

กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิก ในผักกาดหอม 3 พันธุ์ปลูก ที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์และแบบใช้ดิน

Antioxidant activity, vitamin C and total phenolic contents in three
types of lettuce grown in hydroponics and soil-based

จันทพร ทองเอกแก้ว^{1*} และ วชิรินทร์ เทียงธรรม¹

Jantaporn Thongekkaew^{1*} and Watcharin Teangtam¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ปริมาณวิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิก ในผักกาดหอม 3 พันธุ์ปลูก ได้แก่ กรีนคอส เรดคอส และบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์กับแบบใช้ดิน จากแปลงผักของเกษตรกรบริเวณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ผลการทดลองพบว่า กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในกรีนคอสและบัตเตอร์เฮดให้ค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างรูปแบบการปลูก ในขณะที่เรดคอสให้ค่าที่มีความแตกต่างระหว่างรูปแบบการปลูก โดยการปลูกแบบใช้ดินจะให้ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแบบไฮโดรโปนิคส์ เมื่อเปรียบเทียบค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในผักแต่ละพันธุ์ปลูกที่ปลูกในรูปแบบเดียวกัน พบว่า กรีนคอสและเรดคอสให้ค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 67.45 ± 6.71 – 89.83 ± 4.30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงกว่าในบัตเตอร์เฮด (40.60 ± 6.64 – 53.88 ± 13.04 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปริมาณวิตามินซีและสารประกอบฟีนอลิกในผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูก พบว่า ปริมาณสารทั้งสองให้ค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างรูปแบบการปลูก ในขณะที่ปริมาณวิตามินซีในผักแต่ละพันธุ์ปลูกที่ปลูกในรูปแบบเดียวกันจะให้ค่าที่แตกต่างกัน โดยในกรีนคอสและเรดคอสจะมีปริมาณใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 195.20 ± 10.75 ถึง 213.22 ± 18.59 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด มีปริมาณมากกว่าในบัตเตอร์เฮด (79.36 ± 0.51 – 95.33 ± 9.89 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ในขณะที่สารประกอบฟีนอลิกจะพบปริมาณสูงที่สุดในกรีนคอส (15.80 ± 0.85 – 18.98 ± 0.76 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ส่วนเรดคอสและบัตเตอร์เฮดจะให้ค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 10.95 ± 0.47 – 12.90 ± 0.27 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด

คำสำคัญ: กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี สารประกอบฟีนอลิก ผักกาดหอม

Abstract

The objective of this study was to investigate antioxidant activity by DPPH assay, vitamin C and phenolic compounds content in three types of lettuce such as green cos, red cos and butterhead produced in hydroponic system and soil-based cultivation system from vegetable farmers near Ubon Ratchathani University. The results

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

¹ Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

* Corresponding author. E-mail: jantaporn.t@ubu.ac.th

showed that antioxidant activity of green cos and butterhead had no significant difference between the cultivation systems while red cos had a significant higher value in soil-based systems. Comparison the antioxidant activity values between lettuce types at the same cultivation systems, green cos and red cos obtained similar value (67.45 ± 6.71 - $89.83 \pm 4.30\%$) which was higher than that of butterhead (40.60 ± 6.64 - $53.88 \pm 13.04\%$). For vitamin C and phenolic compound contents, the results revealed that there was no significant difference either hydroponic or soil-based system. However, there was significant difference between lettuce types at the same cultivation systems. For vitamin C contents, the results showed that green cos and red cos obtained similar values in the range of 195.20 ± 10.75 - 213.22 ± 18.59 mg/100 g of sample that was higher value than that of butterhead (79.36 ± 0.51 - 95.33 ± 9.89 mg/100 g of sample). For phenolic compounds content, the higher value was exhibited by green cos in the range of 15.80 ± 0.85 - 18.98 ± 0.76 mg GAE/100 g of sample while red cos and butterhead obtained similar value in the range of 10.95 ± 0.47 - 12.90 ± 0.27 mg GAE/100 g of sample.

Keywords: antioxidant, vitamin C, phenolic compounds, lettuce

บทนำ

อนุมูลอิสระ (free radical) จัดเป็นทั้งอะตอมและโมเลกุลที่ไม่เสถียรและมีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ที่อยู่รอบข้างในทันทีที่ถูกสร้างขึ้นเมื่ออนุมูลอิสระมีการสะสมในร่างกายมากเกินไปจนเกินกว่าสารต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกายต่อต้าน จะเรียกสภาวะนี้ว่า ภาวะเครียดจากกระบวนการออกซิเดชัน (oxidation stress) ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่องค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ภายในร่างกาย ทั้งการทำลายโครงสร้างดีเอ็นเอ (DNA) การเปลี่ยนสภาพโปรตีนและไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ หรือการสร้างพันธะโควาเลนต์ (covalent bond) กับโปรตีนหรือเอนไซม์บางชนิดจนทำให้โปรตีนหรือเอนไซม์เหล่านั้นทำงานผิดปกติ (Ames, Shigenaga, & Hagen, 1993; Phowichit, Ratanachamnong, Matsathit, & Ussawongaraya, 2019; Nuanyai, & Chailap, 2021) นำไปสู่การทำลายเซลล์ การชราภาพ (aging) และก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น

