ปริมาณแคโรทีนอยด์และสารต้านอนุมูลอิสระในอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ จากท้องถิ่นอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

CAROTENOID CONTENTS AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES IN AVOCADO, PASSION FRUIT AND BLACK GINGER FROM KHAO KHO DISTRICT, PHETCHABUN PROVINCE AREA

ชชุรัตน์ ศรีจันทวงศ์* ขนิษฐา ศรีนวล วิลาสินี ดีปัญญา กฤติกา บูรณโชคไพศาล และขวัญจิตต์ อนุกูลวัฒนา

Chachurat Srichantawong*, Khanittha Srinual, Wilasinee Deepanya, Kritika Buranachokpaisan and Kwanjit Anukulwattana

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณแคโรทีนอยด์และสารต้านอนุมูลอิสระในผลิตผลทางการเกษตร อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ อะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ การวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ โดยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธีการหาปริมาณรวมของสารโพลีฟีนอล (total polyphenolic) โดยใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน และการหาปริมาณรวมของสารในกลุ่มต้านอนุมูลอิสระ (total antioxidant) โดยวิธี DPPH ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณแคร์โรทีนอยด์ ในเสารสมีปริมาณ บีตา-แคโรทีนมากที่สุดเท่ากับ 383.70 ไมโครกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม (µg/100g) กระชายดำมีปริมาณ ลูทีนมากที่สุดเท่ากับ 120.11 ไมโครกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม (µg/100g) ผลการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ ที่นำมาวิเคราะห์ปริมาณรวมของสารในกลุ่มต้านอนุมูลอิสระ กระชายดำมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 2.14 มิลลิกรัมต่อกรัม (mg/g) และการต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างที่วิเคราะห์เทียบกับสารละลายมาตรฐานโทรลอกซ์ มิลลิกรัมสมมูล โทรลอกซ์ต่อหนึ่งร้อยกรัม (mg eq Trolox/100g) กระชายดำมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 205.19 มิลลิกรัมสมมูล โทรลอกซ์ต่อหนึ่งร้อยกรัม และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าอะโวคาโดมีปริมาณไขมันสูงสุด ร้อยละ 4.61 ซึ่งปริมาณไขมันในอะโวคาโดร้อยละ 60-80 เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว

คำสำคัญ: แคโรทีนอยด์ ต้านอนุมูลอิสระ อะโวคาโด เสาวรส กระชายดำ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University, Mueang District, Phetchabun Province 67000

*corresponding author e-mail: chachurat_sri@pcru.ac.th

Received: 11 June 2021; Revised: 9 August 2021; Accepted: 13 August 2021

DOI: https://doi.org/10.14456/lsej.2021.9

Abstract

The objective of this research was to compare the carotenoids contents and antioxidant activities in agricultural products from Khao Kho district, Phetchabun province, including avocado, passion fruit and black ginger. Carotenoid contents was quantified by high-performance liquid chromatography (HPLC). Total phenolic content was determined using a spectrophotometric method and was expressed in mg equivalents of gallic acid. The total antioxidant activity was evaluated by DPPH., The results showed that carotenoid contents in passion fruit had the highest amount of beta-carotene at 383.70 µg/100g and black ginger had the maximum amount of lutein at 120.11 µg/100g. Determination of total antioxidants showed that black ginger had the maximum at 2.14 mg/g. The antioxidant activity was expressed as Trolox equivalent, black ginger had the maximum at 205.19 mg eq Trolox/100g. The proximate analysis revealed that avocado had the highest lipid content at 4.61% which 60–80% of fat in this fruit is unsaturated fatty acids.

