DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลือง เป็นส่วนประกอบหลักในประเทศไทย

พวงผกา สุทธิธรรม

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีการศึกษา 2565

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

PRELIMINARY SCREENING FOR PESTICIDE RESIDUES IN PLANT-BASED MEAT WITH SOY AS THE MAIN INGREDIENT PRODUCTS IN THAILAND

PUANGPAKA SUTTITHUM

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for the Degree of Master of Science
Department of Anti-aging and Regenerative Medicine,
Collage of Integrative Medicine,
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2522

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักในประเทศไทย

เสนอโดย พวงผกา สุทธิธรรม

สาขาวิชา วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

กลุ่มวิชา วิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เภสัชกรหญิงมยุรี ดันติสิระ)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พัฒนา เต็งอำนวย)

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ รับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พัฒนา เต็งอำนวย)

วันที่ 21 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2566

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หัวข้อสารนิพนธ์	การตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักในประเทศไทย
ชื่อผู้เขียน	พวงผกา สุทธิธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้บริโภคมีแนวโน้มใส่ใจในสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนมากขึ้น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชจึงเป็นอาหารทางเลือกที่ได้รับความนิยมสูงขึ้น แต่การตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในถั่วเหลืองซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชก็อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักในประเทศไทย ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่วางจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทยแบบเจาะจง จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยเลือกยี่ห้อที่ได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักมากกว่าร้อยละ 50 มีฉลากแสดงรายละเอียดวัตถุดิบชัดเจน และผลิตในประเทศไทย โดยใช้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมต, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และกลุ่มไพรีทรอยด์

จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างทุกตัวอย่าง ดังนั้นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคที่ต้องการลดการบริโภคเนื้อสัตว์ลง และแทนที่ด้วยโปรตีนจากพืช

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช, สารกำจัดศัตรูพืช, ถั่วเหลือง, GPO-TM Kit

อาจารย์ที่ปรึกษา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Thematic Paper Title	PRELIMINARY SCREENING FOR PESTICIDE RESIDUES IN PLANT-BASED MEAT WITH SOY AS THE MAIN INGREDIENT PRODUCTS IN THAILAND
Author	Puangpaka Suttithum
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Akkarach Bumrungpert, Ph.D.
Program	Master of Science (Anti-aging and Regenerative Medicine)
Academic Year	2022

ABSTRACT

Nowadays, consumers are increasingly concerned about their health, environment, and sustainability, leading to the growing popularity of plant-based meat products. However, the detection of pesticide residues in soybeans which are the main ingredient in plant-based meat may be harmful to consumers health. The purpose of this study was to conduct a preliminary screening for pesticide residues in plant-based meat with soy as the main ingredient products in Thailand. We collected 10 samples of plant-based meat with soy as the main ingredient products that were sold at convenience stores and online stores in Thailand. The approach was conducted using the products with brands certified by the Thai Food and Drug Administration (FDA) and contain more than 50% soybean protein, displaying the ingredient details and made in Thailand. They were analyzed using the GPO-TM Kit to detect 4 groups of pesticides including organophosphate, carbamate, organochlorine, and pyrethroid.

The study revealed that none of the 10 samples contained detectable levels of these pesticide residues. Therefore, plant-based meat with soy as the main ingredient products are the alternative for consumers who prefer to reduce their animal protein intake and replace with plant-based meat with soy as the main ingredient products.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Keywords: Plant-based meat, Pesticide, Soy, GPO-TM Kit

Advisor

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกราช บำรุงพืชน์ ที่กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ได้สละเวลาให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆจนเสร็จสมบูรณ์ สามารถนำเสนอข้อมูลอันเป็นประโยชน์แก่ผู้อื่นได้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.ปพิชญา เทศนา เป็นอย่างสูง ที่กรุณาช่วยควบคุมการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ ในห้องปฏิบัติการของวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ทั้งยังให้คำแนะนำ และช่วยเหลือเป็นอย่างดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตรทุกท่านที่ที่เอื้อเฟื้อประสานงานให้เช่นกัน

พวงผกา สุทธิธรรม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ช
สารบัญ..... ซ
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 คำถามการวิจัย..... 2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 3
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะในการวิจัย..... 3
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.1 ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากถั่วเหลือง..... 4
2.2 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)..... 7
2.3 รายงานการปนเปื้อนของสารเคมีตกค้างในร่างกาย..... 10
2.4 ตรวจหาชนิดและสารกำจัดศัตรูพืชด้วย GPO-TM Kit..... 11
3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 12
3.1 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี..... 12
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 12
3.3 การคัดเลือกตัวอย่าง..... 13
3.4 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย..... 13
3.5 วิธีการทดสอบ..... 14
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 18

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการวิจัย	19
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	21
5.1 อภิปรายผลการวิจัย	21
5.2 สรุปผลการวิจัย	24
5.3 ข้อจำกัด	25
5.4 ข้อเสนอแนะ	25
บรรณานุกรม	26
ประวัติผู้เขียน	33

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างในถั่วเหลือง, ธัญพืช, และถั่วเมล็ดแห้ง..... 8
3.1 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช ที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก..... 12
3.2 ตัวอย่างตารางการนำเสนอผลการทดลอง..... 18
4.1 แสดงผลการทดสอบหาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมต,..... 19
กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์
5.1 แสดงสารมาตรฐานในการตรวจหาหาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต,..... 22
กลุ่มคาร์บาเมท, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย..... 3

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนมากขึ้น การบริโภคแบบ ‘มังสวิรัติ’ จึงกลายเป็นกระแสที่กำลังมาแรง สอดคล้องกับค่านิยมของผู้บริโภคยุคใหม่ คือผู้บริโภคมังสวิรัติแบบยืดหยุ่น (Flexitarian) โดยเปลี่ยนการบริโภคเนื้อสัตว์มาเป็นเนื้อสัตว์ทดแทนเป็นบางครั้ง ยึดความสะดวกเป็นหลัก ซึ่งมีอยู่ราว 1 ใน 4 ของประชากรทั้งหมด[1] พฤติกรรมของผู้บริโภคเหล่านี้จึงช่วยผลักดันให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช (Plant-based Meat Products) เป็นที่นิยมสูงขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชมีรสชาติที่อร่อย มีเมนูหลากหลาย และเป็นโปรตีนทางเลือก (Alternative Protein) ผลิตจากพืชอย่างน้อยร้อยละ 95 ใช้วัตถุดิบที่ให้โปรตีนสูง เช่น โปรตีนถั่วเหลือง โปรตีนข้าวโพด โปรตีนข้าวสาลี นำมาปรับปรุงคุณสมบัติให้ใกล้เคียงผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ทั้งรสชาติ กลิ่น และสีสัน[2]

อย่างไรก็ตามคุณภาพและความปลอดภัยของผลผลิตทางการเกษตรซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักก็เป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงเป็นอันดับต้นๆ แม้ทั่วโลกจะให้ความสำคัญต่อเกษตรอินทรีย์ แต่ในหลายประเทศที่มีการทำเกษตรกรรมก็ยังตรวจพบพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง จากข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร ระบุว่าในรอบ 11 ปี (2551-2561) ประเทศไทยมีการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปริมาณรวม 1,663,780 ตัน โดยในปี 2561 'สารกำจัดวัชพืช' มีสัดส่วนการนำเข้าสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 73 ตามมาด้วย 'สารป้องกันและกำจัดโรคพืช' คิดเป็นร้อยละ 12 รองลงมาคือ 'สารกำจัดแมลง' คิดเป็นร้อยละ 11 และสารอื่นๆ อีกร้อยละ 4[3]

ข้อมูลจากระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข ปี 2561 รายงานจำนวนผู้ป่วยจากพิษสารกำจัดศัตรูพืชทุกชนิด มีทั้งหมด 6,079 คน คิดเป็นอัตราป่วย 12.95 ต่อแสนประชากร ผู้ป่วยจากพิษสารกำจัดแมลง 2,956 คน คิดเป็นอัตราป่วย 6.3 ต่อแสนประชากร ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ปวดศีรษะ อาเจียน คันและระคายเคืองผิวหนัง กระสับกระส่าย วิงเวียน หายใจลำบาก เป็นพิษต่อระบบประสาท และโรคที่เกี่ยวข้องกับพิษเรื้อรัง เช่น เบาหวาน มะเร็ง การพิการของทารกแรกเกิด และอุบัติการณ์การตาย เป็นต้น[4]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปี 2562 นิตยสารฉลาดซื้อทำการทดสอบสารตกค้างในถั่วเหลืองในประเทศไทย 8 ยี่ห้อ พบไกลโฟเซตตกค้างถึง 5 ยี่ห้อ แม้ปริมาณที่ตรวจพบจะมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานอาหารสากลที่กำหนด คือ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Codex Maximum Residue Limits: glyphosate 2006) แต่การที่มีไกลโฟเซตตกค้างก็ทำให้เกิดความเสี่ยงและอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้หากบริโภคอย่างต่อเนื่องในปริมาณที่สูง[5]

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงจำเป็นต้องมีการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในอาหารที่ใช้พืชเป็นส่วนประกอบหลัก อีกทั้งงานวิจัยก่อนหน้าได้ระบุว่า ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชควรเพิ่มเติมการตรวจสอบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีปนเปื้อน[6] อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลการศึกษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาโดยมุ่งศึกษาในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก เพื่อนำผลการวิจัยไปเป็นข้อมูลให้แก่ผู้บริโภค

1.2 คำถามงานวิจัย

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก ที่วางจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทย สามารถตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างหรือไม่ เมื่อตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นด้วยชุดทดสอบสารกำจัดศัตรูพืช

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก ที่วางจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทย

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักมากกว่าร้อยละ 50 ที่วางจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทย ผลิตในประเทศไทย ได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยใช้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง พบผลิตภัณฑ์ตรงตามที่กำหนด 10 ยี่ห้อ เลือกยี่ห้อละ 1 ตัวอย่าง

