

**การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพืชสมุนไพร กรณีศึกษา:
กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพร บ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก
อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี**

**Pesticide residues in herbs case study: Bandongbang herbal growers group,
Tambon Dongkeerek, Mueang Prachin Buri District,
Prachin Buri Province**

**ณัฐฐา แสงนรินทร์ เหมจินดา^{1*} และ ณัชชนก ประสิทธิ์พันธุ์¹
Nutta Sangnarin Hamjinda^{1*} and Natchanok Prasittipan¹**

บทคัดย่อ

การศึกษการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสมุนไพร กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพร บ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษการปลูกพืชสมุนไพรด้วยวิธีการใช้แบบสออบตามและวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสมุนไพรด้วยชุดตรวจวัด ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพร มีจำนวนทั้งหมด 6 ครัวเรือน ปลูกสมุนไพรรวมทั้งสิ้น 16 ชนิด รูปแบบการปลูกสมุนไพรของเกษตรกรทุกครัวเรือนเป็นการเกษตรแบบผสมผสาน เกษตรกรทุกครัวเรือนมีประสบการณ์การปลูกสมุนไพรมากกว่า 20 ปี โดยทำการเพาะปลูกเองเพื่อเป็นรายได้หลัก กระบวนการปลูกสมุนไพรไม่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี และมีการใช้น้ำบาดาลสำหรับการชลประทาน สมุนไพรที่ปลูกมากที่สุด คือ หนุ่ยป่ากิ้ง ร่องลงมาคือ มะระขี้นก และเสลดพังพอน ตามลำดับ ผลผลิตสมุนไพรส่วนใหญ่ถูกจำหน่ายให้แก่มูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศรในรูปแบบผลผลิตแห้ง ผลการตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากตัวอย่างสมุนไพร 16 ชนิด จำนวน 33 ตัวอย่าง วิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตด้วยชุดตรวจ GT-test kit พบการตกค้างอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัย 1 ตัวอย่าง คือ โคลาน และพบการตกค้างแต่อยู่ในระดับที่ปลอดภัย จำนวน 3 ตัวอย่าง คือ พื้ทะลายโจร และชะพลู เมื่อวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ด้วยชุดตรวจ GPO-TM/2 kit ไม่พบการตกค้างในทุกตัวอย่าง พืชสมุนไพรบางชนิดมีลักษณะสมบัติให้สารออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท ดังนั้นการใช้ชุดทดสอบสามารถตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสมุนไพรเบื้องต้นได้เท่านั้น ซึ่งการตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชควรใช้เครื่องมือตรวจวัดในเชิงคุณภาพและปริมาณ นอกจากนี้ควรมีการสำรวจการตกค้างในสิ่งแวดล้อมทั้งในพื้นที่เพาะปลูกและบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง

คำสำคัญ: พืชสมุนไพร ออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต ออร์กาโนคลอรีน ไพรีทรอยด์

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

¹ Faculty of Science and Technology, Thammasat University

^{*} Corresponding author. E-mail: nutta_sh@tu.ac.th

Abstract

Pesticide residues in herbs were studied: a case study of Bandongbang Herbal Growers Group, Tambon Dongkeerek, Mueang Prachin Buri District, Prachin Buri Province. This study was conducted using questionnaire and analyzing the residues of herb pesticides by test kits. The results revealed that there was a total of 6 herbal plant growers and 16 species of herbs were planted. Every household has more than 20 years of experience in growing herbs by cultivating their own crops as their main source of income. The herb-growing process did not use chemical pesticides and chemical fertilizers. Ground water was used for irrigation. The most commonly planted herbs were Beijing grass, followed by Thai bitter cucumber and snake plant, respectively. Most of the herbal products were sold to the Chaophraya Abhaibhubejhr Hospital Foundation in the form of dried products. Pesticide residue detection results from 33 samples of 16 types of herbs were analyzed for residues of organophosphate and carbamate pesticides using the GT-Test Kit. Residues at an unsafe level of 1 sample, namely *Cocculus*, and remaining at a safe level in 3 samples, namely *Andrographis* herb and *Piper sarmentosum*. Whereas analyzing the residues of organochlorine and pyrethroid pesticides with the GPO-TM/2 Kit, no residues were found in all samples. Some medicinal plants are characterized by the properties of the psychotropic plant. Therefore, the use of the test kit can only preliminarily detect the residues of herbal pesticides. The detection of pesticide residues should use qualitative and quantitative measuring instruments. In addition, the residues in the environment should be surveyed both on the farmland and nearby areas.

