

## บทความวิจัย

## การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักไฮโดรโปนิกส์ ที่จัดจำหน่ายในอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

นฤมล จาริรัตน์<sup>1</sup> วท.บ., กนกทิพย์ จักษ์<sup>2\*</sup> Ph.D.

Received: February 21, 2022

Revised: April 5, 2022

Accepted: April 5, 2022

### บทคัดย่อ

การศึกษาภาคตัดขวางนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักไฮโดรโปนิกส์ที่จัดจำหน่ายในอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกด้วยชุดทดสอบ GT- Pesticide Residual Test Kit ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ตัวอย่างในการศึกษาทั้งหมด รวมทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ผักไฮโดรโปนิกส์ทั้งหมด 4 ชนิด ประกอบด้วย เรตไธค กรีนไธค กรีนคอส และเรตคอรล์ จำหน่ายในห้างค้าปลีก 3 แห่ง และฟาร์มผักไฮโดรโปนิกส์ 1 แห่ง เก็บตัวอย่างระหว่างเดือนมิถุนายน-กันยายน พ.ศ. 2564

ผลจากการศึกษาพบว่า ตัวอย่างทั้งหมดไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างร้อยละ 62.5 และพบในระดับที่ปลอดภัยร้อยละ 37.5 นอกจากนี้ จากการศึกษาพบว่า เรตไธค มีระดับการยับยั้งเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.0 ของจำนวนตัวอย่างเรตไธคทั้งหมดที่นำมาตรวจสอบ โดยมีระดับร้อยละของการยับยั้งเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส เฉลี่ยเท่ากับ  $7.61 \pm 1.39$  รองลงมา คือ กรีนไธค กรีนคอส และเรตคอรล์ ตัวอย่างกรีนไธคพบในระดับที่ปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 50.0 ของจำนวนตัวอย่างกรีนไธคทั้งหมดที่นำมาตรวจสอบ โดยมีระดับการยับยั้งเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส เฉลี่ยเท่ากับ  $5.79 \pm 0.47$  ตัวอย่างกรีนคอสและเรตคอรล์ พบในระดับที่ปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 25.0 ของจำนวนตัวอย่างกรีนคอสและเรตคอรล์ทั้งหมด ที่นำมาตรวจสอบ โดยมีระดับการยับยั้งเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส เฉลี่ยเท่ากับ  $1.30 \pm 0.14$  และ  $1.31 \pm 0.12$  ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การตรวจพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบและมาตรการเฝ้าระวังสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพื่อเป็นแนวทางในการลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพของผู้บริโภค

**คำสำคัญ:** การตกค้าง ผัก สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ไฮโดรโปนิกส์

<sup>1</sup> นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

<sup>2</sup> อาจารย์ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

\* ผู้รับผิดชอบบทความ: kanokthipj@nu.ac.th

## Pesticide residues in hydroponic vegetables retailed in Mueang District, Phitsanulok Province

Naluemol Jareerat<sup>1</sup>, B.Sc., Kanokthip Juksu<sup>2,\*</sup> Ph.D.

---

### ABSTRACT

This cross-sectional study aimed to investigate organophosphate and carbamate pesticide residues in hydroponic vegetables distributed in hydroponic vegetables retailed in Mueang District, Phitsanulok Province using the GT- Pesticide Residual Test Kit of the Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. A total of 48 study samples were composed of 4 types of hydroponic vegetable sampling; red oak lettuce, green oak lettuce, green cos lettuce, and red coral lettuce, sold in 3 retail stores and 1 hydroponic vegetable farm. The samples were collected from June to September 2021.

The results showed that pesticide residues were not detected in 62.5% of all study samples, and 37.5% were found in the range of safe levels. Moreover, red oak lettuce samples were found at the highest levels of acetylcholinesterase inhibition which accounted for 50.0% of all red oak lettuce samples, an average level of acetylcholinesterase inhibition was  $7.61 \pm 1.39$ , followed by green oak lettuce, green cos lettuce, and red coral lettuce samples. green oak lettuce samples were in the range of safe levels at 50.0% of all green oak lettuce samples, with a level of acetylcholinesterase inhibition was  $5.79 \pm 0.47$ . green cos lettuce and red coral lettuce samples were found in the range of safe levels at 25.0%, with the levels of acetylcholinesterase inhibition being  $1.30 \pm 0.14$  and  $1.31 \pm 0.12$ , respectively. However, the detection of pesticide residues in vegetables may affect human health. Therefore, there should be monitoring and surveillance of pesticide residue to decrease the potential impact on health and consumers.