โรคมะเร็ง (cancer) โรคระบบทางเดินหายใจ และระบบหลอดเลือด (cardiovascular diseases) โรคระบบทางภูมิคุ้มกัน (immune diseases) โรคเบาหวาน (diabetes) โรคทางระบบประสาท (neurological diseases) และการเกิดรอยเหี่ยวย่นที่ผิวหนัง (Pancake, Kerdchoechuen, & Laohakunjit, 2012; Oroian, & Escriche, 2015; Rattana, & Sungthong, 2020) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า อนุมูลอิสระส่งผลเสียและเป็นอันตรายต่อร่างกาย จึงนับว่าเป็นสิ่งที่ทุกคนควรตระหนักและหันมาใส่ใจสุขภาพ โดยการเลือกบริโภคอาหารที่มีสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เป็นสารประกอบที่สามารถป้องกันหรือชะลอกระบวนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย ทำให้ภาวะเครียดจากกระบวนการออกซิเดชันที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ ลดน้อยลง ส่งผลให้มีสุขภาพดีได้ (Halliwell, 2009; Intasang, Norchai, & Maiprasert, 2021)

ผักกาดหอมหรือผักสลัดเป็นแหล่งของวิตามินเอ วิตามินบี วิตามินซี และวิตามินเค รวมทั้งสารประกอบฟีนอลิก เช่น กรดคาเฟอิก (caffeic acid) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) (Kístková, Doležalová, Lebeda, Vinter, & Novotná, 2007) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และช่วยเพิ่มการเกิดเมแทบอลิซึมของคอเลสเตอรอล (Nicolle et al., 2004) จากเหตุผลทั้งในเรื่องของความชอบในรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการของผักกาดหอม ส่งผลให้ความนิยมการบริโภคผักกาดหอมในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยการนำมาทำเป็นสลัดผักสด เครื่องเคียง หรือทำซूप (Lebeda, Ryder, Grube, Doležalová, & Kristková, 2007; Panyamakpaiboon, & Seeniang, 2018) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การสะสมสารทุติยภูมิในผักกาดหอมแต่ละพันธุ์ปลูกขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ปริมาณและคุณภาพของแสง ชนิดของพืช ฤดูกาลเพาะปลูก ปัจจัยของสารอาหาร รวมทั้งรูปแบบและสภาวะการปลูก (Sofa et al., 2016; Sivakumar, Jifon, & Soundy, 2017) สำหรับตลาดผักกาดหอมในประเทศไทยได้มาจากการเพาะปลูก 2 รูปแบบ คือ ระบบไฮโดรโปนิคส์ (hydroponic system) และปลูกแบบใช้ดิน (soil-based cultivation) โดยการปลูกแต่ละแบบจะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน กล่าวคือระบบไฮโดรโปนิคส์มีข้อดี ได้แก่ สามารถปลูกพืชได้จำนวนตันต่อพื้นที่ได้มากขึ้นโดยไม่ต้องคำนึงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เพราะได้รับน้ำและอาหารอย่างพอเพียงและตลอดเวลา ได้ผลผลิตที่สะอาดและมีคุณภาพ รวมทั้งสามารถปลูกพืชได้หลายครั้งต่อปี ส่วนข้อเสียที่สำคัญที่สุดคือ เป็นวิธีการปลูกที่ต้องลงทุนสูง

เนื่องจากวัสดุอุปกรณ์บางชนิดที่มีราคาแพง สิ้นเปลืองพลังงาน และบุคลากรต้องมีความชำนาญและประสบการณ์มากพอสมควรในการควบคุมดูแล (Thongket, 2023) ส่วนการปลูกพืชแบบใช้ดินมีข้อดีคือ เป็นการเพาะปลูกที่มีราคาถูก สามารถปลูกพืชได้ง่าย ไม่ต้องเตรียมอุปกรณ์ยุ่งยาก ส่วนข้อเสียคือคุณสมบัติของดิน เช่น โครงสร้างของดิน ปริมาณธาตุอาหารหรือความอุดมสมบูรณ์จะไม่แน่นอนแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ (Osotsapar, 2015)

จากการที่รูปแบบและสภาวะการปลูกส่งผลต่อปริมาณสารทุติยภูมิที่มอบประโยชน์ต่อร่างกายในผักกาดหอม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกิจกรรมด้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิกในผักกาดหอม 3 พันธุ์ปลูก ได้แก่ กรีนคอส (green cos) เรดคอส (red cos) และบัตเตอร์เฮด (butterhead) ที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์และแบบใช้ดินจากแปลงผักในพื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมตัวอย่างสารสกัดด้วยน้ำของผักกาดหอม

