

คุณค่าทางโภชนาการของแมลงกินได้ในจังหวัดกาฬสินธุ์ Nutritional value of Edible insects in Kalasin Province

อรนุช สีหามาลา^{1*}, หนูเดือน สาระบุตร¹, พรประภา ชุนถนอม² และศุภชัย ภูลายดอ¹
Oranut Sihamala¹, Nuduan Saraboot¹, Pornprapha Chunthanom² and Subhachai Bhulaidok¹

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของแมลงที่บริโภคได้ในจังหวัดกาฬสินธุ์ คือ แมลงสะตัง จิ้งหรีด แมลงกินูน แมลงตับเต่า แมลงกระซอน แม่เป้ง แมลงดานา มดแดง แมลงแค และดักแด้ใหม่ พบว่าแมลงสะตังมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดคือมีค่าเท่ากับร้อยละ 59.7 โดยน้ำหนักแห้ง ส่วนดักแด้ใหม่มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุดคือมีค่าเท่ากับร้อยละ 38.9 โดยน้ำหนักแห้ง ($P<0.05$) สำหรับปริมาณไขมันของแมลงพบว่ามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 6.4-29.6 โดยน้ำหนักแห้ง แมลงทุกชนิดพบว่ามีกรดไขมันที่จำเป็น (linoleic acid และ α -linolenic acid) โดยกรดไขมัน linoleic acid และ α -linolenic acid มีค่าอยู่ระหว่าง 88.63-1970.29 และ 42.01-1537.99 มิลลิกรัม/ 100 กรัมของตัวอย่างตามลำดับ พบว่าแมลงตับเต่ามีปริมาณกรดไขมัน Linoleic acid สูงที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 1970.29 มิลลิกรัม/ 100 กรัมของตัวอย่าง ส่วนจิ้งหรีดมีปริมาณกรดไขมัน α -linolenic acid สูงที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 1537.99 มิลลิกรัม/ 100 กรัมของตัวอย่าง ($P<0.05$) จากผลการศึกษาแสดงว่าแมลงเป็นแหล่งที่ดีของโปรตีนและกรดไขมันที่จำเป็น

คำสำคัญ: แมลงกินได้ แมลงสะตัง กรดไขมันที่จำเป็น กรดไขมันลิโนเลอิก คุณค่าทางโภชนาการ

Abstract

Determination of the nutritional composition of house cricket, field cricket, scarab beetle, true water beetles, mole cricket, red ant queen, giant water bug, red ant worker, stink bugs and silkworm pupae were carried out. The result showed that house cricket gave the highest protein content (59.7 % by dry weight basis) but silkworm pupae gave smallest (38.9 % by dry weight basis) ($P<0.05$). The lipid of the samples was 6.4-29.6% of dry weight basis. All samples were found essential fatty acid as linoleic acid and α -linolenic acid. The linoleic acid and α -linolenic acid of the samples were 88.63-1,970.29 mg/ 100 g of sample and 42.01-1,537.99 mg/ 100 g of sample, respectively. The true water beetles gave the highest 18:2n-6 fatty acid content (1,970.29 mg/ 100 g of sample) and field cricket gave the highest α -linolenic acid content (1,537.99 mg/ 100 g of sample) ($P<0.05$). The edible insects were shown to be a good source of protein and essential fatty acid.

Keywords : edible insect, house cricket, essential fatty acids, linoleic acid, nutritional value

คำนำ

ทั่วโลกได้แก่ แอฟริกา เอเชีย ออสเตรเลีย เม็กซิโก อเมริกาใต้ เป็นต้น (O'Dea, 1991; Luo, 1997; Luo, 2005) มีการบริโภคแมลงมากกว่า 500 ชนิด เช่น ตั๊กแตน จิ้งหรีด ดักแด้ใหม่ (Bequaert, 1921; Bates, 1959; DeFoliart, 1989) พบว่าแมลงที่กินได้เป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญโดยเฉพาะกับประชากรที่มีฐานะยากจน ขาดแคลนเงินในการหาซื้อเนื้อสัตว์ที่มีราคาแพง (Campbell, 1926; Bukkens, 2005) เนื่องจากแมลงสามารถหาได้จากแหล่งธรรมชาติ

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตกาฬสินธุ์ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ 46000

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสกลนคร อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160

