DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช

อัจนา รัตนวารินทร์ชัย

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีการศึกษา 2565

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

THE STUDY OF PRIMARY SCREEN PESTICIDE RESIDUES IN PLANT-BASED PROTEIN POWDER

ATCHANA RATTANAWARINCHAI

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Science
Program in Anti-aging and Regenerative Science,
College of Integrative Medicine,
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2022

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างเบื้องต้นในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช

เสนอโดย อัจนา รัตนวารินทร์ชัย

สาขาวิชา วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

กลุ่มวิชา วิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เภสัชกรหญิงมยุรี ตันติสิระ)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์)

..... กรรมการ

(ดร. นายแพทย์ภาวิต หน่อไชย)

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ รับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พัฒนา เต็งอำนวย)

วันที่ 25 เดือน มิ.ย. ปี 2566

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช
ชื่อผู้เขียน	อัจนา รัตนวารินทร์ชัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.เอกราช บำรุงพืชน์
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการรับประทานโปรตีนผง เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วในการเพิ่มโปรตีนในแต่ละวัน เช่น เวย์โปรตีน โปรตีนผงจากพืช หรือแม้แต่ผงไข่ขาว เป็นต้น เนื่องจากการรับประทานโปรตีนผงสามารถช่วยป้องกันและเสริมสร้างกล้ามเนื้อ และทำให้อิ่มนานได้อีกด้วย เหมาะกับผู้ที่ออกกำลังกาย หรือต้องการคุมน้ำหนัก แต่อย่างไรก็ตาม โปรตีนผงจากพืช กำลังเป็นที่นิยมอย่างมาก สามารถตอบโจทย์ผู้ที่แพ้นมวัว ผู้ที่ต้องการลดการบริโภคเนื้อสัตว์ มีโปรตีนที่สูง แต่การตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในถั่วเหลืองและธัญพืช ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ก็อาจจะส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างที่มีจำหน่ายในตลาดออนไลน์ในประเทศไทย 2 แหล่ง คือ Shopee และ Lazada จำนวน 12 ตัวอย่าง ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit โดยทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมต , กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และกลุ่มไพรีทรอยด์ โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 รอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

จากการศึกษาในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่ม ที่ตรวจโดยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช 12 ตัวอย่าง ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในทุกตัวอย่าง แปลได้ว่าอาจจะมีปริมาณการปนเปื้อนที่ต่ำกว่า LOD ทำให้ชุดตรวจไม่สามารถตรวจพบได้ เพราะการสะสมในปริมาณเล็กน้อยแต่เป็นเวลานานก็อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพเรื้อรังในระยะยาวได้ ผู้บริโภคควรมีพื้นฐานความรู้ทางด้านโภชนาการที่เพียงพอและถูกต้อง และใส่ใจฉลากผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงความต้องการ

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช, สารกำจัดศัตรูพืช, GPO-TM Kit

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Thematic Paper Title	THE STUDY OF PRIMARY SCREEN PESTICIDE RESIDUES IN PLANT-BASED PROTEIN POWDER
Author	Atchana Rattanawarinchai
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Akkarach Bumrungpert, Ph.D.
Program	Master of Science
Academic Year	2022

ABSTRACT

Currently, consuming protein powder is an easy and quick way to increase protein intake each day. Examples include whey protein, plant-based protein powder, or even egg white powder, as protein powder can support prevent and build muscle, as well as provide satiety. It is suitable for people who exercise or would like to control their weight. However, plant-based protein powder is popular as it can meet the needs of people who are allergic to cow's milk or would like to reduce their meat consumption while still getting high-quality protein. However, for case detect the pesticide residues in soy bean and grain, which are the main ingredients in protein powder production, may make an affect to health of consumers. This study objective to preliminarily screen for residual pesticides in plant-based protein powder products by collecting samples available in the online marketplaces in Thailand, namely Shopee and Lazada. A total of 12 samples were tested by GPO-TM Kit to test with four groups of chemical pesticides: Organophosphates, Carbamates, Organochlorines, and Pyrethroids. The testing was repeated three times to ensure accuracy.

From studying all 12 samples of plant-based protein powder products, no chemical pesticides from the 4 tested groups were found using the GPO-TM Kit test set. In the 12 samples of plant-based protein powder products, no residual pesticides were found in any of the samples. This suggests that there may be trace amounts of contamination below the limit of detection (LOD), making it undetectable by the testing kit. However, long-term accumulation of small amounts could potentially have an impact on overall health. Consumers should have a sufficient and accurate understanding of nutrition and pay attention to product labels in order to obtain the desired product.

Keywords: Plant-based protein powder, Pesticide, GPO-TM kit

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์นี้เป็นผลงานที่ผู้วิจัยได้ทุ่มเทความตั้งใจ กำลังกาย และกำลังใจกระทั่งสำเร็จไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์หลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ความคิดเห็น และแนวทางในการพัฒนาสารนิพนธ์เล่มนี้ รวมทั้งช่วยแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้สารนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุลงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.ปพิชญา เทศนา เป็นอย่างสูง ที่กรุณาช่วยแนะนำ และควบคุมการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ ในห้องปฏิบัติการของวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ทั้งยังให้คำแนะนำ และช่วยเหลือการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลอันเป็นประโยชน์แก่ผู้อื่นได้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการทุกท่าน สำหรับความรู้ทางวิชาการ คำแนะนำ และคำปรึกษาตลอดหลักสูตร และในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตรทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ พี่เอ็ง พี่ปุ๊ก และเพื่อน ๆ ทุกคนในรุ่นที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุลวงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ที่เปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้เข้ามาศึกษา ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมศักยภาพของตน ทั้งยังมอบทรัพยากรทางความรู้ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถสร้างองค์ความรู้และนำองค์ความรู้นี้ไปเผยแพร่เป็นประโยชน์กับผู้อื่นได้

อัจนา รัตนวารินทร์ชัย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1
   - 1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1
   - 1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าได้จะได้รับ..... 2
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3
   - 2.1 โปรตีนจากพืช (Plant-based Proteins)..... 3
   - 2.2 ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช (Plant-based Food)..... 5
   - 2.3 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)..... 6
   - 2.4 พืชและสารตกค้าง..... 8
   - 2.5 ชุดตรวจหาชนิดสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม GPO-TM Kit..... 9
3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 11
   - 3.1 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี..... 11
   - 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 11
   - 3.3 การคัดเลือกตัวอย่าง..... 12
   - 3.4 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย..... 12
   - 3.5 วิธีการทดสอบ..... 12
   - 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 14
4. ผลการวิจัย..... 15
   - 4.1 ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชจำนวน 12 ตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดสอบ..... 15
   - 4.2 ผลการศึกษาการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่มในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช..... 16

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 17
5.1 สรุปและอภิปรายผล..... 17
5.2 ข้อจำกัด..... 19
5.3 ข้อเสนอแนะ..... 20
บรรณานุกรม..... 21
ประวัติผู้เขียน..... 27

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดงข้อมูลผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชจำนวน 12 ตัวอย่าง..... 15

4.2 แสดงผลการทดสอบหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit 16
ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชจำนวน 12 ตัวอย่าง

5.1 แสดงสารมาตรฐานในการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต,..... 18
กลุ่มคาร์บาเมท, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์ ของชุดทดสอบ
GPO-TM kit

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.1 แสดงกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช..... 11
ในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันแนวโน้มการดูแลสุขภาพด้วยอาหารจากพืชและโปรตีนจากพืชกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้น และกลายเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการดูแลสุขภาพ ต้องการลดการบริโภคเนื้อสัตว์ หรือแม้แต่ใส่ใจสิ่งแวดล้อม[1] แต่อย่างไรก็ตามผู้บริโภคอาจจะยังมีข้อสงสัยว่าอาหารที่มาจากพืชสามารถให้โปรตีนในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายหรือไม่

โปรตีนผงจากพืช (Plant-based Protein Power) จึงเป็นอีกหนึ่งโปรตีนทางเลือกที่กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ สามารถตอบโจทย์ผู้บริโภคได้ เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนที่สูง มีกรดอะมิโนครบทั้ง 9 ชนิด ตามความต้องการของร่างกาย ให้พลังงานต่ำ ไขมันต่ำ ไฟเบอร์สูง และยังลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคหลอดเลือด โรคหัวใจ หรือแม้แต่โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เป็นต้น โดยพืชที่นิยมนำมาสกัดเป็นโปรตีนผงจากพืช ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลันเตา ข้าวกล้อง ข้าวโอ๊ต เมล็ดฟักทอง เป็นต้น[2,3] อย่างไรก็ตาม เนื่องจากโปรตีนผงจากพืช ทำมาจากธัญพืชเป็นหลัก ซึ่งหากมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการเกษตร อาจจะเป็นไปได้ว่าโปรตีนผงจากพืชที่ผู้บริโภครับประทานเข้าไป จะมีการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชได้ สามารถผลเสียต่อสุขภาพ จากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ประเภทพาราควอต มีความเชื่อมโยงกับ โรคพากินสัน[4] และสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนนี้ยังสามารถสะสมในไขมันในน้ำนมของมารดา และส่งต่อไปยังทารกได้ผ่านทางน้ำนม[5] การได้รับสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมของจุลินทรีย์ท้องถิ่นในลำไส้อย่างมีนัยสำคัญ และส่งผลต่อการเผาผลาญไขมันในตับอีกด้วย[6]

จากสมมติฐานข้างต้นที่ว่า ถ้าพบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มของธัญพืช และได้มีการนำธัญพืชมาทำเป็นโปรตีนผงจากพืช จะมีการตรวจพบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในโปรตีนผงจากพืชหรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร พบว่าปี 2564 กระทรวงสาธารณสุข ของประเทศญี่ปุ่นได้ปรับระดับการสุ่มตรวจสารเคมีตกค้างในถั่วหวานและถั่วลันเตา เนื่องจากพบสารเคมีตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างเกินมาตรฐาน[7] ในปี 2562