Keywords: herbs, organophosphate, carbamate, organochlorine, pyrethroid

บทนำ

ประเทศไทยมีสมุนไพรไทยที่มีบทบาทสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนมาช้านาน สมุนไพรถือเป็นหัวใจสำคัญของการแพทย์แผนไทยเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตยาแผนไทยเพื่อใช้ในการส่งเสริม ป้องกัน รักษาและฟื้นฟูสุขภาพบุคคลด้วยการแพทย์แผนไทย ทั้งยังใช้บริโภคเป็นอาหารเพื่อการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันการเกิดโรคภัยไข้เจ็บเบื้องต้นได้ (Khawsaard, & Leamjareesakul, 2014) จากมูลค่าผลิตภัณฑ์สมุนไพรมวลรวมของประเทศไทยมีแนวโน้มที่ดีขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2565 ตลาดสมุนไพรของประเทศไทยมีมูลค่า 52,104.30 ล้านบาท โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2564 ที่ถึงร้อยละ 8.30

(Department of Thai Traditional and Alternative Medicine, 2023) จากสถานการณ์โควิด-19 ที่มีการแพร่ระบาดอย่างมากไปทั่วโลก และกำลังระบาดอย่างมากในประเทศไทยในขณะนี้ ตัวเลขของผู้ติดเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผู้ป่วยเลือกใช้ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรรักษาอาการมากขึ้น เพื่อช่วยในการยับยั้งการแพร่เชื้อโควิด-19 ดังนั้นจากสถานการณ์โควิด-19 ทำให้สมุนไพรถูกให้ความสำคัญมากยิ่งขึ้น เกิดการพัฒนาศักยภาพสมุนไพรในการรักษาและป้องกันโรค เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการรองรับการแพร่ระบาดของโรคอุบัติใหม่ โรคอุบัติซ้ำที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต ทำให้กลายเป็นโอกาสของสมุนไพรไทยหลาย ๆ ตัว อาทิเช่น ฟ้าทะลายโจร

กระชายขาว เนื่องจากมีผลการวิจัยว่ามีฤทธิ์ต้านโคโรนาไวรัส ซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำให้เกิดโรคโควิด-19 ได้ โดยเฉพาะฟ้าทะลายโจร เป็นหนึ่งในบัญชียาหลักแห่งชาติด้านสมุนไพรรักษาโรคโควิด-19 รวมถึงแนวโน้มการรักษสุขภาพของคนรุ่นใหม่ที่นิยมใช้สมุนไพร ประกอบกับนโยบายส่งเสริมการใช้สมุนไพรของรัฐบาล เช่น ส่งเสริมให้โรงพยาบาล สถานพยาบาล ใช้สมุนไพรทดแทนการนำเข้ายาแผนปัจจุบัน เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ากระแสดความต้องการสมุนไพรในตลาดโลกเพิ่มขึ้นสูงมาก เพราะสมุนไพรช่วยทั้งการรักษาโรค ป้องกันโรคและส่งเสริมสุขภาพ ประเทศไทยมีสมุนไพรชุมชนรู้จักสรรพคุณและนำมาใช้ประโยชน์มีประมาณ 1,800 ชนิด และมี 300 ชนิด ที่เป็นวัตถุดิบสมุนไพรที่หมุนเวียนในท้องตลาด (Department of Thai Traditional and Alternative Medicine, 2016) หากต้องการแข่งขันในตลาดระดับโลกจะต้องเร่งพัฒนานวัตกรรมทั้งการปลูกสมุนไพรให้ได้คุณภาพสม่ำเสมอ ปลอดภัยสารพิษ ไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และต้องมีกระบวนการผลิตที่ได้คุณภาพเป็นที่ยอมรับ ซึ่งมีการวิจัยเพื่อยืนยันว่าเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่มีคุณภาพจะสร้างรายได้ให้แก่ประเทศอย่างมหาศาล (Wongyai, 2019) อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพ การรักษาความปลอดภัยให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในคุณภาพที่ของวัตถุดิบสมุนไพร ต้องมีการควบคุมคุณภาพและมาตรฐานสมุนไพร ทั้งด้านคุณลักษณะจำเพาะทางกายภาพของสมุนไพรและสิ่งแปลกปลอม ซึ่งสมุนไพรไม่ควรมีสารพิษตกค้าง หรืออาจมีได้แต่ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ เพราะหากใช้สมุนไพรที่ปนเปื้อนเป็นเวลานานอาจเกิดการสะสมของสารพิษ

ในร่างกายได้ งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสมุนไพร พืชสมุนไพรมากกว่า 350 ชนิดในทวีปยุโรปมีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะคาร์เบนดาซิม คลอไพริฟอส และแอนทราควิโนน (Klier et al., 2019) เช่นเดียวกับในประเทศจีนพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 12 ชนิด ในพืชสมุนไพร 12 ตัวอย่าง (Zhang et al., 2017)

จังหวัดปราจีนบุรีเป็นพื้นที่ที่ถูกคัดเลือกให้เป็น 1 ใน 4 เมืองแห่งสมุนไพร (herbal city) โดยกระทรวงสาธารณสุข เป็นเมืองนำร่องการพัฒนาด้านสมุนไพร มีการส่งเสริมการปลูกพืชสมุนไพรให้แก่ประชาชน รวมทั้งมีการจำหน่ายให้แก่โรงพยาบาล เจ้าพระยาอภัยภูเบศรในการผลิตสมุนไพรแปรรูป ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาการปลูกพืชสมุนไพรของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพร บ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี และทำการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในพืชสมุนไพร จำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต กลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และกลุ่มไพรีทรอยด์ ซึ่งตามข้อกำหนดของการควบคุมปริมาณสารปนเปื้อนและสารตกค้างในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย และองค์การอนามัยโลก (WHO, 2007; Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 2009) โดยใช้ชุดตรวจวิเคราะห์ GT-test kit และ GPO-TM/2 kit ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ต้นทุนต่ำ มีความไว ความจำเพาะ และความถูกต้องสูง (Department of Medical Sciences, 2016) มีการใช้อย่างแพร่หลาย (Chaigarun, Somboon, & Wanchana, 2013;

