DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชในประเทศไทย

อมรรัตน์ ศุภรักษ์จินดา

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีการศึกษา 2566

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

PESTICIDE RESIDUES IN PLANT-BASED YOGURT IN THAILAND

AMORNRAT SUPHARUKCHINDA

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Science
Department of Anti-Aging and Regenerative Medicine,
College of Integrative Medicine
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2023

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์	การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์ไบโอเกิร์ตจากพืชในประเทศไทย
เสนอโดย	อมรรัตน์ สุภรักษ์จินดา
สาขาวิชา	วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
กลุ่มวิชา	วิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เกสัชกรหญิงมยุรี ดันดิสิระ)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช บำรุงพืชน์)

..... กรรมการ

(ดร.นายแพทย์ภาวิต หน่อไชย)

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ รับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พัฒนา เต็งอำนวย)

วันที่ 30 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2559

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หัวข้อสารนิพนธ์ การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชในประเทศไทย
ชื่อผู้เขียน อมรรัตน์ ศุภรักษ์จินดา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกราช บำรุงพืชน์
สาขาวิชา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ)
ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพฤติกรรมการรับประทานอาหารของคนทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย ต่างหันมาให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มคนรักสุขภาพที่เน้นการรับประทานอาหารจากพืช โยเกิร์ตจากพืช เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืชที่กำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีรสชาติอร่อย สะดวกต่อการบริโภค โปรตีนสูง ไขมันต่ำ ช่วยในการขับถ่าย และยังช่วยรักษาสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย นอกจากนี้ยังปราศจากแลคโตส หากมีการตรวจพบการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในธัญพืชซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักอาจจะเป็นไปได้ว่าโยเกิร์ตจากพืช จะมีการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช และสามารถส่งผลเสียต่อสุขภาพได้

ผู้วิจัยจึงทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่มีวางขายในตลาดออนไลน์และซุปเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไทย จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมต (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ (4) กลุ่มไพรีทรอยด์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit

จากผลการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช ที่มีวางขายในประเทศไทย ตรวจโดยชุดทดสอบ GPO-TM Kit จำนวน 10 ตัวอย่าง ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในทุกตัวอย่าง และในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตจากพืชจะมีการชะล้าง กำจัดเปลือกของธัญพืช และการหมัก โดยทั้งสามกระบวนการนี้สามารถลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชได้ ทำให้โยเกิร์ตจากพืชเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช, สารกำจัดศัตรูพืช, ออร์กาโนฟอสเฟต, คาร์บาเมต, ออร์กาโนคลอรีน, ไพรีทรอยด์, GPO-TM Kit

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Thematic Paper Title	Pesticide Residues in Plant-Based Yogurt in Thailand
Author	Amornrat Supharukchinda
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Akkarach Bumrungpert, Ph.D.
Program	Master of Science (Anti-aging and Regenerative Medicine)
Academic Year	2023

ABSTRACT

Nowadays, the eating behavior of people around the world, including Thailand, has turned to paying more attention to health, especially health-conscious people who focus on eating plant-based foods. Plant-based yogurt is one of the alternative plant-based dairy products that is becoming increasingly popular because it tastes delicious, is convenient to consume, is high in protein, is low in fat, helps with excretion, and helps maintain the balance of microorganisms in the body. It is also lactose-free. If pesticides are found in the grains, which are the main ingredients, it is possible that plant-based yogurt will contain pesticide residues and can have adverse effects on health.

In this study, the researcher conducted a survey and collected samples of 10 plant-based yogurt products available in online markets and supermarkets in Thailand. They were tested for four groups of pesticides: (1) organophosphates, (2) carbamates, (3) organochlorines, and (4) pyrethroids using the GPO-TM Kit test.

This study, conducted using the GPO-TM Kit on 10 samples of plant-based yogurt products sold in Thailand, found no pesticide residues in any of the samples. The production process of plant-based yogurt includes washing, removing the grain husks, and fermentation. These three steps help reduce pesticide residues, making plant-based yogurt a safer option for consumers.

Keywords: Plant-Based Yogurt, Pesticides, Organophosphate, Carbamate, Organochlorine, Pyrethroid, GPO-TM Kit

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ โดยการได้รับความอนุเคราะห์ และคำแนะนำจากหลายท่าน โดยเฉพาะผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกราช บำรุงพืชน์ ที่รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา แนะนำแนวทาง และให้คำปรึกษาในการปรับปรุงแก้ไขสารนิพนธ์นี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.ปพิชญา เทศนา เป็นอย่างสูง ที่กรุณาช่วยควบคุมการทดสอบในห้องปฏิบัติการของวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ อีกทั้งให้คำแนะนำ และช่วยเหลือการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลอันเป็นประโยชน์แก่ผู้อื่นได้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในวิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ สาขาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ สำหรับความรู้ทางวิชาการ คำปรึกษา และคำแนะนำตลอดหลักสูตร และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตรทุกท่านที่เอื้อเฟื้อตอบคำถาม ประสานงาน และอำนวยความสะดวกให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อสังคม และผู้ที่มีความสนใจศึกษาต่อไป

อมรรัตน์ ศุภรักษ์จินดา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1
1.2 คำถามงานวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3
2.1 โยเกิร์ต..... 3
2.2 ธัญพืช..... 4
2.3 ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช (Plant-Based Food)..... 5
2.4 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)..... 7
2.5 การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช..... 9
2.6 ชุดตรวจหาชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม (GPO-TM Kit)..... 12
3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 13
3.1 กลุ่มตัวอย่าง..... 13
3.2 การคัดเลือกตัวอย่าง..... 13
3.3 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย..... 14
3.4 วิธีการทดสอบ..... 14
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 17
4. ผลการวิจัย..... 18
4.1 ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 18
4.2 ผลการทดสอบการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม..... 19
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 21
5.1 สรุปและอภิปรายผล..... 21

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.2 ข้อจำกัด	23
5.3 ข้อเสนอแนะ	23
รายการอ้างอิง	24
ประวัติผู้เขียน	31

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชจำนวน 10 ตัวอย่าง..... 18

4.2 แสดงผลการทดสอบหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ในตัวอย่าง..... 19
ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชจำนวน 10 ตัวอย่าง

4.3 แสดงสารมาตรฐานในการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมท,..... 19
กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์ ของชุดตรวจ GPO-TM Kit

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันพฤติกรรมการรับประทานอาหารของคนทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย ต่างหันมาให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มคนรักสุขภาพที่เน้นการรับประทานอาหารจากพืช พยายามหลีกเลี่ยงอาหารจากเนื้อสัตว์ ใส่ใจสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน เนื่องจากอุตสาหกรรมปศุสัตว์เป็นหนึ่งในกิจกรรมหลักที่สร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม มากกว่า 1 ใน 4 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มาจากการผลิตอาหารและเกษตรกรรม[1] จากข้อมูลของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ เผยข้อมูลรายงานตลาดโปรตีนจากพืชของประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 2565 ตลาดโปรตีนจากพืชโตขึ้นร้อยละ 6.6 เมื่อเทียบกับปีก่อนหน้า และสินค้าที่มีส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดคือ ผลิตภัณฑ์นมจากพืช[2]

โยเกิร์ตจากพืช เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืชที่กำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีรสชาติอร่อย สะดวกต่อการบริโภค โปรตีนสูง ไขมันต่ำ ช่วยในการขับถ่าย และยังช่วยรักษาสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย นอกจากนี้ยังปราศจากแลคโตส ไม่มีคอเลสเตอรอล เป็นไขมันดี ช่วยต้านอนุมูลอิสระ และยังช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง โรคหลอดเลือด และโรคหัวใจ เป็นต้น โดยพืชที่นิยมนำมาทำโยเกิร์ตจากพืช ได้แก่ อัลมอนด์ มะพร้าว ถั่วเหลือง ข้าวโพด เป็นต้น[3] ซึ่งหากมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการเกษตร อาจจะเป็นไปได้ว่าโยเกิร์ตจากพืช จะมีการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช และสามารถส่งผลเสียต่อสุขภาพได้ ในงานวิจัยในปี 2566 พบว่ามีการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในแหล่งน้ำจืดในประเทศปากีสถาน พบว่า สารกำจัดศัตรูพืชออร์กาโนคลอรีนมีความสัมพันธ์กับโรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด และความผิดปกติทางระบบประสาท การสัมผัสกับดีดีทีส่งผลต่อระบบประสาท เพิ่มความเสี่ยงของความผิดปกติของอวัยวะเพศชาย และมะเร็งเต้านม[4] อีกหนึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน เผยว่าสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนสามารถสะสมในไขมันในน้ำนมของมารดา และส่งผลไปยังทารกผ่านทางน้ำนมของมารดา ทำให้เกิดอันตรายต่อตัวทารกโดยตรง ทั้งน้ำหนัก ส่วนสูง การทำงานของระบบประสาท[5] และงานวิจัยในปี 2566 พบว่าสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตส่งผลต่อความเข้มข้นของอสุจิในเพศชายวัยเจริญพันธุ์ที่ลดลง และยังสัมพันธ์กับสมรรถภาพชายที่ลดลง[6]

จากสมมติฐานที่ว่า หากมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการเกษตร อาจจะเป็นไปได้ว่าโยเกิร์ตจากพืช จะมีการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชได้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าต่อ พบข้อมูลจาก เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปี 2563 ตรวจพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ เกินค่ามาตรฐานปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดร้อยละ 58.5 ทั้งในตลาดสดและห้างค้าปลีก 10 จังหวัด โดยพบสารพิษตกค้าง 159 ชนิด และมี 5 ชนิดที่เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4[7] ในปี 2562 องค์การเภสัชกรรม ได้ทำการจัดเก็บตัวอย่างผัก ผลไม้ จากตลาดสดและห้างค้าปลีก 15 แห่ง โดยแบ่งเป็นผัก 15 ชนิด จำนวน 178 ตัวอย่าง พบว่ามีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ร้อยละ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