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

นิตยสารฉลาดซื้อ มูลนิธิเพื่อผู้บริโภค ได้เปิดเผยผลการทดสอบไกลโฟเซตในถั่วเหลืองจำนวน 8 ตัวอย่าง จากห้างค้าปลีกและส่ง พบว่ามีถั่วเหลือง 5 ตัวอย่างที่มีสารไกลโฟเซตตกค้าง แม้จะไม่เกินค่ามาตรฐานอาหารสากลที่กำหนด แต่การที่มีไกลโฟเซตตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรก็อาจจะทำให้เกิดความเสี่ยง อาจก่อให้เกิดการสะสมและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้[8] จากการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในธัญพืช ผัก และผลไม้จำนวนมาก องค์การเภสัชกรรมจึงได้ผลิต ชุดตรวจคัดกรองสารเคมีกำจัดแมลงในผักผลไม้และธัญพืช 2 กลุ่ม (GPO-TM Kit) และชุดตรวจหาชนิดสารเคมีกำจัดแมลงในผักผลไม้และธัญพืช 4 กลุ่ม (GPO-TM Kit) โดยใช้เทคโนโลยีจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและเฝ้าระวัง การปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง[9]

อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลการศึกษาเรื่องการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในโปรตีนผงจากพืชในประเทศไทย จึงเป็นที่มาของงานวิจัยในครั้งนี้

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าได้จะได้รับ

1.2.1. เพื่อเป็นฐานข้อมูลแก่ผู้บริโภคในการเลือกซื้อโปรตีนผงจากพืช เพื่อความปลอดภัย

1.2.2 เพื่อสร้างความตระหนักรู้ให้กับผู้บริโภคให้มีความระมัดระวังมากขึ้น ในการเลือกซื้อโปรตีนผงจากพืชในท้องตลาด

1.2.3. สร้างความตระหนักให้กับทางผู้ผลิตโปรตีนผงจากพืช ให้มีความเข้มงวดในการเลือกซื้อวัตถุดิบมากขึ้น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในโปรตีนผงจากพืชในท้องตลาด ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 โปรตีนจากพืช (Plant-based Proteins)

2.2 ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช (Plant-based Food)

2.3 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)

2.4 ธัญพืชและสารตกค้าง

2.5 การตรวจหาชนิดของ (GPO TM Kit)

2.1 โปรตีนจากพืช (Plant-based Proteins)

โปรตีนเป็นโครงสร้างจากการรวมตัวกันของกรดอะมิโนที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ที่จำเป็นต่อการสร้าง ซ่อมแซม และบำรุงรักษาเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย โปรตีนประกอบไปด้วยกรดอะมิโนทั้งหมด 20 ชนิด โดยมีกรดอะมิโนจำเป็น 9 ชนิด (EAAs = Essential Amino Acids) ที่ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร โดยโปรตีนจากสัตว์และพืชที่มีกรดอะมิโนครบทั้ง 20 ชนิด เรียกว่าโปรตีนสมบูรณ์ คือมีแหล่งโปรตีนที่จำเป็นทั้งหมดที่ร่างกายมนุษย์ต้องการ สามารถย่อยและดูดซึมได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย โปรตีนจากพืชส่วนใหญ่จะมีกรดอะมิโนจำเป็นไม่ครบ หรือมีสัดส่วนที่น้อยกว่าที่ร่างกายต้องการเพื่อนำไปใช้ แต่จะมีโปรตีนจากพืชไม่กี่ชนิด เช่น ถั่วเหลือง หรือควินัว ที่สามารถเป็นโปรตีนสมบูรณ์ได้ แต่เนื่องจากพืชประเภทต่าง ๆ มีรูปแบบของกรดอะมิโน และการย่อยที่แตกต่างกัน ดังนั้นการบริโภคโปรตีนจากพืช ควรบริโภคจากพืชหลายชนิดเพื่อให้ได้รับกรดอะมิโนที่ครบถ้วน และมีปริมาณ BCAAs (Branch-chain amino acids) ในปริมาณที่เพียงพอต่อการสร้างกล้ามเนื้อ[2,3]

2.1.1 โปรตีนจากพืช

โปรตีนจากพืช คือโปรตีนที่ได้รับจากพืชชนิดต่างๆ เช่น พืชตระกูลถั่ว เมล็ดพืช ธัญพืช เห็ด หรือแม้แต่ข้าวบางชนิด พืชเหล่านี้นับว่าเป็นพืชที่ให้โปรตีนสูง จึงนิยมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช นมจากพืช หรือแม้แต่โปรตีนผงจากพืช นอกจากนี้โปรตีนจากพืชยังอุดมไปด้วยเส้นใยอาหารและไขมันไม่อิ่มตัว มีส่วนช่วยในการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจ ลดความเสี่ยงของมะเร็งลำไส้ ลดระดับคอเลสเตอรอล และยังมีส่วนในการช่วยลดน้ำหนักอีกด้วย โดยสามารถแบ่งโปรตีนจากพืชตามหลักพฤกษศาสตร์ ออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.1.1.1 โปรตีนจากธัญพืช (cereals)

โปรตีนจากธัญพืช คือพืชในตระกูลหญ้าที่บริโภคได้ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพด โดยถ้าคิดปริมาณโปรตีนของพืชเหล่านี้ 100 กรัม จะพบโปรตีนในข้าวเจ้าหอมมะลิ 6.5 กรัม ข้าวสาลี 12 กรัม ข้าวฟ่าง 9.8 กรัม ข้าวบาร์เลย์ 8.3 กรัม และข้าวโพดต้ม 4.3 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ธัญพืชยังรวมถึงถั่วชนิดต่าง ๆ อีกด้วย แต่ในที่นี้ได้จำแนกตามหลักพฤกษศาสตร์ จึงได้มีการแยกถั่วออกเป็นอีกกลุ่ม

2.1.1.2 โปรตีนจากถั่ว (legume)

โปรตีนจากถั่ว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มถั่วฝักเมล็ดไม่กลม (bean) เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วดำ เป็นต้น มีใยอาหารสูง ช่วยในการขับถ่าย ลดการดูดซึมไขมันและยังช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้อีกด้วย (2) กลุ่มถั่วเมล็ดกลม (pea) เช่น ถั่วลูกไก่ ถั่วพุ่ม ถั่วลันเตา เป็นต้น (3) ถั่วเมล็ดแบน เช่น ถั่วเลนทิล โดยถั่วที่นิยมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชคือถั่วเหลืองและถั่วลันเตา เพราะให้โปรตีนที่สูง มีส่วนประกอบของกรดอะมิโนจำเป็นครบทั้ง 9 ชนิด และมีปริมาณ BCAAs ในปริมาณที่เพียงพอต่อการสร้างกล้ามเนื้อ[10]

นอกจากนี้ โปรตีนจากถั่วเหลืองและถั่วลันเตา ยังมีกรดอะมิโนเช่น แอล-อาร์จินีน (L-arginine) ที่มีบทบาทในการสร้างกล้ามเนื้อรวมทั้งกระตุ้นโกรทฮอร์โมน (Human Growth Hormone) และมีงานวิจัยศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงของมัดกล้ามเนื้อจากการรับประทานเวย์โปรตีนกับโปรตีนจากถั่วลันเตาในกลุ่มผู้ออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน จำนวน 161 คน พบว่า ความแข็งแรงของมัดกล้ามเนื้อในกลุ่มผู้ที่รับประทานเวย์โปรตีนกับผู้ที่รับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นโปรตีนจากถั่วลันเตาจึงถือเป็นโปรตีนทางเลือกที่คุณภาพดี เมื่อเทียบกับเวย์โปรตีนในเรื่องการสร้างกล้ามเนื้อ[11]

2.1.1.3 โปรตีนจากเมล็ดพืช (seed) และถั่วเปลือกแข็ง (nut)

โปรตีนจากเมล็ดพืช (seed) ถือว่าเป็นแหล่งโปรตีนกลุ่มใหม่ที่กำลังได้รับความนิยม เช่น เมล็ดทานตะวัน เมล็ดงา เมล็ดกัญชง เป็นต้น โดยถ้าคิดปริมาณโปรตีนของงาขาวคั่ว 100 กรัม จะพบโปรตีนสูงถึง 26.1 กรัม และยังอุดมไปด้วยกรดอะมิโน ได้แก่ เมทไทโอนีน ทริปโตเฟน และซีสเทอีน ส่วนถั่วเปลือกแข็ง (nut) คือถั่วที่มีลักษณะแข็ง ส่วนใหญ่มีเมล็ดสีขาว สีน้ำตาล เช่น ถั่วลิสง ถั่วอัลมอนด์ พิตาชิโอ แมคคาเดเมีย เม็ดมะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น ถั่วเปลือกแข็งจะมีโปรตีนสูง คาร์โบไฮเดรตต่ำ ไขมันสูง ซึ่งเป็นไขมันที่ดี ช่วยในการลด LDL ในหลอดเลือดได้

2.1.1.4 โปรตีนจากหญ้าที่ไม่ใช่ธัญพืช (pseudo-cereal)

โปรตีนจากหญ้าที่ไม่ใช่ธัญพืช มักพบใน บัควีท เจีย ควินัว เมล็ดผักโขม เป็นต้น

2.1.1.5 โปรตีนจากพืชผัก (vegetable protein)

โปรตีนจากพืชผัก จัดเป็นโปรตีนสีเขียว เช่น บรอกโคลี เคล ดอกกระหล่ำ สะตอ ขี้เหล็ก ใบมะรุม เป็นต้น[2,3,12]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