**Keywords:** Pesticide residual, Vegetables, Pesticides, Hydroponic

---

<sup>1</sup> Student in Bachelor of Science Program in Environmental Health, Faculty of Public Health, Naresuan University

<sup>2</sup> Lecturer, Division of Environmental Health, Faculty of Public Health, Naresuan University

\* Corresponding author: kanokthipj@nu.ac.th

## บทนำ

ผักเป็นหนึ่งในสารอาหารสำคัญที่ร่างกายของมนุษย์ต้องการในการดำรงชีวิต ซึ่งการบริโภคผักจะช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคได้ เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็งทางเดินอาหาร โรคมะเร็งชนิดอื่นๆ โรคหลอดเลือดสมอง โรคเบาหวาน และโรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น (Thai Health Promotion Foundation, 2017) โดยปัจจุบันประชาชนส่วนใหญ่หันมาใส่ใจกับสุขภาพมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะการเลือกบริโภคผักที่มีความปลอดภัยจากการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Bureau of Information Office of The Permanent Secretary of MOPH, 2019) ขณะเดียวกันสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Pesticides) โดยเฉพาะสารกำจัดแมลง (Insecticide) มีบทบาทอย่างมากในสินค้าเกษตรกรรมเนื่องจากผู้บริโภคนิยมบริโภคผักที่มีลักษณะสวยงามสมบูรณ์ อันเป็นสาเหตุให้มีการใช้สารกำจัดแมลงมากขึ้น และมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตเร็วกว่ากำหนด (Sungngarm, Sakrangkul, Krongnut, Yuvasavet, Chanadee, & Hnuploy, 2020) อีกทั้งเกษตรกรมีความต้องการผลผลิตเพื่อส่งจำหน่ายเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นปัจจัยให้มีการนำสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาใช้เพิ่มขึ้น (Malasee, Toson, Lamee, & BoonKhao, 2021)

จากรายงานสรุปการนำเข้าวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตรจากสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร พบว่า ประเทศไทยมีมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดแมลงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี 2558-2563 โดยการนำเข้าสารกำจัดแมลง (Insecticide) มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากปี 2558 จาก 12,927,521.42 กิโลกรัม เป็น 18,946,007.93 กิโลกรัม ในปี พ.ศ. 2563 นอกจากนี้ยังคงมีการตรวจพบการตกค้างของสารกำจัดแมลงในผักอย่างต่อเนื่อง (Chowdhury, Jahan, Karim, Alam, Abdur Rahman, Moniruzzaman, M. et al., 2014; Ramadan, Abdel-Hamid, Altorgoman, AlGaramah, Alawi, Shati, et al., 2020; Skovgaard, Encinas, Jensen, Andersen, Condarco, & Jørs, 2017; Poophalee, Wongwattanasathien, Arparsrithongsakul, & Supuntee, 2016; Pakkasama, Saisin, & Suthin, 2016) รวมถึงการตกค้างของสารกำจัดแมลงในผักไฮโดรโปนิกส์

โดยผลการตรวจสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ประจำปี 2563 ของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ได้ทำการสุ่มตรวจตัวอย่างผักไฮโดรโปนิกส์จากห้างสรรพสินค้าและตลาดสดรวมทั้งหมด 8 จังหวัด จำนวนทั้งหมด 52 ตัวอย่าง ผลการตรวจพบการตกค้างเกินค่ามาตรฐาน ร้อยละ 57.7 และพบการตกค้างแต่ไม่เกินค่ามาตรฐานร้อยละ 19.2 ซึ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบประกอบไปด้วยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต (Thailand Pesticide Alert Network, 2020) โดยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 2 กลุ่มนี้มีกลไกการออกฤทธิ์และผลกระทบต่อสุขภาพคล้ายคลึงกัน โดยมีฤทธิ์ขัดขวางการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก ส่งผลให้พบอาการม่านตาหรี่ หายใจลำบาก เวียนศีรษะ อาเจียน มือสั่น เดินโซเซ ชัก หมดสติ และอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงเป็นตะคริวที่กล้ามเนื้อ เป็นต้น (Division of Occupational and Environmental Diseases, 2014; Department of Industrial Works, 2020; Niamthong, 2018)

จังหวัดพิษณุโลกเป็นศูนย์กลางการพัฒนาการค้าของกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่างทั้งทางด้านเศรษฐกิจการค้า การบริการ และยังมีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมสำหรับการทำการเกษตร (Phitsanulok Provincial Office, 2016) ประกอบกับการทบทวนวรรณกรรม หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน รายงานข้อมูลของการตกค้างของสารกำจัดแมลงในหลายแง่มุม แต่ยังไม่มีการเฝ้าระวังการตกค้างของสารกำจัดแมลง กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักไฮโดรโปนิกส์ที่จัดจำหน่ายในห้างค้าปลีกและฟาร์มผักไฮโดรโปนิกส์ในจังหวัดพิษณุโลก ดังนั้นผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าว จึงศึกษาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยชุดทดสอบสารเคมีตกค้างในผัก (GT- Pesticide Residual Test Kit) ซึ่งอ้างอิงตามหลักการวิเคราะห์ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยในการตรวจสอบการตกค้างในผักมีความไว (Sensitivity) ร้อยละ 92.3 มีความจำเพาะ (Specificity) ร้อยละ 85.1 มีความถูกต้อง