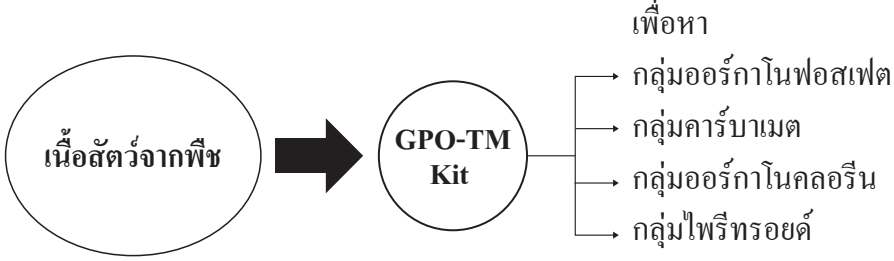
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้บริโภคใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกบริโภคเพื่อส่งเสริมสุขภาพ

1.5.2 เพื่อเป็นข้อมูลให้กับองค์การที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะในงานวิจัย

1.7.1 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช (Plant-based Meat Products) หมายถึง อาหารในกลุ่มโปรตีนทางเลือก (Alternative Protein) ผลิตจากพืชอย่างน้อยร้อยละ 95 ใช้วัตถุดิบจากพืชที่ให้โปรตีนสูง เช่น โปรตีนถั่วเหลือง โปรตีนข้าวโพด โปรตีนข้าวสาลี นำมาปรับปรุงให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์

1.7.2 มังสวิรัติแบบยืดหยุ่น (Flexitarian) หมายถึง ผู้ที่เปลี่ยนการบริโภคเนื้อสัตว์เป็นเนื้อสัตว์ทดแทนเป็นบางครั้ง โดยยึดความสะดวกเป็นหลัก

1.7.3 สารกำจัดศัตรูพืช หมายถึง สารที่ใช้เพื่อป้องกัน ทำลาย ดึงดูด ขับไล่ หรือควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ที่มาทำลายผลผลิต ทั้งการใช้ระหว่างเพาะปลูก การขนส่ง การผลิต การเก็บรักษา หรือการจำหน่าย และหมายรวมถึงสารที่ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ยับยั้งการแตกยอดอ่อน หรือทำให้ใบร่วง เป็นต้น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช (Plant-based Meat Products) ที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก ที่วางจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ถั่วเหลืองแลผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) เป็นพืชตระกูลถั่วที่เติบโตในภูมิอากาศแบบเขตร้อน กึ่งเขตร้อน และอบอุ่น ถือเป็นแหล่งอาหารสำคัญตั้งแต่อดีตของภูมิภาคเอเชีย ถูกนำมาบริโภคเพื่อตอบสนองความต้องการโปรตีนสำหรับร่างกายมนุษย์[7] มีค่าคุณภาพของโปรตีน (Protein Digestibility Amino Acid Score; PDCAAS) ใกล้เคียง 1 ซึ่งเป็นค่าสูงสุดโดยใช้ไข่ไก่หรือนมเป็นค่าอ้างอิง (แตกต่างกันไปตามวัตถุดิบและวิธีการทดสอบ)[8] จึงจัดเป็นโปรตีนคุณภาพสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชตระกูลถั่วส่วนใหญ่ จากข้อดีหลายประการทำให้การบริโภคและการผลิตโปรตีนถั่วเหลืองในปัจจุบันเพิ่มขึ้นอย่างมากในประเทศตะวันตก โดยเฉพาะผู้ที่บริโภคอาหารมังสวิรัติ จึงมีผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักวางขายในร้านค้าทั่วไปเพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ เนื่องจากมีโปรตีนสูงและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ[7] จากรายงานของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture; USDA) ในปี 2021 ประเทศสหรัฐอเมริกามีมูลค่าการส่งออกของถั่วเหลืองสูงที่สุดในโลกคือ 27.37 พันล้านดอลล่าร์ โดยจีนเป็นประเทศคู่ค้ารายใหญ่ที่สุดรองมาคือเม็กซิโก และสหภาพยุโรปตามลำดับ โดยไทยนำเข้าเป็นอันดับที่ 8[9]

ประโยชน์ของโปรตีนจากพืช เช่น

(1) ด้านสุขภาพ โรคอ้วนและโรคที่เกี่ยวข้องกับโรคอ้วนในประชากรเพิ่มขึ้นทุกปี การเจ็บป่วยและเสียชีวิตทำให้ผู้บริโภคตระหนักในสุขภาพมากขึ้น อย่างที่ทราบกันดีว่าการบริโภคพืชผัก ผลไม้ สามารถส่งเสริมสุขภาพให้ดีได้ เนื่องจากมีเส้นใยอาหารที่ช่วยในการควบคุมน้ำหนัก มีไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลต่ำ อาจมีบทบาทในการป้องกันโรค อาทิเช่น โรคอ้วน ช่วยควบคุมโรคเบาหวาน ช่วยป้องกันปัญหาสุขภาพหลายประการ เช่น โรคมะเร็งลำไส้ ลดความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง ลดความเสี่ยงการบริโภคสารเคมีและยาปฏิชีวนะที่มาจากการเลี้ยงสัตว์[10] จากข้อมูลขององค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration; FDA) ระบุว่าประชากรที่มีลักษณะการบริโภคอาหารจากพืชสูง มีความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งน้อยกว่าการบริโภคอาหารจากสัตว์ อาหารจากพืชอุดมไปด้วยสารอาหารมากมาย หน่วยงานของรัฐบาลกลางและองค์กรด้านสุขภาพที่ได้รับการยอมรับในระดับประเทศแนะนำแนวทางการบริโภคอาหาร

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ในปัจจุบัน โดยให้ลดการบริโภคไขมัน (น้อยกว่าร้อยละ 30 ของแคลอรี่) เพื่อลดความเสี่ยงของโรคมะเร็ง และเพื่อการรักษาน้ำหนักตัวที่ต้องการ ให้บริโภคผักและผลไม้เพิ่มขึ้น (ห้าหน่วยบริโภคขึ้นไปต่อวัน) และธัญพืช (หกหน่วยบริโภคขึ้นไปต่อวัน)[11] องค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) แนะนำให้บริโภคผัก ผลไม้อย่างน้อย 400 กรัมต่อวัน (ไม่รวมมันฝรั่งหรือพืชหัวที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก) เพื่อป้องกันกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Noncommunicable Diseases; NCDs)[12]

(2) ด้านสิ่งแวดล้อม ผลิตภัณฑ์จากพืชส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ยิ่งกว่านั้นกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่ากระบวนการผลิตเนื้อสัตว์จากพืชร้อยละ 30-90 จึงสามารถกล่าวได้ว่าการบริโภคเนื้อสัตว์จากพืชสามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนได้[1]

(3) ด้านความยั่งยืน เนื่องจากองค์การสหประชาชาติ (United Nation; UN) คาดว่าประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นเป็น 8.5 พันล้านคนในปี 2573, เพิ่มเป็น 9.7 พันล้านคนในปี 2593 และเพิ่มเป็น 10.4 พันล้านคนในปี 2643[13] ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อ Food Security ในอนาคต ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชจึงสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหา

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากถั่วเหลืองจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช เป็นอาหารในกลุ่มโปรตีนทางเลือก ตัวอย่างที่เรารู้จักกันดี เช่น โปรตีนเกษตร และนมถั่วเหลือง แต่ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์การอาหารที่พัฒนาขึ้นอย่างมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชมีการพัฒนาคุณสมบัติได้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ใช้วัตถุดิบจากพืชอย่างน้อยร้อยละ 95 มักผลิตจากพืชที่ให้โปรตีนสูง เช่น โปรตีนถั่วเหลือง เห็ด หรือ สาหร่าย และมีส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่พืชอีกร้อยละ 5 เมื่อเทียบราคา Plant-Based Meat Burger และ Meat Burger ทั่วไป ราคาก็สูงกว่าเพียงร้อยละ 40 ด้วยการตั้งราคาที่แข่งขันได้ หาซื้อง่าย และมีหลากหลายยี่ห้อ หลายรูปแบบ หลายเมนู เช่นหมูสับ หมูกรอบ หมูทอด ไก่ทอด ไส้กรอก เบอร์เกอร์เนื้อ รวมถึงอาหารทะเลเป็นต้น จึงเป็นที่นิยมอย่างรวดเร็ว และผลักดันให้ธุรกิจนี้มีการเติบโตเฉลี่ยทางธุรกิจสูง คาดว่าในประเทศไทยมูลค่าตลาดอาจแตะระดับ 4.5 หมื่นล้านบาทในปี 2024 หรือเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 10 ต่อปี[2]

สาเหตุที่โปรตีนถั่วเหลืองถูกนำมาพัฒนาและเป็นส่วนประกอบหลักในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช เพราะมีคุณสมบัติช่วยในเรื่องของการอุ้มน้ำและการคงตัว ทำให้มีความเหนียวและยืดหยุ่น ให้รสสัมผัสคล้ายเนื้อสัตว์[14] การผลิตเนื้อสัตว์จากพืชหลายยี่ห้อที่ผลิตในประเทศไทยจึงนิยมใช้โปรตีนถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก โดยนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในรูปแบบของ 1) แป้งถั่วเหลือง เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการน้อยที่สุด แป้งถั่วเหลืองแบบไม่มีไขมันจะมีสัดส่วนของโปรตีนประมาณร้อยละ 50 2) โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (Soy Protein Concentrate) มีสัดส่วนของโปรตีนประมาณร้อยละ 70 3) โปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลท (Soy Protein Isolate) มีสัดส่วนของโปรตีนประมาณร้อยละ 90

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การใช้ถั่วเหลืองที่มีโปรตีนสูง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีอ่อนและไม่มีรสขม ทั้งนี้การใช้โปรตีนถั่วเหลืองในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช ไม่จำเป็นต้องใช้ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีโปรตีนสูงมาก จากงานวิจัยของ Egbert and Border ในปี 2006 ได้ศึกษาองค์ประกอบของเนื้อสัตว์จากพืชที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสว่าคล้ายเนื้อสัตว์จริง พบว่าการผลิตโดยมีสัดส่วนของน้ำร้อยละ 50-80, โปรตีนจากพืชร้อยละ 10-25, โปรตีนอื่นๆร้อยละ 4-20, สารแต่งกลิ่นและรสร้อยละ 3-10, ไขมันร้อยละ 0-15, สารช่วยในการยึดเกาะร้อยละ 1-5, สารแต่งสีร้อยละ 0-0.5 จากสัดส่วนที่มีปริมาณน้ำมากจึงสามารถให้ความชุ่มฉ่ำและช่วยลดต้นทุนการผลิต[15]