แม้พืชหลายชนิดจะให้โปรตีนที่สูง แต่พืชที่นิยมนำมาสกัดเป็นผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชส่วนใหญ่จะนิยมใช้ ถั่วเหลือง ถั่วลันเตา และธัญพืชหลายชนิดรวมกัน เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนสูง รสชาติอร่อย รับประทานง่าย[13]

2.2 ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช (Plant-based Food)

ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช คือ อาหารในกลุ่มโปรตีนทางเลือก (Alternative Protein) ซึ่งใช้วัตถุดิบที่ทำจากพืชที่ให้โปรตีนสูง เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลันเตา เห็ด สาหร่าย ข้าวโอ๊ต เป็นต้น ด้วยนวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าไปอย่างมาก จึงทำให้รูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชในปัจจุบัน มีความหลากหลายมากขึ้น มีการพัฒนารสชาติ กลิ่น และสีสันให้เหมือนผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ไม่อยากรับประทานเนื้อสัตว์ ใส่ใจสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการทำปศุสัตว์มีการปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นต้นเหตุของภาวะเรือนกระจก ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชได้รับความนิยมและมีโอกาสทางการตลาดนั้น มีอยู่ 3 กลุ่ม[14,15,16] ได้แก่

2.2.1 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช (Plant-based Meat)

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช (Plant-based Meat) เป็นคำที่ใช้อธิบายอาหารที่เลียนแบบผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ โดยมีส่วนผสมจากพืชประมาณร้อยละ 95 และส่วนผสมที่เหลือ อาจจะเป็นเห็ด สาหร่าย หรือสารประกอบอื่นๆที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ โดยมีการแปรรูปให้มีความใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์จริง ทั้งในแง่ของกลิ่น รูปร่าง และรสชาติ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในต่างประเทศ ในประเทศอเมริกาพบว่าอัตราการเติบโตเฉลี่ยของยอดขายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชในปี 2560-2562 อยู่ที่ร้อยละ 17[17]

2.2.2 ผลิตภัณฑ์นมจากพืช (Plant-based Milk & Dairy)

ผลิตภัณฑ์นมจากพืช (Plant-based Milk & Dairy) เช่น นมจากพืช โยเกิร์ต ชีส ไอศกรีม หรือแม้แต่โปรตีนผง ส่วนมากทำมาจากถั่ว หรือธัญพืชต่างๆ เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโอ๊ต อัลมอนด์ ข้าวโอ๊ต เป็นต้น ในที่นี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นการศึกษาไปที่โปรตีนผงจากพืชเป็นหลัก โปรตีนผงจากพืชเป็นหนึ่งในทางเลือกสำหรับผู้ที่แพ้นมวัวซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก แม้ผู้ผลิตนมวัวได้ออกจำหน่ายผลิตภัณฑ์นมวัวที่ปราศจากแลคโตส (Lactose Free) เพื่อลดข้อจำกัดบางอย่าง แต่สำหรับกลุ่มที่ทานมังสวิรัติหรือมีข้อจำกัดในการดื่มนมวัว ผลิตภัณฑ์จากพืชจึงเข้ามาเป็นอีกหนึ่งทางเลือกแก่ผู้บริโภค

โปรตีนผงจากพืช (Plant-based Protein Powder) คือ ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่ทำมาจากพืช ในรูปแบบผง โดยพืชที่นิยมนำมาสกัด เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลันเตา อัลมอนด์ และพืชตระกูลข้าว เป็นต้น โดยจะนำพืชเหล่านี้ไปผ่านกระบวนการบดให้ละเอียดเพื่อให้ออกมาในรูปแบบผง ที่สามารถเติมลงในของเหลวพร้อมชงดื่ม ให้ง่ายต่อการบริโภค นอกจากนี้ผู้ผลิตอาจจะมีการเติมวิตามิน เกลือแร่ Superfood หรือแม้แต่ Probiotics ขึ้นอยู่กับสูตรที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อให้ตอบโจทย์กับผู้บริโภคมากขึ้น[17,18]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.2.3 ไข่จากพืช (Plant-based Egg)

ไข่จากพืช เป็นผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่ทำจากถั่วเขียว โดยมีการพัฒนาให้มีรสชาติและลักษณะใกล้เคียงกับไข่ที่ถูกตีแล้ว ตอบโจทย์ผู้บริโภคที่แพ้ผลิตภัณฑ์จากไข่ โดยเฉพาะผู้บริโภควัยเด็ก[14,15,16,17]

2.3 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)

สารกำจัดศัตรูพืช หมายถึง สารเคมีที่มีการนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุม ป้องกัน และกำจัด ศัตรูของพืชชนิดต่าง ๆ เช่น แมลงต่าง ๆ สัตว์ฟันแทะ เชื้อรา รวมถึงวัชพืช เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้มากยิ่ง ทั้งนี้ในทางกฎหมาย สารกำจัดศัตรูพืชทุกชนิด เป็นอันตราย ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมเพื่อจำกัดการผลิต การนำเข้า และการส่งออก ปัจจุบันสารบางชนิดจำเป็นต้องมีการขออนุญาตเพื่อมีไว้ครอบครอง[19]

สำหรับการแบ่งกลุ่มของสารกำจัดศัตรูพืช สามารถแบ่งได้เป็น 4กลุ่มหลัก ตามชนิดของศัตรูพืชที่ต้องการกำจัดเป็นเกณฑ์ ได้แก่ (1) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดแมลง (Insecticides) (2) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดหนูและสัตว์ฟันแทะ (Rodenticides) (3) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดเชื้อรา (Fungicides) (4) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดวัชพืช (Herbicides) โดยการศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การตกค้างของสารเคมีเพื่อใช้ในการกำจัดแมลงเป็นหลัก

สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดแมลงที่มีการใช้ในปัจจุบัน แบ่งตามสูตรโครงสร้างทางเคมีสามารถแบ่งได้ประมาณ 7กลุ่ม ดังนี้ (1) สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท (Organophosphate และ Carbamate) (2) สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) (3) สารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทริน (Pyrethrins) และกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) (4) สารกำจัดแมลงอะมิทราซ (Amitraz) (5) สารกำจัดแมลงฟิโปรนิล (Fipronil) (6) สารกำจัดแมลงกลุ่ม Macrocyclic lactone และ (7) สารกำจัดแมลงกลุ่ม Neonicotinoids

2.3.1 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท (Organophosphate and Carbamate)

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต เป็นสารอินทรีย์จำพวกฟอสเฟตเป็นหลัก ที่มีการนำมาใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่างๆ สามารถนำไปใช้ในบ้านเรือนและการเกษตร เพื่อเป็นการกำจัดแมลงและศัตรูพืชชนิดต่างๆ สำหรับกลุ่มคาร์บาเมท มักมีการนำมาใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืช และสารกลุ่มนี้ เช่น physostigmine และ pyridostigmine มีการขึ้นทะเบียนเป็นยาสำหรับการรักษาทางการแพทย์ด้วย

แม้ว่าในปัจจุบันสารกลุ่มออร์กาโนเฟสเฟตหลายชนิดจะมีการถูกยกเลิกการใช้ เช่น คลอร์ไพริฟอส แต่ความเป็นพิษของสารกลุ่มนี้ยังคงมีรายงานในสัตว์เลี้ยง โดยรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันจะมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้กับตัวสัตว์ในบ้านเรือน ในสนามหญ้า หรือแม้แต่ในฟาร์มปศุสัตว์ ทำให้สัตว์เลี้ยงมีโอกาสรับสารนี้จากการกิน สัมผัสทางผิวหนัง ทางเดินหายใจ หรือแม้แต่เยื่อบุตา ทำให้ความเป็นพิษเกิดขึ้นตามระดับของสารเคมีที่ได้รับและบริเวณที่สัมผัส โดยปกติสารเคมีกลุ่มนี้จะการสลายตัวไปตามธรรมชาติในระยะเวลาอัน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สั้นเมื่อสัมผัสกับแสงแดด รวมถึงถูกทำลายโดยจุลินทรีย์ในดิน แต่อย่างไรก็ตามอาจจะพบการรวมตัวกันของสารอินทรีย์หรือแร่ธาตุบางอย่างในดิน ทำให้การคงตัวของสารในสภาพแวดล้อมนั้นยาวนานขึ้น ทั้งนี้สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และ คาร์บาเมทมีสูตรโครงสร้าง คุณสมบัติ กลไลการออกฤทธิ์ รวมถึงพิษที่คล้ายคลึงกัน จึงจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2.3.2 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine)

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายของส่วนประกอบไฮโดรเจน คาร์บอนและคลอรีน ปัจจุบันสารเคมีในกลุ่มนี้หลายชนิดถูกระงับการใช้งาน เนื่องจากความเป็นพิษที่สูง สลายตัวช้าในธรรมชาติ จึงพบการสะสมในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานานและมีรายงานการพบสารเคมีกลุ่มนี้ตกค้างเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดในแหล่งน้ำหลายแห่งในประเทศไทย[20] ทั้งนี้สารเคมีกลุ่มนี้มีการละลายในไขมันได้ดี และจะถูกดูดซึมผ่านการกินได้ดีกว่าการสัมผัส

2.3.3 สารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทริน (Pyrethrins) และกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid)

สารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทริน เป็นสารที่สกัดจากพืชในตระกูลดอกเบญจมาศ ขณะที่กลุ่มไพรีทรอยด์ เป็นสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติเหมือนกลุ่มไพรีทริน แต่มีความคงตัวที่สูงกว่า จึงสลายตัวได้ยาก และสามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ชนิด คือ (1) สารกลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มที่ 1 และ (2) สารกลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มที่ 2