40 ที่เกินค่ามาตรฐาน[8] และในปีเดียวกัน นิตยสารฉลาดซื้อ มูลนิธิเพื่อผู้บริโภค ได้ทำการทดสอบ ไกลโฟเซตตกค้างในถั่วเหลืองจำนวน 8 ตัวอย่าง จากห้างค้าปลีกและส่ง พบว่ามีถั่วเหลือง 5 ตัวอย่างที่มีไกลโฟเซตตกค้าง แม้จะไม่เกินค่ามาตรฐานอาหารสากลที่กำหนด[9] แต่การที่มีไกลโฟเซตตกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอาจทำให้เกิดความเสี่ยง ที่อาจก่อให้เกิดการสะสมซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ จากการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในธัญพืช ผัก และผลไม้จำนวนมาก องค์การเภสัชกรรมจึงได้ผลิตชุดตรวจหาสารเคมีกำจัดแมลงในผัก ผลไม้ และธัญพืช 4 กลุ่ม (GPO-TM Kit) โดยใช้เทคโนโลยีจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและเฝ้าระวัง การปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง[8]

จากปัญหาข้างต้น จึงมีความจำเป็นต้องมีการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชในอาหารที่มีพืชเป็นส่วนประกอบหลัก และยังไม่มีการศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในโยเกิร์ตจากพืช

1.2 คำถามงานวิจัย

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่มีวางขายในตลาดออนไลน์และซุปเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไทยมีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างหรือไม่

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่มีธัญพืชเป็นส่วนประกอบหลัก ที่วางขายในตลาดออนไลน์และซุปเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไทย ซึ่งมีการแสดงรายละเอียดวัตถุดิบชัดเจน โดยใช้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นฐานข้อมูลแก่ผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช

1.4.2 สร้างความตระหนักให้กับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชในการเลือกซื้อวัตถุดิบมากขึ้น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในโยเกิร์ตจากพืชในท้องตลาด ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 โยเกิร์ต

2.2 ธัญพืช

2.3 ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช (Plant-Based Food)

2.4 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)

2.5 การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช

2.6 ชุดตรวจหาชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม (GPO-TM Kit)

2.1 โยเกิร์ต

โยเกิร์ต คือ นมเปรี้ยวชนิดหนึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากน้ำนมของสัตว์ที่ผ่านการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคและอันตราย ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และเติมวัตถุเจือปนอาหาร สารอาหาร สารปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่น้ำนม รวมถึงนมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ทำให้แห้ง หรือแช่แข็ง การผลิตโยเกิร์ต จะหมักน้ำนมด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria : LAB) ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเปรี้ยว ซึ่งค่า pH ที่ลดลงนี้จะทำให้โปรตีนเสียสภาพ (denature) และจับตัวเป็นก้อน ทำให้ได้โยเกิร์ตมีลักษณะข้น การผลิตโยเกิร์ตโดยทั่วไปจะใช้น้ำนมวัวเป็นวัตถุดิบ แต่ก็สามารถใช้น้ำนมจากสัตว์ชนิดอื่น เช่น น้ำนมแพะ หรือผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น น้ำถั่วเหลืองหรือกะทิมาแทนน้ำนมวัวได้

2.1.1 กระบวนการผลิตโยเกิร์ต

การผลิตโยเกิร์ตจะเริ่มจากการทำลายจุลินทรีย์ในน้ำนมด้วยความร้อนโดยการพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurization) อาจทำได้ 2 วิธี คือ ใช้อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือใช้อุณหภูมิ 77 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ในน้ำนม เช่น ยีสต์ รา และแบคทีเรียที่ไม่ทนความร้อน แต่ไม่สามารถทำลายแบคทีเรียที่ทนความร้อนสูง (thermophilic bacteria) และสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดได้ เมื่อให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจนครบระยะเวลาแล้ว จะลดอุณหภูมิลงมาที่ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นใส่หัวเชื้อหรือกล้าเชื้อ (starter culture) โดยใช้แบคทีเรียในกลุ่ม LAB 2 ชนิด คือ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (ชื่อเดิม *Lactobacillus bulgaricus*) และ *Streptococcus thermophilus* จากนั้นบ่ม (incubate) ที่อุณหภูมิ 42-45 องศาเซลเซียส เพื่อให้เชื้อแบคทีเรียเจริญเติบโตเป็นเวลา 4-7 ชั่วโมง ในการผลิตโยเกิร์ตนั้นจะใช้เชื้อแบคทีเรียสองชนิดร่วมกัน ทำให้ผลิตโยเกิร์ตได้เร็วขึ้น มีกลิ่น และรสชาติดีกว่าใช้เชื้อชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว เนื่องจากแบคทีเรียทั้ง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สองชนิดนี้จะทำงานเสริมซึ่งกันและกัน (synergy) อย่างไรก็ตามอัตราส่วนของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด และสายพันธุ์ที่คัดเลือกมาเป็นหัวเชื้อจะมีผลต่อรสชาติและกลิ่น (flavor) รวมทั้งเนื้อสัมผัส (texture) ของโยเกิร์ต ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละยี่ห้อที่ผลิตออกมาขาย และอาจมีการเติมแบคทีเรียชนิดอื่นลงไปด้วย

โยเกิร์ตที่ผลิตขายมี 2 แบบ คือ โยเกิร์ตชนิดกวน (stirred yogurt) และโยเกิร์ตชนิดคงตัว (set yogurt) ซึ่งแบคทีเรียที่ใช้ในกระบวนการผลิตเป็นเชื้อชนิดเดียวกัน แต่มีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้ลักษณะของโยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะแตกต่างกัน

2.1.2 ประโยชน์ของโยเกิร์ต

จุลินทรีย์ กลุ่ม *Lactobacillus* spp. และ *Bifidobacterium* spp. เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตและมีประโยชน์ต่อร่างกาย เรียกว่า โพรไบโอติก เมื่อรับประทานด้วยปริมาณที่พอเหมาะจะช่วยส่งเสริมให้ผู้บริโภคมีสุขภาพที่ดี เนื่องจากโพรไบโอติกจะอาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการติดเชื้อจากแบคทีเรียที่ก่อโรคต่างๆ เช่น แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง การใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อรักษาโรคที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียเป็นระยะเวลานาน จะทำลายแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหาร ทั้งแบคทีเรียที่เกิดประโยชน์และเป็นโทษ อาจจะทำให้จุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารเสียสมดุล จึงมีคำแนะนำให้ผู้ที่ใช้ยาปฏิชีวนะควรจะรับประทานโยเกิร์ตเพื่อเพิ่มแบคทีเรียชนิดที่เกิดประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร

นอกจากนี้สำหรับผู้ที่ไม่สามารถดื่มน้ำนมได้เนื่องจากขาดเอนไซม์แลกเทสที่ย่อยแลกโทสในน้ำนม (lactose intolerance) ถ้าหากดื่มน้ำนมจะทำให้แบคทีเรียที่อยู่ในทางเดินอาหารหมักแลกโทสได้เป็นกรดแลกติกและแก๊สทำให้ท้องอืด รวมทั้งมีการเคลื่อนตัวของลำไส้เร็วขึ้นอาจทำให้มีอาการท้องร่วง คนกลุ่มนี้สามารถที่จะรับประทานโยเกิร์ตได้ เนื่องจากแลกโทสถูกย่อยได้เป็นกลูโคสและกาแลกโทสก่อนที่จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดแลกติกต่อไป จึงไม่เหลือแลกโทสในน้ำนมที่จะเป็นอาหารของแบคทีเรียและทำให้เกิดอาการดังกล่าว[10]

ในปี 2566 นมเปรี้ยวและโยเกิร์ต มีมูลค่าทางการตลาด 30,036 ล้านบาท เติบโตขึ้นร้อยละ 6.2 เมื่อเทียบกับปีก่อนหน้า โดยส่วนแบ่งทางการตลาดมากที่สุดคือ Dutch Mill ร้อยละ 26.9 รองลงมาคือ Yakult ร้อยละ 20.8 ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร สถาบันอาหารในประเทศไทย คาดการณ์การตลาดของนมเปรี้ยวและโยเกิร์ตมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในทุกปี[11]

2.2 ธัญพืช

ธัญพืช คือ พืชที่ปลูกเพื่อเก็บเกี่ยวเมล็ดใช้สำหรับเป็นอาหาร มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากให้โปรตีนสูง มีวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ รวมถึงไขมันดีที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าประโยชน์ของธัญพืช ช่วยในการลดน้ำหนัก มีใยอาหารสูงช่วยให้รู้สึกอยู่ท้อง อิ่มนาน เพื่อลดการรับประทานอาหารในปริมาณที่มากเกินไป ทำให้ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคอ้วนอีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวานประเภทที่ 2 และมะเร็งต่างๆอีกด้วย โดยธัญพืชสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม[12 - 13] ได้แก่

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.2.1 ธัญพืชจำพวกข้าว (Grain Crops)

ธัญพืชจำพวกข้าว คือ พืชวงศ์หญ้า มีหลากหลายสายพันธุ์ ปลูกง่าย ขึ้นได้ดี เก็บรักษาได้นาน เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวไรย์ ข้าวบาร์เล่ย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวฟ่าง ข้าวมิลเลต เป็นต้น ธัญพืชจำพวกข้าวมีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยทางตรงนำมาแปรรูปเป็นอาหารหลักในรูปแบบต่างๆ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ขนมปัง สปาเก็ตตี้ มักกะโรนี โดยทางอ้อมนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารอื่นที่ไม่ใช่อาหารหลัก เช่น แป้ง, อุตสาหกรรมกึ่งอาหาร เช่น เหล้า เบียร์, อุตสาหกรรมที่ไม่ใช่อาหาร เช่น สารเคมีและยา[14]

2.2.2 ธัญพืชจำพวกถั่ว (Legumes)

ธัญพืชจำพวกถั่ว โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยตามลักษณะได้ 3 กลุ่ม คือ

(1) กลุ่มถั่วฝักเมล็ดไม่กลม (Bean) เช่น ถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วเขียว ถั่วแดง เป็นต้น มีใยอาหารสูง ช่วยในการขับถ่าย ลดการดูดซึมไขมัน และยังช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้อีกด้วย

(2) กลุ่มถั่วเมล็ดกลม (Pea) เช่น ถั่วลันเตา ถั่วลูกไก่ ถั่วพุ่ม เป็นต้น

(3) ถั่วเมล็ดแบน เช่น ถั่วเลนทิล

2.2.3 ธัญพืชจำพวกผลไม้ (Nuts)