Tantiamomkul, & Mataradchakul, 2019; Vuthijumnonk, & Roongruangsri, 2019) สามารถนำผลการศึกษาวิจัยไปเป็นข้อมูลให้ผู้บริโภคมั่นใจถึงความปลอดภัยจากการบริโภคสมุนไพร ซึ่งเป็นผลสำคัญต่อเกษตรกรที่จะดำเนินการปลูกพืชสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพสร้างความเชื่อมั่นต่อผู้บริโภค เพื่อบริการเติบโตของตลาดพืชสมุนไพร ทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งทำให้ขีดความสามารถในการส่งออกหรือขีดความสามารถในการแข่งขันของสมุนไพรไทยเพิ่มสูงขึ้น

วิธีการศึกษา

1. สํารวจการปลูกพืชสมุนไพรของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพร

ใช้วิธีการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล หลังจากที่ได้เข้าไปสร้างความสัมพันธ์กับชาวบ้าน จนได้รับความไว้วางใจเสมือนเป็นคนในพื้นที่

1.1 ประชากร

กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพรของวิสาหกิจชุมชนสมุนไพรอินทรีย์บ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตวัตถุดิบสมุนไพรกลุ่มแรกที่เข้าร่วมโครงการสมุนไพรเกษตรอินทรีย์กับมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร มีจำนวนทั้งหมด 6 ครัวเรือน

1.2 เครื่องมือที่ใช้ศึกษา

เก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามปลายปิด (close-ended questionnaire) โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม และข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกพืชสมุนไพรของเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพร

1.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพืชสมุนไพรชนิดศึกษา กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพรบ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี ผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) จากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพรบ้านดงบัง จำนวนทั้งหมด 6 ครัวเรือน เมื่อรวบรวมแบบสอบถามได้ทั้งหมดแล้ว จึงได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของแบบสอบถาม เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) โดยการแจกแจงความถี่เป็นจำนวนและค่าร้อยละ

2. การวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในพืชสมุนไพร

2.1 ตัวอย่างสมุนไพร การเตรียมตัวอย่างและการเก็บรักษา

เก็บตัวอย่างพืชสมุนไพรทุกชนิดจากแต่ละครัวเรือน โดยสามารถจำแนกเป็นชนิดสมุนไพรจำนวน 16 ชนิด รวม 33 ตัวอย่างจากสวนของเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพรทั้ง 6 ครัวเรือน ได้แก่ ฟักทะลายโจร หญ้าปักกิ่ง เสดดพังพอน ทองพันชั่ง มะระขี้นก หญ้าหนวดแมว เพชรสังฆาต รางจืด ว่านสาวหลง ผักรั้วขี้เหล็ก หนุมานประสานกาย ว่านงาช้าง ชะพลู โศคนานา หญ้ารีแพร์ และอชิตทวาร จากนั้นการเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์ทำในห้องปฏิบัติการเตรียมตัวอย่างโดยการเอาดินออกโดยการใช้น้ำเย็นไหลผ่าน หากจำเป็นอาจใช้แปรงขนนุ่มขัดเศษดินออกเบา ๆ แล้วซับให้แห้ง หลังจากนั้นหั่นตัวอย่างพืช

สมุนไพรให้ละเอียดด้วยมีด สุ่มตัวอย่างโดยวิธีการแบ่งสี่ (quartering method) ปริมาณ 50 กรัมต่อตัวอย่าง เก็บตัวอย่างที่เตรียมได้ในช่องแช่แข็ง -20 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งเขียนรหัสตัวอย่าง รอการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

2.2 การตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต

การตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในสมุนไพรทดสอบด้วยชุดตรวจวิเคราะห์ GT-test kit โดยใช้หลักการทำงานของ cholinesterase inhibition technique ตรวจวัดระดับความเป็นพิษของสารเคมีตกค้างโดยรวมทุกชนิดที่มีอยู่ในตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standard, 2020) ชุดทดสอบนี้มีความไว (sensitivity) ร้อยละ 92.3 ความจำเพาะ (specificity) ร้อยละ 85.1 ความถูกต้อง (accuracy) ร้อยละ 87.1 (Department of Medical Sciences, 2016) โดยขั้นตอนในการทดสอบมีดังนี้ นำตัวอย่างสมุนไพรที่เตรียมไว้ใส่ลงในหลอดตัวอย่าง ปริมาณ 0.50 กรัม เติมน้ำยาสกัด solvent-1 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ลงไปเขย่าเบาๆ 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ดูดส่วนใสของสารสกัดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำ solvent-2 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ระบาย solvent-1 ในอ่างน้ำอุ่น อุณหภูมิ 37-38 องศาเซลเซียส นำสารละลายเปลี่ยนใส่หลอดทดลองใหม่ ตัวอย่างละ 0.25 มิลลิลิตร เติมน้ำ GT-1 ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตร ในหลอดตัวอย่าง หลอดควบคุม และหลอดตัดสีในอ่างน้ำอุ่น ทิ้งไว้ 5 นาที เติมน้ำยา GT-2 ปริมาณ 0.25 มิลลิลิตร ยกเว้นหลอดตัดสี 0.375 มิลลิลิตร