สารกลุ่มนี้มีส่วนใหญ่เป็นการนำมาใช้ภายนอก ดังนั้นการสัมผัสกับสารกลุ่มนี้จึงสัมผัสกับผิวหนังเป็นหลัก ซึ่งสารไพรีทรินสามารถเข้าสู่ร่างกายของคนและสัตว์ได้ด้วยการรับประทานและการสูดดม แต่ดูดซึมผ่านผิวหนังเกิดขึ้นได้น้อยมาก เนื่องจากถ้าสารสัมผัสกับอากาศจะถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย จึงเป็นสารที่มีความเป็นพิษน้อย และไม่ค่อยพบการตกค้างในสิ่งแวดล้อม ขณะที่สารกลุ่มไพรีทรอยด์ทั้งสองกลุ่มเป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้น ทำให้มีโครงสร้างทางเคมีที่ต่างกันเล็กน้อย โดยที่ สารกลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มที่ 2 จะมีไซยาไนด์ อยู่ในโครงสร้าง ทำให้สารกลุ่มที่ 2 มีความเป็นพิษสูงกว่าสารกลุ่มที่1

ปัจจุบันทั้งไพรีทรินและไพรีทรอยด์ ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ไม่ใช่แค่ในทางการเกษตรเท่านั้น แต่ยังนิยมนำไพรีทรอยด์มาใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์กำจัดยุงและแมลงในบ้านอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นแทนที่กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทอีกด้วย

2.3.4 สารกำจัดแมลงอะมิทราซ (Amitraz)

อะมิทราซเป็นสารกำจัดแมลงที่มีการนำใช้ประโยชน์ในทางสัตวแพทย์ เพื่อป้องกันและกำจัดแมลงที่รบกวนสัตว์เลี้ยงหรือปศุสัตว์ ใช้ในการกำจัดไรขี้เรื้อนขุมขน กำจัดเห็บ หมัด โดยผลิตภัณฑ์ที่มีอะมิทราซเป็นส่วนประกอบมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น ปลอกคอ สเปรย์ รูปแบบผง หรือรูปแบบน้ำ เป็นต้น ความเป็นพิษมักเกิดจากการที่รับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีอะมิทราซเป็นส่วนประกอบหลัก หรือใช้ไม่ถูกวิธี

2.3.5 สารกำจัดแมลงฟิโปรนิล (Fipronil)

สารกำจัดแมลงฟิโปรนิลเป็นสารเคมีกลุ่ม Phenyl pyrazole เป็นสารชนิดใหม่ที่มีการนำมาใช้ในทางสัตวแพทย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันและกำจัดปรสิตภายนอก เช่น หมัด เห็บ หรือไร ผลิตภัณฑ์ที่มี fipronil เป็นส่วนประกอบที่นำมาใช้ในสัตว์เลี้ยงมีทั้งรูปแบบสเปรย์และการหยอดลงบนผิวหนัง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.3.6 สารกำจัดแมลงกลุ่ม Macrocyclic lactone

สารกำจัดแมลงกลุ่ม Macrocyclic lactone เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์และมีความเป็นพิษต่ำ จึงนิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อควบคุมและกำจัดปรสิตทั้งภายนอกและภายในของสัตว์เลี้ยงและสัตว์เศรษฐกิจ รวมถึงการป้องกันการติดพยาธิหัวใจ พยาธิตัวกลมในทางเดินอาหาร รวมถึงควบคุม เห็บ หมัด และไร ในสุนัขและแมวด้วย

2.3.7 สารกำจัดแมลงกลุ่ม Neonicotinoids

สารกำจัดแมลงกลุ่ม Neonicotinoids เป็นสารกำจัดกลุ่มใหม่ ที่มีโครงสร้างเป็นอนุพันธ์ของ nicotide ที่มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งจุดเด่นของสารเคมีกลุ่มนี้คือ มีความเป็นพิษสูงต่อแมลงกลุ่มเป้าหมาย และไม่ค่อยเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

2.4 พืชและสารตกค้าง

ปัจจุบันโปรตีนผงจากพืชเป็นที่นิยมมากขึ้นเนื่องจากเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้ที่รักสุขภาพและต้องการโปรตีนจากพืช ซึ่งพืชส่วนใหญ่ที่นำมาผลิตจะเป็นธัญพืชและพืชตระกูลถั่วเป็นหลัก ซึ่งหากมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในทางการเกษตร อาจจะเป็นไปได้ว่าโปรตีนผงจากพืชที่ผู้บริโภครับประทานเข้าไป อาจจะมีการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชได้ สามารถส่งผลเสียต่อสุขภาพ ทั้งจากทางตรงและทางอ้อม แม้ในปัจจุบันมีความจำเป็นต้องมีการควบคุมเพื่อจำกัดการผลิต การนำเข้า และการส่งออก แต่ในประเทศไทยก็ยังคงมีการใช้อย่างแพร่หลาย จากรายงานกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่าในปี 2565 ประเทศไทยมีการนำเข้าวัตถุอันตรายมากถึง 136 ล้านกิโลกรัม และเป็นไกลโฟเซต 7 ล้านกิโลกรัม โดยนำเข้าจากประเทศจีนเป็นอันดับหนึ่ง ประเทศอินเดียและประเทศมาเลเซีย รองลงมาตามลำดับ[21] โดยไกลโฟเซตถือว่าเป็นวัตถุอันตรายลำดับที่ 3 ที่ต้องมีการขอขึ้นทะเบียนและขออนุญาตก่อนประกอบกิจการ ในปัจจุบันไทยได้มีการประกาศเลิกใช้ไกลโฟเซตไปแล้ว 2 ชนิด คือ พาราคอต และคลอร์ไพริฟอส[22]

จากรายงานนิตยสารฉลาดซื้อมูลนิธิเพื่อผู้บริโภคในปี 2562 ได้มีการเก็บกลุ่มตัวอย่างถั่วเหลือง 8 ตัวอย่างจากห้างค้าปลีกและค้าส่ง ตรวจพบไกลโฟเซตตกค้างมากถึง 5 ตัวอย่าง แต่เป็นการตกค้างที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน[8] เช่นเดียวกันกับผลการตรวจสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ประจำปี 2562 ของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช หรือไทยแพนให้ข้อมูลว่า จากการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้จำนวน 178 ตัวอย่าง จากห้างสรรพสินค้าและตลาดสดในจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ 15 แห่ง ไม่ว่าจะเป็น กรุงเทพฯ เชียงใหม่ ขอนแก่น จันทบุรี ราชบุรี และสงขลา เป็นต้น พบว่ามีจำนวนตัวอย่างร้อยละ 40 ที่มีสารเคมีตกค้างเกินกว่าค่ามาตรฐานร้อยละ 16 และอีกร้อยละ 44 ไม่พบสารเคมีตกค้าง ในปี 2564 รายงานจากกรมวิชาการเกษตร[23] กระทรวงสาธารณสุข ของประเทศญี่ปุ่นได้ปรับระดับการสุ่มตรวจสารเคมีตกค้างในถั่วหวานและถั่วลันเตา เนื่องจากพบสารเคมีตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างเกินมาตรฐาน[7] และในปี 2564 ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการสุ่มตัวอย่างซอสถั่วเหลือง 28 ตัวอย่าง พบว่ามี 8 ตัวอย่างที่มีไกลโฟเซตตกค้าง และในงานวิจัยนี้ยังมีการสุ่มตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ซีเรียลที่ทำจากข้าวสาลีและข้าวโอ๊ต ที่วางขายในท้องตลาด 10

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตัวอย่าง พบว่ามี 8 ตัวอย่างที่มีไกลโฟเซตตกค้าง เช่นเดียวกับซอสถั่วเหลือง[24] แม้ว่าจะตรวจพบการตกค้างของไกลโฟเซตที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน แต่การที่มีไกลโฟเซตตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรทำให้เกิดความเสี่ยงและอาจสะสมจนก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เนื่องจากไกลโฟเซตถือว่าเป็นสารอันตราย เป็นสารที่น่าจะก่อมะเร็ง (probably carcinogen – group 2A) ประกาศโดย องค์การระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยโรคมะเร็ง (IARC) ซึ่งเป็นหน่วยงานเฉพาะขององค์การอนามัยโลก (WHO)[25,26]

นอกจากนี้ยังมีการสุ่มตัวอย่างของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากพืชในประเทศไทย 12 ตัวอย่าง พบว่ามี 4 ตัวอย่าง ที่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต[27] แต่งานวิจัยนี้ไม่ได้บอกถึงปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างว่ามีมากกว่าหรือน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด แต่การตรวจพบสารดังกล่าวไม่ว่ามากหรือน้อยย่อมเกิดโทษกับผู้บริโภคหากมีการบริโภคอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

อีกหนึ่งงานวิจัยในประเทศจีนพบว่าสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนส่งผลโดยตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมารดาและทารก เนื่องจากสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนสามารถสะสมได้ในร่างกาย โดยเฉพาะในต่อมน้ำนมที่อุดมไปด้วยไขมัน และยังส่งผลต่อทารกโดยตรงผ่านทางน้ำนม ทำให้เกิดอันตรายซ่อนอยู่ในตัวของทารก ส่งผลกระทบต่อส่วนสูง น้ำหนัก การทำงานของระบบประสาท การทำงานของระบบลำไส้ หรือแม้แต่การทำงานของระบบสืบพันธุ์ เนื่องจากการพัฒนาเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในชีวิต ทารกควรได้รับการปกป้องจากสารพิษหรืออันตรายทั้งปวง[28] อีกหนึ่งงานวิจัยพบว่าการได้รับสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ จะทำให้สภาพแวดล้อมของจุลินทรีย์ท้องถิ่นในลำไส้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ และการเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลต่อการสร้างไขมันมันในตับ ส่งผลให้เกิดโรคไขมันพอกตับได้[6] อีกหนึ่งบทความจากโรงพยาบาลมะเร็งลำปาง พบว่าพาราควอตเป็นหนึ่งในสาเหตุของการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งผิวหนัง และมะเร็งต่อมน้ำเหลือง คลอร์ไพริฟอสจัดอยู่ในกลุ่มสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟส เพิ่มความเสี่ยงและกระตุ้นการเจริญเติบโตของมะเร็งลำไส้และมะเร็งทวารหนัก และยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบไร้ท่อ ทำให้เกิดความผิดปกติ ลดระดับของฮอร์โมนเพศ เช่น เอสโตรเจน โปรเจสเตอโรน และลูติไนซิงฮอร์โมน นอกจากนี้ยังไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของมะเร็งเต้านมชนิดที่อาศัยฮอร์โมนเอสโตเจนอีกด้วย[29]

2.5 ชุดตรวจหาชนิดสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม GPO-TM Kit

ชุดตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผัก ผลไม้ และธัญพืช GPO-TM ผลิตโดยองค์การเภสัชกรรม โดยใช้เทคโนโลยีจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและเฝ้าระวัง การปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง[9]

ชุดตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผัก ผลไม้ และธัญพืช GPO-TM ใช้หลักการแยกสาร ด้วยวิธีทีแอลซี (TLC) และการตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีเพื่อให้เกิดสี ถ้ามีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะเกิดแถบวงกลม (Spot) บนแผ่นทีแอลซี โดยสารเคมี 4 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมท (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (4) กลุ่มไพรีทรอยด์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.5.1 หลักการทดสอบ

2.5.1.1 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ใช้หลักการแยกสารด้วยแผ่นทีแอลซีและตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีเพื่อให้เกิดสี ถ้ามีสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท จะเกิดแถบวงกลม (Spot) สีขาวบนพื้นสีม่วงบนแผ่นทีแอลซี[30] โดยมีสาร Methomyl เป็น positive control[31]

2.5.1.2 กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ใช้หลักการแยกสารด้วยแผ่นทีแอลซีและตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีและอังแสงยูวีที่มีความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร เพื่อให้เกิดสี ถ้ามีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ จะเกิดแถบวงกลม (Spot) สีเทา น้ำตาลเข้ม ถึงดำบนพื้นสีม่วงบนแผ่นทีแอลซี โดยมีสาร Endrin เป็น positive control

ในปี 2562 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้จัดอบรมการใช้ชุดทดสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักผลไม้และธัญพืช 4 กลุ่ม (GPO-TM Kit) ในผัก ผลไม้ และธัญพืชแก่เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 887 แห่งและเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจังหวัด 77 แห่ง เพื่อใช้ตรวจสอบผักผลไม้ และธัญพืชให้มีความปลอดภัยก่อนนำมาปรุงอาหาร โดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ เพื่อให้ประชาชนมีสุขภาพที่ดี ลดความเสี่ยงที่จะเจ็บป่วยจากอาหาร และสนับสนุนนโยบายโรงพยาบาลอาหารปลอดภัยของกระทรวงสาธารณสุข[33]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี

การศึกษาในครั้งนี้ต้องการตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในโปรตีนผงจากพืชที่เป็นที่นิยมตลาดออนไลน์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ที่สามารถตรวจหาสารเคมีตกค้างได้ 4 กลุ่ม คือ

3.1.1 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

3.1.2 กลุ่มคาร์บาเมต

3.1.3 กลุ่มออร์กาโนคลอรีน

3.1.4 กลุ่มไพรีทรอยด์

ภาพที่ 3.1 แสดงกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มีขายในตลาดออนไลน์ในประเทศไทย โดยผู้วิจัยเลือก ตลาดออนไลน์ 2 ที่ คือ Shopee และ Lazada เนื่องจากทั้ง 2 ที่มีส่วนแบ่งการตลาดโดยวัดจากยอดผู้เข้าชมเป็นอันดับ 1 และ 2 ตามลำดับ[34] โดยสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีอย. และมียอดขายมากกว่า 1,000 ชิ้น ในตลาดออนไลน์ในประเทศไทย

โดยแบ่งเป็น

3.2.1 ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากถั่วเหลือง 100% จำนวน 4 ตัวอย่าง

3.2.2 ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากถั่วลันเตา 100% จำนวน 4 ตัวอย่าง

3.2.3 ผลิตภัณฑ์ผงจากพืชจากธัญพืชหลายชนิดอีกจำนวน 4 ตัวอย่าง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.3 การคัดเลือกตัวอย่าง

ใช้วิธีการสุ่ม Non Probability Sampling แบบวิธีการเลือกแบบกำหนดโควต้า โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก คือ

3.3.1 มีวางขายในตลาดออนไลน์ในประเทศไทยคือ Shopee และ Lazada

3.3.2 มีการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

3.3.3 มีการแสดงรายละเอียดวัตถุดิบอย่างชัดเจน

3.3.4 ต้องมียอดขายในตลาดออนไลน์ทั้ง Shopee และ Lazada มากกว่า 1,000 ชิ้น

3.4 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.4.1 เตรียมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างตามที่กำหนดไว้ทั้งหมด 12 ตัวอย่าง

3.4.2 ตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit/1 ตัวอย่างละ 3 รอบ

3.4.3 ตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit/2 ตัวอย่างละ 3 รอบ

3.4.4 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์และสรุปผล

3.5 วิธีการทดสอบ

ผู้วิจัยเตรียมตัวอย่างไปทดสอบที่ห้องปฏิบัติการของวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ควบคุมการทดสอบโดย ดร.ปพิชญา เทศนา โดย 1 ตัวอย่าง ทดสอบซ้ำ 3 รอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลอง ใช้เวลาทดสอบ 1 วัน

3.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.5.1.1 ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ใช้ตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม แบ่งเป็น 2 จำพวก คือ

(1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท จะใช้แผ่นทีแอลซี GPO-TM/1[31]

(2) กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ จะใช้แผ่นทีแอลซี GPO-TM/2[32]

3.5.1.2 กล่องน้ำอุ่นเทคโนโลยี 2 อุณหภูมิ

3.5.1.3 กล่องยูวี 254 นาโนเมตร

3.5.1.4 กล่องอุปกรณ์ GPO-TM Kit

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5.2 การเตรียมตัวอย่าง และเตรียมการทดสอบ

3.5.2.1 เตรียมโปรตีนผงจากพืชประมาณ 0.5 กรัม ติดรหัสที่ขวดตัวอย่างทุกขวด

3.5.2.2 ใช้หลอดพลาสติกดูดน้ำยาสกัด 5 มิลลิลิตร ใส่ลงขวดตัวอย่าง เขย่าแรง ๆ 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

3.5.2.3 นำแผ่นอลูมิเนียมทีแอลซีมาเขียนชื่อตัวอย่างที่จะทดสอบ ข้อควรระวัง ไม่ควรใช้มือจับแผ่นทีแอลซีโดยตรง เนื่องจากจะทำให้มีคราบไขมันติดแผ่น และมีผลรบกวนการทดสอบ

3.5.2.4 ใช้หลอดแก้วสำหรับหยด (Capillary Tube) ดูดสารสกัดในข้อ 1.2 มาหยดบนแผ่นทีแอลซี ตรงจุดที่มีในแผ่นที่กำหนดไว้บนแผ่นอลูมิเนียมทีแอลซี ทั้ง 2 กลุ่ม ยกหลอดหยดขึ้นรอจนน้ำยาที่หยดไว้แห้ง ทำซ้ำ 4-6 ครั้ง โดยประมาณ

3.5.2.5 นำแผ่นอลูมิเนียมทีแอลซีที่หยดสารสกัดแล้วแช่ในขวด โดยวางแผ่นให้เอียงผิงผนังขวด พร้อมปิดฝา ระวังอย่าให้ขวดกระเทือนหรือเคลื่อนที่

3.5.2.6 เมื่อน้ำยาขึ้นไปจนถึงระดับที่กำหนด เปิดฝาขวดใช้ปากคีบนำแผ่นอลูมิเนียมทีแอลซีออกมาวางไว้ข้างขวด ตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง

3.5.3 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท

3.5.3.1 การเตรียมน้ำยาทดสอบ

(1) น้ำยาเอนไซม์

(1.1 นำน้ำยาทดสอบ 1 ออกจากที่เย็นและตั้งทิ้งไว้เท่ากับอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำน้ำเทลงในน้ำยาทดสอบ 1 จนหมด ผสมเขย่าให้เข้ากัน

(1.2) เทน้ำยาทดสอบ 1.1 ลงในขวดน้ำยาทดสอบ 1 เขย่าให้เข้ากันแล้วถ่ายลงสเปรย์

(1.3) นำขวดสเปรย์ไปวางในกล่องน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียล ไม่น้อยกว่า 15 นาที

(2) น้ำยาทดสอบสี (เมื่อผสมแล้วต้องใช้ทันที)

(2.1) เทสารละลาย จีพีโอ-ทีเอ็ม 1.1 ลงในขวดสารจีพีโอ-ทีเอ็ม 1 เขย่าให้เข้ากัน

(2.2) เทสารละลาย จีพีโอ-ทีเอ็ม 2.1 ลงในขวดสารจีพีโอ-ทีเอ็ม 2 เขย่าให้เข้ากัน

(2.3) เมื่อถึงขั้นตอนการทดสอบขั้นตอนที่ จึงนำสารละลายจีพีโอ-ทีเอ็ม 1 ผสมกับสารละลายจีพีโอ-ทีเอ็ม 2 ในสัดส่วน 1 มิลลิลิตร : 4 มิลลิลิตร แล้วเทในขวดสเปรย์ (ผสมแล้วใช้งานทันที)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5.3.2 การทดสอบสี

(1) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 ที่แห้งแล้วมาสเปรย์ด้วยน้ำยาทดสอบ 1 จนชุ่มทั่วแผ่น ใช้ปากคีบนำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 วางหงายบนตะแกรงที่ตั้งไว้ในกล่องน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยใช้ถาดปิดครอบ (เพื่ออบอุณหภูมิให้ได้ทั่วทั้งแผ่น) นาน 10 นาที