ธัญพืชจำพวกผลไม้ คือ ผลไม้แห้งที่มีเปลือกไม้แข็งด้านนอก และมีเมล็ดที่สามารถรับประทานได้อยู่ด้านใน โดยต้องกระเทาะเปลือกออก ธัญพืชจำพวกผลไม้ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ เม็ดมะม่วงหิมพานต์ อัลมอนด์ เฮเซลนัท พิตาชิโอ วอลนัท และถั่วแมคคาเดเมีย เป็นต้น ธัญพืชจำพวกผลไม้ เป็นกลุ่มธัญพืชที่มีไฟโตนิวเทรียนท์ที่เป็นสารประกอบที่สามารถป้องกันโรคได้ อีกทั้งยังมีวิตามินบี และวิตามินอี ที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย[12,15]

2.2.4 ธัญพืชที่ให้น้ำมัน (Oil Seeds)

ธัญพืชที่ให้น้ำมันจากเมล็ดเป็นหลัก เช่น ถั่วเหลือง (Soy) มะพร้าว (Coconut) ทานตะวัน (Sunflower) เรพซีด (Rapeseed) มะกอก (Olive) อีฟนิ่งพริมโรส (Evening Primrose) และเมล็ดฟักทอง (Pumpkin) เป็นต้น ปัจจุบันธัญพืชที่ให้น้ำมันมีการดัดแปลงพันธุกรรม การใช้สารเคมีเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น จึงเป็นปัญหาด้านความปลอดภัยของผู้บริโภค ที่ส่งผลกระทบด้านสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม[12,13]

2.3 ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช (Plant-Based Food)

ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช คือ อาหารในกลุ่มโปรตีนทางเลือก (Alternative Protein) โดยใช้วัตถุดิบจากพืชที่ให้โปรตีนสูง เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโอ๊ต ถั่วลันเตา เห็ด สาหร่าย เป็นต้น ปัจจุบันนวัตกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปอย่างมาก จึงทำให้รูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชในปัจจุบันมีความหลากหลายมากขึ้น โดยมีการพัฒนารสชาติ กลิ่น และสีสัน ให้เหมือนผลิตภัณฑ์ที่มาจากสัตว์ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ไม่อยากรับประทานเนื้อสัตว์ และใส่ใจสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการทำปศุสัตว์มีการปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นต้นเหตุของ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาวะเรือนกระจก[1] ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชได้รับความนิยม และมีโอกาสทางการตลาดนั้น มีอยู่ 3 กลุ่ม[2] ได้แก่

2.3.1 ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช (Plant-based Meat)

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช (Plant-based Meat) เป็นคำที่ใช้อธิบายอาหารที่เลียนแบบผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ โดยมีส่วนผสมจากพืชอย่างน้อยร้อยละ 95 และส่วนผสมที่เหลือ อาจจะเป็นสาหร่าย เห็ด หรือสารประกอบอื่นๆที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์ โดยจะมีการแปรรูปให้มีรสชาติ รูปร่าง และกลิ่น ให้มีความใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์จริง ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงโดยเฉพาะในต่างประเทศ ในปี 2560 - 2562 ประเทศอเมริกาพบว่าอัตราการเติบโตเฉลี่ยของยอดขายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช อยู่ที่ร้อยละ 17[2]

2.3.2 ผลิตภัณฑ์นมจากพืช (Plant-based Milk & Dairy)

ผลิตภัณฑ์นมจากพืช (Plant-based Milk & Dairy) เช่น นมจากพืช โยเกิร์ต ไอศกรีม หรือแม้แต่โปรตีนผง ส่วนมากทำมาจากธัญพืชชนิดต่างๆ เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโอ๊ต อัลมอนด์ งา เป็นต้น ในที่นี้ผู้วิจัยเน้นการศึกษาไปที่โยเกิร์ตจากพืชเป็นหลัก โยเกิร์ตจากพืชเป็นหนึ่งในทางเลือกสำหรับผู้ที่แพ้นมวัว ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนที่ได้รับความนิยม แม้ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์นมวัวได้ออกจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากแลคโตส (Lactose Free) เพื่อลดข้อจำกัดบางอย่าง แต่สำหรับกลุ่มที่รับประทานอาหารจากพืช หรือมีข้อจำกัดในการดื่มผลิตภัณฑ์นมวัว ผลิตภัณฑ์จากพืชจึงเข้ามาเป็นอีกหนึ่งทางเลือกแก่ผู้บริโภค

โยเกิร์ตจากพืช คือ ผลิตภัณฑ์ทางเลือก ที่ใช้ทดแทนการรับประทานโปรตีนจากเนื้อสัตว์ เนื่องจากปราศจากแลคโตส ไม่มีคอเลสเตอรอล เป็นไขมันดี ช่วยต้านอนุมูลอิสระ ย่อยง่าย และมีใยอาหารสูงอีกด้วย โดยโยเกิร์ตจากพืชส่วนใหญ่ทำมาจาก อัลมอนด์ มะพร้าว ถั่วเหลือง ข้าวโพด เป็นต้น[3] โดยวิธีการผลิตจะเหมือนกับการผลิตโยเกิร์ตที่มาจากนม โดยมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสม และคงอุณหภูมิให้คงที่ ที่เหมาะกับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อให้ได้ระดับความเปรี้ยวที่ต้องการ เชื้อจุลินทรีย์จะกินน้ำตาลประเภทต่างๆในนมธัญพืช เพื่อสร้างกรด และรสชาติ จึงทำให้เนื้อของนมเกิดการเกาะตัวกัน เพื่อให้ได้ความหนืดและเนื้อสัมผัสที่ต้องการ[16] มีโปรตีนสูง มีส่วนผสมของจุลินทรีย์ที่ดีต่อลำไส้ ช่วยเรื่องการขับถ่าย[17]

2.3.3 ไข่จากพืช (Plant-based Egg)

ไข่จากพืช เป็นผลิตภัณฑ์ไข่เหลวที่ส่วนใหญ่ทำจากถั่วเขียว มีการพัฒนาทั้งรสชาติและลักษณะให้ใกล้เคียงกับไข่ที่ถูกตีแล้ว ซึ่งตอบโจทย์ผู้บริโภคที่แพ้ผลิตภัณฑ์จากไข่ โดยเฉพาะผู้บริโภคเด็ก[18]

จากข้อมูลของ FDA ระบุว่า คนที่นิยมบริโภคอาหารจากพืช มีความเสี่ยงต่อมะเร็งน้อยกว่าการบริโภคอาหารจากสัตว์ อาหารจากพืชมีไขมันต่ำ และมีคุณค่าทางสารอาหาร หน่วยงานของรัฐบาลกลางและองค์กรวิชาชีพด้านสุขภาพในระดับประเทศกล่าวว่า เพื่อลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งแนะนำให้ลดการบริโภคไขมันน้อยกว่าร้อยละ 30 ของแคลอรี่เพื่อรักษาน้ำหนักตัวที่เหมาะสม และบริโภคผักและผลไม้เพิ่มขึ้นเป็น 5 หน่วยบริโภคขึ้นไปต่อวัน และธัญพืชปริมาณ 6 หน่วยบริโภคขึ้นไปต่อวัน[19]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.4 สารกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)

สารกำจัดศัตรูพืช หมายถึง สารเคมีที่มีการนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกัน ควบคุม และกำจัดศัตรูของพืชชนิดต่างๆ เช่น แมลงต่างๆ วัชพืช สัตว์ฟันแทะ รวมถึงเชื้อรา เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ในทางกฎหมาย สารกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดเป็นอันตราย ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมเพื่อจำกัดการผลิต การนำเข้า และการส่งออก ปัจจุบันสารบางชนิดจำเป็นต้องมีการขออนุญาตเพื่อมีไว้ครอบครอง

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

สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดแมลงที่มีการใช้ในปัจจุบัน แบ่งตามสูตรโครงสร้างทางเคมีสามารถแบ่งได้ประมาณ 7 กลุ่ม ดังนี้

(1) สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท (Organophosphate and Carbamate)

(2) สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine)

(3) สารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทริน (Pyrethrins) และกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid)

(4) สารกำจัดแมลงอะมิทราซ (Amitraz)

(5) สารกำจัดแมลงฟิโปรนิล (Fipronil)

(6) สารกำจัดแมลงกลุ่ม Macrocyclic Lactone

(7) สารกำจัดแมลงกลุ่ม Neonicotinoids

2.4.1 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท (Organophosphate and Carbamate)

กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟสเป็นกลุ่มของสารอินทรีย์จำพวกฟอสฟอรัส ที่มีการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆสำหรับการไปใช้ในบ้านเรือนและอุตสาหกรรม สำหรับกลุ่มสารคาร์บาเมทมักนำมาใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืช และสารกลุ่มนี้ เช่น pyridostigmine และ physostigmine ที่มีการขึ้นทะเบียนเป็นยาสำหรับทางการแพทย์อีกด้วย

ในปัจจุบันสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟทและคาร์บาเมทหลายชนิด มีการถูกยกเลิกการใช้ เช่น คลอร์ไพริฟอส แต่ความเป็นพิษของสารกลุ่มนี้ยังมีการรายงานในสัตว์เลี้ยง สารกลุ่มนี้จะดูดซึมได้ดีจากผิวหนัง เยื่อบุตา ทางเดินหายใจ และทางเดินอาหาร จากนั้นจะมีการกระจายตัวไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ และพบการสะสมหลักที่เนื้อเยื่อไขมัน เมตาบอลิซึมของสารกลุ่มนี้เกิดขึ้นที่ตับ ขณะที่การขับสารในรูปเมตาบอไลท์ออกจากร่างกายจะผ่านทางปัสสาวะเป็นหลัก โดยสารทั้งสองกลุ่มจะถูกกำจัดออกจากร่างกายได้เร็วและค่อนข้างสมบูรณ์ จึงไม่ค่อยพบการสะสมของสารกลุ่มนี้ในเลือดและเนื้อเยื่อต่างๆภายในร่างกาย โดยปกติสารเคมีสองกลุ่มนี้จะสลายตัวตามธรรมชาติในระยะเวลาอันสั้นเมื่อสัมผัสกับแดด สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท มีสูตรโครงสร้าง คุณสมบัติ กลไกลการออกฤทธิ์ รวมถึงความเป็นพิษที่คล้ายคลึงกัน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.4.2 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorines)