อย่างไรก็ตามตั้งแต่ปี 2560 พบว่าถั่วเหลืองที่วางขายทั่วโลกเป็นถั่วเหลืองที่มีการดัดแปลงพันธุกรรม หรือที่รู้จักกันในชื่อ Biotech soybean หรือ GM soybean และพบมากถึงร้อยละ 77 ซึ่งถั่วเหลืองเหล่านี้สามารถทนต่อไกลโฟเซตได้ ส่วนใหญ่ปลูกในประเทศบราซิล อาร์เจนตินา และสหรัฐอเมริกา[16] ถั่วเหลืองที่ทนต่อไกลโฟเซตเมื่อถูกนำมาใช้เพิ่มมากขึ้น ก็ยิ่งกระตุ้นให้มีการใช้ไกลโฟเซตเพิ่มขึ้น ถั่วเหลืองที่ทนต่อไกลโฟเซตที่ผลิตในฟาร์มเชิงพาณิชย์ในบราซิล อาร์เจนตินา และสหรัฐอเมริกา สะสมไกลโฟเซตทั้งหมดประมาณ 2,500–10,000 เมตริกตันต่อปี ผลกระทบที่ตามมาจากการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมจากถั่วเหลือง คืออาจเกิดการสะสมของไกลโฟเซตที่ตกค้างในถั่วเหลืองดัดแปลงพันธุกรรมเหล่านี้[17]

งานวิจัยในปี 2021 ระบุข้อมูลการทดสอบไกลโฟเซตในอาหาร มีการตรวจพบไกลโฟเซตในตัวอย่างซอสถั่วเหลือง 8 ใน 28 ตัวอย่าง (ร้อยละ 36) แต่ไม่พบไกลโฟเซตในนมถั่วเหลืองหรือเต้าหู้ และผลทดสอบนมผงดัดแปลงสำหรับทารกที่ทำจากถั่วเหลือง 10 ยี่ห้อในบราซิล ตั้งแต่ปี 2555 ถึง 2560 พบ 8 ยี่ห้อมีผลเป็นบวก ในจำนวนเหล่านี้มี 3 ยี่ห้อผลิตจากสารสกัดจากถั่วเหลืองที่ผ่านการแปรรูปน้อย พบมีไกลโฟเซตโดยเฉลี่ย 1.08 มก./กก. อีก 5 ยี่ห้อทำจากโปรตีนถั่วเหลืองที่ผ่านการแปรรูปสูงกว่า พบมีไกลโฟเซตโดยเฉลี่ย 0.11 มก./กก. จึงคาดว่าโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองจะมีไกลโฟเซตในปริมาณที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับสารสกัดจากถั่วเหลือง เนื่องจากไกลโฟเซตส่วนใหญ่ได้ถูกกำจัดออกในระหว่างกระบวนการผลิต[18]

ข้อควรคำนึงอีกประการหนึ่งคือผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชบางชนิด เช่น เบอร์เกอร์และไส้กรอก มีปริมาณไขมันรวม และไขมันอิ่มตัวสูงพอๆกับเนื้อสัตว์ เบอร์เกอร์มักจะมีปริมาณโซเดียมสูงกว่าเนื้อวัว ซึ่งอาจนำไปสู่ความกังวลเกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนทางสุขภาพ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชบางชนิดยังผ่านการแปรรูปสูง มีการใส่สารเติมแต่ง และส่วนผสมหลายอย่าง เช่น น้ำมันพืช แป้งข้าวโพดดัดแปลง น้ำตาล สารแต่งสีสังเคราะห์เพื่อให้ได้สีสันเหมือนกับเนื้อสัตว์ตามธรรมชาติ ซึ่งอาจนำไปสู่ผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ[19]

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในเนื้อสัตว์จากพืช[20] ในปี 2019 มีการเคลื่อนไหวของภาคประชาชนในประเทศอเมริกา โดยองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรชื่อว่า Moms Across America นำเนื้อสัตว์จากพืชมาทดสอบหาไกลโฟเซตตกค้างที่สถาบัน Health Research Institute Laboratories ได้ผลเป็นบวกในผลิตภัณฑ์ Impossible Burger ระดับไกลโฟเซตที่ตรวจพบคือ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

11.3 ppb และในผลิตภัณฑ์ Beyond Meat Burger ระดับไกลโฟเซตที่ตรวจพบคือ 1 ppb ตาม WHO การบริโภครายวันที่ยอมรับได้สำหรับไกลโฟเซตคือ 1 มก. ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (ในปัจจุบันทั้งสองยี่ห้อได้ปรับสูตรแล้ว)[21] ซึ่ง ไกลโฟเซตจัดเป็น “Probably Carcinogen" (Group 2A) จากประกาศขององค์การวิจัยโรคมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Research on Cancer; IARC) ในเดือนมีนาคม 2015[22]

2.2 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)

คือสารที่ใช้เพื่อป้องกัน ทำลาย ดึงดูด ขับไล่ หรือควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ที่มาทำลายผลผลิต รวมถึงการใช้ระหว่างเพาะปลูก การเก็บรักษา การขนส่ง กระบวนการผลิต หรือการจำหน่าย และหมายรวมถึงสารที่ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ยับยั้งการแตกยอดอ่อน หรือทำให้ใบร่วง เป็นต้น สารกำจัดศัตรูพืชเป็นอันตรายประเภทสารเคมีในอาหาร

สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticide) หากแบ่งตามชนิดของศัตรูพืชจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดแมลง (Insecticides) 2) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดหนูและสัตว์ฟันแทะ (Rodenticides) 3) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดเชื้อรา (Fungicides) และ 4) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดวัชพืช (Herbicides)

นอกจากนั้น ยังสามารถแบ่งสารกำจัดศัตรูพืชตามสูตรโครงสร้างทางเคมีได้เป็น 4 ประเภท คือ

(1) สารกลุ่มออกาโนฟอสเฟต (Organophosphate) เช่น คลอร์ไพริฟอส (Chlopyrifos), และไกลโฟเซต (Glyphosate) ตัวอย่างความเป็นพิษ เช่น คลอร์ไพริฟอสเป็นอันตรายเมื่อกินหรือหายใจเข้าไป หากสัมผัสทางผิวหนังจะก่อให้เกิดการแพ้และเป็นพิษ ถ้าได้รับมากเกินไปเป็นอันตรายถึงตายได้ ส่วน ไดคลอร์วอส (Dichlorvos) สามารถทำให้เกิดมะเร็งในคนได้ ห้ามทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ น้ำเสีย หรือดิน[23] โดยสารในกลุ่มนี้หลายชนิด จัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535[24]

(2) สารกลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate) เช่น คาร์บาริล (Carbaryl), และเบโนมิล (Benomyl) สารเคมีประเภทนี้ไม่สะสมในสิ่งแวดล้อมและหมดฤทธิ์ในสภาพที่เป็นด่าง หากกินหรือถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง จะก่อให้เกิดความเป็นพิษสูง กลไกการออกฤทธิ์คือยับยั้งการทำงานของอะเซทิลโคลิเนสเทอเรส (Acetylcholinesterase Inhibitor) และกระตุ้นให้ระบบประสาทของแมลงทำงานมากเกินไป หากได้รับในปริมาณสูงเป็นระยะเวลานาน อาจส่งกระทบต่อสุขภาพทั้งเกษตรกรและผู้บริโภค

(3) สารประเภทไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) เช่น ไพรีทริน (Pyrethrin), และไบโอเรสเมทริน (Bioresmethrin) สารไพรีทรอยด์เป็นไขมันที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นหากสัมผัสกับผิวหนัง บริโภค หรือหายใจเข้าไปก็สามารถซึมเข้าสู่ร่างกายได้[23]

(4) สารประกอบคลอรีน (Organochlorine) เช่น ดีดีที (DDT), พาราควอต (Paraquat), คลอร์เดน (Chlordane), และดีลดริน (Dieldrin) ออกฤทธิ์ตกค้างนาน สลายตัวช้า ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในน้ำมัน พืชอาจดูดซึมจากดินจากการตกค้างในดิน แต่เนื่องจากพืชมีไขมันน้อยจึงพบในปริมาณต่ำ สำหรับ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

มนุษย์และสัตว์เมื่อได้รับสารกลุ่มนี้จะสะสมไว้ในไขมัน สามารถขับออกทางน้ำนมได้ ในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยจึงยกเลิกการใช้สารกลุ่มคลอรีนในทางการเกษตร[25]

อาหารที่มีสารพิษตกค้างจำเป็นต้องมีมาตรฐาน ในประเทศไทยมีการกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit; MRL) สามารถตรวจสอบค่า MRL ของสารพิษตกค้างได้จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องอาหารที่มีสารพิษตกค้าง สำหรับอาหารแปรรูปกำหนดให้มีค่าสารพิษตกค้างได้ไม่เกินปริมาณที่กำหนดไว้ในวัตถุดิบนั้น

ตาราง 2.1 ข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดในถั่วเหลือง, ธัญพืช, และถั่วเมล็ดแห้ง (Maximum Residue Limit, MRL) [26, 27]

อันดับ	วัตถุอันตรายทางการเกษตร	ชนิดของอาหาร	ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
1	คลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos)	ธัญพืชและถั่วเมล็ดแห้ง	0.01
2	คลอร์ไพริฟอส-เมทิล (Chlorpyrifos-methyl)	ธัญพืชและถั่วเมล็ดแห้ง	0.01
3	พาราควอต (Paraquat) รวมถึงพาราควอตไดคลอไรด์ (Paraquatdichloride) และพาราควอตเมโทซัลเฟต (Paraquatmethosulfate)	ธัญพืชและถั่วเมล็ดแห้ง	0.02
4	คลอโรทาโลนิล (Chlorothalonil)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.2
5	คาร์เบนดาซิม / บิโนมิล Carbendazim / Benomyl	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.5
6	คาร์โบซัลแฟน (Carbosulfan)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.05
7	คาร์โบฟูแรน (Carbofuran)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.1
8	แคปแทน (Captan)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	5
9	ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.05
10	ไดโคฟอล (Dicofol)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.05
11	กลุ่มไดไทโอคาร์บาเมต(Dithiocarbamates)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตาราง 2.1 (ต่อ)

