



รายงานการวิจัย

การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่าง
ทางการเกษตร ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ
เพื่อรองรับมาตรฐานเกษตรปลอดภัย

**Development of Determination Method of Pesticide Residues in
Agricultural Samples to Accurate and Precise for
Support Agricultural Safety Standards**

เสาวภา ชุมณีและคณะ
สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างทางการเกษตร
ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อรองรับมาตรฐานเกษตรปลอดภัย

**Development of Determination Method of Pesticide Residues in Agricultural
Samples to Accurate and Precise for Support Agricultural Safety Standards**

- โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง
กลุ่มสารเชื้อราในผลผลิตทางการเกษตรด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลว
สมรรถนะสูง
- โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง
ประเภทสารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลว
สมรรถนะสูง
- โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง
กลุ่ม organophosphate ด้วยเทคนิค GC-FPD
- โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารอันตราย และ
สารกันบูด 2 ชนิด (กรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก)

ทุนอุดหนุนงานวิจัย ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.)

ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทสว.)

ภายใต้แผนยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

(ก)

ชื่อโครงการวิจัย	การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างทางการเกษตร ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อรองรับมาตรฐานเกษตรปลอดภัย
ชื่อผู้ทำการวิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา ชุมณี
ผู้ร่วมวิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา ชุมณี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รุจิรา คุ่มทรัพย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิกันต์ ปานปรางค์เจริญ และ อาจารย์ ดร. นันทกรเกียรติ รอดเกตุ
สาขาวิชา	เคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสริมวิจัย 2565

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารคาร์เบนดาซิม และไทอะเบนดาโซลโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงในผลไม้ และพืชผักตามตลาดทั่วไปในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 55 ตัวอย่าง ในการทดลองนี้ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสารทั้ง 2 ชนิด ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกสารทั้ง 2 ชนิดใช้คอลัมน์ YMC-C18 (4.6×250 mm, $5 \mu\text{m}$) ใช้เฟสเคลื่อนที่น้ำต่อเมทานอล ที่อัตราส่วน 50:50 อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส ตรวจวัดด้วยฟลูออเรสเซนซ์ ที่สภาวะการกระตุ้น 285 นาโนเมตร และการคายแสง 315 นาโนเมตร ผลของการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์นี้พบว่า สามารถแยกสารคาร์เบนดาซิม และสารไทอะเบนดาโซลภายในเวลา 15 นาที ช่วงความเป็นเส้นตรงของสารคาร์เบนดาซิม และไทอะเบนดาโซลคือ 0.025-2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (r^2) ของคาร์เบนดาซิมเท่ากับ 0.9998 และไทอะเบนดาโซลเท่ากับ 0.9997 ตามลำดับ โขล ค่าคำนวณผลของร้อยละการทั้ง LOD และ LOQ นี้ 89.40 ถึง 102.64% ความแม่นยำของวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้มีค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 95.72 ถึง 101.45% และและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 2 ถึง 4.63% จากวิธีดังกล่าวนี้ได้ทำการวิเคราะห์สารพิษทั้ง 2 ชนิด พบว่า 53 ตัวอย่างไม่พบสารคาร์เบนดาซิม และไทอะเบนดาโซล จะมีเพียงตัวอย่าง 2 ชนิดที่พบสารแค่ชนิดเดียวคือ คาร์เบนดาซิม ซึ่งปริมาณที่ตรวจพบไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 Aldicarb, carbaryl, carbofuran, methomyl และ oxamyl เป็นสารกลุ่มคาร์บาเมต ซึ่งกลุ่มสารคาร์บาเมตที่กล่าวมาทั้ง 5 ชนิดนี้เป็นกลุ่มสารพิษตกค้างที่อันตรายในผักและผลไม้ หากมีมากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์สำหรับตรวจหาปริมาณสารกลุ่มคาร์บาเมตทั้ง 5 ชนิดนี้ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงในผลไม้ และพืชผักที่จำหน่ายตามตลาดทั่วไปในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน

55 ตัวอย่าง ในสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกนี้ใช้คอลัมน์ YMC-Triart C18 (4.6×250 mm, 5 μ m) ใช้เฟสเคลื่อนที่ระบบเกรเดียน อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่คือ 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส ตรวจวัดด้วยไดโอดอาร์เรย์โดยที่สาร aldicarb, carbaryl และ carbofuran 220 นาโนเมตร methomyl และ oxamyl 234 นาโนเมตร ตามลำดับ ผลของวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถแยกสารทั้ง 5 ชนิด มีช่วงความเป็นเส้นตรงของแต่ละสารดังนี้ aldicarb (0.03-2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม), carbaryl (0.001-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม), carbofuran (0.001 2.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม), methomyl (0.015-1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และ oxamyl (0.025-2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ LOD และ LOQ ของสารทั้ง 5 ชนิดมีอยู่ในช่วง 87.69% ถึง 105% และ%RSD ของสารทั้ง 5 ชนิด ไม่เกิน 10% จากวิธีดังกล่าวได้ทำการวิเคราะห์สารพิษตกค้างทั้ง 5 ชนิด พบว่าส้มโอแดง และกระชายมีปริมาณ carbofuran เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สำหรับการคัดกรองสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (OP) จำนวน 20 ชนิดในพืชผักและผลไม้ ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ตัวตรวจวัดแบบ flame photometer (GC-FPD) การสกัดและทำความสะอาดตัวอย่างด้วยวิธี QuEChERS แบบ EN method ผลการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์พบว่ากราฟมาตรฐานและช่วงของการวัดของสารทุกชนิดมีความเป็นเส้นตรง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (coefficient of determination, r^2) > 0.995 ได้ทดสอบความแม่นยำ และความเที่ยงของวิธีโดยใช้สารกลุ่ม OP 20 ชนิดใน sample blank ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ทำ 10 ซ้ำ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับคือ % recovery ในช่วง 70-120 และมีค่า HORRAT < 2 ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์นี้ในงานประจำสำหรับห้องปฏิบัติการงานศูนย์วิทยาศาสตร์ ในตัวอย่างผักและผลไม้จำนวน 55 ตัวอย่าง พบว่ามีตัวอย่าง แคนตาลูป ผักกาดขาว ต้นหอม แรดิช หัวไชเท้า และกวางตุ้งดอก พบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตบางชนิด บางชนิดเป็นสารต้องห้ามมีในผักเช่น methamidophos, mavinphos และ omethoate

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 สารอันตราย เป็นสารให้ความหวาน ส่วนกรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก เป็นสารกันบูดที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในอาหารและเครื่องดื่มที่เป็นกรด หากมีมากจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ จึงต้องมีการจำกัดความเข้มข้นที่สามารถใช้ในอาหารและเครื่องดื่มได้ ด้วยเหตุนี้ จึงทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารอันตรายและกันบูดที่มีความสำคัญต่อผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารอันตรายและสารกันบูด โดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงในผลไม้ดอง ผลไม้แช่อิ่ม และน้ำผลไม้ที่มีจำหน่ายตามร้านค้าทั่วไปในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 42 ตัวอย่าง สกัดตัวอย่างโดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล ในคลื่นความถี่สูงเป็นเวลา 20 นาที สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก และแซ็กคาริน โดยใช้คอลัมน์ Inertsil ODS-3 (4.6×250 mm, 5 μ m) และฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ ค่าพีเอช 6.7 กับ

(ก)

อะซิโตนไตรท์ เป็นเฟสเคลื่อนที่มีอัตราการไหล 1.1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ที่ 30 องศาเซลเซียส ตรวจวัดด้วยโฟโตไดโอดอาร์เรย์ ที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร ผลการทดลองสามารถแยกสารทั้งสามชนิดได้ด้วยระบบเกรเดียนภายในเวลา 13 นาที กราฟมาตรฐานของกรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก และแซ็กคาริน มีช่วงความเป็นเส้นตรง 0.5-200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ($r^2 = 0.9998$), 0.5-200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ($r^2 = 0.9998$) และ 0.5-50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ($r^2 = 0.9996$) ตามลำดับ ค่า LOD และ LOQ ของกรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก และแซ็กคาริน มีค่าเท่ากับ 14.96, 8.75 และ 8.98 และ 45.34 26.38 และ 27.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ การทดสอบความถูกต้องได้จากการกลับคืนของสารที่ทราบปริมาณอยู่ในช่วง 86.58 ถึง 101.46 % และความแม่นยำจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ในช่วง 0.39 ถึง 1.36% จากวิธีดังกล่าวได้ทำการวิเคราะห์หากรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก และแซ็กคารินในตัวอย่าง พบว่า ไม่มีวัตถุเจือปนอาหารตัวใดเกินมาตรฐานที่กำหนด จากวิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ พบว่าเป็นวิธีที่เร็ว ง่าย มีความถูกต้องแม่นยำ และความจำเพาะเจาะจง สามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก และแซ็กคาริน ในตัวอย่างอาหารและเครื่องดื่มได้

คำสำคัญ : โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง, แก๊สโครมาโทกราฟี-เฟลม โฟโตมิเตอร์ (GC-FPD), คาร์เบนดาซิม, ไทอะเบนดาโซล, คาร์บาเมต, ออร์กาโนฟอสเฟต, สารพิษอันตราย, กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก, สารพิษอันตราย

Research Title	Development of Determination Method of Pesticide Residues in Agricultural Samples to Accurate and Precise for Support Agricultural Safety Standards
Researcher	Saowapa Chumanee
Co-Researcher	Ruchira Khoomsab, Sasikarn Panpraneecharoen and Nantharak Rodkate
Major	Chemistry
	Phetchabun Rajabhat University Year 2022

Abstract

Sub Project 1: This research developed analytical methods and validated the quantitative analysis of carbendazim and thiabendazole using high-performance liquid chromatography technique in fruits and vegetables at the market in Phetchabun Province, 55 samples. In this experiment, the optimum conditions for the two substances were studied the optimum conditions for the separation of the two substances were obtained using the YMC-C18 column (4.6×250 mm, $5 \mu\text{m}$) using the water/methanol mobile phase (50:50%v/v), flow rate is 1 ml/min column temperature 40°C , detected with fluorescent at excitation of 285 nm and an emission of 315 nm. . The results of method validation were found can separate carbendazim and, thiabendazole within 15 min and thiabendazole is 0.025-2.5 mg/kg. Coefficient of determination (r^2) of carbendazim was 0.9998 and thiabendazole was 0.9997, respectively. Recovery of LOD and LOQ was calculated from 89.40 to 102.64%. The accuracy of this developed method ranged from 95.72 to 101.45%, and the relative standard deviations in the range of 2 to 4.63%. Based on this method, both toxic substances were analyzed and found that 53 samples did not contain carbendazim. and thiabendazole Only two samples were found to contain only one substance, carbendazim, for which the amount detected did not exceed the norm.

Sub Project 2: Aldicarb, carbaryl, carbofuran, methomyl and oxamyl are carbamates. The group of 5 mentioned carbamate is a group of harmful pesticide residues in fruits and vegetables. If there is too much, it will affect the health of consumers. Therefore, in this research, an analytical method was developed for the determination of the content of these 5 carbamates by high-performance liquid chromatography 55 samples of fruit and vegetables in the market at Phetchabun Province. In ideal conditions for this separation, column YMC-Triart C18 (4.6×250 mm, $5 \mu\text{m}$) was used. water to methanol was mobile phase flow rate of mobile phase is 1 ml/min. Column

temperatures of 40 °C were measured with a diode array where aldicarb, carbaryl and carbofuran were 220 nm, methomyl and oxamyl 234 nm, respectively. gradient The linear ranges for each substance were aldicarb (0.03-2.5 mg/kg), carbaryl (0.001-0.5 mg/kg), carbofuran (0.001 2.50 mg/kg), methomyl (0.015-1.0 mg/kg), and oxamyl. (0.025-2.00 mg/kg), respectively, the LOD and LOQ of the five substances ranged from 87.69% to 105% and the %RSD 5 substances not more than 10%. Found that red grapefruit and kaempferia contains carbofuran that exceeds the specified standards.

Sub Project 3: The objective of this research was to develop method and validation for the screening of 20 organophosphate (OP) pesticides in fruit and vegetable by gas chromatography-flame photometric detector (GC-FPD). Sample was extracted and clean-up by QuEChERS, EN method. The result of method validation found that the calibration curve and working range were linearity, coefficient of determination ($r^2 > 0.995$). The accuracy and precision test of 20 pesticides in sample blank at different fortification level (n=10) showed acceptable recoveries (70-120%) and repeatability (HORRAT < 2). This method of analysis has been used in routine work for science center laboratories, for the 55 fruit and vegetable samples, cantaloupe, chinese cabbage, spring onion, radish, white radish and cantonese were found some organophosphates which are prohibited substances in vegetables such as methamidophos, mavinphos and omethoate

Sub Project 4: Saccharin is a substance that used to be sweetener, benzoic and sorbic acids, are widely used as preservatives in acidic foods and beverages. The health effects have led to limitation on the concentrations that can be used in food and beverages. Because of that, the analytical determination of saccharin and preservatives is important for consumer interest and protection. In this purpose, develop and validate the analytical methods for the determination of saccharin and two preservatives by high performance liquid chromatography in pickled fruits, compote and fruit juices that are available at general stores in Phetchabun of 42 samples. Sample preparation involved the extraction with ethanol in ultrasonic cleaner for 20 min. Separation and determination of investigated benzoic acid, sorbic acids and saccharin are performed using Inertsil ODS-3 column (4.6×250 mm, 5 µm) analytical column. The 20 mM phosphase buffer (pH6.7) and acetonitrile is used as mobile phase, with flow rate of 1.1 mL/min constant column temperature of 30 °C and detection was performed at 230 nm using a diode-array detector (DAD). Successful separation conditions are obtained using a gradian elution within 13 min. The calibration curve for benzoic acid, sorbic acid and saccharin were found to be linear in the concentration range of 0.5-200 mg/mL (r^2 0.9998), 0.5-200 mg/mL (r^2 0.9998) and 0.5-50 mg/mL (r^2 0.9996), respectively. The values

of LOD and LOQ were 14.96, 8.75 and 8.98 mg/L and 45.34, 26.38 and 27.21 mg/L for benzoic acid, sorbic acid and saccharin respectively. The accuracy determined by spike recovery measurement was 86.58-101.46% and intermediate precision were demonstrated by the relative standard deviation of 0.39 – 1.36%. The methods were then applied for the quantitative analyses of benzoic acid, sorbic acid and saccharin in samples, it was found that none of the food additives exceeded the required standard. This developed method found to be fast, simple, accurate, precise and specific method. It can be used as a standard method for the determination of benzoic acid and sorbic acid and saccharin in food and beverage samples.