นำผักกาดหอม ได้แก่ กรีนคอส เรดคอส และบัตเตอร์เฮด ดัง (Figure 1) ที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์จากฟาร์มผักบริเวณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และปลูกแบบใช้ดินในแปลงเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2564 มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45-50 วัน มาล้างทำความสะอาดด้วยการผ่านน้ำประปาและวางผึ่งในตะกร้าล้างผัก จากนั้น

นำผักกาดหอมทั้งส่วนใบแก่และใบอ่อนมาชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 100 กรัม นำตัวอย่างผักมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในผักตัวอย่าง ทำการคั้นน้ำ

ผักโดยการบีบให้ผักให้ละเอียด นำน้ำคั้นผักที่ได้มากรองครั้งที่ 1 ด้วยผ้าขาวบางและกรองซ้ำอีกครั้งด้วยกระดาษกรอง Whatman no.1 จะได้สารสกัดด้วยน้ำจากผักกาดหอมสำหรับทำการทดลองต่อไป



Lactuca sativa L. var. *longifolia*
(green cos lettuce)



Lactuca sativa L. var. *longifolia*
(red cos lettuce)



Lactuca sativa var. *capitata*
(butterhead lettuce)

Figure 1 Images of the plant materials used in the present study.

2. การทดสอบกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity assay (ดัดแปลงจาก Yingngam, Monschein, & Brantner, 2014) เริ่มจากปิเปตสารตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองเติม 0.10 มิลลิโมลาร์ DPPH ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ลงในสารตัวอย่างที่เตรียมไว้ เขย่าให้เข้ากันจากนั้นตั้งทิ้งไว้

ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบกำหนดเวลานำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ 514 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer ทำการทดสอบในผักกาดหอมแต่ละพันธุ์ปลูกจากการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์กับแบบใช้ดิน ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ที่ไม่มีสารตัวอย่าง) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ scavenging activity ดังสมการ (1)

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ A_{control} = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี

ทำการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีด้วยวิธีการไทเทรตกับ 2,6-dichlorophenolindophenol (ดัดแปลง

จาก AOAC, 1990) เริ่มจากปิเปตสารตัวอย่าง 2.50 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำ 5 เปอร์เซ็นต์ meta-phosphoric acid ปริมาตร 12.50 มิลลิลิตร จากนั้น

เขย้าสารละลายให้เข้ากันและนำไปไทเทรตกับ 2,6 dichlorophenolindophenol ทำการทดสอบในผักกาดหอม แต่ละพันธุ์ปลูกจากการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์กับแบบใช้ดิน ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำค่าปริมาตรการไทเทรตไปคำนวณหาปริมาณวิตามินซี โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ใน 5 เปอร์เซ็นต์ meta-phosphoric acid ที่ความเข้มข้น 0, 0.3, 0.6, 0.9 และ 1.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แสดงในรูปมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (milligram/100 gram of sample)

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method (ดัดแปลงจาก Yingngam, Monschein, & Brantner, 2014) โดยการปิเปตสารตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย 10 เปอร์เซ็นต์ Folin-Ciocalteu reagent ลงในสารตัวอย่างที่เตรียมไว้หลอดละ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบกำหนดเวลา เติมสารละลาย 7.50 เปอร์เซ็นต์ Na_2CO_3 หลอดละ 3 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นปริมาตร 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 753 นาโนเมตร ทำการทดสอบในผักกาดหอมแต่ละพันธุ์ปลูกจากการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์กับแบบใช้ดิน ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ สำหรับ blank ใช้ น้ำกลั่นแทนสารตัวอย่างและใช้กรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 25, 50, 75, 100 และ 125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นสารละลายมาตรฐาน

โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับสารตัวอย่างข้างต้น แสดงในรูปมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด (milligram GAE/100 gram of sample)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (statistical analysis)

ทำการทดสอบกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิก ในผักแต่ละพันธุ์ปลูก จากการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์กับแบบใช้ดิน ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ($n=3$) นำค่ามาหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงข้อมูลในรูปแบบของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($\text{mean} \pm \text{SD}$) และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ

จากการวิเคราะห์กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในผักกาดหอม 3 พันธุ์ปลูก ได้แก่ กรีนคอส เรดคอส และบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ พบว่า กรีนคอสมีกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือ เรดคอสและบัตเตอร์เฮด โดยให้ค่ากิจกรรมเท่ากับ 77.50 ± 13.62 , 67.45 ± 6.71 และ 40.60 ± 6.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างผักที่ปลูกแบบใช้ดิน พบว่า เรดคอสมีกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือ กรีนคอสและบัตเตอร์เฮด น้อยที่สุด (89.83 ± 4.30 , 79.91 ± 13.04 และ 53.88 ± 13.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ดัง (Figure 2)

