหางสั้นได้ 61.00, 18.32, 6.19 และ 10.27 ตามลำดับส่วนแมลงกระชอนได้ 60.9, 20.47, 4.92 และ 12.56 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณภาพของโปรตีนในแง่ทางเคมีซึ่งคิดเป็นร้อยละของคะแนนกรดอะมิโนของจิ้งหรีดหางสั้นเท่ากับ 16.39 และของแมลงกระชอนเท่ากับ 24.35 ในแง่ทางชีวภาพพิจารณาจากค่า PER ของหนูที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแมลงกระชอนเท่ากับ 1.645 และ ของหนูที่เลี้ยงด้วยจิ้งหรีดหางสั้นเพียง 0.948

สำหรับผลการวิเคราะห์วิตามินพบว่า จิ้งหรีดหางสั้นมีวิตามินเอ และวิตามินซี เท่ากับ 2348 IU/100g และ 770.08% (mg/g) ในขณะที่แมลงกระชอนมีพียง 257 IU/100g และ 460.69%(mg/g) ตามลำดับ

สำหรับวิตามินบี1 วิตามินบี2 มีน้อยพอๆ กันในแมลงทั้งสองส่วนในอาชิน จิ้งหรีดหางสั้นมี 135.86% (mg/g) แมลงกระชอนมี225.78% (mg/g)

ส่วนการทดลองหาปริมาณธาตุอาหารในแมลงกระชอน และจิ้งหรีดหางสั้น ได้ผลการทดลองดังนี้ คือมีปริมาณแคลเซียม 191.1 และ 152.6 ปริมาณเหล็ก 37 และ 9.0 ปริมาณฟอสฟอรัส 54.1 และ 54.0 ในหน่วย % (mg/g) น้ำหนักแห้งตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณค่าอาหารแล้ว ทั้งจิ้งหรีดและแมลงกระชอนใช้เป็นอาหารได้ดีโดยเฉพาะโปรตีนเมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งจะมีมากถึงร้อยละ 60 ทั้งคู่แต่เมื่อมาพิจารณาคะแนนกรดอะมิโน และค่า PER ของแมลงทั้งสองแล้วจะเห็นว่าโปรตีนจากแมลงกระชอนจะมีคุณภาพดีกว่า ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า

สำหรับวิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินซี และไนอาซินแล้ว แมลงทั้งสองมีมากพอๆ กันเพียงแต่จิ้งหรีดหางสั้นมีวิตามินเอสูงมากส่วนปริมาณแคลเซียมเหล็ก และฟอสฟอรัสก็ถือว่ามีในปริมาณค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม ข้อมูลคุณค่าอาหารต่างๆ ที่ได้มานี้ค่อนข้างสูงเนื่องจากวิเคราะห์จากตัวอย่างที่แห้งแต่เมื่อคิดเป็นน้ำหนักของแมลงสดแล้วจะใช้แมลงจำนวนมาก อย่างไรก็ตามการบริโภคอาหารจำเป็นต้องบริโภคอาหารหลายๆ ชนิด แม้แต่แหล่งโปรตีนก็ไม่ควรจะได้จากแมลงแต่เพียงอย่างเดียว

ในกรณีที่มีผู้บริโภคแมลงชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นจำนวนมากๆ เป็นประจำนั้นน่าจะได้มีการศึกษาในเชิงผลกระทบเกี่ยวกับปริมาณสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลมาจากเมตาบอลิซึม สารอาหารจากแมลงดังกล่าวนั้น เป็นต้นว่า อัลบูมินไทรกลีเซอร์ไรด์ โคเลสเตอรอล และกรดยูริค เป็นต้น การศึกษาคุณค่าอาหารเช่นเดียวกันนี้กับแมลงอื่นๆ ก็เป็นเรื่องที่น่าศึกษาด้วยนอกจากนี้วิตามินหลายตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินบี1 และวิตามินซี จะถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย จึงน่าจะมีการศึกษาปริมาณวิตามินที่สูญเสียไปในระหว่างการปรุงอาหาร เช่นเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

กุลยา จันทร์อรุณ. 2533. **เคมีอาหาร**. หน่วยศึกษานิเทศก์กรมการฝึกหัดครู, กรุงเทพมหานคร,

นิธิ รัตนาปนนท์ และวิบูลย์ รัตนาปนนท์. 2529. **โภชนาศาสตร์เบื้องต้น**, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,

ประพิมพร สมนาแซง และคณะ. 2529. **โภชนาสาร**, 20 (1): 27-48.

วรนันท์ ศุภกาญจน์. 2529.**โภชนาศาสตร์เชิงทดลอง**, คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี และสถาบัน วิจัยโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดล,

วรากร วราอัศวบัติ และคณะ. 2518.**แมลงที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**,เอกสารการวิจัย ฉบับที่ 7, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, โรงพิมพ์รุ่งเกียรติ, มหาสารคาม

ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง. 2530. **เคมีอาหารเบื้องต้น**. ไอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร

Achinewhu, S.C. 1983. Protein Quality of African Oil Bean Seed **J. Food Sci**, 43: 1374-1375.

Helrich, K. 1990. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 15th ed. Association of Official Chemists. Arlington, Virginia,

Satter, L.D. et al. 1979. Measuring protein quality. **J. Am. Oil. Chemists'Soc.**, 56: 104-109.

Skoog, D.A. and West, D.M. 1974. **Analytical Chemistry and Introduction**, 2nd ed. Holt, Rinehart and Winston, New York.