Keywords: Carotenoid, Antioxidant, Avocado, Passion fruit, Black ginger

บทนำ

จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเฉพาะบนเข้าค้อมีอากาศเย็นสบายตลอดทั้งปีไม่ต่างจากภาคเหนือของประเทศทำให้สามารถเพาะปลูกพืชผักเมืองหนาวเพื่อการเกษตรได้ เช่น อะโวคาโด สาลี่ เสาวรส กาแฟ พันธุ์อาราบิก้า มะระหวาน สตรอเบอรี่ และแมคคาเดเมีย รวมไปถึงกระชายดำ

แคโรทีนอยด์ เป็นรงควัตถุที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง สามารถพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติ ซึ่งมีมากกว่า 700 ชนิด ซึ่งพบได้ในใบไม้ ดอกไม้ ผลไม้ เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะปรากฏให้เห็นเป็น สีส้ม เหลือง และแดง (Zhou et al., 2020) และยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ที่มีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะบีต้า-แคโรทีน ไลโคพีน และลูทีน มีรายงานว่าแคโรทีนอยด์ช่วยในการป้องกันการเกิดโรคหัวใจ โรคมะเร็ง ชะลอความแก่ และป้องกันความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากแสงแดด และเพิ่มภูมิต้านทานด้วย สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ ที่มีประสิทธิภาพสูง และมีความสำคัญต่อการสร้างเสริมสุขภาพ ของมนุษย์ ได้แก่ บีต้า-แคโรทีน ลูทีน ซีแซนทิน ไลโคพีน และแอสตาแซนทิน (Chanchay, 2011; Nardini & Garaguso, 2020) ประโยชน์ที่สำคัญของแคโนทีนอยด์ คือ ป้องกันโรคเกี่ยวกับตา เช่น โรคต้อกระจก เยื่อบุตาอักเสบ ลดความเสื่อมของเซลล์ลูกตา อีกทั้งช่วยบำรุงสายตา ทำให้มองเห็นในที่มืด ลดความเสื่อมของเซลล์ตา และรักษาเซลล์เยื่อบุตาขาว กระจกตา (Suwanaruang, 2017) ซึ่งปัจจุบันการวิเคราะห์หาสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ด้วยวิธี HPLC ได้รับความนิยมเนื่องจากมีความถูกต้องแม่นยำค่อนข้างสูง มีการ

วิเคราะห์สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ในระหว่างการเก็บรักษาเสาวรส ได้แก่ ลูทีน ซีแซนทีน อัลฟ่า-แคโรทีนอยด์ บีต้า-แคโรทีนอยด์ และไลโคปีน เป็นต้น (Dos Reis et al., 2018)

สารต้านอนุมูลอิสระหรือสารแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) จัดเป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดกระบวนการออกซิเดชันซึ่งทำให้เกิดอนุมูลอิสระ โดยจะช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้มีผลทำลายเซลล์ ซึ่งในทางการแพทย์นั้นสารต้านอนุมูลอิสระนี้สามารถลดสาเหตุของการเกิดโรคหลาย ๆ โรคได้ การเกิดอนุมูลอิสระเริ่มต้นจากโมเลกุลที่เป็นสารตั้งต้น อาจได้รับความร้อน แสง หรืออิเล็กตรอน จากโมเลกุลที่เป็นสารรีดิวซิง (reducing agent) หรือเกิดจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีสารอนุมูลอิสระสูงเข้าสู่ร่างกาย เช่น อาหารที่ทอดด้วยน้ำมันทอดซ้ำหรืออาหารจำพวกปิ้งย่าง เป็นต้น ซึ่งล้วนแต่มีความเสี่ยงต่อการได้รับอนุมูลอิสระสะสมในร่างกาย ถ้าร่างกายสะสมอนุมูลอิสระในปริมาณสูง จะก่อให้เกิดความเสียหายและอันตรายต่อร่างกาย เช่น โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ โรคอัลไซเมอร์ และโรคพาร์กินสัน เป็นต้น ซึ่งสารต้านทานอนุมูลอิสระที่สำคัญ ๆ ที่พบได้แก่ บีต้า-แคโรทีน วิตามินซี วิตามินอี และกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก (Chomsawan et al., 2017) ผลไม้ที่มีวิตามินซีและมีความเป็นกรดสูง รวมไปถึงแอนโทรไซยานิน ฟลาโวนอยด์ กลุ่มสารประกอบฟีนอลิก สามารถช่วยลดการเกิดโรคต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาได้ (Nowicka et al., 2019)