จับเวลาตั้งแต่นำหลอดแรกใส่ลงในอ่างน้ำอุ่นเป็นเวลา 8 นาที เติมน้ำยา GT-3 1 มิลลิลิตร ทุกหลอดและเขย่า จากนั้นเติมน้ำยา GT-4 ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตร ทุกหลอดและเขย่า (สารละลายจากใสจะเปลี่ยนเป็นขุ่น) ตามด้วยน้ำยา GT-5 ปริมาณ 0.50 มิลลิลิตร ทุกหลอดและเขย่า การอ่านผลการทดสอบ 1) หลอดตัวอย่างมีสีอ่อนกว่าหรือเท่ากับหลอดควบคุม: ไม่พบสารพิษตกค้าง 2) หลอดตัวอย่างมีสีเข้มกว่าหลอดควบคุม แต่อ่อนกว่าหลอดตัดสี: พบสารพิษตกค้างอยู่ในระดับที่ปลอดภัย 3) หลอดตัวอย่างมีสีเข้มกว่าหรือเท่ากับหลอดตัดสี: พบสารพิษตกค้างอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัย

2.3 การตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์

การตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ในสมุนไพรทดสอบด้วยชุดตรวจวิเคราะห์ GPO-TM/2 kit โดยใช้หลักการแยกสารด้วยวิธี TLC (thin layer chromatography) (Cheewanphisarn, 2014) ชุดทดสอบนี้มีความไว ร้อยละ 83.8 ความจำเพาะ ร้อยละ 100 ความถูกต้อง (accuracy) ร้อยละ 89.5 (Department of Medical Sciences, 2016) โดยขั้นตอนในการทดสอบมีดังนี้ นำตัวอย่างสมุนไพรที่เตรียมไว้ใส่ลงในหลอดตัวอย่าง ปริมาณ 0.50 กรัม เติมน้ำยาสกัด 10 มิลลิลิตร เขย่าแรงๆ 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ดูดส่วนใสของสารสกัดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงในถ้วยโลหะที่เขียนรหัสตัวอย่าง แล้วนำถ้วยโลหะวางในอ่างน้ำอุ่น 48 องศาเซลเซียส เมื่อน้ำยาสกัดใกล้หมด เหลือประมาณ 2-3 หยด จึงใช้หลอดคาปิลลารีดูดสารสกัดตัวอย่าง

ไปหยดบนแผ่น TLC หยดสารมาตรฐานเอ็นโดรลิ ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทดสอบ คีบแผ่น TLC ที่ทำการหยดสารเรียบร้อยแล้ว แผลงในขวดแช่แผ่น TLC เมื่อน้ำยาเคลื่อนที่ถึงขีดที่กำหนด จึงคีบแผ่น TLC มาผึ่งให้แห้ง นำแผ่น TLC ที่แห้งแล้ว มาวางตั้งในกล่องลังกระดาษ แล้วสเปรย์ด้วย GPO-TM-4 เมื่อแผ่น TLC แห้ง จึงนำไปส่องแสงยูวี ในกล่องยูวี ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร เป็นเวลา 3-5 นาที การอ่านผลการทดสอบ 1) พบจุดสีเทา น้ำตาลเข้มหรือดำ: พบสารเคมีกลุ่มฮอร์โมนโคลอรินและไพรีทรอยด์ ในตัวอย่าง 2) ไม่พบจุดสีเทา น้ำตาลเข้มหรือดำ: ไม่พบสารเคมีกลุ่มฮอร์โมนโคลอรินและไพรีทรอยด์ ในตัวอย่าง

3. ช่วงการเก็บข้อมูลและตัวอย่าง

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 และเก็บตัวอย่างสมุนไพรช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ซึ่งถือเป็นช่วงที่เชื้อโควิด-19 ยังคงแพร่ระบาดในประเทศไทย

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ข้อมูลการปลูกพืชสมุนไพรของกลุ่ม

เกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพร

ผลการศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลของเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพรบ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี (Table 1) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 4 คน (ร้อยละ 66.70) มีอายุระหว่าง 60-79 ปี จำนวน 6 คน (ร้อยละ 100) ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษา จำนวน 4 คน (ร้อยละ 66.70) มีลักษณะการทำการเกษตรเป็นเกษตรแบบผสมผสาน