โดยไม่ต้องซื้อ มีหลากหลายชนิด จากงานวิจัยพบว่าแมลงบางชนิดมีปริมาณโปรตีนและวิตามินมากกว่าเนื้อสัตว์ เช่น ตั๊กแตนป่าทั้งตัว แมงกระซอน (คั่วพริก) แมงตับเต่า (คั่วพริก) มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 39.8, 25.3, 27.9 กรัม/100 กรัมตามลำดับ ในขณะที่เนื้อหมูมีปริมาณโปรตีนแค่ 19.6 กรัม/100 กรัม (กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ, 2544) ซึ่งในอนาคตแมลงอาจจะเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญสามารถทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ที่มีราคาแพง และขาดแคลน โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกล สำหรับประเทศไทยก็เป็นอีกประเทศหนึ่งที่นิยมรับประทานแมลงกันอย่างแพร่หลายในทุกภูมิภาค (Bristowe, 1932; Sihamala *et al.*, 2010) แมลงที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปได้แก่ ตั๊กแตน ดักแด้ไหม ตัวงู จิ้งหรีด หนอนไหม ฝั่ม มดแดง ไช้มดแดง แม่เป้ง แมลงสะต๋ิง เป็นต้น จังหวัดกาฬสินธุ์เป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีการบริโภคแมลงกันอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันแมลงบางชนิดยังสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ (จิตเกษม, 2544; ชาญชัย และ วิโรจน์, 2544;) เช่น จิ้งหรีด แมลงสะต๋ิง มดแดง แมลงดา ดักแด้ไหม เป็นต้น สามารถเป็นอาชีพใหม่และเป็นอาชีพเสริมให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง (ทัศนีย์ และคณะ, 2543; ทัศนีย์, 2555) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในแมลงกินได้ที่รวบรวมในจังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกกินแมลงของผู้บริโภคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่าง

รวบรวมตัวเต็มวัยของแมลงที่รับประทานได้จากจังหวัดกาฬสินธุ์ ได้แก่ แมลงสะต๋ิง (house cricket) จิ้งหรีด (field cricket) แมลงกินูน (scarab beetle) แมลงตับเต่า (true water beetles) แมงกระซอน (mole cricket) แม่เป้ง (red ant queen) แมลงดานา (giant water bug) มดแดง (red ant worker) แมลงแค่ง (stink bugs) และดักแด้ไหม (silkworm pupae) สำหรับแมลงที่ยังไม่ทำการทดลองทันทีให้นำมาใส่ถุงอสุมเนียมฟอยด์ปิดปากถุงให้สนิทและเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะทำการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์หาความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple rank test โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS 18

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

แมลงแต่ละชนิดจะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ วัดปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 1990) ปริมาณไขมันด้วยเครื่อง soxhlet extraction

การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมัน (fatty acids)

สำหรับการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของกรดไขมันจะทำตามวิธีของ Sihamala *et al.* (2010) โดยตัวอย่างแมลงแต่ละชนิดที่บดละเอียดดีแล้วจะนำมาสกัดด้วยสารละลาย C:M (2:1) เมื่อสกัดได้แล้วนำไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณไขมันด้วยเครื่อง gas chromatography ยี่ห้อ Shimadzu GC-2014 (Shimadzu Corp.; Kyoto, Japan) คอลัมน์ชนิด DB-WAX ขนาดเท่ากับ 30.0 m x 0.25 mm ID x 0.25 μ m อุณหภูมิของ injector และ detector เท่ากับ 210 และ 250 องศาเซลเซียสตามลำดับ สำหรับอุณหภูมิของ column เริ่มที่ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 175 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ด้วยอัตรา 5 องศาเซลเซียส/นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 210 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ด้วยอัตรา 5 องศาเซลเซียส/นาที แล้วรักษารักษาอุณหภูมิไว้ที่ 210 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ด้วยอัตรา 15 องศาเซลเซียส/นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 230 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ด้วยอัตรา 5 องศาเซลเซียส/นาที และรักษารักษาอุณหภูมิไว้ที่ 230 องศาเซลเซียส อีกต่อไป 3 นาที โดยชนิดและปริมาณของกรดไขมันแต่ละชนิดจะทำการเปรียบเทียบกับ purified standards (Sigma-Aldrich, Deisenhofen, Germany) และ internal standard (Sigma-Aldrich, Deisenhofen, Germany)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของแมลงกินได้