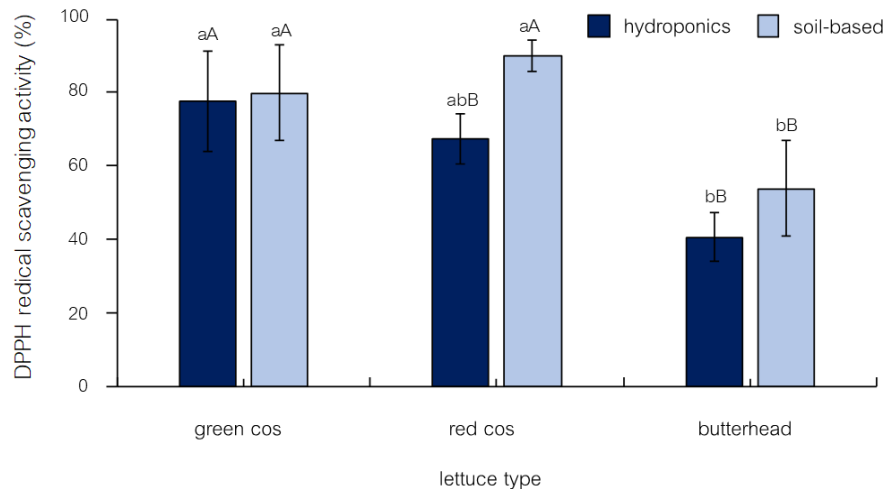


Figure 2 Antioxidant activity in three types of lettuce grown in hydroponics and soil-based.

Note: Different lowercase letters indicate significant differences between cultivation systems in the same lettuce type; different capital letters indicate significant differences between lettuce at the same cultivation system. (n=3, $P<0.05$)

จาก (Figure 2) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูก ที่ปลูกในรูปแบบที่ต่างกัน พบว่า กรีนคอสและบัตเตอร์เฮด ให้ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งจากการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์และแบบใช้ดิน แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการปลูกไม่มีผลต่อค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในกรีนคอสและบัตเตอร์เฮด ในขณะที่ เรดคอสจะให้ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละรูปแบบการปลูก ($p<0.05$) โดยการปลูกแบบใช้ดินให้ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแบบไฮโดรโปนิคส์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zapata-Vahos, Rojas-Rodas, David, Gutierrez-Monsalve, & Castro-Restrepo (2020) รายงานว่า ผักกาดหอมพันธุ์ปลูกสีแดงที่ปลูกใน

แปลงดินในประเทศโคลัมเบียให้ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH สูงกว่าผักที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ ทั้งนี้เนื่องจากจากการปลูกแบบใช้ดิน มีการรบกวนของศัตรูพืชทำให้พืชเกิดความเครียดและสร้างสารต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น (Worthington, 1998) เมื่อพิจารณาค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระจากผักกาดหอมแต่ละพันธุ์ปลูกที่ปลูกในรูปแบบเดียวกัน พบว่า ผักกาดหอมแต่ละพันธุ์ปลูกให้กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน โดยกรีนคอสและเรดคอสจะให้ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 67.45 ± 6.71 - 89.83 ± 4.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าบัตเตอร์เฮด (40.60 ± 6.64 - 53.88 ± 13.04 เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับรายงานของ Gan, & Azrina (2016) ที่ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ในผักกาดหอม

5 พันธุ์ปลูก ได้แก่ ผักกาดแก้ว บัตเตอร์เฮด กรีนคอส กรีนคอสรี และเรดคอสรี ในประเทศมาเลเซีย รายงานว่า กรีนคอสรีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมา คือ บัตเตอร์เฮด ผักกาดแก้ว และกรีนคอสรี ตามลำดับ ในขณะที่เรดคอสรีให้ค่าต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระจากกรีนคอสและเรดคอส ที่สกัดด้วยน้ำจากการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดกรีนคอสด้วยเอทานอล และเมทานอล ที่มีค่าประมาณ 80-81 เปอร์เซ็นต์ (Inthachim, & Poomyai, 2017) แสดงให้เห็นว่าสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักกาดหอมสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว อย่างไรก็ตามการสกัดด้วยน้ำจะมีข้อดีกว่าตัวทำละลายอินทรีย์ในด้านที่เป็นตัวทำละลายที่ไม่เป็นพิษและก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย

2. ปริมาณวิตามินซี

จากการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีจาก ผักกาดหอม 3 พันธุ์ปลูก ได้แก่ กรีนคอส เรดคอส และบัตเตอร์เฮด ที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ พบว่า กรีนคอสและเรดคอสมีปริมาณวิตามินซีสูงใกล้เคียงกัน และบัตเตอร์เฮดมีปริมาณน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 203.00 ± 7.07 , 202.40 ± 16.97 และ 95.33 ± 9.89 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างผักที่ปลูกแบบใช้ดิน พบว่า กรีนคอสมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด 213.22 ± 18.59 (มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม) รองลงมาคือ เรดคอสและบัตเตอร์เฮดน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 195.20 ± 10.75 และ 79.26 ± 0.51 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม ตามลำดับ ดัง (Figure 3)