คิดเป็นร้อยละ 100 มีรายได้ต่อเดือนส่วนใหญ่อยู่ที่ 30,000-40,000 บาท (ร้อยละ 50) และ 20,000-30,000 บาท (ร้อยละ 33.30) มีประสบการณ์การปลูกพืชสมุนไพรมากกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนใหญ่มีพื้นที่การเพาะปลูก 1-5 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 66.70 และแหล่งข้อมูลการปลูกพืชสมุนไพรที่ได้รับมาจากพื้นฐานการทำเกษตรจากบรรพบุรุษ คิดเป็นร้อยละ 50 และจากมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร คิดเป็นร้อยละ 50 การทำการเกษตรเป็นแบบการเพาะปลูกเอง คิดเป็นร้อยละ 100 รูปแบบการปลูกพืชสมุนไพรเพื่อเป็นรายได้หลัก คิดเป็นร้อยละ 100 พืชเศรษฐกิจอื่นนอกเหนือจากพืชสมุนไพรที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นผักสวนครัว คิดเป็นร้อยละ 46.20 รองลงมาคือผลไม้ คิดเป็นร้อยละ 38.50 รูปแบบพืชสมุนไพรที่จำหน่ายส่วนใหญ่เป็นแบบผลิตผลแห้ง คิดเป็นร้อยละ 85.70 และแหล่งจำหน่ายพืชสมุนไพรคือโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร คิดเป็นร้อยละ 85.70 นอกจากนั้นจำหน่ายให้แก่ผู้ที่ต้องการนำไปรับประทานเป็นยา เกษตรกรร้อยละ 100 ไม่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชสำหรับพืชที่ปลูกทุกชนิด ปุ๋ยที่ใช้ในการบำรุงพืชสมุนไพรคือ ปุ๋ยมูลไก่ คิดเป็นร้อยละ 100 และแหล่งน้ำที่ใช้สำหรับการทำเกษตรกรรมคือน้ำบาดาลในทุกครัวเรือน

พืชสมุนไพรของเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพรบ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอมืองปราจีนบุรี พบสมุนไพร จำนวน 16 ชนิด ปลูกส่วนใหญ่เป็นหญ้าปักกิ่ง 5 ครัวเรือน (ร้อยละ 15.20) รองลงมาคือ เสดดพังพอน มะระขี้นก หญ้าหนวดแมว 3 ครัวเรือน (ร้อยละ 9.10) และฟ้าทะลายโจร ทองพันชั่ง เพชรสังฆาต รางจืด ว่านสาวหลง ชะพลู อดิศีทวาร 2

ครัวเรือน (ร้อยละ 6.10) ส่วนสมุนไพรชนิดอื่น ๆ พบว่าการปลูก 1 ครัวเรือน ระยะเวลาปลูกและราคาผลผลิตสมุนไพรที่จำหน่ายให้กับมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร เพื่อนำไปแปรรูปต่อไป โดยสมุนไพรที่มีระยะเวลาปลูกสั้นที่สุดไม่เกิน 3 เดือน ได้แก่ ฟักทะลายโจร หญ้าปักกิ่ง หญ้าหนวดแมว รังจืด และอัครีทวาร ในขณะที่โคคลานมีระยะเวลา

ปลูกนานถึง 24 เดือน สมุนไพรที่มีราคาผลผลิตสูงที่สุด คือ หนุมานประสานกาย 1,000 บาทต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ หญ้าปักกิ่ง และ มะระขี้นก ราคา 650 และ 580 บาท ตามลำดับ ซึ่งผลของระยะเวลาปลูกที่ยาวนานอาจมีผลต่อการปนเปื้อนสารเคมี และสมุนไพรที่มีราคาสูง อาจเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกษตรกรปลูกสมุนไพรกลุ่มนี้มากขึ้น

Table 1 Information on growing herbal plants of Bandongbang herbal group, Tambon Dongkeerek, Mueang Prachin Buri District, Prachin Buri Province.

information on growing herbal plants of Bandongbang herbal group	no.	%
agriculture type		
integrated agriculture	6	100.00
monoculture	0	0.00
rotating agriculture	0	0.00
farmer's knowledge source		
ancestor	6	50.00
Chaopraya Abhaiphubejhr hospital foundation	6	50.00
department of agriculture extension	0	0.00
Prachin Buri-department of agriculture extension	0	0.00
textbook, media, etc.	0	0.00
herbal plant grower		
own farm	6	100.00
temporary worker	0	0.00
purpose of growing herbs		
main income	6	100.00
extra income	0	0.00
conservation of local medicinal plants	0	0.00
plants that are planted with herb		
vegetables	6	46.20
fruit	5	38.50
ornamental plants	2	15.40

Table 1 Information on growing herbal plants of Bandongbang herbal group, Tambon Dongkeerek, Mueang Prachin Buri District, Prachin Buri Province (continue).

information on growing herbal plants of Bandongbang herbal group	No.	%
product characteristics of medicinal plants		
fresh produce	1	14.30
dry produce	6	85.70
processed products	0	0.00
herb purchase		
Chaopraya Abhaiphubejhr hospital foundation	6	85.70
Etc.	1	14.30
pesticides		
none	6	100.00
apply to all plants	0	0.00
apply to some plants	0	0.00
fertilizer		
chicken manure	6	100.00
cow manure	0	0.00
chemical fertilizer	0	0.00
irrigation water source		
tap water	0	0.00
groundwater	6	100.00
pond	0	0.00
river	0	0.00

2. ผลการวิเคราะห์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพืชสมุนไพร

จาก (Table 2) แสดงผลการทดสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต จำแนกชนิดของสมุนไพรที่เก็บตัวอย่างจากเกษตรกร 6 ครัวเรือน กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่เกษตรกรนิยมใช้ ได้แก่ คลอไพริฟอส พาราไธออน ไดคลอโรนอส ไดคลอวอส และกลุ่มคาร์บาเมต ได้แก่ คาร์บาริล คาร์โบฟูเอน เมโทลคาร์บ (Wang, Jin, Ma,