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของแมลงทั้ง 10 ชนิด (Table 1) พบว่าองค์ประกอบหลักของสารอาหารในแมลงคือโปรตีน ปริมาณโปรตีนของแมลงจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 38.9-59.7 แมลงที่มีปริมาณโปรตีนมากที่สุดคือ แมลงสะตัง มีค่าเท่ากับร้อยละ 59.7 ส่วนแมลงที่มีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุดคือ ดักแด้ มีค่าเท่ากับร้อยละ 38.9 พบว่าปริมาณความชื้นของแมลงจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 47.2-74.9 โดยปริมาณความชื้นที่สูงขึ้นเนื่องจากเป็นแมลงที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการแปรรูปหรือผ่านความร้อน ส่วนปริมาณไขมันของแมลงพบว่าจะมีปริมาณค่อนข้างสูงขึ้นกับชนิดของแมลงแต่ละชนิด โดยไขมันของแมลงจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 6.4-29.6 พบว่าแมลงที่มีปริมาณไขมันมากและน้อยที่สุดคือ มดแดงและแมลงกินุน มีค่าเท่ากับร้อยละ 29.6 และ 6.4 ตามลำดับ ถ้าจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 2.1-11.1 พบว่าแมลงที่มีปริมาณไขมันมากและน้อยที่สุดคือ แมลงตับเต่าและมดแดง มีค่าเท่ากับร้อยละ 11.1 และ 2.1 ตามลำดับ และคาร์โบไฮเดรตจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 10.9-38.6 พบว่าแมลงที่มีปริมาณมากและน้อยที่สุดคือ แมลงกินุนและมดแดง มีค่าเท่ากับร้อยละ 38.6 และ 10.9 ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าแมลงทั้ง 10 ชนิดนี้มีปริมาณโปรตีนและไขมันค่อนข้างสูง ซึ่งจะคล้ายคลึงกับงานวิจัยที่ผ่านมา (DeFoliart, 1989; Ramos-Elorduy *et al.* 1997; Zielińska *et al.*, 2015) โดยแมลงสามารถใช้เป็นอาหารทางเลือกสำหรับคนที่ขาดแคลนโปรตีน หรืออาจจะใช้เป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญในอนาคตทดแทนโปรตีนจากสัตว์ซึ่งมีราคาแพง (Campbell, 1926; Bukkens, 2005) โดยเนื้อหุมาราคา 160 บาท/กิโลกรัม มีปริมาณโปรตีนและไขมันเท่ากับร้อยละ 19.6/100 และ 3.3/100 กรัมในส่วนที่บริโภคได้ตามลำดับ (กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ, 2544) ในขณะที่แมลงสะตังราคา 100 บาท/กิโลกรัม มีปริมาณโปรตีนและไขมันเท่ากับร้อยละ 59.7 และ 23.8 กรัม/100 ตามลำดับในส่วนที่บริโภคได้ ปัจจุบันแมลงบางชนิดยังสามารถเพาะเลี้ยงเป็นอาชีพได้ อีกทั้งจะเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรมีอาชีพเสริม สร้างรายได้ เช่น แมลงสะตัง จิ้งหรีด หนอนไหม เป็นต้น (ทัศนีย์ และคณะ, 2543 ชาญชัย และ วิโรจน์ 2544; ทัศนีย์, 2555)

Table 1 Proximate composition of edible insects.

Edible insects	Scientific name	Components ¹				
		Moisture content (% of wet basis)	Protein content (% of dry weight basis)	Crude lipid (% of dry weight basis)	Ash content (% of dry weight basis)	Carbohydrate content (%of dry weight basis)
House cricket	<i>Acheta domestica</i>	70.6±0.4b	59.7±0.1a	23.8±0.4e	4.6±0.2d	11.9±0.4h
Field cricket	<i>Gryllus bimaculatus</i>	64.4±0.3e	53.4±0.04d	25.4±0.2d	3.8±0.2e	17.4±0.1e
Scarab beetle	<i>Holotricha</i> sp.	74.9±0.3a	48.6±0.2e	6.4±0.1i	6.5±0.3bc	38.6±0.2a
True water beetles	<i>Cybister limbatus</i> <i>Fabricius</i> sp.	47.2±0.1i	42.7±0.1f	18.6±0.4g	11.1±0.3a	27.6±0.1c
Mole cricket	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	70.6±0.2b	59.6±0.3a	22.6±0.4f	6.0±0.1c	11.8±0.4h
Red ant queen	<i>Oecophylla smaragdina</i>	65.6±0.3d	54.6±0.1c	27.4±0.3c	2.9±0.2f	15.1±0.4f
Giant water bug	<i>Lethocerus indicus</i>	59.7±0.4g	53.5±0.4d	17.1±0.1h	2.7±0.1f	26.7±0.3d
Red ant worker	<i>Oecophylla smaragdina</i>	67.8±0.1c	57.4±0.3b	29.6±0.4a	2.1±0.1g	10.9±0.2i
Stink bugs	<i>Tessaratoma papillosa</i>	57.6±0.5h	58.1±0.3b	22.5±0.1f	6.8±0.3b	12.6±0.4g
Silkworm pupae	<i>Bombyx mori</i>	60.7±0.1f	38.9±0.1g	28.9±0.2b	3.0±0.3f	29.2±0.3b

¹Values are means ± standard deviations of triplicate determinations, Values having different letters in a column differ significantly at P < 0.05.

ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในแมลงกินได้

ผลจากการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมันของแมลงทั้ง 10 ชนิด (Table 2 and 3) ไม่พบกรดไขมัน caprylic acid (8:0) ในตัวอย่างแมลงทุกชนิด ส่วน capric acid (10:0) พบเฉพาะในจิ้งหรีด สำหรับกรดไขมัน lauric acid (12:0) และ myristic acid (14:0) พบปริมาณมากที่สุดในแมลงตับเต่าและไม่พบในแมลงกินนุ ส่วนกรดไขมัน palmitoleic acid (16:1) และ stearic acid (18:0) จิ้งหรีดพบปริมาณน้อยที่สุด ส่วนแมลงแดงพบปริมาณมากที่สุดในกรดไขมัน oleic acid (18:1 n-9) พบมีปริมาณมากและน้อยที่สุดในแม่เป้ง และจิ้งหรีดตามลำดับ สำหรับกรดไขมัน linoleic acid (18:2 n-6) และ α -linolenic acid (18:3 n-3) พบว่าเป็นกรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acids) สำหรับร่างกายเนื่องจากร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้จึงต้องรับประทานจากอาหาร โดยแมลงที่มีปริมาณของกรดไขมัน linoleic acid (18:2 n-6) และ α -linolenic acid (18:3 n-3) มากที่สุดคือ แมลงตับเต่าและ จิ้งหรีดตามลำดับ ส่วนแมลงที่มีปริมาณกรดไขมัน linoleic acid (18:2 n-6) และ α -linolenic acid (18:3 n-3) น้อยที่สุดคือ แมลงแดง และแมลงกระซอนตามลำดับ สำหรับกรดไขมัน arachidic acid (20:0) ตรวจไม่พบในแมลงกินนุ แมลงดานา และแมลงแดง พบว่ากรดไขมัน arachidic acid (20:0) มีปริมาณมากและน้อยที่สุดในจิ้งหรีด และแมลงตับเต่าตามลำดับ ส่วนกรดไขมัน erucic acid (22:1) ตรวจไม่พบในจิ้งหรีด แมลงกินนุ มดแดง แมลงแดง และดักแด้ไหม ส่วนกรดไขมัน lignoceric acid (24:0) ตรวจไม่พบในจิ้งหรีด แมลงกินนุ แมลงตับเต่า แมลงดานา มดแดง แมลงแดง และดักแด้ไหม จากผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมันจากแมลงทั้ง 10 ชนิดพบว่าแมลงที่มีกรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acids) สำหรับร่างกายมากที่สุดคือจิ้งหรีด คือมีปริมาณกรดไขมัน α -linolenic acid (18:3 n-3) และ linoleic acid (18:2 n-6) รวมกันเท่ากับ 3,288.02 มิลลิกรัม / 100 กรัม โดยคิดเป็นร้อยละ 39.11 รองลงมาคือแมลงตับเต่า และแมลงสะตัง มีค่าเท่ากับ 2,681.29 และ 1,759.05 มิลลิกรัม / 100 กรัม ตามลำดับ แต่พบว่าจิ้งหรีดมีปริมาณของกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าแมลงสะตัง คือมีค่าเท่ากับ 4,701.06 และ 1,826.20 มิลลิกรัม / 100 กรัม ตามลำดับ สำหรับชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบในแมลงแต่ละชนิดที่แตกต่างกันอาจมีผลมาจาก สายพันธุ์ของแมลงแต่ละชนิด (Sihamala *et al.*, 2010) สิ่งแวดล้อมที่แมลงแต่ละชนิดเจริญเติบโต รวมทั้งระบบเมแทบอลิซึม เอนไซม์ของแมลงแต่ละชนิด อาหารที่แมลงแต่ละชนิดบริโภค เช่น เมล็ดหรือใบของพืชสีเขียว ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับร่างกาย กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (Stanley-Samuelson *et al.*, 1988; Pereira *et al.*, 2001; Yang *et al.*, 2006) พบว่าถ้าอัตราส่วนระหว่าง n-3/n-6 ของแม่เป้งจะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ดักแด้ไหม และ จิ้งหรีด โดยมีค่าเท่ากับ 4.94, 4.26 และ 0.88 ตามลำดับ ซึ่งถ้าอัตราส่วนระหว่าง n-3/n-6 มีค่าสูงนั้นจะเป็นประโยชน์ในการชะลอหรือลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ลดการอักเสบทั้งหลาย (Ziboh *et al.*, 2000) รวมทั้งลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเมะเร็งชนิดต่าง ๆ (Sauer *et al.*, 2000)

Table 2 Fatty acid composition (as % of total fatty acids) of edible insects.