Keywords: High performance liquid chromatography, chromatography-flame photometric detector (GC-FPD), carbendazim, thiabendazole, carbamate, organophosphate residue, saccharin, benzoic acid, sorbic acid, dangerous toxins

(ช)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานแผนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความร่วมมือช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลา ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอกล่าวคำขอบคุณดังนี้

ขอขอบคุณ กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทว.) ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2565 ตามสัญญาทุนเลขที่ 65A145000033 และขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านการบริหารจัดการโครงการวิจัย

ขอขอบคุณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สำหรับการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยนักวิจัย คุณศิรณี ชาติระกูล ที่ช่วยในการดำเนินการทำวิจัยทั้ง 4 โครงการย่อย จนสำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบคุณ นักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ที่ให้ความกรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านการบริหารจัดการ จัดการเอกสารการเงิน และอื่น ๆ สำหรับในการดำเนินโครงการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ประกอบการร้านไนน์ แทมมะรินด์ (Nine Tamarind) และ คุณธัญญารัตน์ ธนะพรพิสุทธิ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน วังทองร่วมใจรักย์ ที่สนับสนุนให้ตัวอย่าง บางตัวอย่างมาทดสอบวิเคราะห์ในงานวิจัยในครั้งนี้อีกด้วย

เสาวภา ชุมฉีและคณะ

15 สิงหาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ของงานวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 สารพิษตกค้าง	4
2.2 คาร์เบนดาซิมและไทอะเบนดาโซล	6
2.3 สารกลุ่มคาร์บาเมต.....	7
2.4 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	8
2.5 วัตถุเจือปนอาหาร	9
2.6 แชน์คลาริน.....	10
2.7 กรดเบนโซอิก และ กรดซอร์บิก	12
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	14
3.1 เครื่องมือ	14
3.2 ตัวอย่าง	14
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	19

(ฅ)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5	
5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	23
5.2 ข้อเสนอแนะ	23
บรรณานุกรม	25
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	30

(ญ)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แซ็กคารินในหมวดอาหารบางประเภท และปริมาณสูงสุดที่อนุญาต..... 11
2.2	สารกลุ่มเบนโซเอต และสารกลุ่มซอร์เบต ปริมาณสูงสุดที่อนุญาต 12

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของ คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และ ไทอะเบนดาโซล (thiabendazole)	6
2.2 สารกลุ่มคาร์บาเมตที่ศึกษาในงานวิจัยนี้	7
2.3 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต Class I (Ia = พิษร้ายแรงยิ่ง)	8
2.4 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต Class I (Ib = พิษสูงมาก)	9
2.5 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต Class II (กลุ่มสารพิษปานกลาง)	9
2.6 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต Class III (กลุ่มสารพิษน้อย)	9
2.7 สูตรโครงสร้างของ แซ็กคาริน (saccharin) ในรูปต่าง ๆ	11
2.8 สูตรโครงสร้างของ กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก	13

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นแหล่งผลิตสินค้าทางการเกษตรที่สำคัญ การมุ่งส่งเสริมเกษตรปลอดภัย การยกระดับสินค้าทางการเกษตรปลอดภัยให้ได้มาตรฐาน ตามนโยบายขับเคลื่อนเกษตรสมัยใหม่นั้น การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างอันตรายที่ปนเปื้อนในพืช ผัก ผลไม้ และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่แปรรูป ให้มีความถูกต้อง แม่นยำ และมีความน่าเชื่อถือได้ เพื่อรองรับมาตรฐานเกษตรปลอดภัย สารอันตรายที่มักพบในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร อาทิเช่น สารกลุ่มฆ่าเชื้อรา สารกลุ่มคาร์บาเมต สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ผ่านการแปรรูป มักจะมีสารอันตรายเช่นสารพิษตกค้าง สารกันบูด 2 ชนิดคือ กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก ทั้งนี้ยังไม่มีหน่วยงานไหนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่บริการตรวจวิเคราะห์สารพิษอันตรายเหล่านี้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ การใช้วัสดุและอุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างโดยใช้เครื่อง HPLC/UV/FLD และ เครื่อง GC/FPD ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการของศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผลผลิตของงานวิจัยนี้ จะได้วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดสารพิษอันตราย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ให้บริการและการตรวจวิเคราะห์สารพิษอันตรายในตัวอย่างทางการเกษตร ให้กับท้องถิ่นหรือในจังหวัดเพชรบูรณ์ ทั้งยังเพิ่มศักยภาพของห้องปฏิบัติการทางเคมีของศูนย์วิทยาศาสตร์ให้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาให้กับท้องถิ่นพร้อมทั้งถ่ายทอดความรู้ให้กับชุมชน พร้อมทั้งได้มีโอกาสพัฒนาท้องถิ่นด้านนวัตกรรมทางการเกษตรและอาหารปลอดภัยอีกด้วย และสนับสนุนนโยบายรัฐบาลในการขับเคลื่อนประเทศไทย 4.0 และผลักดันการพัฒนาจังหวัด ให้เป็นจังหวัด 4.0 การพัฒนาจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้าน มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับการบริโภคผลผลิตทางการเกษตรปลอดภัย

ดังนั้นคณะผู้วิจัยได้นำเสนองานโครงการวิจัยชุด เรื่อง การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างทางการเกษตร ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อรองรับมาตรฐานเกษตรปลอดภัย ประกอบด้วย 4 โครงการงานวิจัยย่อย คือวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มสารเชื้อรา สารตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และสารเติมแต่งในอาหาร (สารกันบูดและสารให้ความหวาน) งานวิจัยนี้เมื่อสำเร็จ จะทำให้งานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีวิธีการทดสอบสารตกค้างดังกล่าว สำหรับการ

บริการวิชาการตรวจวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างให้กับท้องถิ่นในจังหวัดเพชรบูรณ์ การเรียนการสอน และการจัดการรายได้ให้กับมหาวิทยาลัย และสามารถออกรับรองใบเบื้องต้นให้กับผู้มาใช้บริการ การดำเนินงานวิจัยนี้จึงมีประโยชน์อย่างยิ่ง

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง กลุ่มสารเชื้อราในผลผลิตทางการเกษตร ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง ประเภทสารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง
3. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง กลุ่ม organophosphate ด้วยเทคนิค GC/FPD
4. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารชั้นทุติยภูมิ และสารกันบูด 2 ชนิด (กรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก)
5. เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษอันตรายในพืชผลทางการเกษตรและอาหารเพื่อรองรับความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มสารเชื้อรา สารตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และ สารเติมแต่งในอาหาร (สารกันบูดและสารให้ความหวาน)
2. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ โดยทดสอบวิธีวิเคราะห์ ตาม parameter ต่าง ๆ ดังนี้
 - Linearity/range ทดสอบโดยการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น ที่แน่นอนอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ประเมินค่า correlation coefficient ($r \geq 0.995$) ของแต่ละชนิดของสารพิษตกค้าง
 - Accuracy และ precision ทดสอบโดยตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เติมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน อย่างน้อย 3 ความเข้มข้นอย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินผลการทดสอบจาก % recovery และ %RSD ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ

- LOQ ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD
- LOD ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD
- สรุปผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์

1.4 ประโยชน์ของงานวิจัย

1. ศูนย์วิทยาศาสตร์มีวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มสารเชื้อรา สารตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และสารเติมแต่งในอาหาร (สารกันบูดและสารให้ความหวาน) ด้วยเครื่องมือ GC และ HPLC ได้ถูกนำมาใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์ สำหรับการบริการวิชาการ และจัดหารายได้ให้กับมหาวิทยาลัย
2. เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมและป้องกันการใช้ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มสารเชื้อรา สารตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และสารเติมแต่งในอาหาร (สารกันบูดและสารให้ความหวาน) ในผลผลิตทางการเกษตร พืชผัก ผลไม้ และผลไม้แปรรูป ที่อาจเกินมาตรฐานที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างทางการเกษตร ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อรองรับมาตรฐานเกษตรปลอดภัย ทั้งหมด 4 วิธีวิเคราะห์แต่ละชนิดของสารพิษ ประกอบด้วย สารพิษตกค้างกลุ่มสารเชื้อรา สารตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และสารเติมแต่งในอาหาร (สารกันบูดและสารให้ความหวาน) ด้วยเครื่องมือ GC และ HPLC ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการศูนย์วิทยาศาสตร์ รายละเอียดผลการศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 สารพิษตกค้าง

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (เล่มที่ 134 ตอนพิเศษ 228 ง) เลขที่ 387 พ.ศ. 2560 รายละเอียดที่ควรทราบ มีดังต่อไปนี้

วัตถุอันตรายทางการเกษตร (pesticide) หมายถึง สารที่มีจุดมุ่งหมายใช้เพื่อป้องกัน ทำลาย ด้งดูด จับไล่ หรือควบคุม ศัตรูพืชและสัตว์หรือพืชและสัตว์ที่ไม่พึงประสงค์ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ระหว่างการเพาะปลูก การเก็บรักษา การขนส่ง การจำหน่าย หรือระหว่างกระบวนการผลิตอาหาร หรือสารที่อาจใช้กับสัตว์เพื่อควบคุมปรสิตภายนอก (ectoparasites) และให้หมายความรวมถึง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารทำให้ใบร่วง สารทำให้ผลร่วง สารยับยั้งการแตกยอดอ่อน และสารที่ใช้กับพืชผลก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง แต่ทั้งนี้วัตถุอันตรายทางการเกษตรไม่รวมถึงปุ๋ย สารอาหารของพืชและสัตว์ วัตถุเจือปนอาหาร วัตถุที่เติม ในอาหารสัตว์ (feed additive) และยาสัตว์ (veterinary drug)

สารพิษตกค้าง (pesticide residue) หมายถึง สารตกค้างในอาหารที่เกิดจากการใช้ วัตถุอันตรายทางการเกษตร และให้หมายความรวมถึงกลุ่มอนุพันธ์ของวัตถุอันตรายทางการเกษตรนั้น ได้แก่ สารจากกระบวนการเปลี่ยนแปลง (conversion products) สารจากกระบวนการสร้างและสลาย (metabolites) สารจากการทำปฏิกิริยา (reaction products) และสารที่ปนอยู่ในวัตถุอันตรายทางการเกษตร (impurities) ที่มีความเป็นพิษอย่างมีนัยสำคัญ

ชนิดสารพิษตกค้าง (definition of residues) หมายความว่า สารพิษตกค้างชนิดที่กำหนดให้ตรวจวิเคราะห์ ซึ่งอาจเป็นชนิดเดียวหรือหลายชนิดรวมกัน

ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit; MRL) หมายความว่า ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในอาหาร อันเนื่องมาจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมสารพิษตกค้างต่อกิโลกรัมอาหาร รายชื่อสารพิษอันตรายได้กำหนด MRL ตามชนิดของอาหาร ปรากฏอยู่ในบัญชีหมายเลข 2

ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ปนเปื้อนจากสาเหตุที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ (Extraneous Maximum Residue Limit; EMRL) หมายถึง ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในอาหาร อันเนื่องมาจากสารพิษตกค้างที่ปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม รวมสารพิษตกค้างจากวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่เคยใช้มาก่อนและถูกยกเลิกการขึ้นทะเบียนการใช้ในประเทศแล้ว แต่เป็นสารพิษที่สลายช้าจึงปนเปื้อนหรือสะสมในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน มีหน่วย มิลลิกรัมสารพิษตกค้างต่อกิโลกรัมอาหาร การตรวจพบปริมาณสารพิษกลุ่มนี้ ได้กำหนดไว้ในบัญชีหมายเลขที่ 4 รายชื่อวัตถุอันตรายได้กำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดตามชนิดของอาหาร อยู่ในบัญชีหมายเลข 4

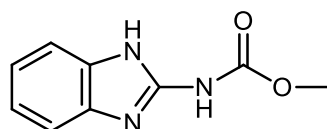
ดีฟอลต์ลิมิต (default limit) หมายความว่า ปริมาณสารพิษตกค้างที่มีได้ในอาหาร สำหรับวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ไม่ได้กำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRL) ไว้ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมสารพิษตกค้างต่อกิโลกรัมอาหาร ปริมาณการตรวจพบที่กำหนดไว้ในบัญชีหมายเลข 3

วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 หมายความว่า วัตถุอันตรายที่ห้ามมิให้มีการผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครอง โดยเป็นไปตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย ซึ่งชนิดของอาหาร ต้องไม่ตรวจพบวัตถุอันตรายทางการเกษตรนี้ รายชื่อของสารพิษกลุ่มนี้อยู่ในบัญชีหมายเลข 1

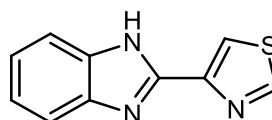
สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช หรือยาฆ่าแมลง (ปนัดดา แทนสุโพธิ์ และคณะ, 2561) จัดเป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตร แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต กลุ่มคาร์บาเมต และกลุ่มไพรีทรีนและสารสังเคราะห์ไพรีทรอย์ จากบทความรายงานวิจัยของ สุชาสินี อึ้งสูงเนิน (2558) กล่าวถึงความหมายสารกำจัดศัตรูพืช คือสารเคมีที่ผลิตขึ้นเพื่อทำลายสิ่งมีชีวิตที่มาแย่งแย่งขัดขวางการผลิตอาหาร เป็นสารที่ใช้เพื่อป้องกันโรคพืช และสัตว์เลี้ยงที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อาจเป็นสารกำจัดแมลง กำจัดเชื้อรา กำจัดหญ้าหรือกำจัดวัชพืช หนู กระรอก และสารเร่งการเจริญเติบโตพืช เป็นต้น โดยสามารถลดประชากรของศัตรูพืชลงได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ความเสียหายของพืชอาจเกิดขึ้นจากศัตรูพืชลดลง สารเคมีกำจัดแมลง ชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีการใช้เป็นปริมาณมาก และมักทำให้ผู้ใช้เกิดการเจ็บป่วย มี 4 กลุ่มใหญ่ คือ สารเคมีกำจัดแมลง สารป้องกันกำจัดวัชพืช สารกำจัดเชื้อรา และสารกำจัดหนูและสัตว์ฟันแทะ โดยสารเหล่านี้สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางผิวหนัง การหายใจ และการกลืนกิน

2.2 คาร์เบนดาซิมและไทอะเบนดาโซล

สารกำจัดเชื้อรามีหลายชนิด วัตถุประสงค์การใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาคัดเชื้อราในพืชและผลผลิตจากพืช ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับการผลิต แต่ในขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ การบริโภคอาหารที่ใช้สารกำจัดเชื้อราที่มีการสะสม ทำให้เกิดพิษเรื้อรัง พิษต่อดับ พิษต่อไต และก่อให้เกิดมะเร็ง (Fares et al., 2021) สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวเฉพาะกลุ่มสารเชื้อรา 2 ชนิดเท่านั้น คือ คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และไทอะเบนดาโซล (thiabendazole) มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 2.1 ซึ่งตามประกาศตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข คาร์เบนดาซิมเป็นสารพิษในบัญชีหมายเลข 2 และกำหนดค่า MRL ในกุยช่าย เาะ ต้นหอม ถั่วเหลืองฝักยาว หอมแดง องุ่น มีค่า MRL เท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในข้าวสาร พริก มะม่วง หอมใหญ่ กำหนดค่า MRL เท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ใน ถั่วเขียว มะเขือเทศ ถั่วเหลืองเม็ดแห้ง กำหนดค่า MRL เท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ใน อ้อย ใบหม่อน เมล็ดฝ้าย เมล็ดถั่วลิสง กำหนดค่า MRL เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับสารไทอะเบนดาโซล (thiabendazole) เป็นสารพิษในบัญชีหมายเลข 3 สำหรับพืช กำหนดค่า default limits เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



Carbendazim



Thiabendazole

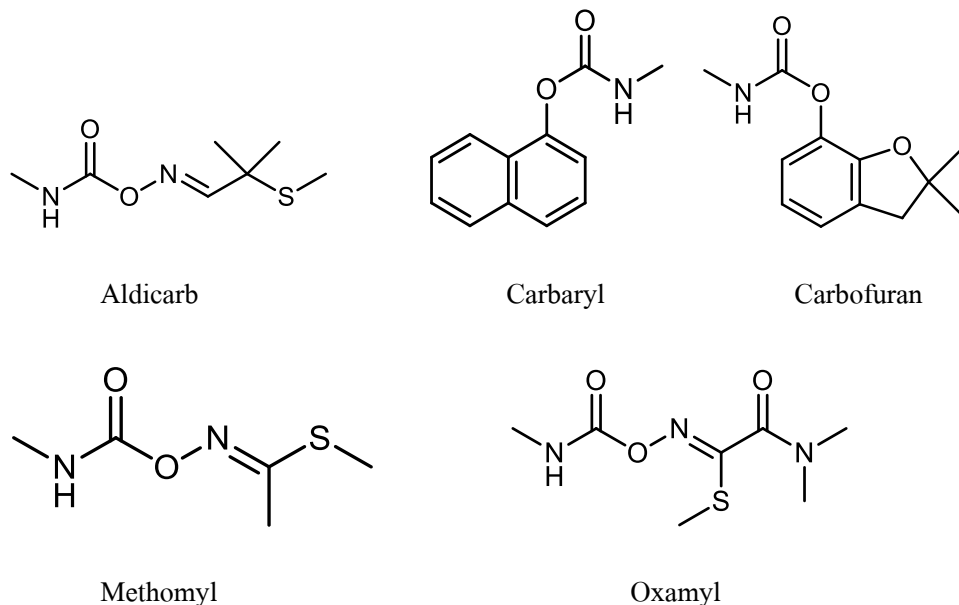
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของ คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และ ไทอะเบนดาโซล (thiabendazole)

คาร์เบนดาซิมและไทอะเบนดาโซล เป็นสารกำจัดเชื้อราในกลุ่มเบนซิมิดาโซล (benzimidazole) ซึ่งใช้ในการควบคุมโรคทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งในประเทศจีนมีการใช้ในเมล็ดพืชที่ผลิตน้ำมัน (Zheng et al., 2022) คาร์เบนดาซิม มีชื่อทางเคมีว่า methyl benzimidazol-2-ylcarbamate มีสูตรโมเลกุล $C_9H_9N_3O_2$ น้ำหนักโมเลกุล 191.19 กรัมต่อโมล มีความสามารถในการละลายน้ำได้ถึง 29 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ที่ pH 4 ละลายได้ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่มีความสามารถละลายได้ใน ethanol, ethyl acetate และ dichloromethane มีความเป็นพิษเฉียบพลัน โดยมีค่า LD_{50} ทางปากต่อหนู $> 15,000$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และทางผิวหนัง $> 10,000$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ขงยุทธ ไผ่แก้ว, 2548) สำหรับไทอะเบนดาโซล สูตรโมเลกุล $C_{10}H_7N_3S$ น้ำหนักโมเลกุล

201.25 กรัมต่อโมล (<https://en.wikipedia.org/wiki/Tiabendazole>, 2022) ชื่อทางการค้าว่า mintezol, tresaderm และ arbotect

2.3 สารกลุ่มคาร์บาเมต

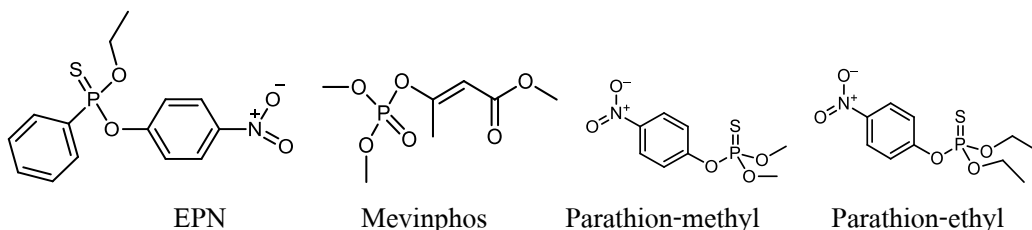
สารกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate) เป็นกลุ่มสารอินทรีย์ที่เป็นเอสเทอร์ของกรดคาร์บาไมค สารกลุ่มนี้ออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส (acetylcholinesterase inhibitor, AChE inhibitor) สารพิษกลุ่มนี้ส่งผลโดยตรงต่อระบบประสาทส่วนกลางของแมลง เนื่องจากกลไกการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางของแมลงซึ่งเชื่อมต่อกันมีลักษณะเหมือนกับกลไกของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยต้องเชื่อมสัญญาณระหว่างประสาทส่วนกลางกับประสาทส่วนอื่น ๆ อาการพิษของสารกลุ่มนี้ ได้แก่ ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง เหงื่อออก น้ำลายไหล ตาพร่า หายใจขัด ตัวสั่น กล้ามเนื้อกระตุก แขนขาเป็นอัมพาตชั่วคราว (พันธุ์ทิพย์ หินหุ้มเพชร & วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ, 2021; สุภาพร บังพรม & สุวัฒน์ ผาพจินดา, 2555) กลไกของความเป็นพิษของคาร์บาเมตคล้ายกับของออร์กาโนฟอสเฟต เนื่องจากพวกมันยังยับยั้ง AChE อย่างไรก็ดีตาม มีรายงานว่าสารกำจัดศัตรูพืชชนิดคาร์บาเมตค่อนข้างเป็นพิษต่อมนุษย์น้อยกว่าออร์กาโนฟอสเฟตและย่อยสลายได้เร็วกว่าออร์กาโนคลอรีน (Ahn และคณะ, 2021) สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวเฉพาะสารกลุ่มคาร์บาเมตมีทั้งหมด 5 ชนิด ประกอบด้วย aldicarb, carbofuran, methomyl, oxamyl และ carbaryl สูตรโครงสร้างแสดงดังภาพที่ 2.2 aldicarb, carbofuran, methomyl, และ oxamyl จัดเป็นกลุ่มสารพิษชั้น 1 บี (Ib) และ carbaryl จัดเป็นกลุ่มความเป็นต่ำ



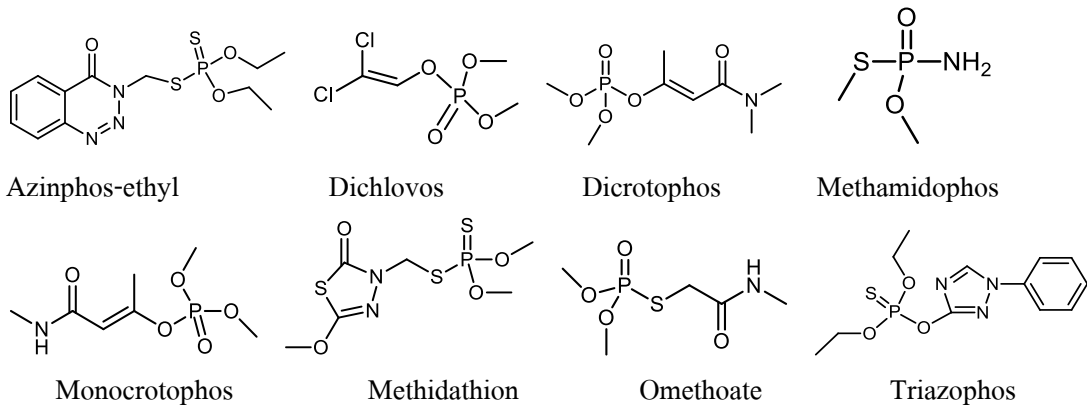
ภาพที่ 2.2 สารกลุ่มคาร์บาเมตที่ศึกษาในงานวิจัยนี้

2.4 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

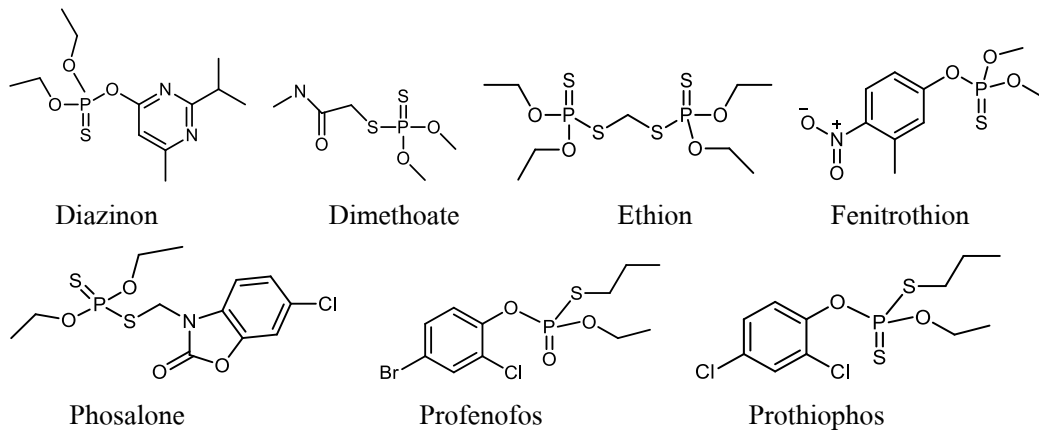
สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate compound, OP) เป็นกลุ่มสารอินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสแบบถาวร เมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกายทั้งทางปาก ผิวหนัง และสูดดม จะมีอาการคลื่นไส้ วิงเวียน อ่อนเพลีย กล้ามเนื้อหดตัวเป็นหย่อมๆ แน่นหน้าอก อาเจียน ท้องเดิน ตาพร่า น้ำลายออกมากกว่าปกติ ในกรณีที่มีอาการพิษรุนแรงจะหมดสติ น้ำลายฟูมปาก อูจาระและปัสสาวะราด ชัก หายใจลำบาก และหยุดหายใจ การจัดระดับหรือการจำแนกความเป็นพิษของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยใช้ค่าปริมาณสารเคมีต่อน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลองที่รับเข้าไปครั้งเดียวแล้วทำให้ตายไป 50% (LD_{50}) ในตัวอย่างของแข็ง ตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) แบ่งออกเป็น 4 class คือ Class I (Ia = พิษร้ายแรงยิ่ง ค่า LD_{50} น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วน Ib = พิษสูงมาก ค่า LD_{50} อยู่ระหว่าง 5-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) Class II เป็นกลุ่มสารพิษปานกลาง มีค่า LD_{50} อยู่ระหว่าง 50-500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Class III เป็นกลุ่มสารพิษน้อย มีค่า LD_{50} อยู่ระหว่าง 500-2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ Class VI เป็นกลุ่มสารพิษน้อยมากหรืออาจไม่มีพิษ มีค่า LD_{50} มากกว่า 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, ม.ป.ป.; ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2559; สุทธาสินี อึ้งสูงเนิน, 2558) สารกลุ่มนี้มีจำนวนมากกว่า 50 ชนิด (Zhang, 2019) สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต จำนวน 21 ชนิด โดยใช้สาร azinphos-ethyl เป็น internal standard ในผักและผลไม้ด้วยเทคนิค GC-FPD แสดงสูตร โครงสร้างและจำแนกตามระดับความรุนแรง ดังภาพที่ 2.3-2.6 มีดังนี้คือ diazinon, dichlofos, dicrotophos, dimethoate, EPN, ethion, fenitrothion, malathion, methamidophos, methidathion, mevinphos, monocrotophos, omethoate, parathion-methyl, parathion-ethyl, phosalone, pirimiphos-methyl, pirimiphos-ethyl, profenofos, prothiophos และ triazophos