Lu, & Lin, 2011) จากผลการวิเคราะห์ด้วยชุดตรวจ GT-test kit ไม่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต จำนวน 29 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 87.90 นอกจากนี้พบสารพิษตกค้างอยู่ในระดับที่ปลอดภัย จำนวน 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 9.10) พื้ทะเลายใจ 2 ตัวอย่าง และชะพลู 1 ตัวอย่าง หมายความว่าในตัวอย่างสมุนไพรเหล่านี้มีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช แต่ปริมาณที่ตกค้างมีผลยับยั้งการ

ทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส น้อยกว่าร้อยละ 50 และพบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในระดับที่ไม่ปลอดภัยในตัวอย่างโคคลาน จำนวน 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3) หมายความว่าในตัวอย่างสมุนไพรเหล่านี้มีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยปริมาณที่ตกค้างมีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส มากกว่าร้อยละ 50 ทั้งนี้การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชอาจเกิดจากขั้นตอนการเตรียมดิน ระหว่างการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา (Lenapun, 2014) การเพาะปลูกของเกษตรกรอยู่ใกล้กับแปลงข้างเคียงที่มีการใช้สารเคมี หรืออาจตกค้างในดินที่มีอยู่เดิม (Chaigarun, Somboon, & Wanchana, 2013) นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าโคคลานมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง กระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจ และกระตุ้นสมอง (Wongprasert, 2006) ซึ่งกลไกการเกิดพิษ อาจแสดงคล้ายคลึงกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต กล่าวคือเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ซึ่งชุดตรวจ GT-test kit ใช้หลักการนี้ในการวิเคราะห์สารตกค้างในตัวอย่าง ซึ่งเมื่อประกอบกับผลที่ได้จากแบบสอบถาม พบว่า เกษตรกรไม่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช อาจเป็นไปได้ว่าโคคลานไม่มีสารตกค้าง อย่างไรก็ตาม หากต้องการใช้โคคลานในการรักษาโรค ต้องใช้ในปริมาณไม่มากนัก หรือต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางก่อนการใช้นั้น นอกจากนี้การตรวจพบการตกค้างของสารเคมีในฟ้าทะลายโจรแต่อยู่ในระดับที่ปลอดภัย อาจเกิดจาก

ปริมาณของสารสกัดที่ได้ เนื่องจากมีรายงานการศึกษาสารสกัดในขนาดที่สูงอาจมีผลให้เกิดพิษ ผลการวิจัยพบความเป็นพิษเฉียบพลันของฟ้าทะลายโจรในหนู ซึ่งมีค่า LD_{50} เท่ากับ 40 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว (Hu et al., 2017; Worasuttayangkurna et al., 2019) และเมื่อพิจารณาจากการทำงานของชุดตรวจ GT-test kit ใช้หลักการตรวจหาสารพิษด้วยวิธี acetyl cholinesterase inhibition และลักษณะสมบัติของพืชสมุนไพรที่มีการออกฤทธิ์แตกต่างกัน บางชนิดสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส เช่น บัวบก ใบต้อก้าน โศศฎามังสี บัวหลวง ดอกจันทร์ และฟ้าทะลายโจร มีค่าการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ร้อยละ 50 หรือ IC_{50} ในช่วงความเข้มข้น 0.11-0.22 มิลลิกรัมของสารที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรต่อมิลลิลิตรของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (ความเข้มข้น 0.22 ยูนิต์ต่อมิลลิลิตร) (Mukherjee, Kumar, & Houghton, 2007) และจากกรณีการศึกษาการตกค้างของสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักพื้นบ้านและอาหารท้องถิ่นภาคอีสาน 7 ชนิด รวม 700 ตัวอย่าง ด้วยชุดตรวจ GT-test kit พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชร้อยละ 57-90 จากนั้นมีการตรวจคาร์โบฟูเร็นเชิงปริมาณเพื่อยืนยันการตกค้างในตัวอย่าง พบว่ามีค่าระหว่าง 0.004-0.103 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Chaigarun, Somboon, & Wanchana, 2013) ซึ่งให้เห็นว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีโอกาสตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรสูง และชุดตรวจ GT-test kit สามารถวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้แม้มีปริมาณการตกค้างที่ต่ำมาก

Table 2 Residue analysis of organophosphate and carbamate pesticides.

herb	no. of sample	none residue		residue at a safety level		residue at an unsafe level	
		No.	%	No.	%	No.	%
Andrographis herb	2	0	0.00	2	100.00	0	0.00
Beijing grass herb	5	5	100.00	0	0.00	0	0.00
Snake plant	3	3	100.00	0	0.00	0	0.00
White crane flower	2	2	100.00	0	0.00	0	0.00
Thai bitter cucumber	3	3	100.00	0	0.00	0	0.00
Java tea	3	3	100.00	0	0.00	0	0.00
Cissus bifida Schumach. & Thonn	2	2	100.00	0	0.00	0	0.00
Laurel clockvine	2	2	100.00	0	0.00	0	0.00
Wurfbainia biflora	2	2	100.00	0	0.00	0	0.00
Psidium guajava	1	1	100.00	0	0.00	0	0.00
Edible-stemed Vine	1	1	100.00	0	0.00	0	0.00
Elepbant's Toothpick	1	1	100.00	0	0.00	0	0.00
Piper sarmentosum	2	1	50.00	1	50.00	0	0.00
Cocculus	1	0	0.00	0	0.00	1	100.00
Barbed grass	1	1	100.00	0	0.00	0	0.00
Blue Fountain Bush	2	2	100.00	0	0.00	0	0.00
total	33	29	88.00	3	9.00	1	3.00