(Accuracy) ร้อยละ 87.1 (Thoophom, 2004) ซึ่งชุดทดสอบนี้ใช้ในการตรวจคัดกรองสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักเพื่อควบคุมคุณภาพและส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค (Thoophom & Chanaphanpakom, 2015) ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ นอกจากจะเป็นข้อมูลสำหรับผู้บริโภคในการเลือกบริโภคผักให้มีความปลอดภัยแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังความปลอดภัยของการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักไฮโดรโปนิกส์ สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอีกด้วย ในการยกระดับและควบคุมความปลอดภัยด้านอาหารต่อไป

### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักไฮโดรโปนิกส์ที่จัดจำหน่ายในห้างค้าปลีกและฟาร์มผักไฮโดรโปนิกส์อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกด้วยชุดทดสอบสารเคมีตกค้างในผัก (GT- Pesticide Residual Test Kit)

### ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) เพื่อสำรวจการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ในผักไฮโดรโปนิกส์ที่จัดจำหน่ายในห้างค้าปลีกและฟาร์มผักไฮโดรโปนิกส์ ในจังหวัดพิษณุโลกทั้งหมด 4 แห่ง ประกอบด้วย ห้างค้าปลีก 3 แห่ง และฟาร์มผักไฮโดรโปนิกส์ 1 แห่ง โดยดำเนินการศึกษาตัวอย่างผักไฮโดรโปนิกส์ เป็นการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ด้วยการเก็บตัวอย่างผัก 4 ชนิด ประกอบด้วย เรตออีค กรีนโอ๊ค กรีนคอส และเรตคอรล์ เนื่องจากพบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในกรณทบทวนวรรณกรรม (Thailand Pesticide Alert Network, 2020) หลังจากเก็บตัวอย่างแยกใส่ถุงซิปล็อค เก็บไว้ในกล่องโฟมบรรจุน้ำแข็งปิดสนิท และควบคุมอุณหภูมิจากแหล่งจำหน่ายมาสู่ห้องปฏิบัติการ และทำการควบคุมอุณหภูมิจนกระทั่งถึงขั้นเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการโดยดำเนินการศึกษาตั้งแต่เดือน

มิถุนายน-กันยายน พ.ศ. 2564 ทั้งนี้ การศึกษาข้อมูลในงานวิจัยนี้ เป็นการเก็บตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อมมิได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับมนุษย์ จึงมิได้ดำเนินการขอพิจารณารับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ ได้ดำเนินการสุ่มตัวอย่างผักไฮโดรโปนิกส์ทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ เรตออีค กรีนโอ๊ค กรีนคอส และเรตคอรล์ แหล่งจำหน่ายผักไฮโดรโปนิกส์ที่จัดจำหน่ายในอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ประกอบด้วย ห้างค้าปลีก ซึ่งเป็นห้างค้าปลีกยอดนิยมด้านสินค้าออร์แกนิก (Brand Inside, 2021) จำนวน 3 แห่ง (แบรนด์ละ 1 แห่ง จากห้างค้าปลีกทั้ง 3 แบรนด์) และฟาร์มผักไฮโดรโปนิกส์ จำนวน 1 แห่ง จากการสำรวจพบฟาร์มทั้งหมด 8 แห่ง โดยเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายแต่ละแห่ง จำนวน 4 ชนิด แต่ละตัวอย่างทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษการตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในครั้งนี้ ได้ใช้ชุดทดสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต GT- Pesticide Residual Test Kit ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และใช้เครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV- Vis Spectrophotometer (ยี่ห้อ PG Instrument รุ่น T60U (UV-Visible), สหราชอาณาจักร) ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร สำหรับการหาปริมาณการตกค้างโดยค่าที่ได้จากการวัดจะออกมาเป็นค่ายับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส (% IH)

### วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สำรวจห้างค้าปลีก และฟาร์มผักไฮโดรโปนิกส์ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อสำรวจผักไฮโดรโปนิกส์ที่ต้องการศึกษา

2. จัดบันทึกและสรุปข้อมูลการลงพื้นที่สำรวจ

3. เก็บตัวอย่างผักไฮโดรโปนิกส์จากห้างค้าปลีกและฟาร์มผักไฮโดรโปนิกส์ และรักษาสภาพตัวอย่างระหว่างขนส่ง โดยแยกใส่ถุงซิปล็อค และบรรจุในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในห้องปฏิบัติการสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

4.วิเคราะห์หาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ด้วย GT- Pesticide Residual Test Kit และเครื่อง UV- Vis Spectrophotometer โดยดำเนินการด้วยวิธีการพอสังเขป ดังนี้

4.1 หั่นตัวอย่างผักเป็นชิ้นเล็กๆ อย่างละเอียด ทำการคลุกให้เข้ากัน และชั่งตัวอย่างผัก จำนวน 5 กรัม ลงในขวดตัวอย่าง