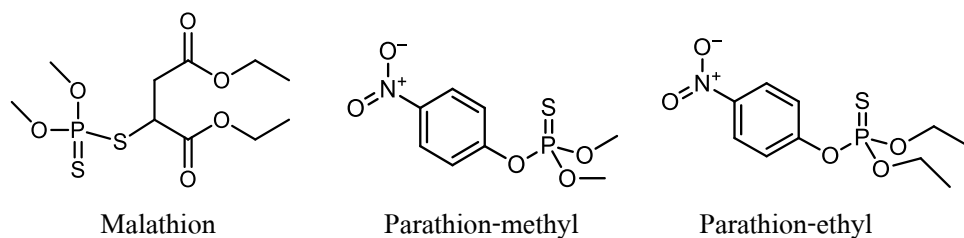
ภาพที่ 2.3 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต Class I (Ia = พิษร้ายแรงยิ่ง)



ภาพที่ 2.4 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต Class I (Ib = พิษสูงมาก)



ภาพที่ 2.5 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต Class II (กลุ่มสารพิษปานกลาง)



ภาพที่ 2.6 สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต Class III (กลุ่มสารพิษน้อย)

2.5 วัตถุเจือปนอาหาร

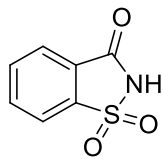
วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additive) หมายถึง วัตถุที่ตามปกติมิได้ใช้เป็นอาหาร หรือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร ไม่ว่าวัตถุนั้นจะมีคุณค่าทางโภชนาการหรือไม่ก็ตาม แต่ใช้เจือปนในอาหารเพื่อประโยชน์ทางเทคโนโลยีการผลิต การบรรจุ การเก็บรักษา หรือการขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพหรือมาตรฐานหรือลักษณะของอาหาร และให้หมายความรวมถึงวัตถุที่มีได้ใช้เจือปนใน

อาหาร แต่ใช้รวมอยู่กับอาหารเพื่อประโยชน์ดังกล่าวข้างต้นด้วย (สำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยา, 2564) ตามเอกสาร CLASS NAMES AND THE INTERNATIONAL NUMBERING SYSTEM FOR FOOD ADDITIVES [CXG 36-1989] ของโครงการมาตรฐานอาหารระหว่าง ประเทศ (โคเด็กซ์ (FAO/WHO); CODEX) แบ่งวัตถุเจือปนอาหารสามารถตามกลุ่มหน้าที่ทางด้าน เทคโนโลยี การผลิตไว้ 27 กลุ่ม ดังนี้ สารควบคุมความเป็นกรด (acidity regulator) สารป้องกันการจับเป็นก้อน (anticaking) สารป้องกันการเกิดฟอง (antifoaming agent) สารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (antioxidant) สารฟอกสี (bleaching agent) สารเพิ่มปริมาณ (bulking agent) สารให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbonating agent) สารช่วยทำละลายหรือช่วยพา (carrier) สี (colour) สารคงสภาพของสี (colour retention agent) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) เกลืออิมัลซิไฟอิงค์ (emulsifying salt) สารทำให้แน่น (firming agent) สารเพิ่มรสชาติ (flavour enhancer) สารปรับปรุงคุณภาพแป้ง (flour treatment agent) สารทำให้เกิดฟอง (foaming agent) สารทำให้เกิดเจล (gelling agent) สารเคลือบผิว (glazing agent) สารทำให้เกิดความชุ่มชื้น (humectant) ก๊าซที่ช่วยในการเก็บรักษาอาหาร (packaging gas) สารกันเสีย (preservative) ก๊าซที่ใช้ขับเคลื่อน (propellant) สารช่วยให้ฟู (raising agent) สารช่วยจับอนุมูลโลหะ (sequestrant) สารทำให้คงตัว (stabilizer) สารให้ความหวาน (sweetener) และ สารให้ความข้นเหนียว (thickner) สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงวัตถุเจือปนอาหาร 2 กลุ่ม คือสารกันเสียและสารให้ความหวาน

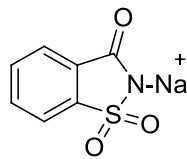
2.6 แแซ็กคาริน

สารให้ความหวานหรือสารให้ความหวานเทียม (artificial sweetening agent) เป็นสารสังเคราะห์มีหลายชนิดได้แก่ แแซ็กคาริน (saccharin) ไซคลาเมต (cyclamate) แอสปาร์แตม (aspartame) อะเซลฟาม เค (acelfame K) ซูคราโลส (sucralose) และ แอลิเทม (alitame) ซึ่งเป็นกลุ่มให้ความหวานมากกว่าน้ำตาล 100 เท่า ขึ้นอยู่กับชนิด สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะ แแซ็กคารินหรือซันทสกร หรือดีน้ำตาล เป็นสารอินทรีย์ประเภทอะโรแมติก มีชื่อทางเคมีว่า o-sulfabenzamide (2, 3-dihydro-3-oxobenzisotiazole) มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 2.7 มีสูตรทางเคมี คือ $C_7H_5NO_3S$ อยู่ในรูปกรดมีค่า pK_a เท่ากับ 1.6 มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 183.2 กรัมต่อโมล และความหนาแน่น 0.83 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (วิสิทธิ์, 2019; Kapadiya & Aparnathi, 2017) มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่น มีความหวานมากกว่าน้ำตาล 300 เท่า ซันทสกรในรูปกรดสามารถละลายน้ำได้เพียงเล็กน้อย (ละลายได้ 0.2% ที่ 20°C) ในขณะที่ซันทสกรในรูปเกลือโซเดียม (ละลายได้ 100% ที่ 20°C) และแคลเซียมแซ็กคาริน (ละลายได้ 37% ที่ 20°C) ซันทสกรในรูปเกลือจะสามารถละลายน้ำได้ง่ายกว่าในรูปกรด ซันทสกรที่อยู่ในรูปเกลือแคลเซียมมักใช้ใน

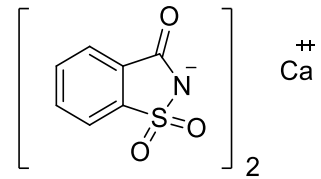
อุตสาหกรรมที่หลากหลายในอาหารและเครื่องดื่ม เช่น โยเกิร์ต ไอศกรีม ขนมอบ แยม มาร์มาเลด น้ำอัดลม ขนมหวาน มัสตาร์ด ซอส เป็นต้น ระดับที่กำหนดให้มีได้ อยู่ในช่วง 100 ถึง 500 มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับประเภทอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 418 เล่มที่ 137 ตอนพิเศษ 237 ง ตามบัญชีหมายเลข 1 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข แสดงดังตารางที่ 2.1



saccharin



sodium saccharin



calcium saccharin

ภาพที่ 2.7 สูตรโครงสร้างของ แซ็กคาริน (saccharin) ในรูปต่าง ๆ

ที่มา : (Mahmood & Aljuboori, 2020)

ตารางที่ 2.1 แซ็กคารินในหมวดอาหารบางประเภท และปริมาณสูงสุดที่อนุญาต
(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

หมวดอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ อนุญาต (มก./กก.)
ไอศกรีมหวานเย็น	100
ผลไม้ในน้ำส้มสายชู น้ำมัน หรือน้ำเกลือ	160
ผลไม้แปรรูปอื่น รวมถึงผลไม้บด น้ำเชื่อม ผลไม้ กะทิและมันกะทิ	200
ขนมหวานที่มีผลไม้เป็นส่วนประกอบหลัก	100
ผลไม้หมักดอง	160
น้ำตาลหรือไซรัปชนิดอื่นที่ราดหรือแต่งหน้าขนม น้ำส้มสายชู	300
มัสตาร์ด	320
น้ำผลไม้	80
ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร	1200
สลัด และผลิตภัณฑ์ทำแซนวิช	200
ขนมขบเคี้ยว	100

ที่มา : (กระทรวงสาธารณสุข, 2563)

หลังจากปี 2520 มีงานวิจัยพบว่า ข้าวทสกร เป็นสารที่กระตุ้นให้เกิดมะเร็งในกระเพาะปัสสาวะ แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีรับรองการใช้โดยคณะกรรมการองค์การอนามัยโลก กำหนดให้ใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสมในอาหาร ซึ่งสารนี้เป็นตัวเลือกที่ดีและมีความปลอดภัย สำหรับคนเป็นโรคเบาหวาน คนอ้วน และโรคหัวใจ (Mahmood & Aljuboory, 2020)

2.7 กรดเบนโซอิก และ กรดซอร์บิก

สารกันบูด หรือเรียกว่าวัตถุกันเสีย ที่นิยมใช้คือ 2 กลุ่ม คือวัตถุเจือปนอาหารกลุ่มเบนโซเอต (กรดเบนโซอิกและเกลือของกรดเบนโซอิก) และกลุ่มซอร์เบต (กรดซอร์บิก และเกลือของกรดซอร์บิก) สารทั้งสองกลุ่มสามารถชะลอหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและถนอมอาหารได้ มักจะเติมลงในเครื่องดื่มต่าง ๆ เช่น น้ำผลไม้ น้ำอัดลม ไวน์ ซอส ผักดอง แยม เยลลี่ ผลไม้ดอง ผลไม้แช่อิ่ม เนื้อสัตว์แปรรูป น้ำพริก และเครื่องแกงตำเร็จรูป (ชัชญาภา พงษ์จันโอ และคณะ, 2558; ชัยชนก ไชโย และคณะ, 2563; สุวรรณิ ธีรภาพธรรมกุล และคณะ, 2559) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 418 เล่มที่ 137 ตอนพิเศษ 237 ง ตามบัญชีหมายเลข 1 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข แสดงสารกลุ่มเบนโซเอต และกลุ่มซอร์เบต ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตในหมวดอาหารต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สารกลุ่มเบนโซเอต และสารกลุ่มซอร์เบต ปริมาณสูงสุดที่อนุญาต

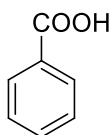
(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

หมวดอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่อนุญาต ของสารกลุ่มเบนโซเอต (มก./กก.)	ปริมาณสูงสุดที่อนุญาต ของกลุ่มซอร์เบต (มก./กก.)
ผลไม้ในน้ำส้มสายชู น้ำมัน หรือน้ำเกลือ	1000	1000
ขนมหวานที่มีผลไม้เป็นส่วนประกอบ	1000	1000
ผลไม้แช่อิ่ม เชื่อม หรือเคลือบด้วยน้ำตาล	1000	1000
ผลไม้หมักดอง	1000	1000
ผลไม้ปรุงสุก	500	1200
น้ำผลไม้และน้ำผลไม้เข้มข้น	200	200
เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่แต่งกลิ่นรส	1000	500

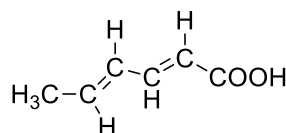
ที่มา : (กระทรวงสาธารณสุข, 2563)

กรดเบนโซอิก มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 2.8 สูตรโมเลกุล คือ $C_7H_6O_2$ มีสถานะเป็นผลึกของแข็ง กลิ่นฉุน มีจุดเดือด $249\text{ }^{\circ}\text{C}$ จุดหลอมเหลว $122\text{ }^{\circ}\text{C}$ มวลโมเลกุลเท่ากับ 122.2 กรัมต่อโมล ความถ่วงจำเพาะ 1.32 ถ้าสารอยู่ในรูปเกลือโซเดียมละลายน้ำได้ดีกว่ากรด ($62.5\text{ กรัมในน้ำ } 100\text{ มิลลิลิตร ที่ } 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอตไม่ทำให้เกิดการสะสมในร่างกายเพราะร่างกายมีกลไกกำจัดความเป็นพิษของกรดเบนโซอิกโดยกรดเบนโซอิกที่เข้าไปจะรวมกับไกลซีน เกิดเป็นกรด hippuric ซึ่งถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะส่วนกรดเบนโซอิกที่เหลือในร่างกาย จะไปรวมกับกรดไกลคูโรนิก และถูกขับออกทางปัสสาวะในรูปกรดเบนโซอิล ไกลคูโรนิก ฉะนั้นโซเดียมเบนโซเอต และกรดเบนโซอิกจึงเป็นวัตถุกันเสียได้รับรองว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภคในปริมาณที่สูง แต่บางคนแพ้จะแสดงอาการคันและท้องเสีย (กรรณิการ์ วิศิษฐ์โชติอังกูร, 2549; จูติรัตน์ หวังรัตนศักดิ์, 2562)