Fatty acid		House cricket	Field cricket	Scarab beetle	True water beetles	Mole cricket
Common name	Lipid name					
capric acid	10:0	ND	0.10±0.05	ND	ND	ND
lauric acid	12:0	0.35±0.05	0.22±0.03	ND	0.58±0.02	0.79±0.04
myristic acid	14:0	0.44±0.08	0.43±0.06	ND	0.98±0.01	0.94±0.08
palmitic acid	16:0	23.64±0.01	17.81±0.06	19.75±0.02	27.77±0.03	32.57±0.08
stearic acid	18:0	10.32±0.06	0.12±0.05	19.79±0.07	7.55±0.03	13.49±0.01
arachidic acid	20:0	0.44±0.01	36.96±0.03	ND	0.05±0.02	0.24±0.04
behenic acid	22:0	1.72±0.09	0.27±0.05	ND	2.32±0.03	1.22±0.09
lignoceric acid	24:0	1.55±0.06	ND	ND	ND	0.31±0.08
Total SFA		38.45±0.04	55.92±0.03	39.53±0.05	39.25±0.02	49.55±0.05
palmitoleic acid	16:1	1.03±0.09	0.29±0.06	4.75±0.01	5.75±0.02	3.17±0.02
oleic acid	18:1	21.84±0.02	4.68±0.04	27.94±0.02	37.29±0.06	28.11±0.07
erucic acid	22:1	1.64±0.06	ND	ND	0.90±0.01	0.76±0.06
Total MUFA		24.51±0.06	4.97±0.05	32.69±0.02	43.93±0.03	32.04±0.05
linoleic acid	18:2n-6	31.73±0.01	20.82±0.02	18.33±0.02	12.36±0.02	17.72±0.01
Total n-6		31.73±0.01	20.82±0.02	18.33±0.02	12.36±0.02	17.72±0.01
α -linolenic acid	18:3n-3	5.31±0.08	18.29±0.04	9.45±0.02	4.46±0.03	0.69±0.07
Total n-3		5.31±0.08	18.29±0.04	9.45±0.02	4.46±0.03	0.69±0.07
Total PUFA		37.04±0.04	39.11±0.03	27.78±0.02	16.82±0.03	18.41±0.04
PUFA:SFA		0.96±0.04	0.70±0.03	0.70±0.04	0.43±0.02	0.37±0.04
n-3/n-6		0.17±0.04	0.88±0.03	0.52±0.02	0.36±0.02	0.04±0.04
capric acid	10:0	ND	ND	ND	ND	ND
lauric acid	12:0	0.25±0.02	0.40±0.05	0.27±0.02	0.31±0.01	0.13±0.01
myristic acid	14:0	1.27±0.03	1.23±0.05	1.34±0.10	0.30±0.02	0.07±0.01
palmitic acid	16:0	15.64±0.05	30.96±0.07	26.70±0.02	18.97±0.02	22.03±0.01
stearic acid	18:0	8.74±0.04	13.09±0.02	20.37±0.16	34.30±0.03	8.46±0.03
arachidic acid	20:0	0.79±0.01	ND	0.56±0.50	ND	0.56±0.04
behenic acid	22:0	0.72±0.02	ND	ND	ND	ND
lignoceric acid	24:0	0.67±0.04	ND	ND	ND	ND
Total SFA		28.09±0.03	45.67±0.02	49.24±0.10	53.88±0.02	31.25±0.05
palmitoleic acid	16:1	2.30±0.04	4.52±0.06	2.00±0.16	14.70±0.02	1.01±0.06
oleic acid	18:1	61.20±0.07	34.19±0.03	38.29±0.11	30.73±0.03	33.60±0.08
erucic acid	22:1	0.46±0.05	2.08±0.04	ND	ND	ND
Total MUFA		63.96±0.05	40.80±0.04	40.29±0.14	45.43±0.02	34.61±0.06
linoleic acid	18:2n-6	1.34±0.01	10.53±0.04	8.92±0.19	0.47±0.01	6.49±0.05
Total n-6		1.34±0.01	10.53±0.04	8.92±0.19	0.47±0.01	6.49±0.05
α -linolenic acid	18:3n-3	6.62±0.03	3.00±0.05	1.56±0.50	0.22±0.01	27.64±0.01
Total n-3		6.62±0.03	3.00±0.05	1.56±0.50	0.22±0.01	27.64±0.01
Total PUFA		7.96±0.02	13.53±0.05	10.48±0.35	0.69±0.01	34.14±0.03
PUFA:SFA		0.28±0.02	0.30±0.03	0.21±0.22	0.01±0.01	1.09±0.04
n-3/n-6		4.94±0.02	0.28±0.04	0.17±0.34	0.47±0.01	4.26±0.03

ND = Not detected, SFA = saturated fatty acid, MUFA = monounsaturated fatty acid, PUFA = polyunsaturated fatty acid,

TFA = total fatty acids, Values are means $\pm$ standard deviations of triplicate determinations.