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน เป็นสารเคมีที่มีความหลากหลายโดยส่วนประกอบของไฮโดรเจน คาร์บอน และคลอรีน สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีคุณสมบัติในการสลายตัวช้า จึงพบการสะสมในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลานาน และมีการรายงานการพบสารเคมีกลุ่มนี้ตกค้างเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในแหล่งน้ำหลายแห่งในประเทศไทย จึงทำให้ในปัจจุบันสารเคมีกลุ่มนี้หลายชนิดถูกระงับการใช้งาน ทั้งนี้สารเคมีกลุ่มนี้มีการละลายในไขมันได้ดี และถูกดูดซึมผ่านการกินได้ดีกว่าการสัมผัส

2.4.3 สารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทริน (Pyrethrins) และกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid)

สารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทริน เป็นสารสกัดจากพืชในตระกูลดอกเบญจมาศ ขณะที่กลุ่มสารไพรีทรอยด์ เป็นสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติเหมือนกลุ่มไพรีทริน แต่มีความคงตัวสูงกว่า จึงสลายตัวได้ยากกว่า และสามารถแบ่งย่อยได้อีกเป็นสองชนิด คือ Type I pyrethroid และ Type II pyrethroid โดยทั้งสองชนิดมีโครงสร้างที่ต่างกัน ส่งผลให้เกิดความเป็นพิษที่ต่างกัน โดย Type II pyrethroid จะมีไซยาไนด์อยู่ในสูตรโครงสร้าง ทำให้มีความเป็นพิษสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ขณะที่สารกลุ่มไพรีทรินสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านการกินและการสูดดมเป็นหลัก และเมื่อสัมผัสอากาศจะถูกออกซิไดซ์ไปได้ง่าย จึงไม่ค่อยมีความเป็นพิษ ทำให้ไม่ค่อยพบการตกค้างของสารนี้ในสิ่งแวดล้อม

2.4.4 สารกำจัดแมลงอะมิทราซ (Amitraz)

อะมิทราซเป็นสารกำจัดแมลงที่มาใช้ในทางสัตวแพทย์เพื่อป้องกัน และกำจัดแมลงที่รบกวนสัตว์เลี้ยงและปศุสัตว์ ใช้กำจัดไรขี้เรื้อนขุมขน และยังใช้กำจัดเห็บหมัดอีกด้วย โดยผลิตภัณฑ์ที่มีอะมิทราซเป็นส่วนประกอบมีหลายรูปแบบ เช่น รูปผง สเปรย์ ปลอกคอ เป็นต้น ความเป็นพิษของสารพิษชนิดนี้มักจะเกิดจากการกินผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมเป็นอะมิทราซ หรือการใช้ไม่ถูกวิธี

2.4.5 สารกำจัดแมลงฟิโพรนิล (Fipronil)

สารกำจัดแมลงฟิโพรนิลเป็นสารเคมีกลุ่ม Phenyl Pyrazole ซึ่งเป็นสารชนิดใหม่ที่มาใช้ในทางสัตวแพทย์ มีวัตถุประสงค์หลักในการป้องกันและกำจัดปรสิตภายนอก อาทิ เห็บ หมัด หรือไร สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีฟิโพรนิลเป็นส่วนประกอบหลัก และมีการนำมาใช้ในสัตว์เลี้ยง มีทั้งรูปแบบหยอดลงผิวหนัง และแบบสเปรย์

2.4.6 สารกำจัดแมลงกลุ่ม Macrocyclic Lactone

สารกำจัดแมลงกลุ่ม Macrocyclic Lactone เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ดี และมีความเป็นพิษต่ำ จึงนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพื่อควบคุมและกำจัดปรสิตทั้งภายนอกและภายในของสัตว์เลี้ยง และสัตว์เศรษฐกิจ รวมถึงป้องกันการติดพยาธิหัวใจและพยาธิตัวกลมในทางเดินอาหารของสุนัขและแมว รวมถึงควบคุม เห็บ หมัด และไร

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.4.7 สารกำจัดแมลงกลุ่ม Neonicotinoids

สารกำจัดแมลงกลุ่ม Neonicotinoids เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มใหม่ที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจาก มีจุดเด่นคือ มีความเป็นพิษต่อแมลงสูง แต่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ[20]

จากการสำรวจขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ในปี 2551 ประเทศไทยอยู่อันดับที่ 3 จาก 15 ประเทศในเอเชีย ทางด้านการใช้สารกำจัดศัตรูพืชต่อหน่วยเฮกตาร์ และอันดับที่ 4 ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชต่อปี[21] และในปี 2564 ประเทศไทยใช้สารกำจัดศัตรูพืชอยู่อันดับที่ 6 ของโลก และเมื่อวัดการใช้สารเคมีต่อพื้นที่ ประเทศไทยติดอับดับ 7 ของโลก[22]

2.5 การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช

ในปี 2562 ทันตแพทย์ อรรถพร ลิ้มปัญญาเลิศ รองเลขาธิการสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ กล่าวว่า จากข้อมูลการเข้ารับบริการจากระบบหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ กล่าวว่า ในช่วงปี 2559-2562 มีผู้ป่วยเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลต่างๆทั่วประเทศจากสาเหตุการได้รับสารกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ยปีละ 4,500 คนต่อปี และรวม 4 ปี มีผู้เสียชีวิตจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 2,193 คน ค่าเฉลี่ยของค่ารักษาพยาบาลมากกว่า 20 ล้านบาทต่อปี[23] ไม่รวมผู้ป่วยในสิทธิรักษาพยาบาลอื่นๆ สะท้อนให้เห็นผลกระทบของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน และการเสียโอกาสการทำงานของเกษตรกรที่ต้องเข้ารับการรักษาตัว เพื่อไม่ให้มีผลกระทบระยะยาวต่อสุขภาพของประชาชนจึงควรมีการป้องกันและแก้ไขปัญหาพิษจากสารเคมีอย่างจริงจัง

ในปัจจุบันมีความจำเป็นที่จะต้องควบคุมการผลิต การนำเข้า และการส่งออกสารกำจัดศัตรูพืช แต่ในประเทศไทยยังมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ในปี 2560 มีปริมาณนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช 198 ล้านกิโลกรัม เป็นไกลโฟเสต 60 ล้านกิโลกรัม พาราคอต 44.5 ล้านกิโลกรัม และคลอร์ไพรีฟอส 3.32 ล้านกิโลกรัม และในปี 2563 กระทรวงอุตสาหกรรมได้มีการประกาศยกเลิกการใช้สารกำจัดศัตรูพืช พาราควาตและคลอร์ไพรีฟอส พบว่าปี 2564 การนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชลดลงเหลือ 136 ล้านกิโลกรัม หรือ ร้อยละ 31 โดยเป็นไกลโฟเสต 13 ล้านกิโลกรัม หรือลดลงไปร้อยละ 78[24] ถือว่าเป็นการลดความเสี่ยงของการสัมผัสสารพิษร้ายแรงเหล่านี้ทั้งในเกษตรกร ผู้บริโภค รวมถึงการตกค้างในธรรมชาติ

ในปี 2562 องค์การเภสัชกรรม ได้ทำการเก็บตัวอย่างผักและผลไม้ จากตลาดสดและห้างค้าปลีก 15 แห่ง โดยแบ่งเป็นผัก 15 ชนิด จำนวน 178 ตัวอย่าง พบว่ามีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างร้อยละ 40 ที่เกินค่ามาตรฐาน ร้อยละ 16 ที่พบสารเคมีตกค้างแต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และร้อยละ 44 ไม่พบสารเคมีตกค้าง ในขณะที่ผลไม้นำเข้าจากต่างประเทศพบสารพิษตกค้างร้อยละ 33.3 และผลไม้ที่ผลิตในประเทศไทยมีสารพิษตกค้างเกินค่ามาตราฐานสูงถึงร้อยละ 48.7 จากผลไม้ 9 ชนิด จำนวน 108 ตัวอย่าง[8] ปี 2563 เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ได้ตรวจพบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ เกินค่ามาตรฐานปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด ร้อยละ 58.5 จากจำนวน 509 ตัวอย่างทั้งในตลาดสดและห้างค้าปลีก โดยพบสารพิษตกค้าง 159 ชนิด และมี 5 ชนิดที่เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4[7]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารกำจัดศัตรูพืชที่ถูกห้ามใช้แล้ว ได้แก่

(1) คลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต[25]

(2) เอนโดซัลแฟน (Endosulfan) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน[26]

(3) เม็ทธามิโดฟอส (Methamidophos) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต[27]

(4) เพนทาคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน

(5) ซัลโฟเทป (Sulfotep) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต[20] และในปี 2565 ได้มีการสุ่มตรวจผักและผลไม้ยอดนิยม 13 ชนิด 268 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างเกินค่ามาตรฐานร้อยละ 67 โดยพบมากสุดคือ องุ่น รองลงมา คือ ส้ม และมีการสุ่มตรวจสารพิษตกค้างในเนื้อส้ม รวมไปถึงน้ำส้มกล่องจำนวน 10 ตัวอย่าง 10 ยี่ห้อ ตรวจพบสารพิษตกค้างถึง 5 ยี่ห้อ และทั้งหมดผลิตในประเทศไทย[24]

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์เกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่างของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญพืชในประเทศไทย 12 ตัวอย่าง พบว่ามี 4 ตัวอย่าง ที่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต[28] แต่งานวิจัยนี้ไม่ได้บอกถึงปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างว่ามีมากกว่าหรือน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด แต่การตรวจพบสารดังกล่าวไม่ว่ามากหรือน้อยย่อมเกิดโทษกับผู้บริโภค หากมีการบริโภคอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน มีสองงานวิจัยในปี 2566 มีการสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก[29] และการสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช[30] ผลการทดสอบไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชเช่นเดียวกัน