กรดซอร์บิก มีโครงสร้างเป็นเส้นตรงดังภาพที่ 2.2 มีลักษณะเป็นผงสีขาวละลายน้ำได้เล็กน้อย $0.16\text{ กรัมในน้ำ } 100\text{ มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ } 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ แต่จะละลายได้ดีเข้มข้นประมาณ $14.8\text{ กรัมในน้ำ } 100\text{ มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ } 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ กรดซอร์บิกอยู่ในรูปเกลือโซเดียมและโพแทสเซียมละลายน้ำได้มากกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ กรดซอร์บิกและเกลือซอร์บิกเป็นวัตถุกันเสียที่มีความปลอดภัยในการใช้ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุกันเสียชนิดอื่น การบริโภคมากเกินไปอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอาการแพ้หรือระคายเคืองผิวหนังของผู้ที่มีความไวต่อสารนี้ (กรรณิการ์ วิศิษฐ์โชติอังกูร, 2549; จิรภาพรรณี หุมมาลี & รัตนา พุ่มนั, 2551)



กรดเบนโซอิก



กรดซอร์บิก

ภาพที่ 2.8 สูตรโครงสร้างของ กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือ

1. เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography; HPLC) รุ่น Agilent series 1260 พร้อมด้วย Diode Array Detector ประกอบไปด้วย degasser (G1311C), Quaternary pump VL (G1311C), auto sample (G1329B), thermostate temperature (G1316A), fluorescent Detector (G1321C), ระบบการควบคุม และการประมวลผลใช้ซอฟต์แวร์ OpenLAB CDS ChemStation เวอร์ชัน C.01.07 ผลิตจาก บริษัท Agilent Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับการดำเนินการวิจัย โครงการวิจัยย่อยที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 2 และโครงการวิจัยย่อยที่ 4

2. เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี Agilent series 8890 พร้อมด้วย Flame Photometer Detector เครื่องประกอบไปด้วย auto sample (G4513A), column oven (G3540A), injector tower (G4513A) และระบบการควบคุม และการประมวลผล ใช้ซอฟต์แวร์ OpenLab CDS ChemStation Edition Rev.C.01.10 (287) ผลิตจากบริษัท Agilent Technologies ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับการดำเนินการวิจัย โครงการวิจัยย่อยที่ 3

3.2 ตัวอย่าง

3.1.2 ตัวอย่างสำหรับโครงการวิจัยย่อยที่ 1-3

ตัวอย่างงานวิจัยโครงการย่อย 1-3 ใช้ตัวอย่างเดียวกัน และใช้วิธีการเตรียมตัวอย่างคล้ายกันรายละเอียดอยู่ในรายงานวิจัยของแต่ละโครงการย่อย มีทั้งหมด 55 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างพืชผัก และผลไม้ ที่ได้จากการสุ่มในตลาด อำเภอเมืองและอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และได้มาจากบางสวน เกษตรกรที่นำมาขายผักเสาร์ อาทิตย์ ที่ร้านไนน์ แทมมะรินทร์ และกลุ่มวิสาหกิจหมู่บ้านวังทอง

3.1.3 ตัวอย่างสำหรับโครงการวิจัยย่อยที่ 4

ตัวอย่างในงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วยผลไม้ดอง ผลไม้แช่อิ่ม น้ำผลไม้ และเวนิการ์ มะขามจากร้านไนน์ แทมมะรินทร์

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 : การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มสารเชื้อราในผลผลิตทางการเกษตร ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีทั้งหมด 3 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารคาร์เบนดาซิม และสารไทอะเบนดาโซล ด้วยเทคนิคคลิกโครมาโทกราฟี ใช้ตัวตรวจวัดชนิด FLD

2. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับปริมาณสารคาร์เบนดาซิม และสารไทอะเบนดาโซล ด้วยเทคนิคคลิกโครมาโทกราฟี ใช้ตัวตรวจวัดชนิด FLD โดยทดสอบวิธีวิเคราะห์ตาม parameter ต่าง ๆ ดังนี้

- Linearity/range ทดสอบโดยการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ประเมินค่า correlation coefficient ($r \geq 0.995$) ของแต่ละชนิดของสารพิษตกค้าง

- Accuracy และ precision ทดสอบโดยตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน อย่างน้อย 3 ความเข้มข้นอย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินผลการทดสอบจาก % recovery และ %RSD ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ

- LOQ ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD

- LOD ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD

3. วิเคราะห์ปริมาณสารสารคาร์เบนดาซิม และสารไทอะเบนดาโซล ในตัวอย่างผลไม้และพืชผัก

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 : การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างประเภทสารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีทั้งหมด 3 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณสาร aldicarb, carbofuran, carbaryl, methomyl และ oxamyl ด้วยเทคนิคคลิกโครมาโทกราฟี ใช้ตัวตรวจวัดชนิด DAD

2. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับปริมาณสาร aldicarb, carbofuran, carbaryl, methomyl และ oxamyl ด้วยเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟี ใช้ตัวตรวจวัดชนิด DAD โดยทดสอบวิธีวิเคราะห์ ตาม parameter ต่าง ๆ ดังนี้

- Linearity/range ทดสอบโดยการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ประเมินค่า correlation coefficient ($r \geq 0.995$) ของแต่ละชนิดของสารพิษตกค้าง

- Accuracy และ precision ทดสอบโดยตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน อย่างน้อย 3 ความเข้มข้นอย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินผลการทดสอบจาก % recovery และ %RSD ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ

- LOQ ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD

- LOD ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD

3. วิเคราะห์ปริมาณสารสาร aldicarb, carbofuran, carbaryl, methomyl และ oxamyl ด้วยเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟี ใช้ตัวตรวจวัดชนิด DAD ในตัวอย่างผลไม้และพืชผัก

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 : การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate ด้วยเทคนิค GC-FPD

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีทั้งหมด 3 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้งหมด 20 ชนิด ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ใช้ตัวตรวจวัดชนิด FPD

2. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้งหมด 20 ชนิด ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ใช้ตัวตรวจวัดชนิด FPD โดยทดสอบวิธีวิเคราะห์ ตาม parameter ต่าง ๆ ดังนี้

- Linearity/range ทดสอบโดยการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ประเมินค่า correlation coefficient ($r \geq 0.995$) ของแต่ละชนิดของสารพิษตกค้าง

- Accuracy และ precision ทดสอบโดยตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน อย่างน้อย 3 ความเข้มข้นอย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินผลการทดสอบจาก % recovery และ %RSD ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ

- LOQ ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD

- LOD ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD

3. วิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้งหมด 20 ชนิด ในตัวอย่างผลไม้ และพืชผัก

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 : การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารอันตราย และสารกันบูด 2 ชนิด (กรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีทั้งหมด 3 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการสกัดปริมาณสารกับบูดทั้ง 2 ชนิด และสารอันตรายในตัวอย่างมะขามแปรรูป

2. พัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารกับบูดทั้ง 2 ชนิด และสารอันตรายด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยทดสอบวิธีวิเคราะห์ ตาม parameter ต่าง ๆ ดังนี้

- Linearity/range ทดสอบโดยการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ประเมินค่า correlation coefficient ($r \geq 0.995$) ของแต่ละชนิดของสารพิษตกค้าง

- Accuracy และ precision ทดสอบโดยตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน อย่างน้อย 3 ความเข้มข้นอย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินผลการทดสอบจาก % recovery และ %RSD ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ

- LOQ ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD

- LOD ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เดิมมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % recovery และ %RSD

3. วิเคราะห์ปริมาณสารกับبودทั้ง 2 ชนิด และสารจันทศกรในตัวอย่างตัวอย่างผลไม้ดอง
ผลไม้แช่อิ่ม และน้ำผลไม้ตามท้องตลาดภายในจังหวัดเพชรบูรณ์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการดำเนินโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างทางการเกษตร ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อการรองรับมาตรฐานเกษตรปลอดภัยนี้ ประกอบด้วย 4 โครงการวิจัยย่อย ทั้งหมด 4 โครงการ ดังนี้

โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มสารเชื้อราในผลผลิตทางการเกษตร ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

การทดสอบนี้เป็นการวิเคราะห์คาร์เบนดาซิม และไทอะเบนดาโซลด้วยเทคนิค HPLC ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมของเทคนิค HPLC ได้ผลดังนี้

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกสารคาร์เบนดาซิม และไทอะเบนดาโซลด้วยเทคนิค HPLC	
คอลัมน์	YMC-Triart C18 (4.6×250 mm, 5 µm)
เฟสเคลื่อนที่	น้ำต่อเมทานอล (50:50)
อัตราการไหล	1 มิลลิตรต่อนาที
ปริมาตรในการฉีด	5 ไมโครลิตร
อุณหภูมิของคอลัมน์	40 องศาเซลเซียส
เวลาของสารที่อยู่ในคอลัมน์	15 นาที
ความยาวคลื่น	สภาวะการกระตุ้น 285 nm และการคายแสง 315 nm (ตัวตรวจวัดแบบ FLD)

จากการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีในการหาปริมาณคาร์เบนดาซิม และไทอะเบนดาโซลพบว่าความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linearity) มีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจคือ 0.9998 และ 0.9997 ตามลำดับ ความแม่นยำของวิธีนี้ทั้ง 2 ชนิดมี %RSD ไม่เกิน 5% ค่า LOD LOQ ที่ได้คำนวณได้จากร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 70-120% และความถูกต้องของวิธีนี้มีร้อยละการกลับคืนตั้งแต่ช่วง 70-120% ถือว่าวิธีนี้มีความแม่นยำ มีความเที่ยง มีความจำเพาะเจาะจง จากวิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ไปใช้ในการตรวจวัดสารพิษตกค้างคาร์เบนดาซิมและไทอะเบนดาโซล พบว่ามีตัวอย่าง ผักสลัด (S42) และต้นหอม (S48) ตรวจพบสารคาร์เบนดาซิมมีค่าเท่ากับ 0.17 และ 0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่เกินค่า MRL ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดไว้ และในอนาคตสามารถนำวิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานหากมีเครื่องมือ LC-MS หรือ LC-

MS/MS ในการวิเคราะห์ของศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพให้แก่ผู้ประกอบการหรือชุมชนที่จำหน่ายในประเทศเพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจมากยิ่งขึ้น

โครงการย่อยที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างประเภทสารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง การทดสอบนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณนิวกลิโอไซด์ทั้ง 2 ชนิด ในตัวอย่างถั่งเช่าสีทอง ด้วยเครื่อง HPLC ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่อง HPLC ได้ผลดังนี้

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกของกลุ่มคาร์บาเมต 5 ชนิดด้วยเทคนิค HPLC	
คอลัมน์	YMC-Triart C18 (4.6×250 mm, 5 µm)
เฟสเคลื่อนที่	เกรดเย็น A
อัตราการไหล	1 มิลลิลิตรต่อนาที
ปริมาตรในการฉีด	10 ไมโครลิตร
อุณหภูมิของคอลัมน์	40 องศาเซลเซียส
เวลาของสารที่อยู่ในคอลัมน์	20 นาที
ความยาวคลื่น	aldicarb, carbaryl และ carbofuran 220 นาโนเมตร (ตรวจวัด DAD) methomyl และ oxamyl 234 นาโนเมตร (ตรวจวัด DAD)

จากการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีในการหาปริมาณคาร์บาเมตทั้ง 5 ชนิด พบว่าความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linearity) ของ aldaicarb, carbaryl, carbofuran, methomyl และ oxamyl มีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจคือ 0.9995, 0.9997, 0.9991, 0.9984 และ 0.9999 ตามลำดับ ความแม่นยำของวิธีนี้ทั้ง 5 ตัว มี %RSD ไม่เกิน 10% ค่า LOD LOQ ที่ได้คำนวณได้จากร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 90-110% และความถูกต้องของวิธีนี้มีร้อยละการกลับคืนตั้งแต่ช่วง 90-110% ถือว่าวิธีนี้มีความแม่นยำ มีความเที่ยง มีความจำเพาะเจาะจง จากวิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ไปใช้ในการตรวจวัดสารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมตทั้ง 5 ชนิด พบว่ามีตัวอย่าง พบว่า มีตัวอย่าง ส้มโอขาว (S04), ส้มโอแดง (S05), ผักกาดขาว (S12), มะเขือเปราะ (S18), หอมหัวใหญ่ (S29), กวางตุ้งดอก (S37), ผักสลัด (S42), ขึ้นฉ่าย (S47), ต้นหอม (S48), กระชาย (S49), จิงอ้อน (S50), ข้าวอ่อน (S51) แรดิช (S54) แคนตาลูป (S03) ผักกาดขาว (S12) หอมแดง (S27) กวางตุ้งดอก (S37) ต้นหอม (S48)

มะเขือเทศ (S15) และแรดิช (S54) ตรวจพบสารพิษตกค้างอันตรายที่ห้ามมีตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ carbofuran และ oxamyl ที่เกินค่า MRL

โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate ด้วยเทคนิค GC-FPD

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography) ตรวจวัดด้วยเฟลมโฟโตเมตริก (FPD) ใช้คอลัมน์ Capillary คอลัมน์ ภายในบรรจุด้วย (5%-Phenyl) - methylpolysiloxane (DB-5MS) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ความยาว 15 เมตร ความหนาของฟิล์ม 1 ไมโครเมตร พบว่าอุณหภูมิของส่วนฉีดสาร เท่ากับ 220 °C, โหมด Splitless mode, purge flow 60 mL/min at 0.5 min อุณหภูมิเริ่มต้นของคอลัมน์คือ Initial temperature, 80 °C, hold 1 min, rate 15 °C/min to 190 °C, hold 2 min, rate 5 °C/min to 240 °C, hold 15 min, rate 5 °C/min to 250 °C, hold 5 min และ rate 15 °C/min to 270 °C, hold 3 min อุณหภูมิของตัวตรวจวัดเท่ากับ 250 °C อัตราการไหลของแก๊สดำพา 1.1 mL/min แก๊สจุดเปลวไฟใช้ ไฮโดรเจน 45 mL/min, Air 100 mL/min และ make up gas คือ ไนโตรเจน 60 mL/min ปริมาตรในการฉีด 1 ไมโครลิตร รวมเวลาในการวิเคราะห์ 46.7 นาที และจากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีในการหาปริมาณสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้ง 20 ชนิดนี้ พบว่ามีความเป็นเส้นตรงอยู่ที่ 0.001-0.175 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัม สารทั้งหมด 20 ชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากกว่า 0.995 ค่า LOQ, LOQ, ความแม่นยำ และความเที่ยงของวิธีจากการคำนวณ HORRAT น้อยกว่า 2 และมี %recovery อยู่ในช่วง 70- 120% ถือว่าวิธีนี้มีความถูกต้อง แม่นยำ มีความจำเพาะเจาะจง และสะดวกจากวิธีที่พัฒนาขึ้นมานี้ไปใช้ในการตรวจวัดสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต พบว่าจากตารางที่ 4.9-4.10 มีตัวอย่าง แคนตาลูป (S03) ผักกาดขาว (S12) หอมแดง (S27) กวางตุ้งดอก (S37) ต้นหอม (S48) และแรดิช (S54) ตรวจพบสารพิษตกค้างอันตรายที่ห้ามมีตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เช่น methamidophos, mavinphos และ omethoate ในตัวอย่างหัวหอมใหญ่มีสาร diazinon เกินค่า MRL

โครงการย่อยที่ 4 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารชั้นทสกร และสารกันบูด 2 ชนิด (กรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก)

การทดสอบนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณสารชั้นทสกร และสารกันบูดทั้ง 2 ชนิด ในตัวอย่างต่าง ๆ ด้วยเครื่อง HPLC ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่อง HPLC ได้ผลดังนี้

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกของกรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก และแแซ็กคารินโดยเครื่อง HPLC	
คอลัมน์	Inertsil ODS-3 (4.6×250 mm, 5 µm)
เฟสเคลื่อนที่	20 mM phosphate Buffer pH 6.7 (A) : ACN (B) (Gradient Eution)
อัตราการไหล	1.1 มิลลิลิตรต่อนาที
ปริมาตรในการฉีด	5 ไมโครลิตร
อุณหภูมิของคอลัมน์	30 องศาเซลเซียส
เวลาของสารที่อยู่ในคอลัมน์	13 นาที
ความยาวคลื่น	230 นาโนเมตร (ตัวตรวจวัดแบบ DAD)

จากการสกัดสารชั้นทสกร และสารกันบูดทั้ง 2 ชนิด พบว่าตัวทำละลาย และเวลาในการสกัดที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้คือ 100% เอทานอล โดยใช้เวลาในการสกัด 20 นาที และการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีในการหาปริมาณสารชั้นทสกร และสารกันบูดทั้ง 2 ชนิด พบว่าในด้านของความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linearity) ของกรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก และแแซ็กคาริน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยคือ 0.9999 0.9999 และ 0.9998 ตามลำดับ ความแม่นยำของวิธีนี้ทั้งสาร 3 ตัวนี้มี %RSD เท่ากับ 0.39% 0.46% และ 1.36% ตามลำดับ ค่า LOD ของสาร 3 ชนิดเท่ากับ 14.96 8.75 และ 8.98 mg/kg LOQ เท่ากับ 45.34 26.38 และ 27.21 mg/kg ตามลำดับ และความถูกต้องมี % Recovery ของสารทั้ง 3 ชนิดเฉลี่ยคือ 101.46% 86.58% และ 95.97% ตามลำดับ เมื่อนำวิธีที่พัฒนานี้มาวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก และแแซ็กคารินในตัวอย่าง พบว่าปริมาณกรดเบนโซอิกที่พบในตัวอย่างที่มากที่สุด คือ องุ่นแดง (s30) เท่ากับ 805.48 mg/kg และกรดซอร์บิกพบมากที่สุดคือน้ำมะขามแขก (S17) เท่ากับ 350.19±1.30 mg/kg อย่างไรก็ตามปริมาณของสารกันบูด กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์นั้นไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ (ปริมาณสูงสุดที่อนุญาต 1000 mg/kg) กระทรวงสาธารณสุข, 2563 ส่วนปริมาณแแซ็กคารินที่พบมากที่สุดคือ น้ำส้มสายชู (S37) มีค่าเท่ากับ 208.92 mg/kg ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ (ผลไม้น้ำหมักต้องปริมาณสูงสุดที่อนุญาต 160 mg/kg และน้ำส้มสายชูปริมาณสูงสุดที่อนุญาต 300 mg/kg) กระทรวงสาธารณสุข, 2563 จากวิธีที่

พัฒนาขึ้นมา พบว่ามีความแม่นยำ มีความจำเพาะเจาะจง เป็นวิธีที่เร็ว ง่าย และสะดวก สามารถนำวิธีที่พัฒนาขึ้นมาไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ของศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพให้แก่ผู้ประกอบการ หรือชุมชนที่จำหน่ายในประเทศเพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจ และปลอดภัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตร ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อรองรับมาตรฐานปลอดภัย ประกอบด้วย 4 โครงการงานวิจัยย่อย ดังนี้

โครงการวิจัยย่อย ที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มสารเชื้อราในผลผลิตทางการเกษตร ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟฟีของเหลว สมรรถนะสูง

โครงการวิจัยย่อย ที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างประเภทสารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟฟีของเหลว สมรรถนะสูง

โครงการวิจัยย่อย ที่ 3 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate ด้วยเทคนิค GC-FPD

โครงการวิจัยย่อย ที่ 4 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารอันตราย และสารกันบูด 2 ชนิด (กรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิก)

จากศึกษาในงานวิจัยทั้ง 4 โครงการนี้ ได้มีการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 4 โครงการ พารามิเตอร์ที่ทำการทดสอบเช่น ความเป็นเส้นตรง ค่าความเที่ยง และค่าความแม่นยำ เมื่อมีการทำซ้ำ ทุกพารามิเตอร์อยู่ในเกณฑ์การยอมรับทั้งหมด และมีค่า HORRAT < 2 และสามารถนำวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษอันตราย สารกลุ่มเชื้อรา สารกลุ่ม carbamate สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate สารกันบูด และสารให้ความหวาน ในตัวอย่างจริง พืชผัก ผลไม้ และอาหารแปรรูป (ผลไม้หมักดอง มะขามแช่อิ่ม และเวนิก้ามะขาม) ใช้สำหรับงานประจำที่อยู่ในห้องปฏิบัติการศูนย์วิทยาศาสตร์ เพื่อการบริการวิชาการ การต่อยอดงานวิจัย การเรียนการสอน และการจัดหารายได้ให้กับมหาวิทยาลัยได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยทั้ง 4 โครงการวิจัยย่อยดังกล่าว สามารถใช้สำหรับการทดสอบสารในเบื้องต้นเท่านั้น ซึ่งคณะผู้วิจัยนำวิธีการทดสอบนี้ใช้ในห้องปฏิบัติการงานศูนย์วิทยาศาสตร์ สำหรับบริการ

วิชาการให้กับท้องถิ่น และจัดหารายได้ให้กับงานศูนย์วิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามการยืนยันผลการทดสอบให้เกิดความมั่นใจยิ่งขึ้น จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่สามารถระบุโครงสร้างได้อย่างชัดเจนตามหลักของ identification point ตามมาตรฐานที่กำหนดโดย EU ก็ต้องนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือราคาแพง เช่น LC-MS/MS หรือ GC-MS/MS อีกครั้งหนึ่ง