Table 3 Residue analysis of organochlorine and pyrethroid pesticides.

herb	no. of sample	none residue		residue	
		no.	%	no.	%
Andrographis herb	2	2	100.00	0	0.00
Beijing grass herb	5	5	100.00	0	0.00
Snake plant	3	3	100.00	0	0.00
White crane flower	2	2	100.00	0	0.00
Thai bitter cucumber	3	3	100.00	0	0.00
Java tea	3	3	100.00	0	0.00
Cissus bifida Schumach. & Thonn	2	2	100.00	0	0.00
Laurel clockvine	2	2	100.00	0	0.00

Table 3 Residue analysis of organochlorine and pyrethroid pesticides (continue).

herb	no. of sample	none residue		residue	
		no.	%	no.	%
Wurfbainia biflora	2	2	100.00	0	0.00
Psidium guajava	1	1	100.00	0	0.00
Edible-stemed Vine	1	1	100.00	0	0.00
Elephant's toothpick	1	1	100.00	0	0.00
Piper sarmentosum	2	2	100.00	0	0.00
Cocculus	1	1	100.00	0	0.00
Barbed grass	1	1	100.00	0	0.00
Blue fountain bush	2	2	100.00	0	0.00
total	33	33	100.00	0	0.00

ดังนั้นจากผลการวิจัยครั้งนี้ควรมีการยืนยันและตรวจสอบสารเคมีเชิงคุณภาพและปริมาณด้วยวิธีมาตรฐานเพิ่มเติม ถึงแม้ว่าโคคลานและฟ้าทะลายโจรประโยชน์และสรรพคุณมากมาย แต่ควรมีการกำหนดหรือควบคุมปริมาณการบริโภคให้เหมาะสมและปลอดภัย อ่านฉลากหรือเอกสารกำกับยาสมุนไพรเพื่อให้ทราบข้อมูลที่ต้องระวังและลดโอกาสการเกิดความเสี่ยง ดัง (Table 3) แสดงผลการทดสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์ธอร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ จำแนกชนิดของสมุนไพรที่เก็บตัวอย่างจากเกษตรกร 6 ครัวเรือน ไม่พบสารพิษตกค้างในตัวอย่างพืชสมุนไพรทั้ง 16 ชนิด ทั้ง 33 ตัวอย่างหรือคิดเป็นร้อยละ 100 ตัวอย่างของสารเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้กลุ่มออร์ธอร์กาโนคลอรีน ได้แก่ ไดโคโฟล-คลอโรทาโลนิล แคปแทน คิวโนโทซีน กลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ ไซฮาโลทริน ไซฟลูธริน เตตระเมทริน เป็นต้น (Wang, Jin, Ma, Lu, & Lin, 2011) ผลการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการตรวจสอบสารพิษตกค้างพืชสมุนไพร

กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกร ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ที่ไม่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่ม ในพืชสมุนไพร 20 ชนิด (Srithupthai, 2018) อย่างไรก็ตามผลผลิตพืชสมุนไพรกลุ่มเกษตรกรบ้านดงบังได้รับส่งเสริมการปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์มาตั้งแต่ปี 2541 โดยมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ซึ่งมีการควบคุมมาตรฐานเกษตรอินทรีย์จากสำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.) มีทั้งระบบควบคุมคุณภาพภายนอกและภายในเพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Chaopraya Abhaiphubejhr Hospital Foundation, 2018)

สรุป

กลุ่มเกษตรกรบ้านดงบังในอำเภอมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี ล้วนทำการเกษตรแบบผสมผสาน มีการปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นนอกจากพืชสมุนไพร ทำการเพาะปลูกเองและมีประสบการณ์การปลูกพืชสมุนไพรมากกว่า 20 ปี ทำการปลูกพืชสมุนไพร

เพื่อเป็นรายได้หลัก ส่งให้แก่โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศรในรูปแบบผลิตภัณฑ์หนึ่ง โดยไม่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชสำหรับพืชที่ปลูกทุกชนิด ใช้ปุ๋ยมูลไก่และใช้แหล่งน้ำจากน้ำบาดาลในการทำการเกษตรกรรม พืชสมุนไพรส่วนใหญ่ที่ปลูก คือ หน่ำ ปักกิ่ง รองลงมาคือ มะระขี้นก และเสลดพังพอน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การตกค้างของของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีการตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัย คือ โคคลานจำนวน 1 ตัวอย่างจากตัวอย่างทั้งหมด 33 ตัวอย่าง และไม่พบการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มออร์กาโนออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ในสมุนไพรทั้ง 33 ตัวอย่าง ดังนั้นการใช้ชุดทดสอบสามารถตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเบื้องต้นได้ ซึ่งการตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชควรใช้เครื่องมือตรวจวัดในเชิงคุณภาพและปริมาณ รวมทั้งสำรวจการตกค้างในสิ่งแวดล้อมทั้งในพื้นที่ปลูกและบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิเคราะห์ สำหรับทำงานวิจัยนี้ รวมทั้งกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชสมุนไพร บ้านดงบัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและตัวอย่างพืชสมุนไพร