อันดับ	วัตถุอันตรายทางการเกษตร	ชนิดของอาหาร	ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
12	ไตรอาโซฟอส (Triazophos)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.05
13	โพรฟีโนฟอส (Profenofos)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.05
14	เฟนวาลีเรต (Fenvalerate)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.1
15	เฟนิโตรไทออน (Fenitrothion)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.5
16	โฟซาโลน (Phosalone)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.05
17	แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (Lambda-cyhalothrin)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.2
18	อะซีเฟต (Acephate)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.05
19	โอเมโทเอต (Omethoate)	ถั่วเหลืองเมล็ดแห้ง	0.05
20	ไดเมโทเอต (Dimethoate)	ถั่วเมล็ดแห้ง	0.1
21	อีไทออน (Ethion)	ถั่วเมล็ดแห้ง	0.1

เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN) ทำการสุ่มตรวจสอบสารพิษตกค้างในผักผลไม้จากแหล่งจำหน่าย และตราผลิตภัณฑ์แบบต่างๆ ประจำปี 2559 พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตามรายชื่อวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขจะต้องตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง รายชื่อสารที่พบในครั้งนี้ ได้แก่ เมทามิโดฟอส, โมโนโครโตฟอส, ไดโครโตฟอส, และเอ็นโดซัลแฟน จึงควรมีการตรวจสอบการจำหน่ายสารเคมีให้เข้มงวดมากขึ้น และผู้บริโภคควรเลือกรับประทานผัก ผลไม้ที่ได้รับรองมาตรฐานอินทรีย์ อย่างไรก็ตามการกำจัดการตกค้างของสารเคมีหรือสารพิษชนิดดูดซึมยังคงเป็นไปได้ยาก เพราะเป็นสารชนิดที่การล้างไม่สามารถกำจัดออกได้ การบริโภคสารพิษตกค้างในผัก ผลไม้เป็นเวลานาน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้[28] โดยยาฆ่าแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และออร์กาโนคลอรีนมีความเกี่ยวข้องกับมะเร็งสูงที่สุด มะเร็งปอดถูกพบมากที่สุด รองลงมาคือมะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งต่อมน้ำเหลืองหลายชนิด และมะเร็งลำไส้ใหญ่ในกลุ่มผู้ใช้ยาฆ่าแมลง[29]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากรายงานการสำรวจขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO, 2008) ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 3 จาก 15 ประเทศในเอเชีย ในด้านการใช้สารกำจัดศัตรูพืชต่อหน่วยเฮกตาร์ และอันดับที่ 4 ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชต่อปี[30] สอดคล้องกับรายงานผลการตรวจถั่วเหลือง 8 ตัวอย่าง จากห้างค้าปลีกและค้าส่ง พบไกลโฟเซตตกค้างถึง 5 ยี่ห้อ แม้ปริมาณสารไกลโฟเซตที่ตรวจพบจะมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานอาหารสากลที่กำหนด แต่การที่มีไกลโฟเซตตกค้างในผลิตผลทางการเกษตรก็ทำให้เกิดความเสี่ยง และอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ [5,31]

ผู้ประกอบการ รวมถึงหน่วยงานภาครัฐควรให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของอาหาร ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคภายในประเทศ และประเทศผู้นำเข้า[32]

2.3 รายงานการปนเปื้อนของสารเคมีตกค้างในร่างกาย

ปี 2562 ทพ.อรรถพร ลิ้มปัญญาเลิศ รองเลขาธิการสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) รายงานข้อมูลการเข้ารับบริการในระบบ “หลักประกันสุขภาพแห่งชาติ” หรือ “กองทุนบัตรทอง” ในช่วง 10 เดือนของปีงบประมาณ 2562 (1 ต.ค. 61 - 17 ก.ค. 62) มีจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาจากการได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 3,067 ราย เสียชีวิต 407 ราย เบิกจ่ายค่ารักษากว่า 14.64 ล้านบาท ทั้งนี้เมื่อดูข้อมูลโดยแยกรายเขตบริการ 13 เขต พบว่าเขตเชียงใหม่มีผู้ป่วยเข้ารับบริการมากที่สุด จำนวน 506 ราย รองลงมาเขตคือราชบุรี จำนวน 390 ราย เขตนครสวรรค์ จำนวน 340 ราย และเขตนครราชสีมา จำนวน 338 ราย[33] เห็นได้ชัดว่าเกษตรกรต้องเผชิญกับความเสี่ยงจากการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว จึงควรมีการป้องกันและแก้ไขปัญหาอย่างจริงจัง

สารกำจัดศัตรูพืชยังพบว่ามีการตกค้างในผู้บริโภค ยืนยันได้จากรายงานการเจาะเลือดเพื่อหาระดับพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในร่างกายแก่ประชาชนที่มาร่วมงานมหกรรมสมุนไพรและอาหาร ครั้งที่ 3 ปี 2561 ของเครือข่าย Thai-PAN ร่วมมือกับโรงพยาบาลบางโพ เจาะเลือดประชาชนที่มาตรวจ 612 คน ใช้วิธีการตรวจคัดกรองด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสในเลือด ซึ่งเป็นวิธีเดียวกันกับสาธารณสุขในการใช้เฝ้าระวังสุขภาพและตรวจคัดกรองความเสี่ยงของเกษตรกร โดยหากได้รับสัมผัสสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตมาก ปริมาณเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดจะลดลง ผลการตรวจพบว่า อยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัย 118 คน หรือร้อยละ 19.3, ระดับมีความเสี่ยง 377 คน หรือร้อยละ 61.6, ระดับปลอดภัย 116 คน หรือร้อยละ 19, และปกติ 1 คน หรือร้อยละ 0.2[34]

ดังนั้นนอกจากเกษตรกรที่เป็นต้นน้ำของการผลิตที่ได้รับความเสี่ยงแล้ว ผู้บริโภคก็ได้รับความเสี่ยงต่ออันตรายจากสารพิษสารเคมีด้วยเช่นกัน การศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างว่ามีในอาหารหรือไม่ จึงเป็นส่วนสำคัญที่ต้องทำการควบคุม การหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารที่มีสารเคมีตกค้างจึงจะถือว่าปลอดภัยที่สุดในการลดความเสี่ยงด้านสุขภาพ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อสุขภาพเรื้อรังในระยะยาว[35] ผู้บริโภคจึงควรทราบข้อมูลอาหารก่อนการบริโภค

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.4 ตรวจหาชนิดและสารกำจัดศัตรูพืชด้วย GPO-TM Kit

ชุดตรวจหาสารเคมีกำจัดแมลงในผัก ผลไม้ และธัญพืช GPO-TM Kit ยี่ห้อ **GPO™** พัฒนาและผลิตโดยองค์การเภสัชกรรม ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้รับอนุสิทธิบัตรจากกรมทรัพย์สินทางปัญญาเลขที่ 7554 มีประสิทธิภาพการทดสอบความถูกต้องของวิธี 89.5% การทดสอบความจำเพาะ 100% การทดสอบความไวของวิธี 83.8% จึงเป็นวิธีทดสอบที่ดี มีความจำเพาะ ความถูกต้อง และความแม่นยำดีพอสมควร สามารถบอกผลได้ว่าพบหรือไม่พบสารเคมีกำจัดแมลง แต่ไม่สามารถบอกระดับสารเคมีตกค้าง เช่น นาโนกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนัก ผัก ผลไม้ ธัญพืช หรือตัวอย่างทางการเกษตรอื่นๆ จึงมีความเหมาะสมในการตรวจคัดกรองความปลอดภัยเบื้องต้น ใช้ตรวจยืนยันสารพิษตกค้างก่อนนำออกสู่ตลาดจำหน่ายสู่ผู้บริโภค และใช้ทดสอบการปนเปื้อนทั่วไปได้เป็นอย่างดี ใช้งานง่ายในภาคสนาม ขั้นตอนการทดสอบไม่ซับซ้อน ผู้ตรวจสามารถฝึกฝนให้มีความชำนาญได้ อ่านผลง่ายด้วยตาเปล่า ใช้เวลา 60 นาทีในการตรวจ 10 ตัวอย่าง ใช้หาสารเคมีกำจัดแมลง 4 กลุ่ม คือ

(1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate)

(2) กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate)

(3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine)

(4) กลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid)

ใช้หลักการแยกสาร ด้วยวิธีทีแอลซี (Thin Layer Chromatography) เป็นการแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบผิวบาง และตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีเพื่อให้เกิดสี ถ้าพบสารเคมีกำจัดแมลงจะเกิดแถบวงกลม (Spot) บนแผ่นทีแอลซี แต่ถ้าไม่พบสารเคมีกำจัดแมลงจะไม่เกิดสีบนแผ่นทดสอบทีแอลซี โดยแยกตรวจ 2 วิธี สำหรับ 2 กลุ่ม กล่าวคือ

วิธีที่ 1 เป็นวิธีสำหรับตรวจสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท การตรวจใช้หลักการทางฟิสิกซ์ ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบผิวบาง กับการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีเพื่อให้เกิดสี ถ้าพบสารเคมีกลุ่มดังกล่าวจะเกิดแถบวงกลม (Spot) สีขาวบนพื้นสีม่วงบนแผ่นทีแอลซี โดยมีสารมาตรฐาน คือ เมทโทมิล (Merhomyl) เป็น Positive Control หากทำขั้นตอนการทดสอบถูกต้องจะได้ผลเป็นบวก

วิธีที่ 2 เป็นวิธีสำหรับตรวจสารเคมีกลุ่มออร์แกโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ กล่าวคือมีการเกิดปฏิกิริยาเคมีสำหรับกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ของสารเคมีเฉพาะที่ถูกกระตุ้นการดูดซับพลังงานด้วยแสงที่มีความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร (Excited State) สามารถเกิดปฏิกิริยาให้สารประกอบ ที่มีสีน้ำตาลถึงดำบนพื้นสี เมื่อปล่อยพลังงานเพื่อลงสู่สภาวะปกติ (Ground State) โดยมีสารมาตรฐาน คือ เอนดริน (Endrin) เป็น Positive Control หากทำขั้นตอนการทดสอบถูกต้องจะได้ผลเป็นบวก[36]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี

การศึกษานี้เป็นการตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักที่มีจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทย โดยใช้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ตรวจหาสารฆ่าแมลง 4 กลุ่มในผัก ผลไม้ และธัญพืช คือ

(1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate)

(2) กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate)

(3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine)

(4) กลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid)