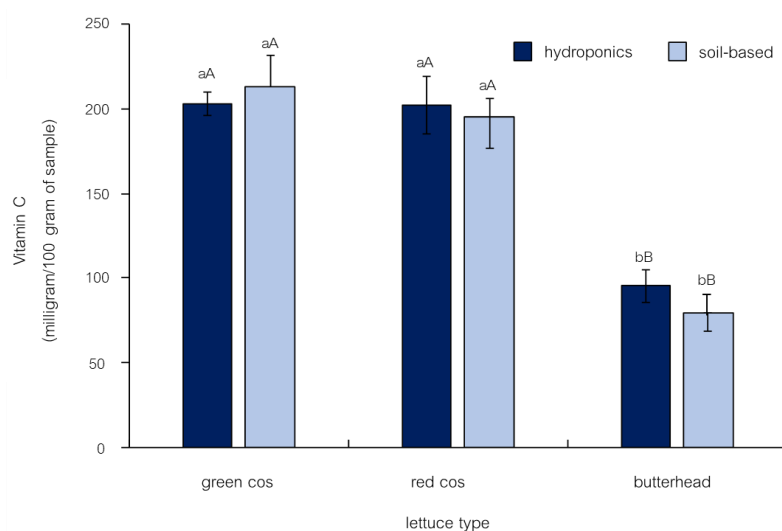


Figure 3 Vitamin C content in three types of lettuce grown in hydroponics and soil-based.

Note: Different lowercase letters indicate significant differences between cultivation systems in the same lettuce type; different capital letters indicate significant differences between lettuce at the same cultivation system. ($n=3$, $P<0.05$)

จาก (Figure 3) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูก ที่ปลูกในรูปแบบที่ต่างกัน พบว่า ผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูก ให้ปริมาณวิตามินซีที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งจากการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์และแบบใช้ดิน แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการปลูกไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีของทั้งกรีนคอส เรดคอส และบัตเตอร์เฮด เมื่อพิจารณาปริมาณวิตามินซีจากผักกาดหอมแต่ละพันธุ์ปลูก ที่ปลูกในรูปแบบเดียวกัน พบว่า ปริมาณวิตามินซีจะแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ปลูก โดยที่ปริมาณวิตามินซีในกรีนคอสและเรดคอสจะมีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 195.20 ± 10.75 – 213.22 ± 18.59 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และพบในปริมาณมากกว่า บัตเตอร์เฮดที่มีปริมาณ 79.36 ± 0.51 – 95.33 ± 9.89 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Uawonggul, Rattanamalee, & Daduang (2017) รายงานว่า ผักและผลไม้พื้นบ้านในพื้นที่ จังหวัดนครพนม จะมีปริมาณแตกต่างกันโดยพบว่า หวาย (*Calamus caesius*) มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด รองลงมาคือ สะเดา (*Azadirachta indica* var. *siamensis*) และน้ำเต้า (*Lagenaria siceraria*) ตามลำดับ ส่วนผักขี้หนู (*Raphanus sativus* var. *caudatus*) มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาปริมาณวิตามินซีจากกรีนคอส เรดคอส และบัตเตอร์เฮดในการศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 213.22 ± 18.59 , 195.2 ± 10.75 และ 75.26 ± 0.51 มิลลิกรัม ต่อตัวอย่าง 100 กรัม ตามลำดับ เปรียบเทียบกับปริมาณ

วิตามินซีที่ร่างกายควรได้รับต่อวันในแต่ละช่วงวัย (RDAs) ที่อยู่ในช่วง 75-90 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม (Somsab, Kongkachuichai, Sungpuang, & Charoensiri, 2008) นับว่าผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูกนี้ให้ปริมาณวิตามินซีที่เพียงพอต่อร่างกายที่ควรได้รับในแต่ละวัน ทั้งนี้หากมีการบริโภคทุกวันจะให้คุณประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากวิตามินซีมีบทบาทสำคัญในการช่วยในการสร้างคอลลาเจนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ดูดซึมธาตุเหล็ก เสริมภูมิคุ้มกันของร่างกาย ลดคอเลสเตอรอล รวมทั้งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ฮอร์โมนและกระบวนการเกิดเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน (Sornsawat, & Kaewkumhom, 2003; Vasanth Kumar, Ajay Kumar, Raghu Patel, & Manjappa, 2013)

3. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูก ที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์และแบบใช้ดิน พบว่า กรีนคอสมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด ส่วนเรดคอสและบัตเตอร์เฮดจะให้ปริมาณใกล้เคียงกันทั้ง 2 แหล่งปลูก กล่าวคือ กรีนคอส เรดคอส และบัตเตอร์เฮดที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ มีปริมาณ 18.98 ± 0.76 , 12.5 ± 0.59 และ 12.9 ± 0.27 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อตัวอย่าง 100 กรัม ตามลำดับ ส่วนการปลูกแบบใช้ดิน มีปริมาณ 15.8 ± 0.85 , 10.95 ± 0.47 และ 11.38 ± 0.13 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อตัวอย่าง 100 กรัม ตามลำดับ ดัง (Figure 4)

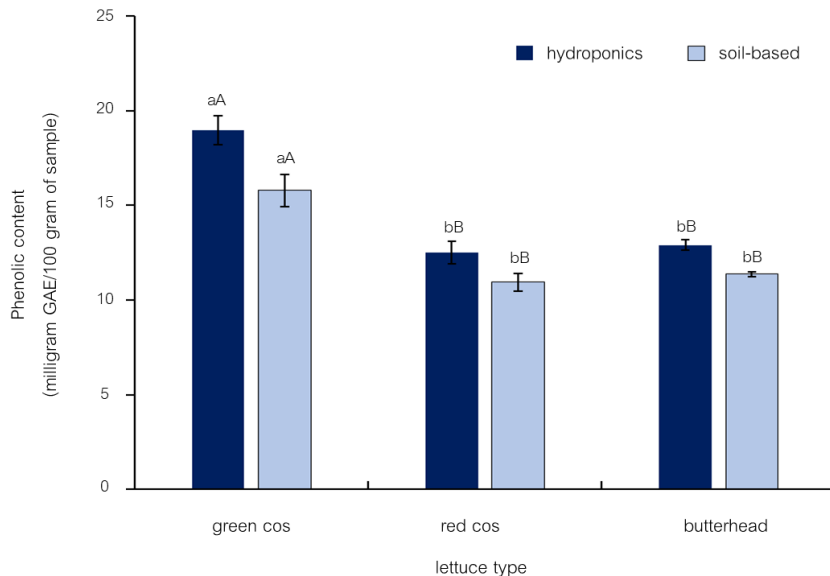


Figure 4 Phenolic content in three types of lettuce grown in hydroponics and soil-based.

Note: Different lowercase letters indicate significant differences between cultivation systems in the same lettuce type; different capital letters indicate significant differences between lettuce at the same cultivation system. ($n=3$, $P<0.05$)

จาก (Figure 4) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูก ที่ปลูกในรูปแบบที่ต่างกัน พบว่า ผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูก ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งจากการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์และแบบใช้ดิน แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการปลูกไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของทั้งกรีนคอส เรดคอส และ บัตเตอร์เฮด เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากผักกาดหอมแต่ละพันธุ์ปลูกที่ปลูกในรูปแบบเดียวกัน พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจะแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ปลูก โดยที่ในกรีนคอสจะพบปริมาณสูงที่สุด (15.80 ± 0.85 - 18.98 ± 0.76 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) ส่วนเรดคอสและบัต

เตอร์เฮด จะให้ค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 10.95 ± 0.47 - 12.90 ± 0.27 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gan, & Azrina (2016) ที่ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในผักกาดแก้ว บัตเตอร์เฮด กรีนคอส กรีนคอรัล และเรดคอรัลที่ปลูกในมาเลเซีย รายงานว่า เรดคอรัลมีสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด รองลงมา คือ กรีนคอรัล ในขณะที่ในกรีนคอส บัตเตอร์เฮด และผักกาดหอมจะพบปริมาณน้อย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูก ที่ทำการสกัดด้วยน้ำจากการทดลองนี้กับงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีปริมาณสูงกว่าสารประกอบฟีนอลิกที่พบในสารสกัดเรดคอรัลที่สกัดด้วยเอทานอลที่มีเท่ากับ 5.14 มิลลิกรัม

ของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด ทั้ง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง (Inthachim, & Poomyai, 2017) แต่จะพบในปริมาณน้อยกว่าน้ำมะหวิด จากการศึกษานี้ของ Matthayom, Nochai, KoKaew, Pisapak, & Robmuang (2020) รายงานว่าน้ำมะหวิดมีปริมาณฟีนอลิกรวมอยู่ที่ 118.64 ± 1.40 มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมสารสกัด

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีนอลิกกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูกพบว่า สารประกอบฟีนอลิกมีความสัมพันธ์ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในระดับสูง เนื่องมาจากผลการทดลองการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกพบว่า กรีนคอสมีสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณสูงกว่าบัตเตอร์เฮด มีแนวโน้มเดียวกันกับการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระที่พบว่า กรีนคอสมีค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าบัตเตอร์เฮด เช่นเดียวกันสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gan, & Azrina (2016) รายงานว่า เรดคอรัลให้ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด เนื่องมาจากเรดคอรัลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าผักกาดแก้ว บัตเตอร์เฮด กรีนคอส และกรีนคอรัล รวมทั้งงานวิจัยของ Pimrote, Teekayu, & Sudprasert (2020) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากราก เปลือก และใบพะยอม ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 รายงานว่า สารสกัดหยาบจากเปลือกพะยอมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัดจากรากและใบ โดยที่ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่พบได้ในส่วนของสารสกัดจากเปลือกมีมากที่สุดเช่นกัน จากการที่สารประกอบฟีนอลิกมีความสัมพันธ์กับค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระในทิศทางเดียวกันนั้น เนื่องมาจากสารฟลาโวนอยด์ ได้แก่ กรดพาราควมาริก

(p-coumaric acid) กรดคาเฟอิก (caffeic acid) และ เควอซีทิน (quercetin) ที่เป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ที่พบในผักกาดหอม (Tiveron et al., 2012) จัดอยู่ในกลุ่มสารโพลีฟีนอล (polyphenol) ที่มีความสามารถในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้นั่นเอง

สรุป

จากการเปรียบเทียบค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิกในผักแต่ละพันธุ์ปลูกที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์และปลูกแบบใช้ดิน พบว่า กรีนคอสและบัตเตอร์เฮดให้ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ปลูกในรูปแบบที่แตกต่างกัน ส่วนเรดคอสที่ปลูกแบบใช้ดินให้ค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า ในขณะที่ปริมาณวิตามินซีและสารประกอบฟีนอลิกในผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูก ให้ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันแม้ว่าจะมีการปลูกรูปแบบที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่าผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ปลูกที่ปลูกในแบบไฮโดรโปนิคส์สามารถผลิตสารฟลาโวนอยด์ที่มีประโยชน์ได้เทียบเท่ากับการปลูกโดยใช้ดิน จึงนับเป็นข้อดีที่จะทำให้มีปริมาณของผักกาดหอมที่จะเข้าสู่ตลาดเพื่อรองรับการบริโภคมีมากขึ้นนอกเหนือจากผักที่ปลูกในแปลงดิน ส่งผลให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงแหล่งของอาหารที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายได้ง่าย เนื่องจากการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์สามารถปลูกพืชได้จำนวนต้นต่อพื้นที่ได้มาก ได้ผลผลิตที่สะอาดและมีคุณภาพ รวมทั้งสามารถปลูกพืชได้หลายครั้งต่อปี ทั้งนี้การบริโภคผักกาดหอมเป็นประจำ จะทำให้ได้รับสารต้านอนุมูลอิสระอันจะสามารถช่วยลดอุบัติการณ์ของโรคความเสื่อมในร่างกายที่เกิดจากสารอนุมูลอิสระได้อีกทางหนึ่ง

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการสนับสนุนสถานที่เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- Ames, B. N., Shigenaga, M. K., & Hagen, T. M. (1993). Oxidants, antioxidants, and the degenerative disease of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 90(17), 7915-7922.
- AOAC. (1990). *Official methods of analysis* (15th ed.). Washington DC: Association of Official Analytical Chemist.
- Gan, Y. Z., & Azrina, A. (2016). Antioxidant properties of selected varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) commercially available in Malaysia. *International Food Research Journal*, 23(6), 2357-2362.
- Halliwell, B. (2009). The wanderings of a free radical. *Free Radical Biology and Medicine*, 46, 531-542.
- Intasang, W., Norchai, P., & Maiprasert, M. (2021). The effect of dietary antioxidant supplement on oxidative stress. *RMUTSB Academic Journal*, 9(1), 24-37. (in Thai)
- Inthachim, T., & Poomyai, P. (2017). Study of antioxidant activity and total phenolic compounds from lettuce. *The 4th Kamphaeng Phet Rajabhat University National Conference* (pp. 924-930). Kamphaeng Phet: Kamphaeng Phet Rajabhat University. (in Thai)
- Kistková, E., Doležalová, I., Lebeda, A., Vinter, V., & Novotná, A. (2007). Description morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa* L.) genetic resources. *Horticultural science-Prague*, 35(3), 113-129.
- Lebeda, A., Ryder, E. J., Grube, R., Doležalová, I., & Kristková, E. (2007) Lettuce (*Asteraceae*; *Lactuca* spp.). In R. J. Singh (Ed.), *Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement* (pp. 377-472). Boca Raton: CRC Press.
- Matthayom, W., Nochai, K., KoKaew, K., Pisapak, K., & Robmuang, D. (2020). Investigation of antioxidant capacity and antioxidant activity of Ma-huad (*Lepisanthes rubiginosa* (Roxb.) Leenh.) juice. *RMUTSB Academic Journal*, 8(2), 187-198. (in Thai)
- Nicolle, C., Cardinault, N., Gueux, E., Jaffrelo, L., Rock, E., Mazur, A., Amouroux, P., & Rémésy, C. (2004). Health effect of vegetable-based diet: lettuce consumption improves cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 23(4), 605-614.
- Nuanyai, T., & Chailap, B. (2021). Total phenolic contents and antioxidant activities of subfractions from stem barks of *Casearia grewiifolia*. *Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)*, 13(26), 38-47. (in Thai)
- Oroian, M., & Escriche, I. (2015). Antioxidant: characterization. natural sources, extraction and analysis chemistry. *Medicine Food Research International*, 74(5), 10-36.
- Osotsapar, Y. (2015). *Plant nutrient*. Bangkok: Kasetsart University Press. (in Thai)
- Pancoke, J., Kerdchoechuen, O., & Laohakunjit, N. (2012). Antioxidant capacity and total phenolics of some Thai medicinal plant extracts. *Agricultural Science Journal*, 43(2), 361-364. (in Thai)
- Panyamakpaiboon, N., & Seeniang, P. (2018). Consuming behavior and buying decision of lettuce consumers of PB valley Koa Yai Enterprise Pak Chong district, Nakhon Ratchasima province.