Table 3 Fatty acid concentration (mg/100 g) of edible insects.

Fatty acid		House cricket	Field cricket	Scarab beetle	True water beetles	Mole cricket
Common name	Lipid name					
capric acid	10:0	ND	8.74 $\pm$ 0.45	ND	ND	ND
lauric acid	12:0	16.46 $\pm$ 0.23f	18.49 $\pm$ 0.27e	ND	92.61 $\pm$ 0.23a	42.55 $\pm$ 0.24c
myristic acid	14:0	20.66 $\pm$ 0.39h	35.74 $\pm$ 0.05g	ND	156.56 $\pm$ 0.18a	50.70 $\pm$ 0.47e
palmitic acid	16:0	1,122.81 $\pm$ 0.31g	1,497.09 $\pm$ 0.49f	385.61 $\pm$ 0.40j	4,427.49 $\pm$ 0.28a	1,764.89 $\pm$ 0.31e
stearic acid	18:0	490.07 $\pm$ 0.48g	10.42 $\pm$ 0.43j	386.37 $\pm$ 0.12i	1,204.21 $\pm$ 0.52b	731.07 $\pm$ 0.49f
arachidic acid	20:0	20.96 $\pm$ 0.48d	3,107.57 $\pm$ 0.31a	ND	7.82 $\pm$ 0.32f	12.86 $\pm$ 0.24e
behenic acid	22:0	81.46 $\pm$ 0.40c	23.10 $\pm$ 0.44e	ND	369.23 $\pm$ 0.59a	66.35 $\pm$ 0.49d
lignoceric acid	24:0	73.78 $\pm$ 0.24b	ND	ND	ND	16.80 $\pm$ 0.44c
Total SFA		1,826.20$\pm$0.32	4,701.06$\pm$0.31	771.98$\pm$0.26	6,257.92$\pm$0.35	2,685.22$\pm$0.34
palmitoleic acid	16:1	48.89 $\pm$ 0.44h	24.53 $\pm$ 0.05j	92.76 $\pm$ 0.43f	916.45 $\pm$ 0.35b	171.90 $\pm$ 0.12e
oleic acid	18:1	1,037.37 $\pm$ 0.31h	393.11 $\pm$ 0.39j	545.53 $\pm$ 0.16i	5,944.86 $\pm$ 0.49b	1,523.19 $\pm$ 0.43f
erucic acid	22:1	77.74 $\pm$ 0.30c	ND	ND	143.08 $\pm$ 0.53b	40.96 $\pm$ 0.33e
Total MUFA		1,164.63$\pm$0.35	417.64$\pm$0.22	638.29$\pm$0.30	7,004.39$\pm$0.46	1,736.05$\pm$0.29
linoleic acid	18:2n-6	1,506.92 $\pm$ 0.56c	1,750.03 $\pm$ 0.31b	357.90 $\pm$ 0.47f	1,970.29 $\pm$ 0.45a	960.24 $\pm$ 0.14d
Total n-6		1,506.92$\pm$0.56	1,750.03$\pm$0.31	357.90$\pm$0.47	1,970.29$\pm$0.45	960.24$\pm$0.14
α -linolenic acid	18:3n-3	252.13 $\pm$ 0.52e	1,537.99 $\pm$ 0.36a	184.58 $\pm$ 0.48g	711.00 $\pm$ 0.41d	37.62 $\pm$ 0.38j
Total n-3		252.13$\pm$0.52	1,537.99$\pm$0.36	184.58$\pm$0.48	711.00$\pm$0.41	37.62$\pm$0.38
Total PUFA		1,759.05$\pm$0.54	3,288.02$\pm$0.34	542.48$\pm$0.48	2,681.29$\pm$0.43	997.86$\pm$0.26
TFA		4,749.25$\pm$0.40	8,406.72$\pm$0.29	1,952.75$\pm$0.35	15,943.6$\pm$0.36	5,419.13$\pm$0.34
capric acid	10:0	ND	ND	ND	ND	ND
lauric acid	12:0	30.34 $\pm$ 0.29d	29.94 $\pm$ 0.33d	9.81 $\pm$ 0.36g	59.38 $\pm$ 0.15b	6.00 $\pm$ 0.01h
myristic acid	14:0	151.05 $\pm$ 0.33b	91.75 $\pm$ 0.38c	48.88 $\pm$ 0.24f	56.35 $\pm$ 0.44d	3.23 $\pm$ 0.41i
palmitic acid	16:0	1,863.02 $\pm$ 0.48d	2,310.12 $\pm$ 0.50c	975.08 $\pm$ 0.37i	3,582.38 $\pm$ 0.31b	1,013.24 $\pm$ 0.44h
stearic acid	18:0	1,041.67 $\pm$ 0.51c	976.52 $\pm$ 0.09d	743.77 $\pm$ 0.45e	6,478.49 $\pm$ 0.40a	389.27 $\pm$ 0.24h
arachidic acid	20:0	94.06 $\pm$ 0.10b	ND	20.40 $\pm$ 0.12d	ND	25.79 $\pm$ 0.20c
behenic acid	22:0	85.88 $\pm$ 0.21b	ND	ND	ND	ND
lignoceric acid	24:0	79.72 $\pm$ 0.54a	ND	ND	ND	ND
Total SFA		3,345.74$\pm$0.31	3,408.33$\pm$0.33	1,797.94$\pm$0.26	10,176.6$\pm$0.33	1,437.53$\pm$0.22
palmitoleic acid	16:1	274.16 $\pm$ 0.54d	337.27 $\pm$ 0.47c	72.96 $\pm$ 0.41g	2,777.33 $\pm$ 0.50a	46.66 $\pm$ 0.28i
oleic acid	18:1	7,290.55 $\pm$ 0.16a	2,551.50 $\pm$ 0.33d	1,398.13 $\pm$ 0.21g	5,804.32 $\pm$ 0.59c	1,545.26 $\pm$ 0.43e
erucic acid	22:1	54.43 $\pm$ 0.57d	155.57 $\pm$ 0.33a	ND	ND	ND
Total MUFA		7,619.14$\pm$0.42	3,044.34$\pm$0.38	1,471.09$\pm$0.31	8,581.65$\pm$0.55	1,591.92$\pm$0.36
linoleic acid	18:2n-6	159.41 $\pm$ 0.10i	785.97 $\pm$ 0.39e	325.64 $\pm$ 0.25g	88.63 $\pm$ 0.23j	298.57 $\pm$ 0.31h
Total n-6		159.41$\pm$0.10i	785.97$\pm$0.39	325.64$\pm$0.25	88.63$\pm$0.23	298.57$\pm$0.31
α -linolenic acid	18:3n-3	788.07 $\pm$ 0.42c	223.85 $\pm$ 0.37f	56.96 $\pm$ 0.21h	42.01 $\pm$ 0.02i	1,271.55 $\pm$ 0.16b
Total n-3		788.07$\pm$0.42	223.85$\pm$0.37	56.96$\pm$0.21	42.01$\pm$0.02	1,271.55$\pm$0.16
Total PUFA		947.48$\pm$0.26	1,009.82$\pm$0.38	382.60$\pm$0.23	130.64$\pm$0.13	1,570.12$\pm$0.24
TFA		11,912.36$\pm$0.33	7,462.49$\pm$0.37	3,651.63$\pm$0.27	18,888.89$\pm$0.34	4,599.57$\pm$0.27