(2) เมื่อครบ 10 นาทีแล้ว นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 มาสเปรย์ด้วยน้ำยาทดสอบสี (ซึ่งได้จากการผสมจีพีโอ-ทีเอ็ม 1 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร และจีพีโอ-ทีเอ็ม 2 ปริมาณ 4 มิลลิลิตร จากการเตรียมน้ำยาทดสอบข้อ 1.2

(3) ที่ระยะห่างประมาณ 15 ซม. ให้น้ำยาทดสอบสีซึมทั่วแผ่น วางทิ้งไว้นาน 3 นาที จึงอ่านผล เทียบกับค่ามาตรฐาน หากพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท จะพบแถบวงกลม (Spot) สีขาวบนพื้นที่สีม่วง บนแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1

3.5.4 กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์

3.5.4.1 การทดสอบสี

(1) นำแผ่นอะลูมิเนียมทีแอลซี GPO-TM/2 มาสเปรย์ด้วยน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 4 โดยเว้นระยะห่าง 4-5 นิ้ว โดยให้เปียกทั้งแผ่น และวางทิ้งไว้ให้แห้ง

(2) นำแผ่นอลูมิเนียมทีแอลซี GPO-TM/2 มาอังแสงยูวีจากอุปกรณ์ ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร นาน 3-5 นาที (ระวังถ้าวางไว้นานเกิน แผ่นอาจจะไหม้ได้) หากพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์จะเกิดสีเทา น้ำตาลถึงดำ อ่านผลเทียบสีกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาตรฐาน

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดสอบครั้งนี้ ทำการทดลองซ้ำ 3 รอบ (n=3) เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการทดสอบหาสารตกค้างด้วยชุดทดสอบ GPO-TM kit ในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่วิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ถ้าผลเป็นบวก พบแถบวงกลมสีขาว บนพื้นที่สีม่วงขึ้นที่แผ่นทีแอลซี แสดงว่าพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในตัวอย่าง แต่ถ้าผลออกมาเป็นลบ จะไม่พบแถบวงกลมบนแผ่นทีแอลซี แสดงว่าไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในตัวอย่าง

ในขณะที่วิเคราะห์สารเคมีออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ถ้าผลออกมาเป็นบวก จะพบจุดสีเทาสีน้ำตาลถึงดำ บนพื้นแผ่นอะลูมิเนียมทีแอลซี แต่ถ้าผลออกมาเป็นลบ จะไม่พบจุดบนแผ่นอะลูมิเนียมทีแอลซี และสรุปผลการทดลองทั้งหมดใส่ในตาราง ประกอบคำอธิบาย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชจำนวน 12 ตัวอย่างที่มีจำหน่ายในตลาดออนไลน์ในประเทศไทย 2 แหล่ง คือ Shopee และ Lazada ทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมต (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ (4) กลุ่มไพรีทรอยด์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit โดยใช้หลักการในการทดสอบด้วยวิธี Thin layer chromatography

4.1 ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชจำนวน 12 ตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดสอบ

ผู้ศึกษาได้กำหนดรหัสในการแทนชื่อทางการค้าของผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่ใช้ในการทดสอบดังนี้

4.1.1 ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มาจากถั่วเหลือง 100% แทนด้วย S1, S2, S3 และ S4

4.1.2 ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มาจากถั่วลันเตา 100% แทนด้วย P1, P2, P3 และ P4

4.1.3 ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มาจากธัญพืช แทนด้วย ธ1, ธ2, ธ3 และ ธ4

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชจำนวน 12 ตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ชนิดของพืช	Lot/วันผลิต
S1	ถั่วเหลือง 100%	9622012/020223
S2	ถั่วเหลือง 100%	0303231A/30052022
S3	ถั่วเหลือง 100%	YC2-PDTTMJ/20082025
S4	ถั่วเหลือง 100%	LotAA06/112023
P1	ถั่วลันเตา 100%	ไม่ระบุ/06012023
P2	ถั่วลันเตา 100%	ไม่ระบุ/17122022
P3	ถั่วลันเตา 100%	PPN-001/122021
P4	ถั่วลันเตา 100%	963/18022023
ธ1	ธัญพืชหลายชนิด	ไม่ระบุ/08022023
ธ2	ธัญพืชหลายชนิด	28102203/28102022
ธ3	ธัญพืชหลายชนิด	WHR-CH001/20022023
ธ4	ธัญพืชหลายชนิด	955/28122022

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.2 ผลการศึกษาการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่มในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช

ผลการทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ

(1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมต (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ (4) กลุ่มไพรีทรอยด์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ในผลิตภัณฑ์ตัวอย่างโปรตีนผงจากพืชจำนวน 12 ตัวอย่าง จากตลาดออนไลน์ในประเทศไทย โดยทดสอบซ้ำจำนวน 3 รอบ เพื่อยืนยันผลการทดลอง พบว่า ในทุกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่ม ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชจำนวน 12 ตัวอย่าง

ตัวอย่าง	กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท			กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์		
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3
S1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
S2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
S3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
S4	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
P1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
P2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
P3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
P4	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ธ1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ธ2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ธ3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ธ4	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช ที่มีจำหน่ายในตลาดออนไลน์ในประเทศไทย 2 แหล่ง คือ Shopee และ Lazada จำนวน 12 ตัวอย่าง โดยทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมต (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ (4) กลุ่มไพรีทรอยด์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit โดยใช้หลักการในการทดสอบโดยใช้วิธี Thin layer chromatography ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำมาสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช ที่มีจำหน่ายในตลาดออนไลน์ในประเทศไทย 2 แหล่ง คือ Shopee และ Lazada จำนวน 12 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 12 ตัวอย่าง คือ

5.1.1 ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มาจากถั่วเหลือง 100% แทนด้วย S1, S2, S3 และ S4

5.1.2 ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มาจากถั่วลันเตา 100% แทนด้วย P1, P2, P3 และ P4

5.1.3 ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มาจากธัญพืช แทนด้วย ธ1, ธ2, ธ3 และ ธ4

ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมต (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ (4) กลุ่มไพรีทรอยด์

โดยทดสอบซ้ำจำนวน 3 รอบ เพื่อยืนยันผลการทดลอง พบว่า ในทุกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่ม เหตุที่ไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ผู้วิจัยสันนิฐาน ดังนี้

ชุดทดสอบ GPO-TM Kit เป็นชุดทดสอบที่มีความแม่นยำในระดับหนึ่ง สามารถทดสอบได้เบื้องต้น แต่ไม่สามารถตรวจสอบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างได้หากมีสารกำจัดศัตรูพืชอยู่ในปริมาณที่น้อยกว่าค่า LOD หรือค่าปริมาณต่ำสุดของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่สามารถตรวจพบได้[35] ตามตารางที่ 5.1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 5.1 แสดงสารมาตรฐานในการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมท, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์ ของชุดทดสอบ GPO-TM kit

ชื่อสารมาตรฐาน	**ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจพบในผัก ผลไม้ และธัญพืช (LOD ; mg/kg)**
กลุ่มสารออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphates)	
Chlorfenvinphos	0.14
Chlorpyrifos	1.9
Diazenon	9.4
Dichlorvos	0.05
Dicrotophos	0.13
Monocrotophos	0.24
Profenofos	0.56
กลุ่มสารคาร์บาเมท (Carbamates)	
Bendiocarb	0.69
Carbaryl	3.2
Carbofuran	0.10
Methomyl	0.39
กลุ่มสารออร์กาโนคลอรีน (Organochlorines)	
DDT	0.2
Endrin	0.3
Endosulfan	0.7
กลุ่มสารไพรีทรอยด์ (Pyrethroids)	
Cypermethrin	3.1
Permethrin	1.9
Deltamethrin	2.2

นอกจากนี้ GPO-TM Kit มี Positive Control ซึ่งเป็นตัวเปรียบเทียบว่าเราทำการทดลองถูกต้องตามขั้นตอนหรือไม่ โดยกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ใช้ Methomyl เป็นสารมาตรฐาน และกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและกลุ่มไพรีทรอยด์ ใช้ Endrin เป็นสารมาตรฐานในการทดสอบ[31,32]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ในปี 2561 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดสอบ GPO-TM kit เปรียบเทียบผลกับวิธีมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการจำนวน 51 ตัวอย่าง พบว่า ชุดทดสอบ GPO-TM kit ให้ค่าความถูกต้องร้อยละ 96.1 คววามจำเพาะร้อยละ 97.7 และความไวร้อยละ 85.7 ชุดทดสอบ GPO-TM kit ใช้เวลาในขั้นตอนการตรวจประมาณ 60 นาที และสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 1 ปี ชุดทดสอบนี้มีประโยชน์กับผู้ประกอบการ โรงงานส่งออก และชุมชน เพื่อควบคุมคุณภาพให้สามารถแข่งขันได้ดีในตลาดเพื่อคุ้มครองผู้บริโภค[36] นอกจากนี้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ยังเป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในการคัดกรองเบื้องต้นอีกด้วย เช่นในปี 2562 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้จัดอบรมการใช้ชุดทดสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักผลไม้และธัญพืช 4 กลุ่ม (GPO-TM Kit) ในผัก ผลไม้ และธัญพืชแก่เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 887 แห่งและเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจังหวัด 77 แห่ง เพื่อใช้ตรวจสอบผัก ผลไม้ และธัญพืชให้มีความปลอดภัยก่อนนำมาปรุงอาหาร[33]