- Journal of Agricultural Science and Management*, 1(1), 37-46. (in Thai)
- Phowichit, S., Ratanachamnong, P., Matsathit, U., & Ussawawongaraya, W. (2019). Antioxidant activity. phenolic and flavonoid constituents of crude extracts from *Piper ribesoides* and *Zanthoxylum limonella* traditional herbal medicine in Northern Thailand. *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, 18(1), 25-39. (in Thai)
- Pimrote, K., Teekayu, K., & Sudprasert, P. (2020). Antioxidant activity and inhibition effect on *Pseudomonas aeruginosa* of extracts from Pa-Yom (*Shorea roxburghii* G. Don). *RMUTSB Academic Journal*, 8(1), 15-27. (in Thai)
- Rattana, S., & Sungthong, B. (2020). Antioxidant activities, total phenolic and total flavonoid contents of *Oxyceros horridus* crude extracts. *Journal of Traditional Thai Medical Research*, 6, 1-10. (in Thai)
- Sivakumar, D., Jifon, J., & Soundy, P. (2017). Spectral quality of photo-selective shade nettings improves antioxidants and overall quality in selected fresh produce after postharvest storage. *Food Reviews International*, 34(3), 290-307.
- Sofo, A., Lundegårdh, B., Mårtensson, A., Manfrac, M., Pepe, G., Sommella, E., De Nisco, M., Tenore, G, C., Campiglia, P., & Scopa, A. (2016). Different agronomic and fertilization systems affect polyphenolic profile, antioxidant capacity and mineral composition of lettuce. *Scientia Horticulturae*, 204, 106-115.
- Somsub, W., Kongkachuichai, R., Sungpuang, P., & Charoensiri, R. (2008). Effects of three conventional cooking methods on vitamin C, tannin, myo-inositol phosphates contents in selected Thai vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 187-197.
- Sornsawat, P., & Kaewkumhom S. (2003). *Analysis of vitamin C of vegetables in Local* (research report). Pathum Thani: Valaya Alongkorn Rajabhat University. (in Thai)
- Thongket, T. (2023). *Soilless culture*. Retrieved 20 February 2023, from <http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/othersoiless.plants.pdf>
- Tiveron, A. P., Melo, P. S., Bergamaschi, K. B., Vieira, T. M. F. S., Regitanod'Arce, M. A. B., & Alencar, S. M. (2012). Antioxidant activity of Brazilian vegetables and its relation with phenolic composition. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8943-8957.
- Uawonggul, N., Rattanamalee, C., & Daduang, S. (2017). Determination of vitamin C of traditional vegetables and fruits in Nakhon Phanom Province. *Saundusit Research Journal*, 10(1), 150-170. (in Thai)
- Vasanth Kumar, G. V., Ajay Kumar, K., Raghu Patel, G. R., & Manjappa. S. (2013). Determination of vitamin C in some fruits and vegetables in Davanagere city, (Karanataka)-India. *International Journal of Pharmacy and Life Sciences*, 4(3), 2489-2491.
- Worthington, V. (1998). Effect of agricultural methods on nutritional quality: A comparison of organic with conventional crops. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 4, 58-69.
- Yingngam, B., Monschein, M., & Brantner, A. (2014). Ultrasound - assisted extraction of phenolic compounds from *Cratoxylum formosum* ssp. *Formosum* leaves using central composite design and evaluation of its protective ability against H₂O₂-induced cell death. *Asian Pacific Journal Tropical Medicine*, 7(3), 497-505.

Zapata-Vahos, I. C., Rojas-Rodas, F., David, D., Gutierrez-Monsalve, J. A., & Castro-Restrepo, D. (2020). Comparison of antioxidant contents of green and red leaf lettuce cultivated in hydroponic systems in greenhouses and conventional soil cultivation. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 73(1), 9077-9088.