4.2 เติมน้ำยา Solvent - 1 (Dichloromethane) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในขวดตัวอย่างทำการปิดฝาขวดตัวอย่างให้สนิท หลังจากนั้นเขย่าขวดตัวอย่างแรงๆ ประมาณ 1 นาที และตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 15 นาที

4.3 ดูดน้ำยาสกัดตัวอย่าง Solvent - 1 จากขวดตัวอย่าง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นดูดน้ำยา Solvent - 2 (5% ethanol) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองเดียวกัน หลังจากนั้น จะพบว่าน้ำยาถูกแยกออกเป็น 2 ชั้นอย่างชัดเจน

4.4 นำหลอดแก้วปลายแหลมจุ่มลงในหลอดทดลองและนำไปประเหยในอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยให้ส่วนปลายแหลมจุ่มลงก้นหลอดทดลอง และส่วนปลายบนของหลอดทดลองต่อเข้ากับปั๊มและอุปกรณ์ระเหย

4.5 เปิดเครื่องปั๊มลมให้มีการเป่าน้ำยา ประมาณ 3-5 นาที ขณะเป่าน้ำยาให้ระวังน้ำยาล้น และทำการระเหยน้ำยาสกัดตัวอย่างที่อยู่บริเวณชั้นล่างของหลอดทดลองออกจนหมด จนไม่เห็นน้ำยาที่ถูกแยกออกมาเป็น 2 ชั้น และจะเหลือเพียงสารสกัดจากตัวอย่าง

4.6 ทำการเติมสารละลายในหลอดทดลอง สำหรับทำการฟอสฟอรัส 6 หลอด และเติมลงในสารสกัดตัวอย่าง ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงขั้นตอนการตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง

ชนิดสารละลาย	Reagent ( $\mu$ L)						ตัวอย่างฝัก
	กราฟมาตรฐาน						
	0% IH	10% IH	30% IH	50% IH	80% IH	100% IH	
สารสกัดจาก							
ตัวอย่าง	-	-	-	-	-	-	250
Solvent - 2	250	250	250	250	250	250	-
GT - 1	500	500	500	500	500	500	500
นำไปอุ่นใน Water bath ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที							
GT - 2							
+ GT - 2.1	250	275	325	375	450	500	250
นำไปอุ่น Water bath ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที							
GT-3							
+ GT-3.1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
GT-4	500	500	500	500	500	500	500
GT-5	500	500	500	500	500	500	500
กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรองและนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร							

หมายเหตุ % IH คือ ร้อยละของการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส

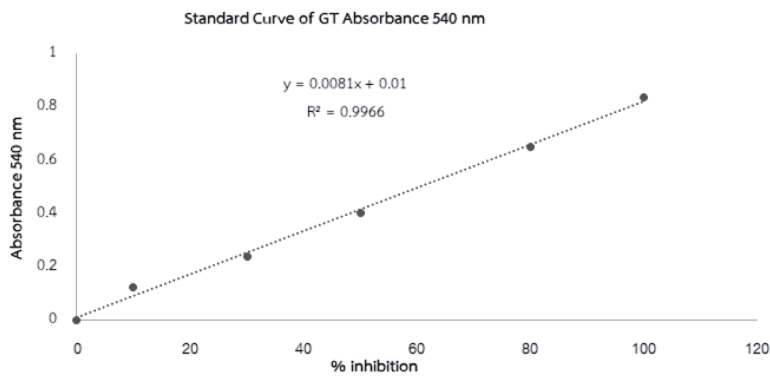
GT-1 คือ เอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase enzyme)

GT-2 คือ อะซิติลโคลีน (Acetylcholine)

Solvent - 1 คือ ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane)

Solvent - 2 คือ เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 5% (5%-ethanol)

4.7 สร้างกราฟมาตรฐาน (Standard Curve) 0% inhibition, 10% inhibition, 30% inhibition, เพื่อใช้คำนวณหาร้อยละการยับยั้งการทำงานของ 50% inhibition, 80% inhibition และ 100% inhibition เอ็นไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส (% IH) โดยแบ่งเป็น ดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 แสดงตัวอย่างกราฟมาตรฐานของ GT - Pesticide Residual Test Kit

5. บันทึกค่าที่ได้จากการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร แล้วนำค่าที่ได้พล็อตกราฟมาตรฐาน โดยกำหนดให้แกน y เป็นค่าการดูดกลืนแสง และแกน x เป็นค่า % IH หาค่าสมการเส้นตรงจากกราฟที่พล็อต

6. การแปลผลโดยการเปรียบเทียบ % IH จากกราฟมาตรฐาน การอ่านผลด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การแปลผลโดยการเปรียบเทียบ % IH จากกราฟมาตรฐาน

% IH	ผลการวิเคราะห์
สารสกัดตัวอย่าง $\leq$ 0% IH	ไม่พบสารตกค้าง
0 % IH < สารสกัดตัวอย่าง < 50% IH	พบสารตกค้างในระดับปลอดภัย
สารสกัดตัวอย่าง $\geq$ 50% IH	พบสารตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