งานวิจัยของประเทศปากีสถานพบว่า สารกำจัดศัตรูพืชออร์กาโนคลอรีนมีความสามารถในการสลายตัวในน้ำได้ต่ำ แต่ละลายในไขมันได้ค่อนข้างดี จึงมีการสะสมในห่วงโซ่อาหารจะเกิดเป็นความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์และระบบนิเวศ โดยมีความสัมพันธ์กับโรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด และความผิดปกติทางระบบประสาท การสัมผัสกับดีดีทีส่งผลต่อระบบประสาท เพิ่มความเสี่ยงของความผิดปกติของอวัยวะเพศชาย และมะเร็งเต้านม[4] อีกหนึ่งงานวิจัยเกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน เผยว่าสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนสามารถสะสมในไขมันในน้ำนมของมารดา และส่งผลไปยังทารกผ่านทางน้ำนมของมารดา ทำให้เกิดอันตรายต่อตัวทารกโดยตรง ทั้งน้ำหนัก ส่วนสูง การทำงานของระบบประสาท หรือแม้แต่การทำงานของระบบสืบพันธุ์[5] เนื่องจากการพัฒนาการเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในชีวิตทารก ควรได้รับการปกป้องจากสารพิษและอันตรายทั้งปวง

งานวิจัยในปี 2566 พบว่าสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตส่งผลต่อความเข้มข้นของอสุจิในเพศชายวัยเจริญพันธุ์ที่ลดลง และยังสัมพันธ์กับสมรรถภาพชายที่ลดลงอีกด้วย[6] งานวิจัยในสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ เป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่ค่อนข้างปลอดภัย ใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ไพรีทรอยด์สามารถลดการทำงานของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเตอเรส ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไซโตโครม P450 ในเซลล์ประสาท สมอง และตับ[31] อีกหนึ่งงานวิจัยของโรงพยาบาลมะเร็งลำปางเผย พาราควอตเป็นปัจจัยทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง มะเร็งต่อมลูกหมาก และมะเร็งต่อมน้ำเหลือง คลอร์ไพริฟอสเพิ่มความเสี่ยง และกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก ขณะที่ไกลโฟเซตสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เซลล์มะเร็งเต้านมชนิดพึ่งฮอร์โมนเอสโตรเจน ไกลโฟเซตและคลอร์ไพริฟอส เป็นสารที่น่าจะก่อมะเร็งในมนุษย์ ระดับ 2A (probably carcinogen - group 2A) ประกาศโดย องค์การระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยโรคมะเร็ง (IARC) ซึ่งเป็นหน่วยงานเฉพาะขององค์การอนามัยโลก (WHO)[32]

ข้อมูลจากประชาคมวิชาการและเครือข่ายนักวิชาการ อีกหนึ่งงานวิจัยของสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม สหรัฐ ระบุว่าพาราควอตมีพิษสูงต่อมนุษย์ มีอัตราการเสียชีวิตมากกว่าผู้ป่วยที่ได้รับสารที่อยู่ในคลาส IB (มีพิษเฉียบพันสูง) และความสัมพันธ์กับโรคพาร์กินสันอย่างมีนัยยะสำคัญ และคลอร์ไพริฟอสจากงานศึกษาวิจัยที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รองรับ (scientific evidences) ส่งผลต่อความผิดปกติด้านพัฒนาการทางสมองของเด็กที่แม่ได้รับสารระหว่างตั้งครรภ์ และมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็ง[33]

ในปี 2564 มีงานวิจัยในอเมริกาเกี่ยวกับไกลโฟเซตกับอาหารแปรรูป พบว่าอาหารที่มีการแปรรูปสูงจะพบสารไกลโฟเซตตกค้างที่น้อยกว่าอาหารที่มีการแปรรูปต่ำ งานวิจัยนี้พบว่า การล้างและการกำจัดสารเคลือบนอกของธัญพืชจะช่วยลดการตกค้างของไกลโฟเซตได้ โดยมีการทดสอบในนมผงสำหรับทารกที่ทำจากถั่วเหลือง 10 แบรนด์ เป็นระยะเวลา 5 ปี พบว่า มีไกลโฟเซตตกค้างมากถึง 8 แบรนด์ โดยมีการประเมินเพิ่มเติม พบว่า 3 แบรนด์ ที่ทำจากสารสกัดจากถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการแปรรูปที่น้อย มีไกลโฟเซตตกค้างเฉลี่ย 1.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนอีก 5 แบรนด์ ที่ทำจากสารสกัดจากถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการแปรรูปที่สูง มีไกลโฟเซตตกค้างเฉลี่ย 0.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของงานวิจัย และในงานวิจัยนี้ยังบอกอีกว่า ไกลโฟเซตยังถูกกำจัดออกได้อีกในกระบวนการที่ใช้น้ำเพิ่มเติมเพื่อผลิตโปรตีนถั่วเหลือง[34]

อีกหนึ่งงานวิจัยในปี 2566 ในประเทศบัลกาเรีย เผยว่า การปอกเปลือก การขัดสี การล้างด้วยน้ำ การต้ม การพาสเจอร์ไรซ์ หรือแม้แต่การปรุงอาหาร สามารถลดปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์ลงได้ และวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูง คือ การหมักในกระบวนการแปรรูปอาหาร เนื่องจากการทำงานของจุลินทรีย์ท้องถิ่นที่มีอยู่ อาทิ กรดแลคติคมีฤทธิ์ต้านโรคจากเชื้อรา[35]

ในงานวิจัยนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีการหมัก เช่น นม โยเกิร์ต และผักดอง โดยงานวิจัยปี 2550 มีการตรวจสอบการตกค้างของดีดีที (DDT) ในนมและโยเกิร์ตพบว่า ยีสต์ทำให้ค่า PH ลดลง ส่งผลให้การตกค้างลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญ[36] ในเวลาต่อมาพบว่านมและโยเกิร์ตที่มีจุลินทรีย์ *Latilactobacillusakei* สายพันธุ์ Pro7 กำจัดการตกค้างของดีดีที (DDT) ได้ถึง ร้อยละ 95.1 ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม[37,38] และอีกหนึ่งงานวิจัยพบว่า Lactic Acid Bacteria (LAB) ห้าสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน สามารถลดสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในนมพร่องมันเนย ได้มากถึงร้อยละ 64.6[39,40] อีกหนึ่งงานวิจัยที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ได้มีการทดลองเติมสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตลงในตัวอย่างนม เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงพบว่าความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชลงลงมากถึงร้อยละ 46.9[41]

อีกหนึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวกับกิมจิและสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต พบว่า Lactic Acid Bacteria (LAB) มีบทบาทในการกำจัดสารกำจัดศัตรูพืชคลอร์ไพริฟอส ในการทดลองการหมักกิมจิพบว่า วันที่ 3 ของการหมัก คลอร์ไพริฟอสลดลงมากถึง ร้อยละ 83.3 และถูกกำจัดหมดไปในวันที่ 9[42,43]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.6 ชุดตรวจหาชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม (GPO-TM Kit)

ชุดตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผัก ผลไม้ และธัญพืช (GPO-TM Kit) ผลิตโดยองค์การเภสัชกรรม (GPO) โดยได้รับการถ่ายทอดจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เลขที่อนุสิทธิบัตร 6955 โดยชุดทดสอบนี้สามารถตรวจสารกำจัดศัตรูพืชได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมท (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (4) กลุ่มไพรีทรอยด์ โดยการตรวจใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (Thin Layer Chromatography หรือ TLC) ในการแยกสารกำจัดศัตรูพืชออกจากสารสกัดจากตัวอย่างผักและผลไม้ และตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีเพื่อให้เกิดสี ถ้ามีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะเกิดแถบวงกลม (Spot) บนแผ่นทีแอลซี

2.6.1 หลักการทดสอบ

(1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ใช้หลักการแยกสารด้วยแผ่นทีแอลซี และตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมีเพื่อให้เกิดสี ถ้ามีสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท จะเกิดแถบวงกลม (Spot) สีขาวบนพื้นสีม่วงบนแผ่นทีแอลซี โดยมีสาร Methomyl เป็น positive control[44]

(2) กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ใช้หลักการแยกสารด้วยแผ่นทีแอลซี และตรวจสอบด้วยการทำปฏิกิริยากับสารเคมี และอังแสงยูวีที่มีความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร เพื่อให้เกิดสี ถ้ามีสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ จะเกิดแถบวงกลม (Spot) สีเทา น้ำตาลเข้มถึงดำบนพื้นสีม่วงบนแผ่นทีแอลซี โดยมีสาร Endrin เป็น positive control[45]

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ต้องการตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่เป็นที่นิยมในตลาด ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ที่สามารถตรวจหาสารเคมีตกค้างได้ 4 กลุ่ม คือ

(1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

(2) กลุ่มคาร์บาเมต

(3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน

(4) กลุ่มไพรีทรอยด์

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่มีวางขายในตลาดออนไลน์และซุปเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไทย โดยจะเก็บตัวอย่างจากเมนูที่มีธัญพืชเป็นส่วนประกอบหลัก และแสดงรายละเอียดวัตถุดิบชัดเจน ทั้งหมด 10 ตัวอย่าง คือ

มีการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา 4 ตัวอย่าง ได้แก่

3.1.1 Agrilife Cocogurt - โยเกิร์ตมะพร้าว

3.1.2 Cocobella - โยเกิร์ตมะพร้าว

3.1.3 Rivon - โยเกิร์ตถั่วเหลือง

3.1.4 Veggie’s Diary - โยเกิร์ตข้าวโพด

ไม่มีการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา 6 ตัวอย่าง ได้แก่

3.1.5 Boonphla - โยเกิร์ตมะพร้าว

3.1.6 Flogurt - โยเกิร์ตถั่วเหลือง

3.1.7 The Green Greek - โยเกิร์ตเม็ดมะม่วงหิมพานต์

3.1.8 Paleo Robbie - โยเกิร์ตมะพร้าว

3.1.9 Samsuan - โยเกิร์ตมะพร้าว

3.1.10 Veggiology - โยเกิร์ตอัลมอนด์

3.2 การคัดเลือกตัวอย่าง

ใช้วิธีการสุ่ม Non Probability Sampling แบบวิธีการเลือกแบบกำหนดโควต้า โดยมีเกณฑ์การ คัดเลือก คือ

3.2.1 ผลิตภัณฑ์ทำจากธัญพืช

3.2.2 มีวางขายในตลาดออนไลน์และซุปเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไทย

3.2.3 มีการแสดงรายละเอียดวัตถุดิบอย่างชัดเจน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.2.4 ผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพสมบูรณ์

3.2.5 ไม่หมดอายุตามฉลาก

3.3 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.3.1 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.2 เตรียมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างตามที่กำหนดไว้ทั้งหมด 10 ตัวอย่าง

3.3.3 ตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit/1 ตัวอย่างละ 3 รอบ

3.3.4 ตรวจหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit/2 ตัวอย่างละ 3 รอบ

3.3.5 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ สรุป และอภิปรายผล

3.4 วิธีการทดสอบ

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

3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

(1) ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ใช้ตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม แบ่งเป็น 2 จำพวก คือ

(1.1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท จะใช้แผ่นทีแอลซี GPO-TM/1

(1.2) กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ จะใช้แผ่นทีแอลซี GPO-TM/2

(2) กล่องน้ำอุ่นที่ควบคุมอุณหภูมิที่ประมาณ 37 องศาเซลเซียส พร้อมตะแกรงวาง

(3) กล่องอุปกรณ์รังสียูวี 254 นาโนเมตร (UV 254 mm)

(4) ขวดแช่แผ่นทีแอลซี

(5) บีกเกอร์สำหรับใส่ตัวอย่างโยเกิร์ต

(6) ช้อนตวง

(7) ปากคีบ (Forcept)

(8) ถุงมือ

(9) นาฬิกาจับเวลา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.4.2 การเตรียมตัวอย่าง และเตรียมการทดสอบ

(1) เตรียมน้ำยาเคมีที่ใช้ทดสอบ โดยแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ (2) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟสและคาร์บาเมท โดยแยกน้ำยาเคมีออกเป็นที่ต้องเก็บเย็น และ ไม่ต้องเก็บเย็น

(2) เตรียมตัวอย่างโยเกิร์ตจากพืชที่ใช้ในการทดสอบ ตัวอย่างละ 1 กรัม ใส่บีกเกอร์และติดรหัสตัวเลขที่บีกเกอร์ ทุกตัวอย่าง

(3) เตรียมน้ำยาสกัด ปริมาณ 5 มิลลิลิตร เทใส่ตัวอย่างโยเกิร์ตจากพืชที่เตรียมไว้ เขย่าแรงๆ 1 นาที และตั้งทิ้งไว้นาน 5 นาที

(4) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 และ แผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 มาเขียนรหัสตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ (ข้อควรระวัง ไม่ควรใช้มือจับแผ่นทีแอลซีโดยตรง เนื่องจากอาจทำให้มีคราบไขมันติดแผ่นและมีผลรบกวนในการทดสอบ)

(5) ใช้หลอดแก้วสำหรับหยด (Capillary Tube) ดูดสารสกัดที่ผสมกับโยเกิร์ตแล้ว จากนั้นแตะปลายหลอดแก้วลงบนจุดหยดสารสกัดที่กำหนดไว้บนแผ่นทีแอลซีทั้ง 2 กลุ่ม ยกหลอดขึ้น รอจนน้ำยาที่หยดไว้แห้ง จากนั้นหยดน้ำยาสกัดซ้ำ จนครบ 3 ครั้ง

(6) เตรียมน้ำยาทีแอลซี โดยแยกน้ำยาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท : เติมน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 3 ลงในขวดแช่แผ่นทีแอลซี ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาทีก่อนการทดสอบ โดยปิดฝาให้สนิท

กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ : เติมน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 5 ปริมาณ 20 มิลลิลิตร และน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 5.1 ปริมาณ 4 มิลลิลิตร ใส่ขวดแช่แผ่นทีแอลซี ปิดฝาให้สนิท เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีก่อนการทดสอบ

(7) คีบแผ่นทีแอลซีที่หยดสารสกัดแล้ว หย่อนลงแนวตรงตั้งฉาก วางผิงผนังขวด และปิดฝาขวด เมื่อน้ำยาขึ้นไปถึงระดับเส้นที่กำหนดแล้ว เปิดฝาขวด คีบแผ่นทีแอลซีออกมาวางบนตะแกรง ทิ้งไว้ให้แห้ง

3.4.3 กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์

(1) การทดสอบสี

(1.1) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 มาสเปรย์ด้วยน้ำยา จีพีโอ-ทีเอ็ม 4 โดยเว้นระยะห่างประมาณ 4-5 นิ้ว โดยให้เปียกทั่วทั้งแผ่น และวางทิ้งไว้ให้แห้ง

(1.2) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 มาอังรังสียูวีจากกล่องอุปกรณ์ที่ 254 นาโนเมตร นาน 4 นาที (ข้อควรระวัง ถ้าวางไว้นานเกินไป แผ่นอาจจะไหม้ได้)

หากพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ จะพบแถบวงกลม (Spot) สีเทา น้ำตาลถึงดำบนพื้นสีม่วง บนแผ่นทีแอลซี GPO-TM/2 อ่านผลเทียบสีกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาตรฐาน คือ Endrin

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.4.4 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท

(1) การเตรียมน้ำยาทดสอบ

(1.1) น้ำยาเอนไซม์

(1.1.1) นำน้ำยาทดสอบ 1 ออกจากที่เก็บเย็น ตั้งทิ้งไว้ให้คงอุณหภูมิห้อง จากนั้นค่อยๆ เทน้ำลงในขวดน้ำยาทดสอบ 1 จนหมด และเขย่าผสมให้เข้ากัน

(1.1.2) เทน้ำยาทดสอบ 1.1 ลงในขวดน้ำยาทดสอบ 1 ที่ผสมน้ำ เขย่าให้เข้ากัน แล้วเทใส่ขวดสเปรย์น้ำยาทดสอบ 1.1

(1.1.3) นำขวดสเปรย์น้ำยาทดสอบ 1.1 แช่ลงในกล่องน้ำอุ่นที่อุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 15 นาทีก่อนการทดสอบ

(1.2) น้ำยาทดสอบสี

(1.2.1) เทน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 1.1 ลงในขวดสารจีพีโอ-ทีเอ็ม 1 แล้วเขย่าให้เข้ากัน

(1.2.2) เทน้ำยาจีพีโอ-ทีเอ็ม 2.1 ลงในขวดสารจีพีโอ-ทีเอ็ม 2 แล้วเขย่าให้เข้ากัน

(1.2.3) เมื่อถึงขั้นตอนการทดสอบสี จึงนำสารละลายจีพีโอ-ทีเอ็ม 1 ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และสารละลายจีพีโอ-ทีเอ็ม 2 ปริมาณ 8 มิลลิลิตร มาเทผสมให้เข้ากันในขวดสเปรย์ แล้วใช้งานทันที

(2) การทดสอบสี

(2.1) นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 ที่แห้งแล้ว มาสเปรย์ด้วยน้ำยาทดสอบ 1 จนชุ่มทั่วทั้งแผ่น ใช้ปากคีบแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 วางบนแผ่นตะแกรงที่ตั้งไว้ในกล่องน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และปิดฝาครอบนาน 10 นาที

(2.2) เมื่อครบ 10 นาที นำแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1 มาสเปรย์ด้วยน้ำยาทดสอบสี (จากข้อ 1.2.3)

(2.3) สเปรย์ที่ระยะห่าง 15 เซนติเมตร ให้น้ำยาทดสอบสีชื้มทั่วทั้งแผ่น วางทิ้งไว้ 3 นาที จึงอ่านค่าผลการทดสอบ เทียบกับสารกำจัดศัตรูพืชมาตรฐาน คือ Methomyl

ถ้าพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท จะพบแถบวงกลม (Spot) สีขาวบนพื้นสีม่วง บนแผ่นทีแอลซี GPO-TM/1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดสอบครั้งนี้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (n=3) เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการทดสอบหาสารเคมีตกค้างด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่วิเคราะห์หาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ถ้าผลเป็นบวก จะพบแถบวงกลมสีขาว บนพื้นสีม่วงขึ้นที่แผ่นอะลูมิเนียมทีแอลซี แสดงว่าพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในตัวอย่าง แต่ถ้าผลออกมาเป็นลบ จะไม่พบแถบวงกลมบนแผ่นอะลูมิเนียมทีแอลซี แสดงว่าไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในตัวอย่าง

ในขณะที่วิเคราะห์หาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ถ้าผลออกมาเป็นบวก จะพบแถบวงกลมสีเทา สีน้ำตาลถึงดำ บนพื้นสีม่วงขึ้นที่แผ่นอะลูมิเนียมทีแอลซี แต่ถ้าผลออกมาเป็นลบ จะไม่พบแถบวงกลมบนแผ่นอะลูมิเนียมทีแอลซี และสรุปผลการทดลองทั้งหมดใส่ในตาราง ประกอบคำอธิบาย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชจำนวน 10 ตัวอย่าง ที่มีจำหน่ายในตลาดออนไลน์และซุปเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไทย ทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมต (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ (4) กลุ่มไพรีทรอยด์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit โดยใช้หลักการในการทดสอบด้วยวิธี Thin Layer Chromatography (TLC)

4.1 ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชจำนวน 10 ตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดสอบ

ผู้ศึกษาได้กำหนดรหัสในการแทนชื่อทางการค้าของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

4.1.1 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช ที่มีการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จำนวน 4 ตัวอย่าง แทนด้วยตัวเลข 1, 2, 3, 4

4.1.2 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช ที่ไม่มีการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จำนวน 6 ตัวอย่าง แทนด้วยตัวเลข 5, 6, 7, 8, 9, 10

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชจำนวน 10 ตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ชนิดของพืช	มีอย. / ไม่มีอย.
1	มะพร้าว	มี
2	มะพร้าว	มี
3	ถั่วเหลือง	มี
4	ข้าวโพด	มี
5	มะพร้าว	ไม่มี
6	ถั่วเหลือง	ไม่มี
7	เม็ดมะม่วงหิมพานต์	ไม่มี
8	มะพร้าว	ไม่มี
9	มะพร้าว	ไม่มี
10	อัลมอนด์	ไม่มี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.2 ผลการทดสอบการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม

ผลการทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมต (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ (4) กลุ่มไพรีทรอยด์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ในผลิตภัณฑ์ตัวอย่างโยเกิร์ตจากพืชจำนวน 10 ตัวอย่าง ที่มีวางจำหน่ายในประเทศไทย โดยทดสอบซ้ำจำนวน 3 ครั้ง เพื่อยืนยันผลการทดลอง พบว่า ในทุกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่ม ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบหาสารกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชจำนวน 10 ตัวอย่าง

ตัวอย่าง	กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท			กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
4	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
5	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
6	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
7	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
8	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
9	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

ชุดทดสอบ GPO-TM Kit มีค่ามาตรฐานเป็นตัวยืนยันความถูกต้องของผลการทดลองนี้ โดย Methomyl เป็นค่ามาตรฐานของกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท และ Endrin เป็นค่ามาตรฐานของกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์[44,45] และมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่สามารถตรวจสอบได้[46] ตามตารางที่ 4.3 ซึ่งในการทดสอบนี้ค่ามาตรฐานปรากฏขึ้นบนแผ่นอลูมิเนียมทีแอลซีที่ผู้วิจัยทำการทดลอง จึงยืนยันความถูกต้องของผลการทดสอบนี้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.3 แสดงสารมาตรฐานในการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มคาร์บาเมท, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, และกลุ่มไพรีทรอยด์ ของชุดตรวจ 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

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่มีจำหน่ายในประเทศไทย จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมต (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ (4) กลุ่มไพรีทรอยด์ ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ใช้หลักการการทดสอบโดยวิธี Thin Layer Chromatography ซึ่งผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ สรุปข้อมูล อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่มีจำหน่ายในประเทศไทย จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่มีการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืชที่ไม่มีการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ดังนี้

5.1.1 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช ที่มีการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จำนวน 4 ตัวอย่าง แทนด้วยตัวเลข 1, 2, 3, 4

5.1.2 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช ที่ไม่มีการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จำนวน 6 ตัวอย่าง แทนด้วยตัวเลข 5, 6, 7, 8, 9, 10

ด้วยชุดทดสอบ GPO-TM Kit ทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (2) กลุ่มคาร์บาเมต (3) กลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ (4) กลุ่มไพรีทรอยด์ โดยทดสอบซ้ำจำนวน 3 ครั้ง เพื่อยืนยันผลการทดลอง พบว่า ในทุกผลิตภัณฑ์ตัวอย่างตรวจไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่ม โดยผู้วิจัยสันนิฐานว่าเหตุที่ไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ดังนี้

ชุดทดสอบ GPO-TM Kit เป็นชุดทดสอบที่มีความแม่นยำระดับหนึ่ง สามารถทดสอบได้เพียงเบื้องต้น แต่ไม่สามารถตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างได้หากสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างน้อยกว่าค่า LOD หรือ ค่าปริมาณต่ำสุดของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่สามารถตรวจสอบได้

โดยการทดสอบนี้ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่ม หมายความได้ 2 อย่าง คือ สารกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 ชนิด น้อยกว่าค่า LOD ทำให้ตรวจไม่พบ หรือ ไม่มีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช ชุดทดสอบ GPO-TM Kit มีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง เนื่องจากมีค่ามาตรฐาน เป็นตัวชี้วัดว่าการทดสอบนี้ผู้ทำวิจัยทำการทดสอบถูกต้องตามขั้นตอนหรือไม่ โดยกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท ใช้ Methomyl เป็นสารมาตรฐาน และกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ใช้ Endrin เป็นสารมาตรฐานในการทดสอบ ในงานวิจัยนี้ ได้ตรวจพบค่าของสารมาตรฐาน ซึ่งยืนยันผลการทดลองของงานวิจัยนี้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ชุดทดสอบ GPO-TM Kit ยังมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการคัดกรองเบื้องต้น เพราะผู้ทำการทดลองสามารถตรวจสอบผลการทดสอบและชุดทดสอบได้จากแถบแสดงสารเคมีมาตรฐานบนแผ่นอลูมิเนียมทีแอลซี เช่นในปี 2563 นายแพทย์สมเกียรติ ลลิตวงศา ผู้อำนวยการโรงพยาบาลราชวิถี เป็นประธานในพิธีเปิดการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การใช้ชุดทดสอบ GPO-TM Kit” เพื่อให้บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านอาหารและโภชนาการของโรงพยาบาลสามารถนำเครื่องมือไปใช้ในการคัดกรอง เฝ้าระวัง ตรวจสอบ และติดตามการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดแมลงในผัก ผลไม้ และธัญพืช ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีโรงพยาบาลและสถานสุขภาพเข้าร่วมอบรมมากกว่า 10 แห่ง[47]

ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตจากพืช จะต้องมีการล้างและกำจัดเปลือกของธัญพืช ในระหว่างการแปรรูป ทำให้อาจจะลดการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับไกลโฟเซตและอาหารแปรรูป พบว่าการล้างและการกำจัดสารเคลือบนอกของธัญพืชในระหว่างการแปรรูป จะช่วยลดการตกค้างของไกลโฟเซตได้ ยิ่งผลิตภัณฑ์ที่มีการแปรรูปสูง จะพบปริมาณไกลโฟเซตตกค้างที่ค่อนข้างต่ำ โดยงานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบกับนมถั่วเหลือง น้ำเต้าหู้ และนมผงสำหรับทารก และในงานวิจัยนี้ยังบอกอีกว่า การผลิตโปรตีนจากถั่วเหลืองจะพบปริมาณไกลโฟเซตที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับสารสกัดจากถั่วเหลือง เนื่องจากมีการกำจัดไกลโฟเซตออกจากกระบวนการที่ใช้น้ำในกระบวนการผลิตโปรตีนจากถั่วเหลือง[34]

มีสองงานวิจัยของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ คือ การทดสอบหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช 12 ตัวอย่าง ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง[30] และอีกหนึ่งงานวิจัยที่มีการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืชที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก จำนวน 10 ตัวอย่าง ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชเช่นเดียวกัน[29]

และในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตจากพืช จะต้องมีการหมัก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประเทศบัลแกเรียที่เกี่ยวข้องกับการหมักของผลิตภัณฑ์แปรรูป คือ นมและโยเกิร์ต พบว่า Lactic Acid Bacteria (LAB) ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก สามารถลดสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน และสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้อย่างมีนัยยะสำคัญ[35,36,37] และมีงานวิจัยในกิมจิ พบว่า Lactic Acid Bacteria (LAB) มีบทบาทในการกำจัดสารกำจัดศัตรูพืชคลอร์ไพริฟอส ในการทดลองการหมักกิมจิพบว่า วันที่ 3 ของการหมัก คลอร์ไพริฟอสลดลงมากถึง ร้อยละ 83.3 และถูกกำจัดหมดไปในวันที่ 9[42,43]

สรุป จากผลการทดสอบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากพืช ที่มีวางขายในประเทศไทย ตรวจโดยชุดทดสอบ GPO-TM Kit จำนวน 10 ตัวอย่าง ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในทุกตัวอย่าง และในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตจากพืชจะมีการชะล้าง กำจัดเปลือกของธัญพืช และการหมัก โดยทั้งสามกระบวนการนี้สามารถลดการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชได้ ทำให้โยเกิร์ตจากพืชเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

5.2 ข้อจำกัด

ชุดทดสอบ GPO-TM Kit เป็นชุดทดสอบที่คัดกรองได้เพียงเบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถบอกถึงปริมาณและไม่สามารถตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างได้หากสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างน้อยกว่าค่า LOD หรือค่าปริมาณต่ำสุดของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่สามารถตรวจสอบได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องด้วยข้อจำกัดของชุดทดสอบ GPO-TM Kit ควรพิจารณาหาวิธีการตรวจสอบด้วยวิธีการแบบอื่น เพื่อทราบถึงปริมาณของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่อาจจะตรวจพบได้ แม้ในปริมาณที่ต่ำ แต่ก่อให้เกิดการสะสมในระยะยาวซึ่งส่งผลต่อสุขภาพร่างกายได้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง

1. ชาตรี แพรวพรายกุล. โปรตีนทางเลือก อาหารแห่งอนาคต. KKP Thematic. [อินเทอร์เน็ต]. 2564. [เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2567]: เข้าถึงได้จาก: https://media.kkpfg.com/document/2021/Apr/KKP%20Thematics_Alternative%20Protein.pdf
2. พชรพจน์ นันทรามาศ, อภินันทร์ สู่ประเสริฐ, พิมฉัตร เอกฉันท์. ทำความรู้จัก Plant-based Food เมื่อเนื้อสัตว์จากพืชกลายเป็นเทรนอาหารโลก. [อินเทอร์เน็ต]. Krung Thai Compass. 2563. [เข้าถึง เมื่อ 13 ธันวาคม 2565]: เข้าถึงได้จาก: https://krungthai.com/Download/economyresources/EconomyResourcesDownload_452Plant_based_Food_10_11_63.pdf
3. โยเกิร์ตจากพืชมีอะไรบ้าง กับ 5 เหตุผลที่ทำไมคนถึงเลือกกิน. [อินเทอร์เน็ต]. 2564. [เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2567]: เข้าถึงได้จาก: https://www.butterflyorganic.co.th/plant-based-yogurt/
4. Sultan M, Hamid N, Junaid M, Duan J-J, Pei D-S. Organochlorine pesticides (OCPs) in freshwater resources of Pakistan: A review on occurrence, spatial distribution and associated human health and ecological risk assessment. Ecotoxicology and Environmental Safety [Internet]. 2022. 3 February 2024: Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651322012027
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). [Internet]. 2022. 28 February 2024: Available from: https://www.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2022.890307/full
6. Ellis LB, Molina K, Robbins CR, Freisthler M, Sgargi D, Mandrioli D, Perry MJ. Adult Organophosphate and Carbamate Insecticide Exposure and Sperm Concentration: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Epidemiological Evidence. Environmental Health Perspectives [Internet]. 2023. 15 February 2024: Available from: https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/EHP12678