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีจำหน่ายในร้านค้าทั่วไปและจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทย พบทั้งหมด 35 ยี่ห้อ แต่ละยี่ห้อมีเมนูตั้งแต่ 1 ถึงมากกว่า 20 เมนู โดยเก็บตัวอย่างเฉพาะเมนูที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักมากกว่าร้อยละ 50 มีการแสดงรายละเอียดวัตถุดิบชัดเจน ได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และผลิตในประเทศไทย พบตัวอย่างตรงตามที่กำหนด 10 ยี่ห้อ จากทั้งหมด 35 ยี่ห้อ เลือกยี่ห้อละ 1 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชมีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก

รหัสตัวอย่าง	ชื่อผลิตภัณฑ์	เมนู	สถานที่ผลิต	ปริมาณโปรตีนจากถั่วเหลือง (ร้อยละ)
A	Meat Zero	เนื้อบดจากพืช	สมุทรสาคร	51
B	Nevermeat	เนื้อบดจากโปรตีนพืช	ปทุมธานี	85
C	First Pride	เนื้อสับพร้อมปรุงจากพืช	นครนายก	69

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ชื่อผลิตภัณฑ์	เมนู	สถานที่ผลิต	ปริมาณโปรตีนจากถั่วเหลือง (ร้อยละ)
D	Mantra	ปลาบดจากพืช	สมุทรสาคร	59
E	Youta	ไส้อั่วเจ	นครปฐม	75
F	FoodTech	ไก่ยอพริกไทยดำ	ปทุมธานี	75
G	Veggie SPA Food	อกไก่เจ	พระนครศรีอยุธยา	80
H	ก่วงตี้	หมูย่างจากพืช	ร้อยเอ็ด	70
I	ฉือเอิน	หมูหลอดเจ	สระบุรี	80
J	เจทิพย์	หมูกรอบเจ	ไม่ระบุ	74

3.3 การคัดเลือกตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่าง

3.3.1 ผลิตภัณฑ์ต้องทำจากพืช และมีลักษณะคล้ายเนื้อสัตว์ ไก่ ปลา หรือเนื้อสัตว์แปรรูป

3.3.2 มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักมากกว่าร้อยละ 50

3.3.3 มีจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทย

3.3.4 ผลิตในประเทศไทย

3.3.5 ผลิตภัณฑ์ไม่หมดอายุตามฉลาก

3.3.6 หีบห่อผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพดี ยังไม่มีการเปิด

3.3.7 แสดงรายละเอียดวัตถุดิบชัดเจน

3.3.8 ได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

3.4 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.4.1 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.2 เลือกตัวอย่างที่ตรงตามเกณฑ์การคัดเลือก

3.4.3 จัดซื้อและรวบรวมตัวอย่าง

3.4.4 ตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit หาสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท โดยทำซ้ำจำนวน 3 ครั้ง/ตัวอย่าง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.4.5 ตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit หาสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ โดยทำซ้ำจำนวน 3 ครั้ง/ตัวอย่าง

3.4.6 รวบรวมผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการโดยบันทึกข้อมูลในตาราง

3.4.7 นำผลการทดสอบที่ได้จากห้องปฏิบัติการมาวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.8 สรุปและอภิปรายผลการทดสอบ

3.5 วิธีการทดสอบ

ผู้วิจัยเตรียมตัวอย่างใส่กล่องควบคุมความเย็น นำไปทดสอบที่ห้องปฏิบัติการของวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ควบคุมการทดสอบโดย ดร.ปพิชญา เทศนา โดย 1 ตัวอย่าง ทดสอบ 3 ครั้ง

3.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

(1) ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ใช้หลักการแยกสาร ด้วยวิธีทีแอลซี (Thin layer chromato ghrapy) ถ้าตรวจพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะปรากฏให้เห็นเป็นสี ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ใช้ตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม แยกตรวจ 2 วิธี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กล่าวคือ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท จะตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีเพื่อให้เกิดสี ส่วนกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ จะตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีและอังแสงยูวีที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตรเพื่อให้เกิดสี

(2) กล่องน้ำอุ่นที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 37 และ 48 องศาเซลเซียส พร้อมตะแกรงวาง และถาดปิดครอบ

(3) กล่องอุปกรณ์รังสียูวี 254 นาโนเมตร

(4) ขวดแช่แผ่นทีแอลซี

(5) บีกเกอร์สำหรับใส่ตัวอย่าง

(6) หลอดดูดน้ำยา

(7) ตาชั่ง

(8) มีดและเขียง สำหรับหั่นตัวอย่าง

(9) ปากคีบ

(10) ถุงมือ

(11) นาฬิกาจับเวลา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5.2 ตรวจหาสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท 1 ตัวอย่าง ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง วิธีทดสอบแต่ละครั้งอย่างละเอียดมีดังนี้

3.5.2.1 ขั้นตอนการเตรียมการทดสอบ

(1) หั่นตัวอย่างเป็นชิ้นละเอียดใส่บีกเกอร์ ชั่งน้ำหนักให้ได้ปริมาณ 5 กรัมต่อตัวอย่าง เขียนรหัสลงบนบีกเกอร์ที่ใส่ตัวอย่างทดสอบ

(2) ใช้หลอดพลาสติกดูดน้ำยาสกัด 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดตัวอย่างแต่ละขวด เขย่าแรงๆ 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

(3) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 ออกมาจากซอง ระมัดระวังไม่ให้มือสัมผัสด้านหน้าของแผ่นทีแอลซี เนื่องจากคราบไขมันจากมือมีผลรบกวนการทดสอบ เขียนรหัสของตัวอย่างที่จะทดสอบที่ด้านหน้าของแผ่นด้วยดินสอ

(4) เตรียมขวดแช่แผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 โดยดูดน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 3 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วสำหรับแช่แผ่นทีแอลซี ตั้งทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 30 นาที

(5) เตรียมน้ำยาเอนไซม์

- นำน้ำยาทดสอบ 1 ออกจากที่เก็บเย็นและตั้งทิ้งไว้เท่ากับอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำน้ำเทลงในน้ำยาทดสอบ 1 จนหมด เขย่าให้เข้ากัน
- เทน้ำยาทดสอบ 1.1 ลงในขวดน้ำยาทดสอบ 1 เขย่าให้เข้ากันแล้วเทลงขวดสเปรย์
- นำขวดสเปรย์ไปวางในกล่องน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 15 นาทีก่อนการทดสอบ และวางไว้จนกว่าจะเสร็จสิ้นการทดสอบเนื่องการจากรักษาอุณหภูมิสำคัญต่อปฏิกิริยาเคมีของเอนไซม์

(6) เตรียมน้ำยาทดสอบสี

- สารละลายจีพีโอ-ทีเอ็ม 1 : เทน้ำยา จีพีโอ-ทีเอ็ม 1.1 ลงในขวดสารจีพีโอ-ทีเอ็ม 1 เขย่าให้เข้ากัน
- สารละลายจีพีโอ-ทีเอ็ม 2 : เทน้ำยา จีพีโอ-ทีเอ็ม 2.1 ลงในขวดสารจีพีโอ-ทีเอ็ม 2 เขย่าให้เข้ากัน
- เมื่อถึงขั้นตอนการทดสอบสี จึงนำสารละลายจีพีโอ-ทีเอ็ม 1 ผสมกับสารละลายจีพีโอ-ทีเอ็ม 2 ในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตร ต่อ 4 มิลลิลิตร แล้วเทลงขวดสเปรย์ (ผสมแล้วใช้งานทันที)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

(1) ใช้หลอดแก้วสำหรับหยด (Capillary Tube) ดูดสารสกัดตัวอย่างจากบีกเกอร์ที่ใส่ตัวอย่างและน้ำยาสกัดที่เตรียมไว้ก่อนหน้า มาหยดลงบนแผ่นทีแอลซีให้ตรงกับรหัสที่เขียนไว้ หยดบริเวณแนวจุดหยดสารสกัด ระมัดระวังไม่หยดให้เลยเส้นกั้น ของแต่ละตัวอย่าง ยกหลอดขึ้นรอจนน้ำยาที่หยดไว้แห้ง จึงทำซ้ำ 4-5 ครั้ง จนครบทุกตัวอย่าง

(2) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 ลงแช่ในขวดแช่แผ่นทีแอลซีที่เตรียมไว้ โดยแช่ลงในแนวตรงแล้วค่อยๆเอียงแผ่นให้พิงผนังขวด ปิดฝาขวดให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำยาเคลื่อนที่ถึงขีดที่กำหนดด้านบนของแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 ระวังอย่าให้ขวดกระเทือนหรือเคลื่อนที่

(3) เมื่อน้ำยาเคลื่อนที่ถึงขีดที่กำหนด จึงคีบแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 ออกมาจากขวดแช่ ผึ่งให้แห้ง

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

(5) เมื่อครบเวลา นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 มาสเปรย์ด้วยน้ำยาทดสอบสีที่เตรียมไว้ที่ระยะห่างประมาณ 15 ซม. ให้น้ำยาทดสอบสีชื้มทั่วแผ่น วางทิ้งไว้นาน 3 นาที จึงอ่านผล

3.5.2.3 การแปลผล

ผลบวก : พบจุดวงกลมสีขาวบนพื้นสีม่วงที่แผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 แสดงว่าตรวจพบสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในตัวอย่าง

ผลลบ : ไม่พบแถบวงกลมสีขาวบนพื้นสีม่วงที่แผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 แสดงว่าตรวจไม่พบสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในตัวอย่าง

3.5.3 ตรวจหาสารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ 1 ตัวอย่าง ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง วิธีทดสอบแต่ละครั้งอย่างละเอียดมีดังนี้

3.5.3.1 ขั้นตอนการเตรียมการทดสอบ

(1) หั่นตัวอย่างเป็นชิ้นละเอียดใส่บีกเกอร์ ชั่งน้ำหนักให้ได้ปริมาณ 5 กรัมต่อตัวอย่าง เขียนรหัสลงบนบีกเกอร์ที่ใส่ตัวอย่างทดสอบ

(2) ใช้หลอดพลาสติกดูดน้ำยาสกัด 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดตัวอย่างแต่ละขวด เขยแรงๆ 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

(3) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 ออกมาจากซอง ระมัดระวังไม่ให้มือสัมผัสด้านหน้าของแผ่นทีแอลซี เนื่องจากคราบไขมันจากมือมีผลรบกวนการทดสอบ เขียนรหัสของตัวอย่างที่จะทดสอบที่ด้านหน้าของแผ่นด้วยดินสอ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(4) เตรียมขวดแช่แผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 โดยดูดน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 5 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร และน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 5.1 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วสำหรับแช่แผ่นทีแอลซี เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 30 นาที