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช จะมีการล้างและกำจัดเปลือกของเมล็ดธัญพืช ในระหว่างการแปรรูปผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช ซึ่งคาดว่าสามารถลดการตกค้างของไกลโฟเซตได้ ทำให้การตรวจด้วยวิธี GPO-TM kit ซึ่งเป็นการตรวจได้เบื้องต้น ที่ไม่เจอสารกำจัดศัตรูพืชในงานวิจัยนี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในอเมริกา ที่ได้ทดสอบกับนมถั่วเหลือง น้ำเต้าหู้ และนมผงสำหรับทารก พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการแปรรูปสูงจะพบปริมาณไกลโฟเซตเฉลี่ยต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการแปรรูปไม่เยอะ และในงานวิจัยนี้ยังบอกอีกว่า การผลิตโปรตีนจากถั่วเหลืองจะพบปริมาณไกลโฟเซตที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับสารสกัดจากถั่วเหลือง เนื่องจากจะมีการกำจัดไกลโฟเซตออกจากกระบวนการที่ใช้น้ำในกระบวนการผลิตโปรตีนจากถั่วเหลือง[24] และมีข้อมูลจากงานโภชนาการ ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษกให้ข้อมูลเกี่ยวกับการล้างเพื่อลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชสามารถกำจัดออกได้ด้วยวิธีการใช้น้ำ ไม่ว่าจะเป็นการแช่ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต หรือแม้แต่การล้างด้วยน้ำไหลผ่าน[37]

มีอีกงานวิจัยที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ คือการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์นมจากพืชชนิดต่าง ๆ จำนวน 12 ตัวอย่าง พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33.33[27] แต่เมื่อเทียบกับการตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตผลดิบทางการเกษตร เช่น การตรวจพบไกลโฟเซตในเมล็ดถั่วเหลืองที่มีการวางจำหน่ายในห้างค้าปลีกและส่งจำนวน 5 ยี่ห้อ จากการทดสอบ 8 ยี่ห้อ คิดเป็นร้อยละ 60[8] และปี 2564 ข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตรเผยถึงการตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างจากการสุ่มตรวจในถั่วลันเตาดิบส่งออก เกินมาตรฐาน[7] ทำให้เห็นได้ว่าการตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแปรรูปมาแล้วในระดับนึง

ปัจจุบันการรับประทานโปรตีนผง เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วในการเพิ่มโปรตีนในแต่ละวัน สิ่งที่เราควรคำนึงถึงในการรับประทานผลิตภัณฑ์โปรตีนผง ไม่ว่าจะเป็น เวย์โปรตีน โปรตีนผงจากพืชหรือแม้แต่โปรตีนไข่ขาว ส่วนใหญ่มักจะรับประทานกันอย่างต่อเนื่อง ทั้งคนที่ออกกำลังกาย คนที่รับประทานมังสวิรัติ หรือแม้ผู้ที่ต้องการลดการบริโภคเนื้อสัตว์ การที่รับประทานอย่างต่อเนื่อง อาจจะทำให้ร่างกายได้รับโปรตีนที่เกินความจำเป็นต่อร่างกายได้ แม้ว่าโปรตีนถือว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อร่างกาย ไม่ว่าจะช่วยป้องกันการเสื่อมสลายของ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กล้ามเนื้อ เป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อต่างๆ ในร่างกาย เช่น ผิวหนัง กล้ามเนื้อ กระดูกและอวัยวะต่างๆ ช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันตามปกติของร่างกาย และยังช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรออีกด้วย นอกจากนี้โปรตีนยังมีส่วนช่วยในการควบคุมน้ำหนัก เมื่อรับประทานอาหารที่มีโปรตีนสูง เราจะรู้สึกอิ่มไวขึ้น ทำให้สามารถรับประทานอาหารได้ลดลง ส่งผลให้น้ำหนักตัวมีส่วนลดลงได้ ด้วยเหตุนี้ อาจจะทำให้เราได้รับคาร์โบไฮเดรตและไขมันที่ไม่เพียงพอต่อความจำเป็นของร่างกาย และทำให้ร่างกายต้องเปลี่ยนโปรตีนมาใช้เป็นพลังงานแทน แม้ว่าผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชจะเป็นทางเลือกที่ดี แต่เรายังควรตระหนักว่ามันคืออาหารแปรรูปชนิดหนึ่ง การรับประทานอาหารแปรรูปเป็นระยะเวลานานก็อาจจะส่งผลเสียต่อร่างกายได้ การเลือกรับประทานอาหารที่ไม่ผ่านการแปรรูปหรือมีการแปรรูปที่ต่ำ ปรุงแต่งไม่เยอะ เพื่อรักษาคุณค่าทางอาหาร และการรับประทานอาหารที่หลากหลายยังเป็นตัวเลือกที่ดี และอาจจะเป็นความท้าทายของผู้ผลิตในการผลิตโปรตีนผงจากพืชที่มีการแปรรูปที่ต่ำ ยังคงไว้ซึ่งองค์ประกอบทางสารอาหารที่มีคุณภาพอีกด้วย

สรุป จากผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มีวางขายในตลาดออนไลน์ในประเทศไทย ที่ตรวจโดยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช 12 ตัวอย่าง ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในทุกตัวอย่าง แปลได้ว่าอาจจะมีปริมาณการปนเปื้อนที่ต่ำกว่า LOD ทำให้ชุดตรวจไม่สามารถตรวจพบได้ เพราะการสะสมในปริมาณเล็กน้อยแต่เป็นเวลานานก็อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพเรื้อรังในระยะยาวได้ ผู้บริโภคควรมีพื้นฐานความรู้ทางด้านโภชนาการที่เพียงพอและถูกต้อง และใส่ใจฉลากผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงความต้องการ

5.2 ข้อจำกัด

ชุดตรวจ GPO-TM kit จะไม่สามารถตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่ต่ำกว่าค่าปริมาณต่ำสุดของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่สามารถตรวจพบได้ และไม่สามารถบอกปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบได้ เนื่องจากเป็นชุดทดสอบเพื่อการคัดกรองเบื้องต้นเท่านั้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ชุดตรวจ GPO-TM kit จะไม่สามารถตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่ต่ำกว่าค่าปริมาณต่ำสุดของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่สามารถตรวจพบได้ ในงานวิจัยครั้งถัดไป ถ้าต้องการทราบถึงปริมาณที่ตกค้างอาจจะต้องพิจารณาถึงวิธีการตรวจแบบอื่น ๆ

5.3.2 ในงานวิจัยครั้งถัดไป อาจจะพิจารณาเพิ่มปริมาณกลุ่มตัวอย่างของผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชให้มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มาจากเมล็ดอัลมอนด์ 100% ผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืชที่มาจากข้าวกล้อง 100% เป็นต้น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

1. นันท์นภัส พูลอนันต์. แนวทางการพัฒนากลยุทธ์การตลาดผลิตภัณฑ์เสริมอาหารโปรตีนชนิดผงจากพืช ในประเทศไทย.[สารนิพนธ์][อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพ. มหาวิทยาลัยมหิดล; 2565. [เข้าถึงเมื่อ 2 มกราคม 2566] เข้าถึงได้จาก: https://archive.cm.mahidol.ac.th/bitstream/123456789/4557/ 1/TP%20MS.011%202565.pdf
2. นวพร หงส์พันธุ์. โปรตีนและเนื้อสัตว์ทางเลือกจากพืช [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา; 2564.
3. มนัญญา คำวชิระพิทักษ์. แนวทางการพัฒนาเนื้อจากพืช[วิทยานิพนธ์][อินเทอร์เน็ต]. อยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภฏัวไลยอลงกรณ์; 2564. [เข้าถึงเมื่อ เมื่อ 13 พฤศจิกายน 2565]. เข้าถึงได้จาก: https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JRIST/article/view/245065
4. Berry C, La Vecchia C, Nicotera P. Paraquat and Parkinson's disease. Cell Death Differ. 2010 Jul;17(7):1115-25. doi: 10.1038/cdd.2009.217. Epub 2010 Jan 22.
5. Qi SY, Xu XL, Ma WZ, Deng SL, Lian ZX, Yu K. Effects of Organochlorine Pesticide Residues in Maternal Body on Infants. Front Endocrinol (Lausanne). 2022 Jun 9;13:890307. doi: 10.3389/fendo.2022.890307.
6. Li M, Liu T, Yang T, Zhu J, Zhou Y, Wang M, Wang Q. Gut microbiota dysbiosis involves in host non-alcoholic fatty liver disease upon pyrethroid pesticide exposure. Environ Sci Ecotechnol. 2022 Apr 30;11:100185. doi: 10.1016/j.ese.2022.100185.
7. ปรียานุช ทิพยะวัฒน์. หนังสือแจ้งปรับระดับการตรวจสารเคมีตกค้างในถั่วหวานและถั่วลันเตา. กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช กรมวิชาการเกษตร. 2564. [สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/psco/wp-content/uploads/2020/06/หนังสือแจ้งปรับระดับการตรวจสารเคมีตกค้างในถั่วหวานและถั่วลันเตา.pdf
8. ยาฆ่าหญ้า ไกลโฟเซต อันตรายที่ไกลตัว.[อินเทอร์เน็ต]. นิตยสารฉลาดซื้อ. 2562: 231 [สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2565]. เข้าถึงได้จาก: https://chaladsue.com/article/3447
9. ‘ชุดทดสอบสารเคมี’ ในผัก ผลไม้ ธัญพืช เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค.[อินเทอร์เน็ต]. เจาะลึกระบบสุขภาพ. 2562. [สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www.hfocus.org/content/2019/11/17985

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม(ต่อ)