จากข้อมูลเบื้องต้นผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลิตผลทางการเกษตรภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ จากอำเภอเขาค้อ ได้แก่ อะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ มาศึกษาเปรียบเทียบปริมาณแคโรทีนอยด์ สารต้านอนุมูลอิสระของอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบที่นำมาทำการวิจัย ได้แก่ อะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ ได้มาจาก อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยนำเนื้อของอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ ไปทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์ปริมาณแคร์โรทีนอยด์ (Beta-Carotene Lycopene Lutein Zeaxanthin และ Astraxanthin) ด้วย Colorimetric method and detected by HPLC/DAD by Wihong et al. (2014)

1.2 วิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ ดังนี้

1.2.1 Total polyphenol (as gallic acid) โดยวิธีของ Singleton & Rossi (1965)

1.2.2 Total Antioxidant (trolox) โดยวิธีของ DPPH method.

1.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ อะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ ดังนี้

- การวิเคราะห์โปรตีน โดยวิธี AOAC (2016) 991.20
- การวิเคราะห์ไขมัน โดยวิธี AOAC (2016) 948.15
- การวิเคราะห์ความชื้น โดยวิธี AOAC (2016) 925.10 และ 950.46
- การวิเคราะห์เถ้า โดยวิธี AOAC (2016) 923.03 และ 920.153

- การวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต โดยวิธี Method of analysis for nutrition labelling (Sullivan & Carpenter, 1993) chapter 6 proximate and mineral analysis

1.4 การวิเคราะห์แคลอรี่ (calories) โดยวิธี Method of analysis for nutrition labelling (Sullivan & Carpenter, 1993) chapter 6 proximate and mineral analysis

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ ของ อะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ โดยวิธี HPLC โดยมีกลุ่มสารดังต่อไปนี้คือ Beta-Carotene Lycopene Lutein Zeaxanthin และ Astraxanthin

Table 1 Concentration of carotenoid contentss in avocado, passion fruit and black ginger

Samples	Carotenoids µg/100g				
	Beta Carotene	Lycopene	Lutein	Zeaxanthin	Astraxanthin
Avocado	65.94	N.D.	91.21	30.12	N.D.
Passion fruit	383.70	N.D.	87.43	60.04	<20.00
Black ginger	N.D.	N.D.	120.11	N.D.	<20.00

Remark N.D. = Not Detected

จากตารางที่ 1 (Table 1) ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์ พบว่า อะโวคาโด มีปริมาณ Beta-Carotene เท่ากับ 65.94 µg/100g ตรวจไม่พบปริมาณ Lycopene ปริมาณ Lutein เท่ากับ 91.21 µg/100g ปริมาณ Zeaxanthin เท่ากับ 30.12 µg/100g และ ตรวจไม่พบปริมาณ Astraxanthin เสาวรส มีปริมาณ Beta-Carotene มากที่สุดเท่ากับ 383.70 µg/100g ตรวจไม่พบปริมาณ Lycopene ปริมาณ Lutein เท่ากับ 87.43 µg/100g ปริมาณ Zeaxanthin เท่ากับ 60.04 µg/100g และปริมาณ Astraxanthin น้อยกว่า 20.00 µg/100g กระชายดำ ไม่พบปริมาณ Beta-Carotene ไม่พบปริมาณ Lycopene ปริมาณ Lutein เท่ากับ 120.11 µg/100g ไม่พบปริมาณ Zeaxanthin และปริมาณ Astraxanthin น้อยกว่า 20.00 µg/100g

จากการวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ พบว่าตรวจพบปริมาณ Lutein ครบทั้ง 3 ตัวอย่าง ซึ่งอะโวคาโดมีปริมาณเท่ากับ 91.21 µg/100g เสาวรสปริมาณเท่ากับ 87.43 µg/100g และกระชายดำมีปริมาณ Lutein มากที่สุดเท่ากับ 120.11 µg/100g และตรวจไม่พบปริมาณ Lycopene ในอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ

2. การวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระของอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ โดยวิธี Total polyphenol (as gallic acid) และ Total Antioxidant (Trolox) mg eq Trolox/100g

Table 2 Concentration of bioactive compounds and antioxidant activity in avocado, passion fruit and black ginger

Samples	Total polyphenol (as gallic acid) mg/g (dry basis)	Total Antioxidant (Trolox) mg eq Trolox/100g
Avocado	0.42	51.54
Passion fruit	1.19	170.94
Black ginger	2.14	205.19

จากตารางที่ 2 (Table 2) ผลการวิเคราะห์ Total polyphenol (as gallic acid) พบว่า อะโวคาโด มีปริมาณ 0.42 mg/g เสาวรส มีปริมาณ 1.19 mg/g กระชายดำ มีปริมาณ 2.14 mg/g ผลการวิเคราะห์ Total Antioxidant (Trolox) mg eq Trolox/100g พบว่า พบว่า อะโวคาโด มีปริมาณ 51.54 mg eq Trolox/100g เสาวรส มีปริมาณ 170.94 mg eq Trolox/100g กระชายดำ มีปริมาณ 205.19 mg eq Trolox/100g

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ

Table 3 Proximate analysis of avocado, passion fruit and black ginger.

Compounds (g/100g)	Avocado (%)	Passion fruit (%)	Black ginger (%)
Ash	0.55	0.66	2.20
Carbohydrate	7.71	14.69	19.79
Lipid	4.61	2.42	0.43
Moisture Content	86.10	79.69	73.96
Protein	1.00	2.54	3.60
calories (Kcal/100g)	76.45	90.70	97.43

จากตารางที่ 3 (Table 3) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี อะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ พบว่า อะโวคาโดมีปริมาณเถ้า เท่ากับร้อยละ 0.55 คาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 7.71 ไขมันเท่ากับร้อยละ 4.61 ความชื้นเท่ากับร้อยละ 86.10 โปรตีนเท่ากับร้อยละ 1.00 พลังงานเท่ากับ 76.45 กิโลแคลลอรี/100 กรัม เสาวรสมีปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 0.66 คาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 14.69 ไขมันเท่ากับร้อยละ 2.42 ความชื้นเท่ากับร้อยละ 79.69 โปรตีนเท่ากับร้อยละ 2.54 พลังงานเท่ากับ 90.70 กิโลแคลลอรี/100 กรัม และกระชายดำมีปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 2.20 คาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 19.79 ไขมันเท่ากับร้อยละ 0.43 ความชื้นเท่ากับร้อยละ 73.96 โปรตีนเท่ากับร้อยละ 3.60 พลังงานเท่ากับ 97.43 กิโลแคลลอรี/100 กรัม

อภิปรายผล

1. การวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ ในอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ โดยวิธี HPLC/DAD โดยมีกลุ่มสารที่วิเคราะห์ดังต่อไปนี้คือ Beta-carotene Lycopene Lutein Zeaxanthin และ Astraxanthin ซึ่งแคโรทีนอยด์ แบ่งได้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ Xanthophylls ได้แก่ Lutein Zeaxanthin และ Astraxanthin และ Carotenes ได้แก่ Beta-carotene, Lycopene (Ochoa et al., 2020) เสาวรส มีปริมาณ Beta-carotene มากที่สุดเท่ากับ 383.70 µg/100g ซึ่งเป็นแหล่งของ provitamin A จะปรากฏในรูปของ Beta-carotene (Dos Reis et al., 2018) ซึ่งผักและผลไม้ที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ (Alpha-carotene, Beta-carotene, Beta-cryptoxanthin, Lutein, Zeaxanthin, และ Lycopene) ที่พบตามธรรมชาติจะเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจะช่วยซ่อมแซม DNA ลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน ป้องกันการเกิดโรคบางชนิด (Wihong et al., 2019) กระชายดำมีปริมาณ Lutein มากที่สุดเท่ากับ 120.11 µg/100g ซึ่ง Lutein เป็นสารต้านอนุมูลอิสระส่งผลให้สุขภาพดี ป้องกันโรคทางสายตา เช่น โรคต้อกระจกตา โรคจุดภาพชัดที่จอตาเสื่อม เป็นต้น และยังป้องกันการเกิดเนื้องอก ลดอาการอักเสบ โรคหลอดเลือดแข็งตัว (Chung et al., 2019; Benjamin et al., 2018)

2. การวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ทางชีวภาพ การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระของอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ โดยวิธี Total polyphenol (as gallic acid) และ Total Antioxidant (Trolox) mg eq Trolox/100g ผลการวิเคราะห์ พบว่า กระชายดำมีปริมาณ 2.14 mg/g และ 205.19 mg eq Trolox/100g ซึ่งมีค่าสูงสุด จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ากระชายดำมีสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด เช่น ฟลาโวน (Flavones) สารประกอบประเภทฟีโนลิก (Phenolic compound) เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติที่สำคัญในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านการอักเสบ เป็นต้น (Luksanaeilas, 2015) และกระชายดำยังมี สารต้านการเกิดภูมิแพ้ ป้องกันการเกิดเนื้องอก ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ และฤทธิ์ในการต้านการเกิดความอ้วน เป็นต้น (Izumi et al., 2020) ผักและผลไม้จะมีสารพฤกษเคมีในปริมาณสูง ได้แก่ สารประกอบฟีโนลิก วิตามิน C วิตามิน E และ Beta-carotene เป็นต้น ซึ่งสามารถลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะสารประกอบฟีโนลิก ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ค่อนข้างสูง (Kawa-Rygielska et al., 2019; Zhu et al., 2019)

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ พบว่าอะโวคาโดมีปริมาณไขมันสูงสุด ร้อยละ 4.61 ซึ่งปริมาณไขมันในอะโวคาโดร้อยละ 60-80 เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่สำคัญ คือ กรดโอเลอิก จากงานวิจัยพบว่า กรดโอเลอิก สามารถป้องกันภาวะดื้อของอินซูลิน ลดอาการอักเสบของร่างกายเป็นไขมันที่ดีต่อร่างกายได้ และน้ำมันของอะโวคาโดยังมีวิตามินที่ละลายได้ในไขมันและมีสารพฤกษเคมีสูงกว่าผักผลไม้ทั่วไป เช่น คลอโรฟิล แคโรทีนอยด์ และวิตามินอี เป็นต้น (Wang et al., 2019; Salazar-López et al., 2020; Permal et al., 2020)

สรุปผลการวิจัย

ผลิตผลทางการเกษตรจากท้องถิ่นอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ สารต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันไป ซึ่งอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ ที่นำมาศึกษาวิเคราะห์ปริมาณ แคโรทีนอยด์ พบว่าเสารสมีปริมาณ บีต้า-แคโรทีน มากที่สุดเท่ากับ 383.70 µg/100g กระชายดำมีปริมาณลูทีน มากที่สุดเท่ากับ 120.11 µg/100g ผลการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระของอะโวคาโด เสาวรส และกระชายดำ ที่นำมาวิเคราะห์ปริมาณ Total polyphenol (as gallic acid) กระชายดำมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 2.12 mg/g และ Total Antioxidant (Trolox) mg eq Trolox/100g กระชายดำมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 205.19 mg eq Trolox/100g และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี อะโวคาโดมีปริมาณไขมันสูงสุด ร้อยละ 4.61

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Benjamin MS, David JM, Gabriel DP. Encapsulation systems for lutein: A review. Trends in Food Science & Technology 2018;82:81-71.

Chanchay N. Study of carotenoid and antioxidation characteristic as a side with the Northern Food Lab. The 2nd MJU-Phrae National Research Conference. Biotechnology Department, Maejo University Phrae Campus 2011:834-837.