ND = Not detected, SFA = saturated fatty acid, MUFA = monounsaturated fatty acid, PUFA = polyunsaturated fatty acid, TFA = total fatty acids, Values are means $\pm$ standard deviations of triplicate determinations. Values having different letters in a row differ significantly at $P < 0.05$.

สรุป

แมลงที่บริโภคได้ในจังหวัดกาฬสินธุ์อุดมไปด้วยโปรตีน ไขมัน และยังประกอบไปด้วยกรดไขมันที่จำเป็นที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้ต้องรับประทานจากอาหาร ได้แก่ linoleic acid และ α -linolenic acid พบว่าแมลงสะตังมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด รองลงมาคือ แมลงกระซอน และแมลงแคง ตามลำดับ และพบว่าแมลงทั้ง 10 ชนิดที่นำมาวิเคราะห์หมีกรดไขมันที่จำเป็นทุกชนิด ดังนั้นแมลงที่บริโภคได้ในจังหวัดกาฬสินธุ์ทั้ง 10 ชนิดจึงเป็นแหล่งที่ดีของโปรตีนและกรดไขมันที่จำเป็น เหมาะเป็นแหล่งของโปรตีนราคาถูก และเป็นอาหารทางเลือก และควรมีการสนับสนุนให้เลี้ยงในเชิงพาณิชย์มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ด้วยงบประมาณประจำปี 2556