10. Mine Melody. โปรตีนพืช (Plant-based protein) ลีนไขมัน ทานแล้วอิ่มนาน. [อินเทอร์เน็ต]. 2566. [สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2566] เข้าถึงได้จาก: https://bestreview.asia/best-plant-based-protein-powder/
11. Babault N, Païzis C, Deley G, Guérin-Deremaux L, Saniez MH, Lefranc-Millot C, Allaert FA. Pea proteins oral supplementation promotes muscle thickness gains during resistance training: a double-blind, randomized, Placebo-controlled clinical trial vs. Whey protein. J Int Soc Sports Nutr. 2015 Jan 21;12(1):3. doi: 10.1186/s12970-014-0064-5.
12. นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่. โปรตีนจากพืช: คุณค่าโภชนาการ โครงสร้าง คุณสมบัติเชิงหน้าที่ และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร.[อินเทอร์เน็ต] การเกษตรราชภัฏ 2563. [เข้าถึงเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2565];19: 61-69. เข้าถึงได้จาก: https://kjna.ubru.ac.th/j_files/document/J1604389465.pdf
13. ปทิดา สังข์ทอง. 10 อันดับ โปรตีนจากพืช ยี่ห้อไหนดี ปี 2023 รวม Plant-based Protein. [อินเทอร์เน็ต]. 2566. [เข้าถึงเมื่อ 18 มีนาคม 2566] เข้าถึงได้จาก: https://my-best.in.th/50355
14. เรไร จันทร์เอี่ยม. อาหารแห่งอนาคต. อุตสาหกรรมสาร วารสารกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. [อินเทอร์เน็ต]. 2564. [เข้าถึงเมื่อ 13 ธันวาคม 2565]:5-10. เข้าถึงได้จาก: https://e-journal.dip.go.th/dip/images/ejournal/75114a8506de6348c0a02459f545462f.pdf
15. ชาตรี แพรวพรายกุล. โปรตีนทางเลือก อาหารแห่งอนาคต?. KKP Thematics. [อินเทอร์เน็ต]. 2564. [เข้าถึงเมื่อ 12 ธันวาคม 2565]:1-7. เข้าถึงได้จาก: https://media.kkpfg.com/document/2021/Apr/KKP% 20Thematics_Alternative%20Protein.pdf
16. นิพัฒน์ ลิ้มสงวน, เขมิสรา ชีวพฤกษ์. ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช แนวโน้มในการบริโภคยุคปัจจุบัน. [อินเทอร์เน็ต]. Food Journal. 2565. [เข้าถึงเมื่อ 3 มกราคม 2566]:ปีที่ 52 เล่มที่2:5-7. เข้าถึงได้จาก: https://kuojs.lib.ku.ac.th/index.php/JFRPD/article/view/4962
17. พชรพจน์ นันทรามาศ, อภินันทร์ สู่ประเสริฐ, พิมฉัตร เอกฉันท์. ทำความรู้จัก Plant-based Food เมื่อเนื้อสัตว์จากพืชกลายเป็นเทรนอาหารโลก. [อินเทอร์เน็ต]. Krungthai Compass. 2563. [เข้าถึงเมื่อ 13 ธันวาคม 2565]:1-26. เข้าถึงได้จาก: https://krungthai.com/Download/economyresources/EconomyResourcesDownload_625Slide_Plant_Base_Food_24_11_63_1.pdf

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม(ต่อ)

18. Derma Health . Whey VS Plant Protein ต่างกันอย่างไร? [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [เข้าถึงเมื่อ 13 ธันวาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www.derma-health.co.th/content/28388/whey-vs-plant-protein-%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%A3
19. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ ภาควิชาเภสัชวิทยา. สารกำจัดศัตรูพืช. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเกตษรศาสตร์ [เข้าถึงเมื่อ 3 มกราคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www.pharmaco.vet.ku.ac.th/pdf_file/Pesticide_20161020.pdf
20. รายงานสถานการณ์มลพิษทางน้ำจากนาข้าวและการจัดการ. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2562. [เข้าถึงเมื่อ 18 พฤศจิกายน 2565] เข้าถึงได้จาก: https://www.pcd.go.th/publication/4282
21. ทรงวุฒิ จันธิมา, รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร, [อินเทอร์เน็ต]. พะเยา. พะเยาบิส; 2565. [เข้าถึงเมื่อ 3 มกราคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://phayaobiz.com/%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%A5%E0%B8%A7%E0%B8%87%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%87-%E0%B9%84%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%B3%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B9%84%E0%B8%81%E0%B8%A5/
22. บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย.[อินเทอร์เน็ต]. ราชกิจจานุเบกษา ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. 2563. [เข้าถึงเมื่อ 2 มกราคม 2566];137 ตอนพิเศษ 117ง:56-57. เข้าถึงได้จาก: https://thaipan.org/wp-content/uploads/2020/05/T_0056.pdf
23. “Thai-PAN” เปิดผลตรวจสารเคมีตกค้างในผัก – ผลไม้ ปี 62 ชี้ 41.3% ยังเกินเกณฑ์มาตรฐาน “ส้ม – กวางตุ้ง” เยอะสุด ตั้งคำถามภาครัฐ ยังพบสารเคมีที่ถูกแบนได้อย่างไร?. [อินเทอร์เน็ต]. สำนักข่าวไทยพับลิก้า. 2562. [เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://thaipublica.org/2019/06/thai-pan-26-6-2562/
24. Vicini JL, Jensen PK, Young BM, Swarthout JT. Residues of glyphosate in food and dietary exposure. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2021 Sep;20(5):5226-5257. doi: 10.1111/1541-4337.12822. Epub 2021 Aug 16.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม(ต่อ)

25. Williams GM, Aardema M, Acquavella J, Berry SC, Brusick D, Burns MM, de Camargo JLV, Garabrant D, Greim HA, Kier LD, Kirkland DJ, Marsh G, Solomon KR, Sorahan T, Roberts A, Weed DL. A review of the carcinogenic potential of glyphosate by four independent expert panels and comparison to the IARC assessment. Crit Rev Toxicol. 2016 Sep;46(sup1):3-20. doi: 10.1080/10408444.2016.1214677. Erratum in: Crit Rev Toxicol. 2018 Nov 30;:1-2. 3
26. สารพิษฆ่าหญ้า “พาราควอต - คลอร์ไพริฟอส – ไกลโฟเซต” เป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง.[อินเทอร์เน็ต]. โรงพยาบาลมะเร็งลำปาง. 2562. [เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www2.lpch.go.th/lpch/uploads/20191031133903562505.pdf
27. อรุณณภา พาณิชจรูญ. การศึกษาสารฆ่าแมลงตกค้างในเครื่องดื่มธัญพืชชนิดกล่อง. [สารนิพนธ์]. กรุงเทพ. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์; 2563.
28. Qi SY, Xu XL, Ma WZ, Deng SL, Lian ZX, Yu K. Effects of Organochlorine Pesticide Residues in Maternal Body on Infants. Front Endocrinol (Lausanne). 2022 Jun 9;13:890307. doi: 10.3389/fendo.2022.890307.
29. Prasad M, Vidhya RU, Rajagopol P, Sekar D, Jayaraman S. A Review on Impact of Glyphosate on Development of Cancer. [Internet]. 2022. [cited 2022 Sep 25]. Available from: http://eprints.asianrepository.com/id/eprint/2706/
30. บริษัท บี สมาร์ท ซายเอ็นซ์ จำกัด. ชุดตรวจหาสารกำจัดแมลงในผักผลไม้และธัญพืช 4 กลุ่ม. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพ: องค์การเภสัช. 2564. [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www.bsmartsci.com/product/500/ ชุดตรวจหาชนิดสารเคมีกำจัดแมลง-4-กลุ่ม-ในผัก-ผลไม้-และธัญพืช-gpo-tm-kit-สินค้าแช่เย็น
31. องค์การเภสัชกรรม. ชุดตรวจหาชนิดสารเคมีกำจัดแมลง 4กลุ่มใน ผัก ผลไม้ และธัญพืช GPO-TM kit กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท. กรุงเทพ: องค์การ; 2552.
32. องค์การเภสัชกรรม. ชุดตรวจหาชนิดสารเคมีกำจัดแมลง 4กลุ่มใน ผัก ผลไม้ และธัญพืช GPO-TM kit กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์. กรุงเทพ: องค์การ; 2552.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม(ต่อ)

33. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. อบรมการใช้ชุดทดสอบตรวจยาฆ่าแมลงในผักผลไม้ แก่เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลทั่วประเทศ เพื่ออาหารปลอดภัยในโรงพยาบาล. นนทบุรี: 2562. [เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www3.dmsc. moph.go.th/post-view/481
34. อัดนาน ปูตีลา. เปิดข้อมูล 'การแข่งขัน E-commerce' ของไทยและประเทศเพื่อนบ้าน ไตรมาส 3/2021. [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [เข้าถึงเมื่อ 18 มีนาคม 2566] เข้าถึงได้จาก: https://www.tcijthai.com/news/2022/10/scoop/12127
35. สุภาณี ดวงธีรปรีชา. การทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์. [อินเทอร์เน็ต]. บทความวิชาการเพื่อการศึกษาต่อเนื่องทางเภสชัศาสตร์. 2561. [เข้าถึงเมื่อ 19 พฤษภาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://ccpe.pharmacycouncil.org/showfile.php?file=508
36. อัจจิมา บ่อทอง, มณีวรรณ ผุยเดชา, ลักษณา ลือประเสริฐ. การพัฒนาชุดทดสอบสารกำจัดแมลง 4 กลุ่ม และสารเคมีกำจัดวัชพืช 2,4-ดี ในผัก ผลไม้ และธัญพืช. วารสารอาหารและยา. [อินเทอร์เน็ต]. 2561. [เข้าถึงเมื่อ 19 พฤษภาคม 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://he01.tci-thaijo.org/index.php/fdajournal/article/download/140342/104104/
37. ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.2563. วิธีการล้างและการเลือกซื้อผักและผลไม้ ให้ปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการมีสารเคมีตกค้าง.[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 27 มิถุนายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www.gj.mahidol.ac.th/main/knowledge-2/vegetable/

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล อัจนา รัตนวารินทร์ชัย

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556 - ปริญญาตรี การเงิน/เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2558 - ตัวแทนประกันชีวิต บริษัทAIA

พ.ศ. 2564 - ขายของออนไลน์ เล่ากิดเซี้ยง