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

7. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN). ผลการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผักผลไม้ ปี 2563. [อินเทอร์เน็ต]. 2563. [เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2567]: เข้าถึงได้จาก: https://thaipan.org/wp-content/uploads/2020/12/thaipan_press_4-12-2563-last.pdf
8. อภ.ผลิต ‘ชุดทดสอบสารเคมี’ ในผัก ผลไม้ ธัญพืช เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค. องค์การเภสัชกรรม. [อินเทอร์เน็ต]. 2563. [เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2567]: เข้าถึงได้จาก: https://www.hfocus.org/content/2019/11/17985
9. ยาฆ่าหญ้าไกลโฟเซต อันตรายที่ไกลตัว. นิตยสารฉลาดซื้อ. [อินเทอร์เน็ต]. 2562. [เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://chaladsue.com/article/3447
10. สุนัดดา โยมญาติ. โยเกิร์ต (YOGURT). [อินเตอร์เน็ต]. 2557. [เข้าถึงเมื่อ 27 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://biology.ipst.ac.th/?p=987
11. ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร สถาบันอาหาร. ส่วนแบ่งตลาดนมเปรี้ยวและโยเกิร์ต ปี 2566. [เข้าถึงเมื่อ 27 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://fic.nfi.or.th/market-intelligence-market-share-detail.php?smid=406
12. นักสิทธิ์ ปัญโญใหญ่. โปรตีนจากพืช: คุณค่าโภชนาการ โครงสร้าง คุณสมบัติเชิงหน้าที่ และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร. [อินเทอร์เน็ต] 2563. [เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://kjna.ubru.ac.th/j_files/document/ J1604389465.pdf
13. ศูนย์อาชีพและธุรกิจมติชน (Matichon Academy). รู้จัก ‘ธัญพืช’ 4 กลุ่ม อุดมคุณค่า. [อินเทอร์เน็ต] 2563. [เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.matichonacademy.com/content/article_10772
14. เอกสารประกอบการสอน อภ 412 เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: http://thesis.swu.ac.th/swuebook/h335982.pdf
15. ชฎาพร หนองขุ่นสาร. ถั่วเมล็ดแห้ง VS ถั่วเปลือกแข็ง ถั่วชนิดไหนดีกว่ากัน. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.theptarin.com/th/article/detail/68
16. Vegan culture for non-dairy yoghurt (การผลิตโยเกิร์ตจากพืช) (โยเกิร์ตเจ). [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.tinnakorn.com/vegan-culture-%E0%B9%82%E0%B8%A2%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%B4%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%95%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B8%8A/

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

17. นพรัตน์ สุวรรณสุก. แผนธุรกิจโยเกิร์ตจากพืชโยโฟเรีย. [อินเทอร์เน็ต]. 2566. [เข้าถึงเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: file:///C:/Users/S%20Supharukchinda/Downloads/nopparat_suwa.pdf
18. M.S. Miranda Grizio, Ph.D. Liz Specht. The Good Food Institution. Plant-based egg alternatives: Optimizing for functional properties and applications. [Internet]. 2018. 9 June 2024: Available from: https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/01/2018-GFI-plant-based-egg-alternatives.pdf
19. U.S. Food & Drug. Health claims: fiber-containing grain products, fruits, and vegetables and cancer. 21 CFR 101.76. [Internet]. 2022. 14 February 2024: Available from: https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-101/subpart-E/section-101.76
20. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ ภาควิชาเภสัชวิทยา. สารกำจัดศัตรูพืช. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเกตษรศาสตร์ [เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.pharmaco.vet.ku.ac.th/pdf_file/Pesticide_20161020.pdf
21. การใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย [อินเทอร์เน็ต]. นโยบายการเกษตร FFTC (FFTC-AP) 2559. [เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://ap.fftc.org.tw/article/1154
22. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN). ปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของไทยอยู่อันดับไหนของโลก. [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [เข้าถึงเมื่อ 12 มีนาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://thaipan.org/highlights/2426
23. เจาะลึกระบบสุขภาพ. เปิดข้อมูลผู้ป่วยบัตรทอง ปี 62 พบผู้ป่วยพิษสารเคมีปราบศัตรูพืชกว่า 3 พันราย เสียชีวิต 407 ราย. [อินเทอร์เน็ต]. 2562. [เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.hfocus.org/content/2019/08/17468
24. กองบรรณาธิการ GreenNews. “วิกฤตเคมีเกษตร-ความปลอดภัยด้านอาหาร 2565” มุมมอง ‘ปรกชล อู่ทรัพย์’. [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://greennews.agency/?p=32457
25. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหาร. [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2169/chlorpyrifos

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง (ต่อ)

26. วิกิพีเดีย. เอนโดซัลแฟน. [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%8B%E0%B8%B1%E0%B8%A5%E0%B9%81%E0%B8%9F%E0%B8%99
27. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ , นิธิยา รัตนาปนนท์. Organophosphate / วัตถุอันตรายทางการเกษตร : ยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต. [อินเทอร์เน็ต]. 2565. [เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2187/organophosphate
28. อรุณณภา พาณิชจรูญ. การศึกษาสารฆ่าแมลงตกค้างในเครื่องดื่มธัญพืชชนิดกล่อง. [สารนิพนธ์]. กรุงเทพ. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์; 2563.
29. พวงผกา สุทธิธรรม. การตรวจสอบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช ที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักในประเทศไทย. [สารนิพนธ์]. กรุงเทพ. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์; 2566.
30. อัจนา รัตนวารินทร์ชัย. การศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากพืช. [สารนิพนธ์]. กรุงเทพ. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์; 2566.
31. Hołyńska-Iwan I, Szewczyk-Golec K. Pyrethroids: How They Affect Human and Animal Health? Medicina. [Internet]. 2020. 28 February 2024: Available from: https://www.mdpi.com/1648-9144/56/11/582
32. สารพิษฆ่าหญ้า “พาราควอต - คลอร์ไพริฟอส – ไกลโฟเซต” เป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง.[อินเทอร์เน็ต]. โรงพยาบาลมะเร็งลำปาง. 2562. [เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www2.lpch.go.th/lpch/uploads/20191031133903562505.pdf
33. ประชาคมวิชาการและเครือข่ายนักวิชาการ. ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานเชิงประจักษ์ของสารเคมีกาจัดศัตรูพืช 3 ชนิด มีผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม. [อินเทอร์เน็ต]. 2561. [เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2567]. เข้าถึง ได้จาก: https://thaipan.org/sites/default/files/file/pesticide_doc35.pdf
34. Vicini JL, Jensen PK, Young BM, Swarthout JT. Residues of glyphosate in food and dietary exposure. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety [Internet]. 2021. 27 May 2024: Available from: https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1541-4337.12822

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง(ต่อ)

35. Nadya Armenova, Lidia Tsigoriyna, Alexander Arsov, Kaloyan Petrov, Penka Petrova. Microbial Detoxification of Residual Pesticides in Fermented Foods: Current Status and Prospects. [Internet]. 2023. 30 May 2024: Available from: https://www.mdpi.com/2304-8158/12/6/1163
36. Navarro S, Vela N, Pérez G, Navarro G. Decline of pesticide residues from barley to malt. Food Additives & Contaminants/Food Additives and Contaminants [Internet]. 2010. 30 May 2024: Available from: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02652030701245189
37. Duan J, Cheng Z, Bi J, Xu Y. Residue behavior of organochlorine pesticides during the production process of yogurt and cheese. Food Chemistry [Internet]. 2018. 30 May 2024: Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814617316461
38. Nasution, L. Bakti, D. Agusnar, H. Harahap, E.M. Role of *Lactobacillus sakei* strain pro7 to reduce dichlorodiphenyl trichloroethane level. Journal of Physics Conference Series [Internet]. 2018. 30 May 2024: Available from: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1116/4/042025/meta
39. Zhou, X.; Zhao, X. Susceptibility of nine organophosphorus pesticides in skimmed milk towards inoculated lactic acid bacteria and yogurt starters. [Internet]. 2015. 30 May 2024: Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.6710
40. Zhang, H.; Xu, D.; Liu, Q.; Zhao, H. Enhanced degradation of five organophosphorus pesticides in skimmed milk by lactic acid bacteria and its potential relationship with phosphatase production. [Internet]. 2014. 30 May 2024: Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814614007651
41. Zhao, X.; Wang, J. A brief study on the degradation kinetics of seven organophosphorus pesticides in skimmed milk cultured with *Lactobacillus* spp. at 42 °C. [Internet]. 2022. 30 May 2024: Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814611011952
42. Cho, K.; Math, R.; Islam, S.; Lim, W.; Hong, S.; Kim, J.; Yum, M.; Cho, J.; Yum, H. Biodegradation of chlorpyrifos by lactic acid bacteria during kimchi fermentation. [Internet]. 2009. 30 May 2024: Available from: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf803649z

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายการอ้างอิง(ต่อ)

43. Islam SMdA, Math RK, Cho KM, Lim WJ, Hong SY, Kim JM, et al. Organophosphorus Hydrolase (OpdB) of *Lactobacillus brevis* WCP902 from Kimchi is able to degrade organophosphorus pesticides. Journal of Agricultural and Food Chemistry [Internet]. 2010. 30 May 2024: Available from: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf903878e
44. องค์การเภสัชกรรม. ชุดตรวจหาชนิดสารเคมีกำจัดแมลง 4 กลุ่มใน ผัก ผลไม้ และธัญพืช GPO-TM kit กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท. กรุงเทพ: องค์การ; 2552.
45. องค์การเภสัชกรรม. ชุดตรวจหาชนิดสารเคมีกำจัดแมลง 4 กลุ่มใน ผัก ผลไม้ และธัญพืช GPO-TM kit กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์. กรุงเทพ: องค์การ; 2552.
46. วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ (ตอนที่ 2) : คุณลักษณะเฉพาะที่แสดงคุณสมบัติของวิธี. [อินเตอร์เน็ต]. 2557. [เข้าถึงเมื่อ 27 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=8366
47. โรงพยาบาลราชวิถี. รพ.ราชวิถี จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การใช้ชุดทดสอบ GPO TM KIT”. [อินเตอร์เน็ต]. 2563. [เข้าถึงเมื่อ 30 พฤษภาคม 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.rajavithi.go.th/rj/?p=14983

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล อมรรัตน์ ศุภรักษ์จินดา

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552 ปริญญาตรี ศิลปศาสตร์การจัดการ มหาวิทยาลัยเกริก

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2560 ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการ บริษัท ศุภรักษ์ อินเตอร์ไรซ์ จำกัด