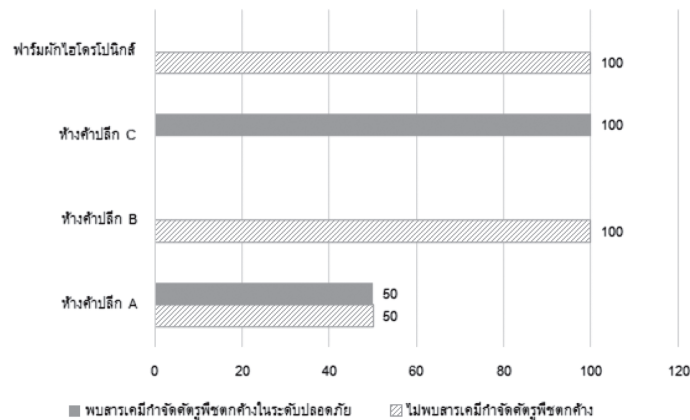
ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) แสดงผลจำนวนและร้อยละของตัวอย่างที่พบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผักไฮโดรโปนิคส์ โดยแบ่ง

ผลการวิเคราะห์ออกเป็นไม่พบ พบในระดับปลอดภัย และพบในระดับไม่ปลอดภัย

## ผลการวิจัย

ผลการตรวจหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ด้วยชุดทดสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง GT - Pesticide Residual Test Kit ในผักไฮโดรโปนิคส์ที่จัดจำหน่ายในห้างค้าปลีก และฟาร์มผักไฮโดรโปนิคส์ ในจังหวัดพิษณุโลก ทั้งหมด 4 แห่ง ประกอบด้วย ห้างค้าปลีก 3 แห่ง และฟาร์มผักไฮโดรโปนิคส์ 1 แห่ง โดยเก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายแต่ละแห่ง จำนวน 4 ชนิด แต่ละตัวอย่าง ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง และนำไปวิเคราะห์และรายงานผลเป็นค่าร้อยละของการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส โดยใช้เครื่อง UV - Vis Spectrophotometer ที่ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร พบว่าแหล่งจำหน่าย

ห้างค้าปลีก B และฟาร์มผักไฮโดรโปนิคส์ ตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในทุกตัวอย่าง รวมทั้งหมด 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100.0 ของจำนวนตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์ที่ทำการตรวจ ห้างค้าปลีก A ตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง จำนวน 6 ตัวอย่าง จาก 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50.0 ของจำนวนตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์ที่ทำการตรวจ และตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัย จำนวน 6 ตัวอย่าง จาก 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50.0 ของจำนวนตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์ที่ทำการตรวจ ห้างค้าปลีก C ตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัย จำนวน 12 ตัวอย่าง จาก 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100.0 ของจำนวนตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์ที่ทำการตรวจ ซึ่งแสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 ร้อยละการตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักไฮโดรโปนิคส์ โดยจำแนกตามแหล่งจำหน่าย (n = 48)



เมื่อพิจารณาการตรวจสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง โดยจำแนกตามผักไฮโดรโปนิกส์แต่ละชนิด ดังแสดงในตาราง 3 พบว่า กรีนคอส และเรดคอรัล ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง จำนวน 9 ตัวอย่าง จาก 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 75.0 ของจำนวนตัวอย่างผักกรีนคอส และเรดคอรัลที่ทำการตรวจ และตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัยจำนวน 3 ตัวอย่าง จาก 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 25.0 ของจำนวนตัวอย่างผักกรีนคอสและเรดคอรัลที่ทำการตรวจ ในส่วนของเรดโอ๊คและกรีนโอ๊คตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างจำนวน 6 ตัวอย่าง จาก 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50.0 ของจำนวนตัวอย่างเรดโอ๊คและกรีนโอ๊ค

ที่ทำการตรวจและตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัย จำนวน 6 ตัวอย่าง จาก 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50.0 ของจำนวนตัวอย่างเรดโอ๊คและกรีนโอ๊คที่ทำการตรวจ และผักไฮโดรโปนิกส์ แต่ละชนิดมีค่าเฉลี่ยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส ดังแสดงในตาราง 4 พบว่า เรดโอ๊ค มีระดับการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีน เอสเตอเรสสูงที่สุด เท่ากับ  $7.61 \pm 1.39$  รองลงมา คือ กรีนโอ๊ค กรีนคอส และเรดคอรัล โดยมีระดับการยับยั้งเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรสเฉลี่ยเท่ากับ  $5.79 \pm 0.47$ ,  $1.30 \pm 0.14$  และ  $1.31 \pm 0.12$  ตามลำดับ