บรรณานุกรม

- กนกกาญจน์ ปานจันทร์. (2559). สารให้ความหวานแทนน้ำตาล. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ*, 64(202), 27–28.
- กรรณิการ์ วิศิษฐ์โชติอังกูร. (2549). ปริมาณกรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก และกรดซาลิไซลิกในน้ำผลไม้ บรรจุปิดสนิทที่ผลิตในเขตจังหวัดเชียงใหม่ [วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กระทรวงสาธารณสุข, พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 418 (พ.ศ. 2563) เล่มที่ 137 ตอนพิเศษ 237 ง วันที่ 2 กันยายน 2563 (2563).
- ขวัญตา กังวานชิตา และ วีระพร แจ่มศรี. (2547). การพัฒนาวิธีวิเคราะห์กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในน้ำผลไม้เข้มข้น. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, 46(1), 117–127.
- จรัส พูลเกื้อ พรทิพย์ ศรีสร อรวรรณ พัฒนกิจจักษ์ มูทิตา คณหา รัตนา แสงพวง และ นลินี โคมพิทยา. (2557). คุณภาพผลไม้สดแช่ในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดนครสวรรค์. *วารสารอาหารและยา (Thai Food and Drug Journal)*, 21(2), 42–49.
- จิราพรณี หุมมาลี และ รัตนา พุ่มน. (2551). การวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในน้ำพริกด้วยโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง [รายงานการวิจัย]. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- ชญานา พงษ์จันโอ ธรรมนีย์ พลหาญ และ สุชนา วานิช. (2558). การวิเคราะห์หาปริมาณสารกันบูดในตัวอย่างลูกชิ้นที่จำหน่ายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยใช้เทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมทรี [รายงานการวิจัย]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- จิตติรัตน์ หวังรัตนภักดี. (2562). การศึกษาปริมาณกรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก ในเตรต และในไตรต์ ในอาหารกล่องพร้อมรับประทาน ชนิดแช่แข็ง ที่จำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ. สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ธัญชนก ไชโย อนุรักษ จิตต์บึงพร้าว และ เฉลิมพร ทองพูน. (2563). การวิเคราะห์ปริมาณกรดซาลิไซลิก กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในผลิตภัณฑ์น้ำพริก โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง. 605–618.
- ปริญรัชต์ ธนวิยุทธภักดี และทรงศักดิ์ ศรีอนุชาต. (2019). สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเพื่อสุขภาพและการควบคุมน้ำหนัก. *Thai Journal of Science and Technology*, 8(1), 93–104. <https://doi.org/10.14456/tjst.2019.10>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- พัชรดา พิชัย. (2019). การทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์กรดเบนโซอิก กรดซาลิซิลิก และกรดซอร์บิกในหมูขมิ้น โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, 61(2), 48–59.
- พัชรดา พิชัย และนฤมล ชันดีกุล. (2558). การประเมินการได้รับสัมผัสของกรดเบนโซอิกในน้ำพริกหนุ่มที่จำหน่ายในจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2553–2556. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, 57(ฉบับพิเศษ 2), 198–207.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. (ม.ป.ป.). *Preservative / วัตถุกันเสีย—Food Wiki | Food Network Solution*. สืบค้น 22 พฤษภาคม 2022, จาก <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0447/preservative->
- ภัทรพร ยูราชิต กนกทิพย์ ศรีสุภักดิ์ และเสาวลักษณ์ เงินเย็น. (2020). การศึกษาปริมาณซัคคารินที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นสวรรค์. *วารสารวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 5(2), 7–15.
- ยุพา ฉันทปัญญารัตน์ ใจภักดิ์ พรหมณัพนันท์ และเสกสรร ทองโพธิ์. (2544). การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณอะซีซัลเฟม-เค และซัคคารินในเครื่องดื่มบางชนิดโดยวิธีโคอะไลซิสและเอชพีแอลซี. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, 43(1), 1–7.
- วิกิพีเดีย. (2019). แซกคาริน. ใน *วิกิพีเดีย*.
<https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=%E0%B9%81%E0%B8%8B%E0%B8%81%E0%B8%84%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%99&oldid=8168067>
- ศรวนีย์ มณีรัตน์ และเฉลิมพร ทองพูน. (2563). การวิเคราะห์ปริมาณกรดซาลิซิลิก กรดเบนโซอิก และกรดซอร์บิกในน้ำผลไม้ โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง. 2715–2725.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2564). *วัตถุเจือปนอาหารและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง*.
- สุวรรณณี ชีรภาพธรรมกุล ลัดดาวัลย์ โรจนพรหมทิพย์ พนาวัลย์ กลิ่งกลางคอน เสกสรร ทองโพธิ์ พัชรดา พิชัย กนกวรรณ เทพเลื่อน และนนทรัตน์ พรทรัพย์มณี. (2559). การประเมินความเสี่ยงของกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในอาหารต่อคนไทย. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*, 25(1), 49–59.
- Antakli, S., Alahmad, A., & Badinjki, H. (2010). Simultaneous Determination of Sodium Benzoate and Potassium Sorbate Preservatives in Foodstuffs Using High Performance Liquid Chromatography. *Asian J. Chem.*, 22(4), 3275–3282.
- Bayazit, A. A., Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, Barlak, N., & Hoca, G. (2019). Quantitation of benzoic and sorbic acid levels from green olives by high-performance liquid chromatography. *MOJ Food Process Technol*, 7(1), 4–9.
- Burana-osot, J., Arunsingkharat, L., Naksuk, M., Naungnamjai, S., & Saetun, T. (2014). Validation of a HPLC Method for the Determination of Benzoic Acid and Sorbic Acid in Noodles. *Chiang Mai J. Sci.*, 41(2), 370–382.
- Cheng, Z., Ran, Q., Liu, J., Deng, X., Qiu, H., Jia, Z., & Su, X. (2020). Rapid Determination for Benzoic Acid, Sorbic Acid, Phenyllactic Acid, Phenylalanine, and Saccharin Sodium in Vinegar by High-Performance Liquid Chromatography–UV. *Food Analytical Methods*, 13(8), 1673–1680. <https://doi.org/10.1007/s12161-020-01784-6>
- Grembecka, M., Baran, P., Błażewicz, A., Fijałek, Z., & Szefer, P. (2014). Simultaneous determination of aspartame, acesulfame-K, saccharin, citric acid and sodium benzoate in various food products using HPLC–CAD–UV/DAD. *European Food Research and Technology*, 238(3), 357–365. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2111-x>
- Imanulkhan, I., Setyaningsih, W., Rohman, A., & Palma, M. (2020). Development and Validation of HPLC-DAD Method for Simultaneous Determination of Seven Food Additives and Caffeine in Powdered Drinks. *Foods*, 9(8), 1119. <https://doi.org/10.3390/foods9081119>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Jankulovska, M. S., Velkoska-Markovska, L., Petanovska-Ilievaska, B., & Trpkovska, S. (2016). *HIGH- PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY METHOD FOR DETERMINATION OF PRESERVATIVES IN BEVERAGES*. 67, 8.
- Javanmardi, F., Nemati, M., Ansarin, M., & Arefhosseini, S. R. (2015). Benzoic and sorbic acid in soft drink, milk, ketchup sauce and bread by dispersive liquid-liquid microextraction coupled with HPLC. *Food Additives & Contaminants. Part B, Surveillance*, 8(1), 32–39. <https://doi.org/10.1080/19393210.2014.955534>
- Kapadiya, D., & Aparnathi, K. (2017). Chemistry and Use of Artificial Intense Sweeteners. *IJCMAS*, 6, 1283–1296. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.606.151>
- Khosrokhavar, R., Sadeghzadeh, N., Amini, M., Ghazi-Khansari, M., Hajiaghade, R., & Ejtemaei Mehr, S. (2010). Simultaneous Determination of Preservatives (Sodium Benzoate and Potassium Sorbate) in Soft Drinks and Herbal Extracts Using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). *Journal of Medicinal Plants*, 9(35), 80–87.
- Kim, M.-H., Lee, D.-Y., & Ahn, J.-H. (2020). A study on the analysis of artificial sweeteners in processed foods including emulsified foods by HPLC- DAD. *Analytical Science and Technology*, 33(5), 209–214. <https://doi.org/10.5806/AST.2020.33.5.209>
- Mahmood, A. , & Aljuboori, S. (2020) . A Review: Saccharin Discovery, Synthesis, and Applications. *Ibn Al- Haitham Journal for Pure and Applied Sciences*, 3, 43– 61. <https://doi.org/10.30526/33.2.2442>
- Mazdeh, F. Z., Moradi, Z., Moghaddam, G., Moradi-Khatoonabadi, Z., Aftabdari, F. E., Badaei, P., & Hajimahmoodi, M. (2016). Determination of Synthetic Food Colors, Caffeine, Sodium Benzoate and Potassium Sorbate in Sports Drinks. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15(1), 183. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v15i1.25>
- Saeedan, A. M., Bamoteref, S. K., & Algahri, M. A. (2014). RP-HPLC Determination of Benzoic Acid in Samples of Children Food Distributed in Aden-Yemen. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 507–519. <https://doi.org/10.9734/IRJPAC/2014/8720>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Serdar, M., & Knežević, Z. (2011). Determination of Artificial Sweeteners in Beverages and Special Nutritional Products Using High Performance Liquid Chromatography. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 62(2), 169–173. <https://doi.org/10.2478/10004-1254-62-2011-2084>
- Seyinde, D. O., Ejidike, I. P., & Ayejuyo, S. (2019). HPLC Determination of Benzoic Acid, Saccharin, and Caffeine in Carbonated Soft Drinks. *International Journal of ChemTech Research*, 12(04), 15–23. <https://doi.org/10.20902/IJCTR.2019.120403>
- Shoeb, M., Islam, M. M., Reza, M. S., Nahar, N., & Islam, M. M. (2022). HPLC analysis of artificial preservatives, stimulants and sweeteners in carbonated beverages in Bangladesh. *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 3(2) , 215– 221. <https://doi.org/10.5614/crbb.2022.3.2/2V2BWDB5>
- Sirhan, A., Abdulra'uf, L. B., Mostafa, A., Talhouni, A., & Al-ebini, Y. (2018). *Development and validation of an RP-HPLC method for simultaneous determination of sorbic acid , benzoic acid , and natamycin in domestic yogurt in Jordan.* [https://www.semanticscholar.org/paper/Development-and-validation-of-an-RP-HPLC-method-for-Sirhan Abdulra%E2%80%99uf/66274d1282048c4b5bba681c3efe9b40dce9b204](https://www.semanticscholar.org/paper/Development-and-validation-of-an-RP-HPLC-method-for-Sirhan%20Abdulra%20uf/66274d1282048c4b5bba681c3efe9b40dce9b204)
- Sirhan, A. Y. (2018). Optimization and Validation of an HPLC-UV Method for Determination of Benzoic Acid and Sorbic Acid in Yogurt and Dried-Yogurt Products Using a Design of Experiment. *Indonesian Journal of Chemistry*, 18(3) , 522. <https://doi.org/10.22146/ijc.27675>
- Tighrine, A., Amir, Y., Alfaro, P., Mamou, M., & Nerín, C. (2019). Simultaneous extraction and analysis of preservatives and artificial sweeteners in juices by salting out liquid-liquid extraction method prior to ultra- high performance liquid chromatography. *Food Chemistry*, 277, 586–594. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.107>

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวเสาวภา ชุมณี
ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Saowapa Chumanee
- ตำแหน่งปัจจุบัน รองคณบดีฝ่ายศูนย์วิทยาศาสตร์
และอาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาเคมี
- ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
- หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 83 หมู่ 11 ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ (056) 717100 ต่อ 1508
โทรสาร - โทรศัพท์มือถือ 08-8272-3349 e-mail : Saowapa@pcru.ac.th
- ประวัติการศึกษา

ปริญญา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จ
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	2531
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2541
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2550

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

เคมีวิเคราะห์ เคมีสิ่งทอ และเคมีทั่วไป

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย:

พ.ศ. 2552 การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารกันเสีย (กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก เมทิลพาราเบน และโพรพิลพาราเบน) ในอาหาร และเครื่องสำอาง โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2552 การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ในปุ๋ยน้ำชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์บ้านเม็ด ของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์และชีวภาพ

ได้รับทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการ IRPUS ประจำปีงบประมาณ เลขที่โครงการ I152C02001

พ.ศ. 2553 ศึกษาผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยในทางเกษตรกรรม ที่มีต่อคุณภาพน้ำและดินในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2554 การศึกษากระบวนการผลิตและคุณภาพปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรของเกษตรอินทรีย์ ตำบลกองทุล อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2555 การศึกษาการย้อมสีผ้าจิ๋วด้วยสีธรรมชาติ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

พ.ศ. 2562 การศึกษาคุณค่าและการนำไปใช้ประโยชน์ของพืชหัตถ์ "ถั่วดาวอินคา" เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนบ้านน้ำร้อน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

7.2 ผู้ร่วมวิจัย

พ.ศ. 2558 ศึกษาการสร้างสารหอม (2-อะเซทิล-1-ไพโรลีน) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตข้าวไร้ลิ้มฟัว โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2562 การศึกษาการสกัดน้ำมัน ปริมาณ คาเฟอีน สารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากกากกาแฟในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

1. วารสารนานาชาติ

1) P. Sutthivaiyakit, S. Achatz, J. Linlelmann, T. Aungpradit, R. Chanwirat, S. Chumanee, and A. Kettrup. (2005). LC-MS/MS method for the confirmatory determination of aromatic amines and its application in textile analysis. **Anal. Bioanal. Chem.**, 381: 268-276.

2) S. Chumanee, S. Suttivaiyakit, and P. Suttivaiyakit. (2009). New Reagent for Trace Determination of Protein-Bound Metabolites of Nitrofurans in Shrimp Using Liquid Chromatography with Diode Array Detector, **J. Agric. Food Chem.**, 57, 1752–1759.

- 3) Sansenya, S., Hua, Y., Chumanee, S., Phasai, K., & Sricheewin, C. (2017). Effect of Gamma Irradiation on 2-Acetyl-1-pyrroline Content, GABA Content and Volatile Compounds of Germinated Rice (Thai Upland Rice). **Plants**, 6(2), 18.
- 4) Sansenya, S., Hua, Y., Chumanee, S., & Winyakul, C. (2017). Effect of gamma irradiation on the 2-acetyl-1-pyrrolinecontent during growth of Thai black glutinous rice (Upland rice). **Australian Journal of Crop Science**, 11(5), 631.
- 5) Sansenya, S., Hua, Y., & Chumanee, S. (2018). The Correlation between 2-Acetyl-1-pyrroline Content, Biological Compounds and Molecular Characterization to the Aroma Intensities of Thai Local Rice. **Journal of oleo science**, 67 (7), 893-904.
- 6) Sansenya, S., Hua, Y., Chumanee, S., & Sricheewin, C. (2019)The Combination Effect of Gamma Irradiation and Salt Concentration on 2-acetyl-1-pyrroline Content, Proline Content and Growth of Thai Fragrant Rice (KDML 105). **Oriental Journal of chemistry**, 35(3), 938-946.
- 7) Sansenya, S., Payaka, A., Wannasut, W., Hua, Y., & Chumanee, S. (2020) Biological activity of rice extract and the inhibition potential of rice extract, rice volatile compounds, and their combination against α -glucosidase, α -amylase, and tyrosinase. **International Journal of Food Science & Technology**.
- 8) Panpraneecharoen, S., & Chumanee, S. (2020). Optimization of the Oil Extraction, Study the Chemical and Physical Properties of Arabica Spent Coffee Grounds. **Science & Technology Asia**, 25(4), 12-19.

2. วารสารระดับชาติ

- 1) Chumanee, S., & Khoomsab, R. (2020). การหาปริมาณ สารพฤกษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และแร่ธาตุ จากใบถั่วดาวอินคา. **PSRU Journal of Science and Technology**, 5(2), 98-113.

3. Proceedings

- 1) สมพงษ์ แสนเสนหา, หยานหลัง หัว, เสาวภา ชูมณี, คลนภา แก้วภา, ชาคร ชินอมรวงศ์, และ กรรณิกา ภาไสย. ผลของรังสีแกมมาต่อปริมาณสารหอม (2-acetyl-1-pyrroline) และปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทิริก (กาบา) ในข้าวไร่พญาลี้มแกง. Proceeding. การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 4 ASTC2016: The 4th Academic Science and Technology Conference 2016 วันที่ 31 พฤษภาคม 2559.

2) วุฒิพงศ์ หอมหวล ปิยรัตน์ มูลศรี และ เสาวภา ชุมณี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคำนวณ วิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับวิธีการสอนและมีผลการเรียนต่างกัน. รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการ (Proceedings) การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือครั้งที่ 17 (21 กรกฎาคม 2560)

3) เสาวภา ชุมฉิ, วิไลพร ปองเพียร และ ศศิกานต์ ปานปราณี-เจริญ. การสกัดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อการวิเคราะห์แคลเซียมในถั่วดาวอินคา โดยเทคนิคเฟรมอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 5 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” วันที่ 8-9 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561

4) อาทิตยา จันทิ, เสาวภา ชุมฉินและ ปิยรัตน์ มูลศรี. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 4 “การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมในยุค 4.0 เพื่อท้องถิ่นเข้มแข็งอย่างยั่งยืน” วันที่ 12-13 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561, หน้า 505-510.