Chomsawan B, Thanasarn T, PWaiyaka P, Jaikla S. Antioxidant and Biological Activities of Ardisia polycephala Wall. Kasalongkham Research Journal 2017; 11(3): 1-9.

Chung RWS, Leanderson P, Gustafsson N, Jonasson L. Liberation of lutein from spinach: Effects of heating time, microwave reheating and liquefaction. Food Chemistry 2019;277:573-578.

Dos Reis LCR, Facco EMP, Flôres SH, Rios, AO. Stability of functional compounds and antioxidant activity of fresh and pasteurized orange passion fruit (Passiflora caerulea) during cold storage. Food Research International 2018;106:481-486.

Kawa-Rygielska J, Adamenko K, Kucharska AZ, Szatkowska K. Fruit and herbal meads–chemical composition and antioxidant properties. Food Chemistry 2019;283:19-27.

Luksanaeilas P. Qualitative and quantitative studies of *Boesenbergia rotundal* (L.) Mansf. and Kaempferia parviflora rhizomes using Label-free LC-MS/MS quantiitative proteomics. Chulalongkorn University; 2015.

Nardini M, Garaguso I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. Food Chemistry 2020;305:125437.

Nowicka A, Kucharska AZ, Sokół-Łętowska A, Fecka I. Comparison of polyphenol content and antioxidant capacity of strawberryfruit from 90 cultivars of Fragaria × ananass Duch. Food Chemistry 2019;270:32-46.

Ochoa B., Mojica CL, Hsieh LM, Mateos DJ, Castillo HG. Lutein as a functional food ingredient: Stability and bioavailability. Journal of Functional Foods 2020;66:103771.

Permal R, Leong Chang W, Seale B, Hamid N, Kam R. Converting industrial organic waste from the cold-pressed avocado oil production line into a potential food preservative. Food Chemistry 2020;306:125635.

Pertuzatti PB, Sganzerla M, Jacques AC, Barcia MT, Zambiazi RC. Carotenoids, tocopherols and ascorbic acid content in yellow passion fruit (Passiflora edulis) grown under different cultivation systems. LWT - Food Science and Technology 2015;64:259-263.

Salazar-López NJ, Domínguez-Avila JA, Yahia EM, Belmonte-Herrera BH, Wall-Medrano A, Montalvo-González E. et al. Avocado fruit and by-products as potential sources of bioactive compounds. Food Research International 2020;138:109774.

Singleton VL, Rossi JAJ. Colorimetric of total polyphenol with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagent. American Journal of Enology and Viticulture 1965;16:144-158.

Sullivan DM, Carpenter DE. Methods of analysis for nutrition labeling. Arlington, VA: AOAC International. chapter 6 proximate and mineral analysis; 1993.

Suwanaruang T. Total carotenoid content in fresh vegetables. Rajabhat Agriculture Journal 2017;16(2):40-45.

Wang JS, Wang AB, Zang XP, Tan L, Xu BY, Chen HH. et al. Physicochemical, functional and emulsion properties of edible protein from avocado (Persea americana Mill.) oil processing by-products. Food Chemistry 2019;288:146-153.

Wihong P, Songsri P,Suriharn B, Lomthaisong K, Lertra K. Lycopene and beta-carotene contents in different spiny bitter gourd (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng) clones. Khon Kaen Agriculture Journal 2014;42(1):166-171.

Yoshida I, Kumagai M, Ide M, Horigome S, Takahashi Y, Mishima Y. et al. Polymethoxyflavones in black ginger (Kaempferia parviflora) regulate the expression of circadian clock genes. Journal of Functional Foods 2020;68:103900.

Zhou W, Niu Y, Ding X, Zhao S, Li Y, Fan G. et al. Analysis of carotenoid content and diversity in apricots (*Prunus armeniaca* L.) grown in China. Food Chemistry 2020;330:127223.

Zhu M, Huang Y, Wang Y, Shi T, Zhang L, Chen Y. et al. Comparison of (poly) phenolic compounds and antioxidant properties of pomace extracts from kiwi and grape juice. Food Chemistry 2019;271:425-432.