ตาราง 3 ร้อยละของผลการตรวจพบสารตกค้าง โดยจำแนกตามผักไฮโดรโปนิกส์แต่ละชนิด

ผักไฮโดรโปนิกส์	ผลการตรวจพบสารตกค้าง (ร้อยละ)		
	ไม่พบสารพิษตกค้าง	พบในระดับปลอดภัย	พบในระดับไม่ปลอดภัย
เรดโอ๊ค (n = 12)	6 (50.0)	6 (50.0)	0
กรีนโอ๊ค (n = 12)	6 (50.0)	6 (50.0)	0
กรีนคอส (n = 12)	9 (75.0)	3 (25.0)	0
เรดคอรัล (n = 12)	9 (75.0)	3 (25.0)	0
รวม (n = 48)	30 (62.5)	18 (37.5)	0

ตาราง 4 การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรสจากตัวอย่างผักแต่ละชนิด

ชนิดผัก	Mean $\pm$ S.D.	Maximum	Minimum	Median
เรดโอ๊ค	$7.61 \pm 1.39$	18.96	ND	5.74
กรีนโอ๊ค	$5.79 \pm 0.47$	11.39	ND	5.89
กรีนคอส	$1.30 \pm 0.14$	5.19	ND	0
เรดคอรัล	$1.31 \pm 0.12$	5.22	ND	0

หมายเหตุ: ND คือ ไม่สามารถตรวจวัดได้ (Non - detectable)

## สรุปและอภิปรายผล

จากการตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ด้วยชุดทดสอบ GT-Pesticide Residual Test Kit ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ในผักไฮโดรโปนิคส์ที่จัดจำหน่ายในห้างค้าปลีก และฟาร์มผักไฮโดรโปนิคส์จังหวัดพิษณุโลก จำนวนทั้งหมด 48 ตัวอย่าง พบว่าตรวจพบตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์ที่มีการตกค้างในระดับที่ปลอดภัย ร้อยละ 37.5 ของจำนวนตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์ทั้งหมด และไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ร้อยละ 62.5 ของจำนวนตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์ทั้งหมด โดยผักไฮโดรโปนิคส์ที่มีความปลอดภัยมากที่สุด ได้แก่ เรดคอรัล รองลงมา คือ กรีนคอส กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจวิเคราะห์ผักไฮโดรโปนิคส์ รวมทั้งหมด 52 ตัวอย่างจากห้างสรรพสินค้ารวมไปถึงตลาดสดในจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งทำการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใช้ Multi Residue Pesticide Screen (MRPS) และมีการแปลผลตามค่า Maximum Residue Limit (MRL) คือ ค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 พ.ศ. 2560 เรื่องอาหารที่มีสารพิษตกค้าง และฉบับที่ 419 พ.ศ. 2563 เรื่องอาหารที่มีสารพิษตกค้าง (ฉบับที่ 3) ผลการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักไฮโดรโปนิคส์ พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับที่ปลอดภัย ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 19.2 และไม่พบร้อยละ 23.1 ตามลำดับ ผักที่มีการปนเปื้อนมากที่สุด คือ เรดโอ๊ค และกรีนโอ๊ค พบการตกค้างถึงร้อยละ 70.0 กรีนคอส พบค่า การตกค้างเกินมาตรฐาน ร้อยละ 69.0 และเรดคอรัล พบการตกค้างเกินมาตรฐาน ร้อยละ 64.0 (Thailand Pesticide Alert Network, 2020)

ในส่วนของห้างที่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับที่ปลอดภัย ได้แก่ ห้างค้าปลีก C โดยพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในทุกตัวอย่าง คือ เรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค เรดคอรัล และกรีนคอส โดยพบค่า % IH เฉลี่ยเท่ากับ  $18.96 \pm 0.61$ ,  $11.77 \pm 0.27$ ,  $5.22 \pm 0.48$  และ  $5.19 \pm 0.55$  ตามลำดับ และ

ห้างค้าปลีก A พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในระดับที่ปลอดภัย จำนวน 6 ตัวอย่าง คือ เรดโอ๊ค และกรีนโอ๊ค โดยพบค่า % IH เฉลี่ยเท่ากับ  $11.47 \pm 4.96$  และ  $11.39 \pm 1.61$  ตามลำดับ ส่วนห้างค้าปลีก B และฟาร์มผักไฮโดรโปนิคส์ไม่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์ที่ทำการสำรวจทั้งหมด จากผลที่แสดงการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักไฮโดรโปนิคส์ที่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากในแต่ละแหล่งจำหน่ายนั้นมีแหล่งผลิตและกระบวนการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน โดยกระบวนการเพาะปลูกผักไฮโดรโปนิคส์นั้นมีปัจจัยทางด้านกายภาพ เช่น อุณหภูมิ การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และผลกระทบของศัตรูพืชและโรคพืชอันนำมาซึ่งการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่แตกต่างกัน ดังนั้นในบางแหล่งผลิตจึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพื่อเป็นการลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับผักไฮโดรโปนิคส์ และอาจเนื่องจากการจัดการระบบของแหล่งผลิตผักไฮโดรโปนิคส์ที่ไม่ดีส่งผลให้เกิดโรคพืชเพิ่มขึ้น ดังนั้นหากมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากเท่าไรก็จะส่งผลให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดสารตกค้างมากขึ้นเท่านั้น (Tesoriero, 2008) โดยจากผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างผักไฮโดรโปนิคส์จากห้างค้าปลีก B ไม่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชร้อยละ 100.0 ซึ่งทางผู้ผลิตได้มีการอ้างถึงว่าผลิตภัณฑ์เป็นผักปลอดยาฆ่าแมลงจากสวนเกษตรอินทรีย์โดยตรง ผลิตด้วยระบบที่ไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ทุกชนิด ไม่มีการใช้ฮอร์โมนเร่ง ไม่ใช้สารกำจัดศัตรูพืช และไม่ใช้ยาฆ่าแมลง นอกจากนี้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางชนิดสามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยการระเหยกลายเป็นไอ หรือสามารถสลายตัวได้จากการสัมผัสกับแสงแดด และปริมาณน้ำฝนหรือระบบการให้น้ำมีส่วนที่จะสามารถเจือจางหรือลดความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชออกจากพืชได้ เช่น สารคาร์บาริลที่ตกค้างในการปลูกแบบระบบปิดที่มีการปิดคลุมนั้นมีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูงกว่าการปลูกพืชในที่โล่งหรือระบบเปิด (Parks, 2008)