3.5.3.2 ขั้นตอนการทดสอบ

(1) ใช้หลอดแก้วสำหรับหยด (Capillary Tube) ดูดสารสกัดตัวอย่างจากบีกเกอร์ที่ใส่ตัวอย่างและน้ำยาสกัดที่เตรียมไว้ก่อนหน้า มาหยดลงบนแผ่นทีแอลซีให้ตรงกับรหัสที่เขียนไว้ หยดบริเวณแนวจุดหยดสารสกัด ระมัดระวังไม่หยดให้เลยเส้นกั้น ของแต่ละตัวอย่าง ยกหลอดขึ้นรอจนน้ำยาที่หยดไว้แห้ง จึงทำซ้ำ 4-5 ครั้ง จนครบทุกตัวอย่าง

(2) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 ลงแช่ในขวดแช่แผ่นทีแอลซีที่เตรียมไว้ โดยแช่ลงในแนวตรงแล้วค่อยๆเอียงแผ่นให้พิงผนังขวด ปิดฝาขวดให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำยา เคลื่อนที่ถึงขีดที่กำหนดด้านบนของแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 ระวังอย่าให้ขวดกระเทือนหรือเคลื่อนที่

(3) เมื่อน้ำยาเคลื่อนที่ถึงขีดที่กำหนด จึงคีบแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 ออกมาจากขวดแช่ ผึ่งให้แห้ง

(4) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 ที่แห้งแล้วมาสเปรย์ด้วยน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 4 สเปรย์ที่ระยะห่างประมาณ 10-12 ซม. ให้เปียกทั้งแผ่น และวางผึ่งให้แห้ง (ประมาณ 1 นาที)

(5) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 ไปอังแสงจากอุปกรณ์รังสียูวีที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร นาน 3-5 นาที

(6) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 มาอ่านผล

3.5.2.3 การแปลผล

ผลบวก : พบจุดวงกลมสีเทา น้ำตาลเข้มถึงดำบนพื้นแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 แสดงว่าตรวจพบสารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ในตัวอย่าง

ผลลบ : ไม่พบจุดวงกลมสีเทา น้ำตาลเข้มถึงดำบนพื้นแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 แสดงว่าตรวจไม่พบสารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ในตัวอย่าง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการตรวจสอบครั้งนี้ ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง (n=3) เพื่อยืนยันผลการทดสอบหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก 10 ตัวอย่าง นำผลการทดสอบมาทำการวิเคราะห์และประมวลผลวิเคราะห์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเปรียบเทียบผลการทดสอบสารฆ่าแมลง 4 กลุ่ม คือ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมต, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์ สรุปและนำเสนอผลการทดลองในรูปแบบตาราง ประกอบคำบรรยาย

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางการนำเสนอผลการทดลอง

รหัสตัวอย่าง	กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท			กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
A	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND
B	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND
C	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND
D	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND
E	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND
F	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND
G	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND
H	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND
I	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND
J	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND	D / ND

หมายเหตุ. D = Detected / ND = Not Detected

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักในท้องตลาดมีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างหรือไม่ โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่เข้าเกณฑ์การคัดเลือกทั้งหมด 10 ตัวอย่าง แล้วจึงนำมาทำการทดลอง โดยใช้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบหาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท และกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์

รหัสตัวอย่าง	กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท	กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์
A	ND	ND
B	ND	ND
C	ND	ND
D	ND	ND
E	ND	ND
F	ND	ND
G	ND	ND
H	ND	ND
I	ND	ND
J	ND	ND

หมายเหตุ. ทดสอบ 3 ซ้ำ / ND = Not Detected

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ผลการทดสอบในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท พบแถบวงกลมสีขาวบนพื้นสีม่วงบนแผ่น TLC ในช่องของสารเคมีกำจัดแมลงมาตรฐาน Methomyl แต่ไม่พบแถบวงกลมสีขาวในช่องของตัวอย่างทดลองทั้ง 10 ตัวอย่าง จากการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง

ผลการทดสอบในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ พบจุดวงกลมสีดำบนแผ่น TLC ในช่องของสารเคมีกำจัดแมลงมาตรฐาน Endrin แต่ไม่พบแถบวงกลมสีขาวในช่องของตัวอย่างทดลองทั้ง 10 ตัวอย่าง จากการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง

สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักในประเทศไทยทั้ง 10 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมท, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์ทุกตัวอย่าง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก ที่วางจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทยแบบเจาะจงตามขอบเขตการวิจัย ทั้งหมด 10 ตัวอย่าง โดยใช้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ทำการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมต, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์ในห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาเขียนสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้น ว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักมีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างหรือไม่ โดยมีผลิตภัณฑ์ที่เข้าเกณฑ์การคัดเลือกทั้งหมด 10 ยี่ห้อ เลือกยี่ห้อละ 1 ตัวอย่าง ได้แก่ A = เนื้อบดจากพืช ยี่ห้อ Meat Zero, B = เนื้อบดจากโปรตีนพืช ยี่ห้อ Nevermeat , C = เนื้อสับพร้อมปรุงจากพืช ยี่ห้อ First Pride, D = ปลาบดจากพืช ยี่ห้อ Mantra, E = ไส้อั่วเจ ยี่ห้อ Youta, F = ไก่ยอพริกไทยดำ ยี่ห้อ FoodTech, G = อกไก่เจ ยี่ห้อ Veggie SPA Food, H = หมูย่างจากพืช ยี่ห้อ ก่วงตี้, I = หมูหลอดเจ ยี่ห้อ ฉือเอิน, และ J = หมูกรอบเจ ยี่ห้อ เจทิพย์

จากผลการทดสอบครั้งนี้ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่พบตัวอย่างใดที่มีสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมท, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์ตกค้าง เหตุปัจจัยที่ส่งผลทำให้ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ผู้วิจัยสันนิษฐานได้ว่า

5.1.1 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชใช้โปรตีนถั่วเหลืองที่ผ่านการแปรรูปสูงเป็นวัตถุดิบ และตัวผลิตภัณฑ์เองมีกระบวนการผลิตที่ผ่านการแปรรูปสูงเช่นกัน ส่งผลให้สารกำจัดศัตรูพืชได้ถูกกำจัดออกจากทั้งสองกระบวนการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าที่ได้ทดสอบในนมผงดัดแปลงสำหรับทารก พบว่านมผงดัดแปลงสำหรับทารกยี่ห้อใช้วัตถุดิบทำจากโปรตีนถั่วเหลืองที่ผ่านการแปรรูปสูงพบปริมาณไกลโฟเซตโดยเฉลี่ยต่ำ เนื่องจากไกลโฟเซตส่วนใหญ่ได้ถูกกำจัดออกในระหว่างขั้นตอนการผลิต[18]

5.1.2 ชุดทดสอบ GPO-TM Kit มีความสามารถในการตรวจสอบสารเคมีตกค้างในระดับที่เป็นการตรวจคัดกรองเบื้องต้น หากสารเคมีตกค้างที่พบในผลิตภัณฑ์มีปริมาณความเข้มข้นที่ต่ำกว่าค่าต่ำสุดของชุดทดสอบก็จะไม่สามารถตรวจประเมินได้ โดยมีขีดจำกัดในการตรวจพบ (Limit ofDetection; LOD) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณที่น้อยที่สุดที่ชุดทดสอบนี้สามารถตรวจสอบได้(ตาราง 5.1)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 5.1 แสดงสารมาตรฐานในการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมท, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์ [26,27]

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
Herbicides	
2,4-D	2.2

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ถึงแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะตรวจไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง แต่ก็ไม่ได้แปลว่าจะปลอดภัย เพราะยังมีเรื่องอื่นๆที่ควรต้องระวัง และเนื่องจากการบริโภคอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งซ้ำๆต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ งานวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอแนวคิด และข้อมูลทางวิชาการจากผลการศึกษาวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลที่ครบถ้วนต่อผู้บริโภค กล่าวคือ

ในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา งานวิจัยจำนวนมากได้แสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มากมายเกี่ยวกับความจำเป็นอย่างเร่งด่วนในการปรับสมดุลอัตราส่วนของอาหารจากพืชและสัตว์ในประเทศตะวันตก โดยแนะนำให้ลดการบริโภคอาหารที่มาจากเนื้อสัตว์ลง และบริโภคอาหารที่มีที่มาจากพืชมากขึ้น โดยมีประโยชน์ทั้งทางด้านสุขภาพคือการลดความเสี่ยงจากโรค และประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ความต้องการที่ดิน และผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ การบริโภคมังสวิรัติแบบยืดหยุ่น (Flexitarian) จึงกลายเป็นหนึ่งในรูปแบบการรับประทานอาหารที่สอดคล้องกัน กล่าวคือลดปริมาณการบริโภคเนื้อสัตว์ลง และทดแทนด้วยผลิตภัณฑ์โปรตีนจากพืช ในขณะเดียวกันก็ไม่จำเป็นต้องกลายเป็นมังสวิรัติอย่างสมบูรณ์ และหยุดการรับประทานเนื้อสัตว์ ด้วยแนวคิดแบบยืดหยุ่นนี้ จึงเป็นรูปแบบการบริโภคอาหารโดยเน้นที่พืชเป็นหลัก เสริมด้วยการบริโภคเนื้อสัตว์ในปริมาณที่พอเหมาะ (เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากนม และ ปลา) เป็นครั้งคราว ซึ่งการลดการบริโภคเนื้อสัตว์ถือเป็นขั้นตอนสำคัญสู่การบริโภคอาหารอย่างยั่งยืน[37] ดังนั้นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการผลิตอาหารทำให้มีรสชาติเหมือนเนื้อสัตว์จริง จึงช่วยเสริมให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชได้รับความนิยมมากขึ้น