ผู้ร่วมวิจัย 1

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวรุจิรา คุ่มทรัพย์
- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Ruchira Khoomsab
2. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ
3. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ (056) 717100 ต่อ 2713 โทรสาร (056) 717123

E - mail : rupinkaew13@pcru.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จ
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2551
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2554

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

การวิเคราะห์น้ำ เคมีวิเคราะห์ เคมีทั่วไป

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อโครงการวิจัย ปีที่ดำเนินโครงการ และแหล่งทุน

1. งานวิจัย เรื่อง Derivative Spectrophotometry for The Simultaneous Determination of Acetyl Salicylic Acid, Caffeine and Paracetamol, ด้วยเงินอุดหนุนงานวิจัย สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก, 2550

2. วิทยานิพนธ์เรื่อง Exhaustive Separation of Fibroin, Sericin and Pigments from Yellow Thai Silk Cocoon, ตุลาคม 2554. ได้รับทุนจาก PERCH CIC และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. งานวิจัยชั้นเรียน เรื่องการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญกรณีศึกษา:การวิเคราะห์คุณภาพน้ำแม่น้ำป่าสัก เขตเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ในรายวิชาการวิเคราะห์น้ำ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีงบประมาณ พ.ศ. 2555

4. หัวหน้าโครงการงานวิจัย เรื่อง การผลิตและการเตรียมถ่านกัมมันต์จากขังข้าวโพด เพื่อใช้ในการดูดซับมีเทน แหล่งทุน ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2556

5. หัวหน้าโครงการงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ของนักศึกษาสาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ รายวิชา การวิเคราะห์น้ำ เรื่อง คุณภาพน้ำ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2557

6. ผู้ร่วมวิจัยโครงการงานวิจัย เรื่อง การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวสางอก “ข้าวไร้ลิ้มผิว” เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืน จังหวัดเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

7. หัวหน้าโครงการงานวิจัย เรื่อง ปริมาณธาตุอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ในเขตเพาะปลูกตำบลคงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

8. หัวหน้าโครงการงานวิจัยย่อย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวไร้ลิ้มผิวสำหรับผู้สูงอายุเพื่อเศรษฐกิจชุมชน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

9. หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง “ความหลากหลายชนิดของแมลงกินได้ และ พฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ปรุงจากแมลงกินได้ ตามภูมิปัญญาท้องถิ่น” ได้รับทุนอุดหนุนจาก โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาประจำปี งบประมาณ พ.ศ. 2559

10. หัวหน้าโครงการวิจัยย่อย เรื่อง พฤติกรรมการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ใน ชีวิตประจำวันของประชาชนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณแผ่นดิน งบประมาณ พ.ศ. 2559.

11. หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การหาวิธีที่เหมาะสมในการสกัดและการ วิเคราะห์ปริมาณสารแอนทราควิโนนและเมธิลแอนทรานิลีนจากพืช ได้รับทุนอุดหนุน งบประมาณแผ่นดิน งบประมาณ พ.ศ. 2560

12. ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการจับไอน้ำก่อความรำคาญ ด้วยวิธีทางกายภาพและชีวเคมีได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณแผ่นดิน งบประมาณ พ.ศ. 2561

13. หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง การส่งเสริมเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์วิสาหกิจ ชุมชน อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยดิจิทัลมาร์เก็ตติ้ง ได้รับทุนอุดหนุนงบประมาณแผ่นดิน งบประมาณ พ.ศ. 2562

14. ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัย เรื่อง ปัญหาพัฒนาและส่งเสริมธุรกิจแหล่งน้ำพุร้อนเพื่อ สุขภาพ อำเภอ วิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการศึกษา ศักยภาพเพื่อ ยกกระตือรือร้นพัฒนาเชิงพื้นที่ของเครือข่าย (Preliminary Research) มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปี งบประมาณ พ.ศ.2564

7.2 การเผยแพร่งานวิจัย: ชื่อผลงานวิจัย ชื่อวารสารที่เผยแพร่ ปีที่พิมพ์

รุจิรา ปิ่นแก้ว เรื่องศรี วัฒนศักดิ์ และสุรศักดิ์ วัฒนศักดิ์. Effect of Solvent Systems on Reflux Extraction of Pigments in Yellow Thai Silk Cocoon. **วารสารมหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)**. 3(2554): 226-233

Artit Hutem, Saowapa Chumanee, Wilaiporn Pongpian and Ruchira Khoomsab. Atomic Density Fluctuation of Harmonic Oscillator Cosine Asymmetric Potential via Numerical Shooting Method. **Advanced Studies in Theoretical Physics**. Vol. 8, 2014, no. 24, 1083 – 1088

รุจิรา คุ่มทรัพย์ วิไลพร ปองเพียร และปาริชาติ โนมเฉลา. การเตรียมและ วิเคราะห์ค่าการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากขังข้าวโพดโดยวิธีการกระตุ้นทางเคมี, การประชุม วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา“การวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”. 2558, 1393-1400.

รุจิรา คุ่มทรัพย์, การพัฒนาความสามารถการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ของนักศึกษาสาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ รายวิชา การวิเคราะห์น้ำ เรื่อง คุณภาพน้ำ ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 วันที่ 1 กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2559.. หน้า 16-23

กาญจน์ คุ่มทรัพย์, พรทวิ กองร้อย, ธนาวรรณ สุขเกษม และรุจิรา คุ่มทรัพย์, การส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อมุ่งสู่การเป็นเมืองคาร์บอนต่ำ การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17, 2785-2791.

รุจิรา คุ่มทรัพย์, เสาวภา ชุมณี, วิไลพร ปองเพียร, กาญจน์ คุ่มทรัพย์, ปริมาณธาตุอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการ ในผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในเขตเพาะปลูกตำบลดงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์, การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ ประจำปี 2559 เมื่อวันที่ 19-20 ธันวาคม 2560.

Saowapa Chumanee, Ruchira khoomsab, Chanai Munkalaratanasri, Sompng Sansenya. (2015) Effect of Cooking Methods on Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) and Anthocyanin Content of Germinated Brown Rice (Leumpua Purple Sticky Rice. **TICST 2015:** The international Conference on Science and Technology.

รุจิรา คุ่มทรัพย์, ธนาวรรณ สุขเกษม และรุ่งนภา สนั่นดี (2561). พฤติกรรมการบริโภคแมลงกินได้ตามวิถีปัญญาท้องถิ่น กรณีศึกษา ตำบลปากช่อง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 3 ฉบับที่ 2

นันทกรัย รอดเกตุ, ศศิกานต์ ปานปรางค์เจริญ, เสาวภา ชุมณี, วิไลพร ปองเพียร และรุจิรา คุ่มทรัพย์ (2561) การสกัดน้ำมัน และองค์ประกอบกรดไขมัน ของน้ำมันรำข้าวลิ้มฟัวในจังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 3 ฉบับที่ 2

ศศิกานต์ ปานปรางค์เจริญ, เสาวภา ชุมณี, วิไลพร ปองเพียร, รุจิรา คุ่มทรัพย์ และนันทกรัย รอดเกตุ. (2561) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีที่ 3 ฉบับที่ 1

Khoomsab, R. and Khoomsab, K. (2019). Extraction and Determination of Anthraquinone from Herbal Plant as Bird Repellent. **Science & Technology Asia**. 24(1), 14-20.

Khoomsab, R. and Khoomsab, K. (2019) Establishment of Methyl Anthranilate Quantification by UV- spectroscopy and Identification using FT- IR. **EAU Heritage Journal Science and Technology**.13(1).

Khoomsab, R. And Kratang, K. (2020) . Quantitative Analysis of Anthraquinone From Plants Based On Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography. **PSRU Journal of Science and Technology**. 5(1): 52-65,

Chumanee, S., & Khoomsab, R. (2020). การหาปริมาณ สารพฤษเคมีฤทธิ์ ด้านอนุมูลอิสระ และแร่ธาตุ จากใบถั่วดาวอินคา. **PSRU Journal of Science and Technology**, 5(2), 98-113.

Thaenthong, S., Patan, A., Rodkate, R., Deepanya, W., Khoomsab, R. (2021). Effect of Cooking Treatments on Resistant Starch Content in Local Rice Variety Grown in Phetchabun Province **PSRU Journal of Science and Technology**, 6(3) 135-146.

ผู้ร่วมวิจัย 2

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวศศิกันต์ ปานปรานีเจริญ
ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Sasikarn Panpraneecharoen
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาเคมี
3. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 83 หมู่ 11 ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ (056) 717100 ต่อ 2705
โทรสาร - โทรศัพท์มือถือ 09-5643-2243 e-mail : Sasikarn.pan@pcru.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จ
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2549
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2552
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2559

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

เคมีอุตสาหกรรม เคมีสิ่งทอ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย:

พ.ศ. 2559 ชุดผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้วโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจากธรรมชาติ
พ.ศ. 2552 การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ในปุ๋ยน้ำชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด ของกลุ่ม
เกษตรกรอินทรีย์และชีวภาพ ได้รับทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2559

พ.ศ. 2560 คุณสมบัติทางเคมีและกระบวนการหมักเอทานอลจากมันพื้นเมืองสกุล
Dioscorea sp. ได้รับทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2560

พ.ศ. 2562 การศึกษาการสกัดน้ำมัน ปริมาณคาเฟอีน สารประกอบฟีนอลิก และ
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากกากกาแฟในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยงบประมาณ
แผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2562

พ.ศ. 2564 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากบัตเตอร์และผงโกโก้ เพื่อ
เพิ่มมูลค่าผลผลิตให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มโกโก้नाงั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยโครงการ
Pre talent ประจำปีงบประมาณ 2564

พ.ศ. 2565 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกากกาแฟ
ได้รับทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2565

7.2 ผู้ร่วมวิจัย

พ.ศ. 2562 การศึกษาคุณค่าและการนำไปใช้ประโยชน์ของพืชหมัศจรรย์ "ถั่วดาวอิน
คา" เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนบ้านน้ำร้อน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจาก
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

1. วารสารนานาชาติ

1) Panpraneecharoen, S., & Chumanee, S. (2020). Optimization of the Oil
Extraction, Study the Chemical and Physical Properties of Arabica Spent Coffee Grounds. **Science
& Technology Asia**, 25(4), 12-19.

2) Pongpian, W., & Panpraneecharoen, S. (2019). Analysis of Chemical Properties
and Gamma - Oryzanol Content in Luem Pua Rice Bran Oil (*Oryza sativa* L.). **Science &
Technology Asia**, 24(2), 1-5.

2. วารสารระดับชาติ

1) Panpraneecharoen, S., & Rodkate, N. (2020). Proximate Analysis and Structural Properties of Arabica Spent Coffee Grounds. **YRU Journal of Science and Technology**, 5(1), 10-16.

3. Proceedings

1) Panpraneecharoen, S., Moonsri, P., & Wantang, T. (2017). Production of Biodiesel from Used Vegetable Oil By Using Calcium Oxide Catalyst. **TICST2017**, 169-172.

ผู้ร่วมวิจัย 3

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวนันท์รัช รอดเกตู
ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Nantharak Rodkate
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาเคมี
3. ตำแหน่งทางวิชาการ -
4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 83 หมู่ 11 ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ (056) 717100 ต่อ -
โทรสาร - โทรศัพท์มือถือ 08-6612-8873 e-mail : nantharakr@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จ
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2549
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมีอุตสาหกรรม)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2552
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2558

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

พอลิเมอร์ เคมีอินทรีย์ และเคมีเครื่องสำอาง

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย:

พ.ศ. 2565 การสกัดและการเตรียมฟิล์มที่ย่อยสลายทางชีวภาพจากกัมมะขามร่วมกับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ทุนวิจัยปี 2565

7.2 ผู้ร่วมวิจัย

พ.ศ. 2562 การศึกษาการสกัดน้ำมัน ปริมาณ คาเฟอีนสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากกากกาแฟในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ.2564 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากบัตเตอร์และผงโกโก้ เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตให้กับวิสาหกิจ ชุมชนกลุ่มโกโก้ในจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนอุดหนุนจาก Pre-talent อววน.

พ.ศ.2565 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกากกาแฟ ทุนวิจัยปี 2565

พ.ศ. 2565การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างทางการเกษตร ให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อรองรับมาตรฐานเกษตรปลอดภัย ทุนวิจัยปี 2565

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

1. วารสารนานาชาติ

1. Rodkate, N., Wichai, U., Boontha, B. and Rutnakornpituk, M. (2010). Semi-interpenetrating polymer network hydrogels between polydimethylsiloxane/polyethylene glycol and chitosan. Carbohydrate Polymers, 81,617-625.

2. Rodkate, N., Rutnakornpituk, B., Wichai, U., Ross, G. and Rutnakornpituk, M. (2015). Smart carboxymethylchitosan hydrogels that have thermo- and pH-responsive properties. Journal of Applied Polymer Science, 132(8), 41505(1)- 41505(9).

3. Jankaew, R., Rodkate, N., Lamlertthon, S., Rutnakornpituk, B., Wichai, U. and Rutnakornpituk, M. (2015). “Smart” carboxymethylchitosan hydrogels crosslinked with poly(N-isopropylacrylamide) and poly(acrylic acid) for drug controlled release. Polymer Testing, 42, 26-36.

4. Rodkate, N., and Rutnakornpituk, M. (2016). Multi-responsive magnetic-microsphere of poly(N-isopropylacrylamide)/carboxymethylchitosan hydrogel for drug controlled release. Carbohydrate Polymers, 151, 251-259. 7.3

5. Rodkate, N., Deepuppha, N., Rutnakornpituk, B. and Rutnakornpituk, M. (2018). Carboxymethylchitosan-based hydrogel film crosslinked with polydimethyl-siloxane. Journal of Metals, Materials and Minerals, Vol.28 No.1, 77-8.

6. Khoomsab, R. , Rodkate, N. (2019). Establishment of Methyl Anthranilate Quantification by UV- Spectroscopy and Identification Using FTIR. EAU Heritage Journal Science and Technology. Vol. 13 No. 3, 94-105.
7. Sasikarn Panpraneecharoen and Nantharak Rodkate (2020). Proximate Analysis and Structural Properties of Arabica Spent Coffee Grounds. YRU Journal of Science and Technology. 5(1): 10–16.

2. วารสารระดับชาติ

1. ศศิธร แทนทอง อัครกะบัตกาน ปาทาน นันทรักษ์ รอดเกตุ วิชาสินี ดีปัญญา และ รุจิรา คุ่มทรัพย์ (2021). Effect of Cooking Treatments on Resistant Starch Content in Local Rice ariety Grown in Phetchabun Province. PSRU Journal of Science and Technology 6(3): 135-146.