จากการศึกษาในครั้งนี้และจากการทบทวนวรรณกรรม รวมถึงการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและสถิติจากที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่ามีการพบการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตร ประกอบด้วย สารเคมีกำจัดศัตรูพืช สารเคมีกำจัดโรคพืช และสารเคมีกำจัดเชื้อรา ในผักไฮโดรโปนิคส์ ที่มีค่าเกินมาตรฐานในระดับที่ไม่ปลอดภัยถึงร้อยละ 57.7 จากจำนวนผักไฮโดรโปนิคส์ทั้งหมดที่ทำการตรวจในปี 2563 (Thailand Pesticide Alert Network, 2020) แม้ว่าการศึกษาในครั้งนี้ตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง หรือตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในระดับที่ปลอดภัย อาจเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ซึ่งในความเป็นจริงแล้วมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักไฮโดรโปนิคส์ทั้งหมด 4 กลุ่ม ประกอบด้วย สารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต กลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และกลุ่มไพรีทรอยด์ นอกจากนี้ยังมีการใช้สารเคมีทางการเกษตรกลุ่มอื่นๆ เช่น สารเคมีกำจัดโรคพืช สารเคมีกำจัดเชื้อรา ดังนั้น การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นเพียงการเฝ้าระวังสถานการณ์ความปลอดภัยของสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตเพียงเท่านั้น สำหรับการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรยังมีช่องว่างของการศึกษาวิจัยที่ยังต้องการตรวจหาให้ครอบคลุม เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการตกค้างและลดผลกระทบต่อสุขภาพต่อไป

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ปัจจุบันยังตรวจพบการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตรในผักที่จัดจำหน่ายในห้างค้าปลีกหรือจำหน่ายตามท้องตลาด รวมถึงผลการศึกษางานวิจัยนี้ ดังนั้น จึงควรมีมาตรการเฝ้าระวังการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตร โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานทางภาครัฐในพื้นที่สามารถควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ อีกทั้งควรให้คำแนะนำ และให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ที่ถูกต้อง รวมถึงระยะในการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมแก่เกษตรกรและร้านค้า เพื่อกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกต่อสังคม จึงจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถ

ลดปัจจัยเสี่ยงของประชาชนในพื้นที่ในการได้รับสารกำจัดศัตรูพืช รวมถึงผู้บริโภคควรมีวิธีการป้องกัน และลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพ โดยล้างผักให้สะอาดก่อนนำมาบริโภค เพื่อลดหรือกำจัดความเป็นพิษของสารปนเปื้อนหรือสารเคมีที่ตกค้าง เนื่องจากหากได้รับสารเคมีทางการเกษตรที่ตกค้างแม้ในปริมาณน้อยแต่ได้รับเป็นประจำ อาจทำให้เกิดการสะสมในร่างกาย และส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ในอนาคต

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งต่อไปควรตรวจการตกค้างของสารเคมีที่ใช้ทางการเกษตรให้ครอบคลุมทั้งสารเคมีกำจัดศัตรูพืช สารเคมีกำจัดโรคพืช รวมถึงสารเคมีกำจัดแมลงและไร และควรมีการศึกษาปริมาณการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตรในแต่ละชนิด รวมถึงอาจมีการขยายขอบเขตการศึกษาในเชิงพื้นที่ และประเภทของผักชนิดอื่นๆ เช่น ผักปลอดสารพิษ ผักอนามัย และผักเกษตรอินทรีย์ เป็นต้น