ข้อเท็จจริงของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชหลายชนิด คือมีการผ่านกรรมวิธีในการผลิตสูง บางชนิดมีไขมันอิ่มตัวสูง ซึ่งอาจไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการเทียบเท่ากับวัตถุดิบที่ใช้ผลิต เช่น พืชตระกูลถั่วและถั่วเหลือง และอาจมีสารเคมีอันตรายที่เกิดจากกระบวนการผลิต รวมทั้งสารอาหารจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชอาจไม่สามารถทดแทนเนื้อสัตว์จริงได้ เช่นเนื้อสัตว์จริงจะมีความสามารถในการช่วยร่างกายดูดซึมสารอาหารจากพืช เช่น สังกะสี และธาตุเหล็กแบบ Non-heme[38] อีกประการหนึ่งคือผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชอาจสูญเสียสารอาหารบางอย่างจากกระบวนการผลิตที่ผ่านกรรมวิธีสูง เช่น การผสม การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน การปรุงด้วยอุณหภูมิสูง หรือในสูตรที่มีส่วนประกอบของถั่วเหลืองก็จะมีสารยับยั้งโภชนาการ เช่น ไฟเตต ซึ่งสามารถลดปริมาณการดูดซึมโปรตีนในสารสกัดโปรตีนถั่วเหลือง (Soy Protein Isolated) จาก 8.4 มก. ต่อโปรตีน 1 กรัมลงไปเหลือโปรตีนน้อยกว่า 0.01 มก. ต่อโปรตีน 1 กรัม และการที่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชเหล่านี้มีส่วนประกอบจำนวนมาก โดยปกติแล้วจะมากกว่า 20 ชนิด หรืออาจมากถึง 40 ชนิด ทำให้ยากต่อการระบุส่วนผสมลงบนฉลากผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น ไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) และเมทิลเซลลูโลส (Methyl Cellulose) สารเติมแต่งอาจรวมถึงสารกันบูด สารทำให้คงตัว และสารแต่งสี นอกจากนี้สารพิษต่างๆ เช่น เฮเทอโรไซคลิกอะโรมาติกเอมีน (Heterocyclic Aromatic Amines) ยังสามารถเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการผลิตที่ใช้อุณหภูมิสูง[39]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ข้อควรพิจารณาอีกประการหนึ่งคือ ผู้บริโภคมักเชื่อมโยงผลิตภัณฑ์จากพืชกับการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ โดยไม่ให้ความสำคัญกับคุณค่าทางโภชนาการที่จะได้รับ ผู้บริโภคจึงจำเป็นต้องประเมินเปรียบเทียบ และประมวลผลของส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ยกตัวอย่างเช่น การใช้ส่วนผสมโปรตีนจากพืชที่ผ่านการแปรรูปสูงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น วิตามิน แร่ธาตุ เส้นใยอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระ และสารต้านการอักเสบในปริมาณที่ต่ำ ดังนั้นอัตราส่วนการบริโภคที่เหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับผู้บริโภคแต่ละบุคคล ผู้บริโภคที่ยังคงรับประทานเนื้อสัตว์อาจได้รับประโยชน์จากผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนเนื้อสัตว์ที่มีเส้นใยสูง ในขณะที่ผู้บริโภคมังสวิรัติอาจต้องการปริมาณโปรตีนที่สูงขึ้นสำหรับกลุ่มหลังนี้ สารอาหารรองบางชนิดอาจต้องให้ความใส่ใจมากขึ้นเพราะอาจจะได้รับในปริมาณไม่เพียงพอที่ร่างกายต้องการ เช่น กรดไขมันโอเมก้า 3, วิตามินดี, วิตามินบี 12, ธาตุเหล็ก, แคลเซียม, และสังกะสี โดยในกลุ่มบุคคลที่รับประทานอาหารมังสวิรัติ จะมีการขาดวิตามินบี 12 ในผู้ใหญ่และผู้สูงอายุมากถึงร้อยละ 86.5, ในทารก สูงกว่าร้อยละ 45, ในเด็กและวัยรุ่น ร้อยละ 33.3 และในหญิงตั้งครรภ์ ตั้งแต่ร้อยละ 17 ถึง 39

อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยอาหารกำลังพยายามพัฒนาวิธีการใหม่ๆ เน้นที่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมที่ผ่านการแปรรูปต่ำและมีที่มาจากธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยรักษาสารอาหารที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพ, ลดปริมาณไขมันอิ่มตัว, ลดสารประกอบอื่นๆ, ลดสารปรุงแต่งอาหารโดยยังคำนึงถึงรสชาติและเนื้อสัมผัสเป็นหลัก, จัดหาแหล่งโปรตีนจากพืชที่ปลอดภัยจากสารเคมี, และอุดมไปด้วยสารอาหาร เพื่อให้ทันกับการเติบโตของจำนวนประชากรโลก[40]

5.2 สรุปผลการวิจัย

จากผลการตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักที่มีจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทย โดยใช้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักทั้ง 10 ตัวอย่าง ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างทุกตัวอย่าง แปลได้ว่ามีปริมาณการปนเปื้อนที่ต่ำมากจนชุดตรวจไม่สามารถตรวจพบได้หรือไม่มีการปนเปื้อนเลย จึงสามารถใช้เป็นทางเลือกของผู้บริโภคที่ต้องการลดการบริโภคเนื้อสัตว์ลงได้อย่างปลอดภัย และอาจไม่มีความเกี่ยวข้องกับโรคที่เกิดจากการสะสมของกำจัดศัตรูพืช

อย่างไรก็ตามผู้บริโภคควรบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชให้หลากหลายเพื่อให้ได้รับประโยชน์ทางโภชนาการได้ครบถ้วน หากบริโภคผักหรือผลไม้สดก็ควรล้างทำความสะอาดก่อนเพื่อลดการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืช เพราะการสะสมในปริมาณเล็กน้อยแต่เป็นเวลานานก็อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพเรื้อรังในระยะยาวได้ ผู้บริโภคควรมีพื้นฐานความรู้ทางด้านโภชนาการที่เพียงพอและถูกต้อง มีความใส่ใจฉลากผลิตภัณฑ์ และควรพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมตามความถี่ในการบริโภค เพื่อเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการดูแลตนเอง จัดสรรการบริโภคให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่สุขภาพ และลดความเสี่ยงจากโรคเรื้อรังต่างๆ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

5.3 ข้อจำกัด

ขอบเขตการศึกษานี้เป็นการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักเท่านั้น จึงไม่ครอบคลุมผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชทุกชนิดที่วางจำหน่ายในร้านค้าทั่วไป และจำหน่ายออนไลน์ในประเทศไทย

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

ผู้บริโภคสามารถใช้ข้อมูลนี้เป็นแนวทางในการเลือกซื้อและวางแผนการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช เนื่องจากมีประโยชน์ในการช่วยลดการบริโภคเนื้อสัตว์ลง โดยเฉพาะในผู้ที่บริโภคเนื้อสัตว์มากเกินไป ประกอบกับการเลือกรับประทานอาหารให้หลากหลาย ออกกำลังกายสม่ำเสมอ และนอนหลับอย่างเพียงพอ

5.4.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาวิจัย

ควรพิจารณาให้มีการทำงานร่วมกันระหว่างผู้ผลิต นักโภชนาการ นักวิทยาศาสตร์ และนักวิจัยอาหารเป็นต้น ในการคัดเลือกวัตถุดิบ ตลอดจนกระบวนการในการผลิต เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชเกิดการพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น ทั้งในแง่ของความดึงดูดทางเนื้อสัมผัส รสชาติ รูปลักษณ์ ราคา ปลอดภัยจากสารพิษสารเคมีตกค้างต่างๆ และความสะดวกสบายในการบริโภค เพื่อส่งผลที่ดีต่อสุขภาพ, มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงเนื้อสัตว์, เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, และความยั่งยืนในอนาคตเพื่อรองรับการเติบโตของประชากรโลกได้

5.4.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการใช้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit เพื่อตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก ควรดำเนินการเพิ่มปริมาณตัวอย่างในขั้นตอนการสกัด เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดในการทดสอบ หากความเข้มข้นเพิ่มขึ้นอาจจะตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง หรือหากต้องการทราบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง อาจพิจารณาการตรวจสอบด้วยวิธีการอื่นๆ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

1. เรไร จันทร์เอี่ยม. Plant-based food อาหารแห่งโลกอนาคต. ใน พีรนาท สุขคุ้ม, บรรณาธิการ. อุตสาหกรรมสาร. กรุงเทพฯ: เพนนินซูลาร์ แอสโซซิเอทส์; 2564.
2. ธนาคารกรุงไทย, ศูนย์วิจัยกรุงไทย คอมพาส. ทำความรู้จัก Plant-based food เมื่อเนื้อสัตว์จากพืชกลายเป็นเทรนด์อาหารโลก November 2020. [อินเทอร์เน็ต]. 2563. [เข้าถึงเมื่อ 2023 เม.ย 28]; 6-12. เข้าถึงได้จาก: https://krungthai.com/th/krungthai-update/news-detail/595
3. ทีมข่าว TCIJ. 11 ปีไทยนำเข้าสารเคมีเกษตร 1.66 ล้านตัน 2.46 แสนล้านบาท เจ็บป่วยเฉลี่ยปีละ 4 พันราย. ศูนย์ข้อมูลและข่าวสืบสวนเพื่อสิทธิพลเมือง (Thai civil rights and investigative journalism (TCIJ). [อินเทอร์เน็ต]. 2562. [เข้าถึงเมื่อ 2023 เม.ย 28]. เข้าถึงได้จาก: https://www.tcijthai.com/news/2019/10/scoop/9456
4. กระทรวงสาธารณสุข. กรมควบคุมโรค. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. กรมควบคุมโรค ห่วงเกษตรกรไทย เสี่ยงป่วยด้วยพิษจากสารกำจัดศัตรูพืช พร้อมแนะหลักการ “อ่าน ใส่ ถอด ทิ้ง” เพื่อใช้ยาฆ่าแมลงอย่างปลอดภัย. 2562. [เข้าถึงเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2565]. เข้าถึงได้จาก: https://pr.moph.go.th/print.php?url=pr/print/2/02/128784/
5. ฉลาดซื้อ. ยาฆ่าหญ้า ไกลโฟเซต อันตรายที่ไกลตัว? [อินเทอร์เน็ต]. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 2565 พ.ย 20]. เข้าถึงได้จาก: https://chaladsue.com/article/3447
6. He J, Evans NM, Liu H, Shao S. A review of research on plant-based meat alternatives: Driving forces, history, manufacturing, and consumer attitudes. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2020 Aug 13;19(5):2639–2656. doi: 10.1111/1541-4337.12610. Epub 2020 Aug 13.
7. Rizzo G, Baroni L. Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets. Nutrients. 2018 Jan 5;10(1):43. doi: 10.3390/nu10010043.
8. Hughes GJ, Ryan DJ, Mukherjea R, Schasteen CS. Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scores (PDCAAS) for Soy Protein Isolates and Concentrate: Criteria for Evaluation. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011 Dec 14;59(23):12707–12712. doi: 10.1021/jf203220v. Epub 2011 Nov 16.
9. Foreign Agricultural Service (USDA). U.S. Soybeans Exports in 2021. [Internet]. [cited 2023 Apr 5]. Available from: https://www.fas.usda.gov/commodities/soybeans