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 132 หน้า.
- จิตเกษม หล้าสะอาด. 2544. การศึกษาชนิดและคุณค่าทางอาหารของแมลงกินได้ทางภาคใต้ตอนบน. วารสารแก่นเกษตร. 29(1):45-49.
- ชาญชัย ถาวรอนุกุลกิจ และ วิโรจน์ แก้วเรือง. 2544. เลี้ยงไหม: ปรุงเป็นอาหารได้. วารสารแก่นเกษตร. 29: 26-28.
- เชียด อภัยวงศ์. 2505. วงชีวิตของแมลงดانا. วารสารการประมง. 15: 67-73.
- ทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2555. ความยั่งยืนของธุรกิจแมลงกินได้. วารสารแก่นเกษตร. 40: 203-206.
- ทัศนีย์ แจ่มจรรยา, ชาญชัย ถาวรอนุกุลกิจ, วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ และ ปิยพงศ์ ไทธโย. 2543. การเลี้ยงจิ้งหรีดทองคำเพื่อการค้า. วารสารแก่นเกษตร. 28: 55-57.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. DC: Association of Official Agricultural Chemists. Washington.
- Bates, M. 1959. Insects in the diet. The American Scholar. 29: 43-52.
- Bequaert, J. 1921. Insects as food: how they have augmented the food supply of mankind in early and recent times. JAm. Mus. Nat. Hist. 21: 191-200.
- Bristowe, W.S. 1932. Insects and other invertebrates for human consumption in Siam. T. Entomol. Soc. London. 80: 387-404.
- Bukkens, S. 2005. Insects in the human diet: nutritional aspects, pp. 545-577. In M.G. Paoletti, ed. Ecological implications of minilivestock. Enfield NH, Science Pub.
- Campbell, T.G. 1926. Insect food of the aborigines. Austral. Mus. Mag. 2: 407-410.
- DeFoliart, G.R. 1989. The human use of insects as food and animal feed. Bull. Entomol. Soc. Am. 35: 22-35.
- Luo, Z.Y. 1997. Insects as food in China. Ecol. Food and Nutr. 36: 201-208.
- Luo, Z.Y. 2005. Insects as traditional food in China, pp. 475-490. In M.G. Paoletti, ed. Ecological implications of minilivestock, Enfield NH, Science Pub.
- O'Dea, K. 1991. Traditional diet and food preferences of Australian aboriginal huntergatherers. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 334: 233-241.
- Pereira C, D. Li and A.J. Sinclair. 2001. The α -linolenic acid content of green vegetables commonly available in Australia. Int. J. Vitam. Nutr. Res. 71: 223-228.
- Ramos-Elorduy, J. and J.M. Pino. 1990. Contenido calorico de algunos insectos comestibles de Mexico. Rev. Soc. Quím. Mexico. 34: 56-68.
- Ramos-Elorduy, J., J. M. P. Moreno, E. E. Prado, M. A. Perez, J. L. Otero and O. L. De Guevara. 1997. Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. J. Food Compos. Anal. 10(2): 142-157.

- Sauer, L.A., R.T. Dauchy and D.E. Blask. 2000. Mechanism for the antitumor and anticachectic effects of n-3 fatty acids. *Cancer Res.* 60: 5289-5295.
- Sihamala, O., S. Bhulaidok, L-R. Shen and D. Li. 2010. Lipids and fatty acid composition of dried edible red and black Ants. *Agr. Sci. China.* 9(7): 1072-1077.
- Stanley-Samuelson, D. W., R. A. Jurenka, C. Cripps, J. G. Blomquist, M. De Renobales, W. Loher, *et al.* (1988). Fatty acids in insects: Composition, metabolism, and biological significance. *J. Insect Biochem. Physiol.* 9: 1–33.
- Yang, L. F., S. Siriamornpun and D. Li. 2006. Polyunsaturated fatty acid content of edible insects in Thailand. *J. Food Lipids.* 13: 277–285.
- Ziboh V A, CC. Miller and Y. Cho. 2000. Metabolism of polyunsaturated fatty acids by skin epidermal enzymes: Generation of anti-inflammatory and antiproliferative metabolites. *Am. J. Clin. Nutr.* 71: S361-S366.
- Zielińska, E., B. Baraniak, M. Karaś, K. Rybczyńska, A. J. E. Zielińska, B. Baraniak, M. Karaś, K. Rybczyńska and A. Jakubczyk. 2015. Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. *Food Res. Int.* 77: 460-466.