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- Brand Inside. (2021, February 18). *Ranking the most popular retail stores*. Retrieved February 17, 2022, from <https://brandinside.asia/top-grocery-in-thailand/> (in Thai)
- Bureau of Information Office of The Permanent Secretary of MOPH. (2019, November 1). *The Government Pharmaceutical Organization cares about health, is far from chemical dangers. Producing of pesticide test kits for the consumer safety*. Retrieved July 27, 2020, from <https://pr.moph.go.th/?url=pr/detail/2/2/133913>. (in Thai)

- Chowdhury, M. A., Jahan, I., Karim, N., Alam, M. K., Abdur Rahman, M., Moniruzzaman, M. et al. (2014). Determination of carbamate and organophosphorus pesticides in vegetable samples and the efficiency of gamma-radiation in their removal. *BioMed Research International*, 2014, 145159. doi:10.1155/2014/145159
- Department of Industrial Works. (2020). *Hazardous Substance List*. Retrieved August 12, 2020, from [http://reg3.diw.go.th/haz/?page\\_id=1231](http://reg3.diw.go.th/haz/?page_id=1231) (in Thai)
- Division of Occupational and Environmental Diseases. (2014). *Health effects of pesticides*. Retrieved July 26, 2020, from <http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/106>. (in Thai)
- Malasee, J., Toson, R., Lamee, S., & BoonKhao, L. (2021). Pesticide residues in local vegetables at Bungwai Subdistrict, Warin Chamrap District, Ubon Ratchathani Province. *Journal of Safety and Health*, 14(2), 208-218. (in Thai)
- Niamthong, N. (2018, April 20). *Group of chemical insecticides*. Retrieved July 26, 2020, from <https://www.scimath.org/article-chemistry/item/7835-2018-01-11-01-33-16> (in Thai)
- Pakkasama, P., Saisin, S., & Suthin, S. (2016). Detection of organophosphate and carbamate pesticides residues in vegetables in Samutprakarn Province. *Huachiew Chalermprakiet Science and Technology Journal*, 5(1), 22-30. (in Thai)
- Parks, S. (2008). *Pesticide residues in hydroponic lettuce*. Retrieved September 16, 2021, from <https://ausveg.com.au/app/data/technical-insights/docs/VG07165.pdf>
- Phitsanulok Provincial Office. (2016, May 20). *Briefing of Phitsanulok Province*. Retrieved February 16, 2022, from <http://www.phitsanulok.go.th/describe55/briefing59.pdf> (in Thai)
- Poophalee, T., Wongwattanasathien, O., Arparsithongsakul, S., & Supuntee, M. (2016). Prevalence of pesticide residues in vegetables from markets and supermarkets in Muang District, Maha Sarakham Province. *Thai Journal of Pharmacy Practice*, 8(2), 399-409. (in Thai)
- Ramadan, M. F. A., Abdel-Hamid, M. M. A., Altorgoman, M. M. F., AlGaramah, H. A., Alawi, M. A., Shati, A. A. et al. (2020). Evaluation of pesticide residues in vegetables from the Asir Region, Saudi Arabia. *Molecules*, 25(1), 205. doi:10.3390/molecules25010205
- Skovgaard, M., Encinas, S. R., Jensen, O.C., Andersen, J. H., Condarco, G., & Jórs, E. (2017). Pesticide residues in commercial lettuce, onion, and potato samples from Bolivia - A threat to public health? *Environmental Health Insights*, 11, 1178630217704194. doi:10.1177/1178630217704194
- Sungngarm, S., Sakrangkul, K., Krongnut, L., Yuvasavet, K., Chanadee, A., & Hnuploy, K. (2020). Contamination of organophosphate and carbamate residues and methods of washing fresh vegetables in the market, Surat Thani Province: A case study of Pho Wai Fresh market. *Journal of Health Science, Thaksin University*, 2(1), 1-8. (in Thai)
- Tesoriero, L. (2008). *Effective management of root diseases in hydroponic lecttuce*. Retrieved September 16, 2021, from [https://ausveg.com.au/app/data/technical-insights/docs/VG04012\\_complete.pdf](https://ausveg.com.au/app/data/technical-insights/docs/VG04012_complete.pdf)

- Thai Health Promotion Foundation. (2017, November 16). *Why do we need to eat at least 400 grams of vegetables and fruits?* Retrieved July 27, 2020, from <http://www.thaihealth.or.th>. (in Thai)
- Thailand Pesticide Alert Network. (2020, December 7). *Thai Pan's 2020 random vegetable test results reinforces that hydroponics vegetables are not safer.* Retrieved September 7, 2021, from <https://thaipan.org/action/2302>. (in Thai)
- Thoophom, K., & Chanaphanpakorn, B. (2015). *Toxic residue and pesticide residue test kit "GT"*. Retrieved July 26, 2020, from [http://www.gtestkit.com/checking\\_gt.pdf](http://www.gtestkit.com/checking_gt.pdf) (in Thai)
- Thoophom, G. (2004). *GT TestKit*. Retrieved September 7, 2021, from [http://www.gtestkit.com/intro\\_quality.htm](http://www.gtestkit.com/intro_quality.htm) (in Thai)