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม (ต่อ)

10. Krajcovicova-Kudlackova M, Babinska K, Valachovicova M. Health benefits and risks of plant proteins. Bratislavske Lekarske Listy [Internet]. 2005;106(6-7):231–4. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16201743/
11. U.S. Food & Drug (2022). Health claims: fiber-containing grain products, fruits, and vegetables and cancer: 21 CFR 101.76. [Internet]. [updated 2023 May 08; cited 2023 May 15]. Available from: https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-101/subpart-E/section-101.76
12. World Health Organization. Regional Office for Europe. Plant-based diets and their impact on health, sustainability and the environment: a review of the evidence: WHO European Office for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases [Internet]. apps.who.int. 2021. Available from: rhttps://apps.who.int/iris/handle/10665/349086
13. United Nations. World Population Prospects 2022 Summary of Results [Internet]. 2022. Available from: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
14. วีรยา ศรีอิทธิยาเวทย์. การปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการของเนื้อเทียม โดยเสริมแป้งถั่วขาวและแป้งแก่นตะวัน [วิทยานิพนธ์]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี; 2562. เข้าถึงได้จาก: http://www.repository.rmutt.ac.th/xmlui/ handle/123456789/3766
15. พสธร ผ่องแผ้ว. องค์ประกอบพื้นฐานของผลิตภัณฑ์เนื้อเทียม. วารสารอาหาร. [อินเทอร์เน็ต]. 2564. [เข้าถึงเมื่อ 2023 เม.ย 28]; 51(1), 25-34. เข้าถึงได้จาก: http://158.108.94.117/Public/PUB0894.pdf
16. Clive J. Brief 43: Global Status of Commercialized biotech/GM Crops: 2011 [Internet]. [Cited 2022 Mar 20]. Available from: https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/ download/ isaaa-brief-43-2011.pdf
17. Bøhn T, Millstone E. The Introduction of Thousands of Tonnes of Glyphosate in the food Chain—An Evaluation of Glyphosate Tolerant Soybeans. Foods. 2019 Dec 11;8(12):669.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม (ต่อ)

18. Rodrigues NR, de Souza APF. Occurrence of glyphosate and AMPA residues in soy-based infant formula sold in Brazil. Food Additives & Contaminants: Part A. 2018 Feb 20;35(4):724–31.
19. Reports and Data. Plant Based Meat Market [Internet]. [updated 2022 May; cited 2023 Apr 28]. Available from: https://www.reportsanddata.com/report-detail/plant-based-meat-market#utm_source=globenewswire&utm_medium=referral&utm_campaign=john14oct2019&utm_content=DP
20. Hadi J, Brightwell G. Safety of Alternative Proteins: Technological, Environmental and Regulatory Aspects of Cultured Meat, Plant-Based Meat, Insect Protein and Single-Cell Protein. Foods [Internet]. 2021 May 28;10(6):1226. Available from: https://www.mdpi.com/2304-8158/10/6/1226
21. Zen Honeycutt. GMO Impossible Burger Positive for Carcinogenic Glyphosate [Internet]. Moms Across America. 2020. [updated 2019 Jul 08]. Available from: https://www.momsacrossamerica.com/gmo_impossible_burger_positive_for_carcinogenic_glyphosate
22. List of Classifications – IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans [Internet]. monographs.iarc.who.int. Available from: https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications
23. โชติมา วิไลวัลย์. ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี. สารฆ่าแมลง. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ. 2549. [เข้าถึงเมื่อ 2023 เม.ย 28]. เข้าถึงได้จาก: http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=4&ID=4
24. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. กลุ่มควบคุมวัตถุอันตราย. การแบ่งชนิดและการดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายแต่ละชนิด. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ. www.fda.moph.go.th. [เข้าถึงเมื่อ 2565 พ.ย 20]. เข้าถึงได้จาก: https://www.fda.moph.go.th/sites/Hazardous/SitePages/Askinghazmat.aspx

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม (ต่อ)

25. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. Pesticides / วัตถุอันตรายทางการเกษตร. Food Network Solution เครือข่ายข้อมูลอาหาร. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ. [เข้าถึงเมื่อ 2565 พ.ย 20]. เข้าถึงได้จาก: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1230/pesticides-%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%96%E0%B8%B8%E0%B8%AD%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%A9%E0%B8%84%E0%B8%A3
26. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 419). พ.ศ. 2563 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง (ฉบับที่ 3). รัฐสภา [อินเทอร์เน็ต]. 2566; [เข้าถึงเมื่อ 2565 พ.ย 20]; เข้าถึงได้จาก: https://dl.parliament.go.th/handle/20.500.13072/571265,
27. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387. พ.ศ. 2560 เรื่องอาหารที่มีสารพิษตกค้าง. รัฐสภา [อินเทอร์เน็ต]. 2566; [เข้าถึงเมื่อ 2565 พ.ย 20]; เข้าถึงได้จาก: https://dl.parliament.go.th/handle/20.500.13072/536459
28. Tha-PAN ตรวจผักฤดูฝนพบสารตกค้างในผักผลไม้เกิน 50% เจอสารต้องห้าม “เมทามิโดฟอส” กลับมาใหม่. ThaiPublica [อินเทอร์เน็ต]. Thaipublica.org. 2559. [เข้าถึงเมื่อ 2566 มี.ค 13]; เข้าถึงได้จาก: https://thaipublica.org/2016/10/thai-pan-6-10-2559/
29. Varghese JV, Sebastian EM, Iqbal T, Tom AA. Pesticide applicators and cancer: a systematic review. Reviews on Environmental Health. 2020 Dec 10;36(4):467–76.
30. Pesticide Use in Agricultural Production in Thailand [Internet]. FFTC Agricultural Policy Platform (FFTC-AP). 2016 [cited 2023 Apr 28]. Available from: https://ap.fftc.org.tw/article/1154
31. Pesticide Detail | CODEXALIMENTARIUS FAO-WHO [Internet]. www.fao.org. [cited 2023 Apr 28]. Available from: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=158

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม (ต่อ)

32. คู่มือแนะนำ “การสืบค้นค่ามาตรฐานด้วยความปลอดภัยอาหารของประเทศไทยและประเทศคู่ค้า”. กรมวิชาการเกษตร [อินเทอร์เน็ต]. Doa.go.th. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 2566 มี.ค 13]; เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/th/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%84%E0%B8%B3%E0%B9%81%E0%B8%99%E0%B8%B0%E0%B8%99%E0%B8%B3-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%B7%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B9%89/
33. อิสรภาพแห่งความคิด. เปิดข้อมูลป่วยพิษสารเคมีเกษตร 10 เดือนกว่า 3 พันราย ตาย 407 คน ส่วนใหญ่เป็นพิษจากยาฆ่าหญ้า. [อินเทอร์เน็ต]. Thai Post [เข้าถึงเมื่อ 2566 มี.ค 13]; เข้าถึงได้จาก: https://www.thaipost.net/main/detail/42663
34. Tha-PAN ความปลอดภัยเป็นเรื่องที่ต่อรองไม่ได้. Tha-PAN [อินเทอร์เน็ต]. 2561. [เข้าถึงเมื่อ 2565 พ.ย. 20]; เข้าถึงได้จาก: https://thaipan.org/project/840
35. Baudry J, Rebouillat P, Allès B, Cravedi JP, Touvier M, Hercberg S, et al. Estimated dietary exposure to pesticide residues based on organic and conventional data in omnivores, pesco-vegetarians, vegetarians, and vegans. Food and Chemical Toxicology. 2021 Jul;153:112179. doi: 10.1016/j.fct.2021.112179. Epub 2021 May
36. ลักษณา ลือประเสริฐ, บรรณาธิการ. หนังสือนวัตกรรมใหม่ของประเทศไทย การวิจัยชุดทดสอบสารเคมีกำจัดแมลงและวัชพืช. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณะสุข [อินเทอร์เน็ต]. 2559. [เข้าถึงเมื่อ 2565 พ.ย. 20]. เข้าถึงได้จาก: https://www.researchgate.net/profile/Lagsana-Leuprasert/publication/318109948_Innovation_Thailand_40_Research_and_Development_of_Insecticide_and_Herbicide_Test_Kits/links/595b24a7aca272f3c084032e/Innovation-Thailand-40-Research-and-Development-of-Insecticide-and-Herbicide-Test-Kits.pdf
37. Dagevos H. Finding flexitarians: Current studies on meat eaters and meat reducers. Trends in Food Science & Technology [Internet]. 2021 Aug;114:530–9. Available from: https://edepot.wur.nl/549312

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม (ต่อ)

38. Nezlek JB, Forestell CA. Meat Substitutes: Current Status, Potential Benefits, and Remaining Challenges. Current Opinion in Food Science. 2022 Jul;47. doi: /10.1016/ j.cofs.2022.100890.
39. Ahmad M, Qureshi S, Akbar MH, Siddiqui SA, Gani A, Mushtaq M, et al. Plant-based meat alternatives: Compositional analysis, current development and challenges. Applied Food Research. 2022 Dec;2(2). doi:10.1016/j.afres.2022.100154
40. Penna Franca PA, Duque-Estrada P, da Fonseca e Sá BF, van der Goot AJ, Pierucci APTR. Meat substitutes - past, present, and future of products available in Brazil: changes in the nutritional profile. Future Foods. 2022 Jun;5: doi: 10.1016/ j.fufo. 2022.100133

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล พวงผกา สุทธิธรรม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2544 - ปริญญาศิลปบัณฑิต สาขาวิชาประยุกต์ศิลป์ศึกษา คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2557 - Graphic Designer บริษัท John Hardy (Thailand) Limited

พ.ศ. 2551 - Art Director บริษัท Central Department Store Limited

ทุนการศึกษา

พ.ศ. 2548 - ทุนรัฐบาลอิตาลี ประกาศนียบัตร Communication Design สถาบัน Nuova Accademia di Belle Arti (NABA)