เอกสารอ้างอิง

Chaigarun, S., Somboon, S., & Wanchana, S. (2013). Insecticide residues in Isan vegetable and local

foods. *KKU Journal for Public Health Research*, 6(3), 122-129. (in Thai)

Chaopraya Abhaiphubejhr Hospital Foundation. (2018). *Foundation "Abhaiphubejhr" bridge of wisdom creating value of Thai medicine*. Retrieved 30 May 2022, from <https://www.abhaishop.com/th/blog/5734/blog-5734>. (in Thai)

Cheewanphisarn, S. (2014). *Insecticide residue detection with test kit for vegetable fruits and Cereals*. Retrieved 23 April 2022, from https://www.chiangmaihealth.go.th/cmpho_web/document/201005160188897021.pptx. (in Thai)

Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. (2009). *Thai herbal pharmacopoeia* (Vol. III). Bangkok: Office of National Buddhism Press.

Department of Medical Sciences. (2016). *Novelty in Thailand for the innovation of insecticide and herbicide test kits*. Nonthaburi: Ministry of Public Health. (in Thai)

Department of Thai Traditional and Alternative Medicine. (2016). *National master plan on the development of Thai herbs No. 1 2017-2021*. Retrieved 18 March 2023, from https://www.opsmoac.go.th/sustainable_agri-knowledge-files-431291791818. (in Thai)

Department of Thai Traditional and Alternative Medicine. (2023). *Report on the achievements of the annual government action plan (2022) of Department of Thai Traditional and Alternative Medicine*. Retrieved 18 March 2023, from <https://www.dtam.moph.go.th/index.php/th/download/9528-dl0141.html>. (in Thai)

Hu, X-Y., Wu, R-H., Logue, M., Blondel, C., Lai, L. Y. W., Stuart, B., Flower, A., Fei, Y-T., Moore, M., Shepherd, J., Liu, J-P., & Lewith, G. (2017). *Andrographis paniculata* (Chuān Xīn Liǎn) for symptomatic relief of acute respiratory tract infections in adults

- and children: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 12(8), e0181780.
- Khawasaard, M., & Leamjareesakul, N. (2014). *Thai herbs, Thai traditional medicine in Thai culture*. Chiang Mai: Thai Universities for Healthy Public Policies. (in Thai)
- Klier, B., Häfner, E., Albert, H., Binder, G., Knödler, M., Kühn, M., Schenk, A., & Steinhoff, B. (2019). Pesticide residues in herbal drugs: evaluation of a database. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 15, 100223.
- Lenapun, S. (2014). Contaminants and residues of herbal drugs: Quality control in Thai pharmacopoeia. *Journal of Thai Traditional & Alternative Medicine*, 12(3), 213-222. (in Thai)
- Mukherjee, P. K., Kumar, V., & Houghton, P. J. (2007). Screening of Indian medicinal plants for acetylcholinesterase inhibitory activity. *Phytotherapy Research*, 21(12), 1142-145.
- National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standard. (2020). *Insecticide residue detection with GT-Test Kit*. Retrieved 5 May 2022, from <https://warning.acfs.go.th/en/documentary/view/?page=67>. (in Thai)
- Srithupthai, K. (2018). Detection of pesticide residues in herbal: A case study of farmers group in Ton Phueng sub-district, Phang Khon district, Sakon Nakhon province. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 46(1), 841-846. (in Thai)
- Tantiamornkul, K., & Mataradchakul, T. (2019). Detecting insecticide contamination and determining prevalence of protozoa in fresh vegetables from fresh markets, Maung Phayao, Phayao Province. *Journal of Public Health* 49(1), 118-129. (in Thai)
- Vuthijumnonk, J., & Roongruangsri, W. S. (2019). Removal of cyfluthrin by fine bubble technology in oranges (*Citrus reticulata* Blanco). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 346(1), 012036.
- Wang, Y., Jin, H-Y., Ma, S-C., Lu, J., & Lin, R-C. (2011). Determination of 195 pesticide residues in Chinese herbs by gas chromatography-mass spectrometry using analyte protectants. *Journal of Chromatography A*, 1218(2), 334-342.
- WHO. (2007). *Guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues*. Geneva: WHO Press.
- Wongprasert, T. (2006). *Psychotropic plants*. Retrieved 30 October 2022, from https://www.dnp.go.th/botany/PDF/publications/Psychotropic_Plants.pdf. (in Thai)
- Wongyai, S. (2019). *Development of Thai herbs to the world market Thailand is ready to participate in the competition or not?* Retrieved 5 May 2022, from <https://www2.rsu.ac.th/sarnrangsit-online-detail/herb01>. (in Thai)
- Worasuttayangkurn, L., Nakareangritb, W., Kwangjaic, J., Sritangosa, P., Pholphana, N., & Watcharasit, P. (2019). Acute oral toxicity evaluation of *Andrographis paniculata*-standardized first true leaf ethanolic extract. *Toxicology Reports*, 6, 426-430.
- Zhang, S., Liu, X., Qin, J., Yang, M., Zhao, H., Wang, Y., Guo, W., Ma, Z., & Kong, W. (2017). Rapid gas chromatography with flame photometric detection of multiple organophosphorus pesticides in *Salvia miltiorrhizae* after ultrasonication assisted one-step extraction. *Journal of Chromatography B*, 1068-1069, 233-238.