

ถุงพลาสติกชีวภาพผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยเพื่อยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum*
Bioplastic bag containing cinnamon essential oil for inhibiting *Penicillium citrinum*

มินลดา สร้อยนาค¹ กนกพร กิณนารี¹

เบญญพร พัฒนเจริญ¹

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย ลพบุรี 216 หมู่ที่ 1 ตำบลห้วยโป่ง อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี 15120

*อีเมลล์: 05474@pcshs.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลองเรื่องถุงพลาสติกชีวภาพผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยเพื่อยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum* เนื่องจากเชื้อรา *Penicillium citrinum* สามารถสร้างสารพิษซิตรีนินที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของไต ผู้จัดทำจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเม็ดพลาสติก PLA (Polylactic acid) สำหรับการขึ้นรูปถุงพลาสติกชีวภาพ และ 2) ศึกษาประสิทธิภาพของถุงพลาสติกชีวภาพผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยในการยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum* โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ศึกษาอัตราส่วนของเม็ดพลาสติก PLA ที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปถุงพลาสติกชีวภาพ 2) เตรียมแผ่นพลาสติกชีวภาพผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3 3) ทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum* ด้วยวิธี Paper disc diffusion โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 4) ทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ (ความหนาและการต้านทานการเปียก) และสมบัติเชิงกลของแผ่นพลาสติกชีวภาพ (การต้านทานแรงดึง) และ 5) การขึ้นรูปแผ่นพลาสติกชีวภาพเป็นถุงพลาสติกชีวภาพผลการศึกษาพบว่า Ethyl lactate สามารถใช้เป็นตัวทำละลายของเม็ดพลาสติก PLA ได้ดี และการเติม Triacetin ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของพลาสติก ทำให้เหมาะสมต่อการขึ้นรูปเป็นถุงพลาสติกชีวภาพ แผ่นพลาสติกชีวภาพผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 ให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum* สูงที่สุด โดยมีบริเวณยับยั้งเชื้อราเฉลี่ย 10.5 ± 0.4 มิลลิเมตร นอกจากนี้ แผ่นพลาสติกชีวภาพสามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำ และรับน้ำหนักได้สูงสุด 2 กิโลกรัมโดยไม่เกิดการฉีกขาด จึงสามารถนำไปขึ้นรูปเป็นถุงพลาสติกชีวภาพสำหรับบรรจุอาหารได้

คำสำคัญ: พลาสติกชีวภาพ, โพลีแลคติกแอซิด (PLA), น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย, *Penicillium citrinum*

1. บทนำ

เชื้อรา *Penicillium citrinum* เป็นเชื้อราในกลุ่มเมโซฟิลิกที่เจริญได้ดีในอุณหภูมิปานกลางและสามารถผลิตสารพิษซิตรีนิน (citrinin) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงานของไต อีกทั้งยังพบการปนเปื้อนได้ทั้งในอาหารและสิ่งแวดล้อม (Kamle et al., 2022)

เชื้อราชนิดนี้เป็นสาเหตุสำคัญของการเน่าเสียของผลไม้หลายชนิด เนื่องจากผลไม้ไม่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ จึงเอื้อต่อการเจริญของเชื้อรา โดยเฉพาะเชื้อราในสกุล *Penicillium* ที่พบบ่อยก่อนและหลังเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ *P. citrinum* ยังเป็นสาเหตุของโรคราสีเขียว (green mold) ซึ่งสร้างความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตร (Bhatia and Sharma, 2023)

แม้ว่าการใช้สารเคมีสังเคราะห์จะเป็นวิธีที่นิยมในการควบคุมเชื้อรา แต่การใช้ในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดสารตกค้างและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้บริโภค จึงมีความสนใจในการควบคุมเชื้อราที่ปลอดภัยรวมถึงมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

อบเชยเป็นพืชสมุนไพรที่พบได้ในหลายภูมิภาคและมีคุณสมบัติในการต้านจุลินทรีย์ โดยเฉพาะน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่มีสารสำคัญคือ ซินนามัลดีไฮด์ (cinnamaldehyde) ซึ่งมีบทบาทในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา จึงมีศักยภาพในการใช้ทดแทนสารเคมีสังเคราะห์สำหรับควบคุมเชื้อราในผลไม้สด ด้วยเหตุนี้ น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยจึงถูกนำมาใช้เป็นสารต้านเชื้อรา *Penicillium citrinum* เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา พร้อมทั้งมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจในการพัฒนาถุงพลาสติกชีวภาพผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยเพื่อยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum* ซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียของผักและผลไม้สด โดยมุ่งเน้นความปลอดภัยของผู้บริโภคและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันวิธีการยับยั้งเชื้อรา เช่น การใช้สารเคมีสังเคราะห์ แม้มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา แต่มีข้อกังวลเกี่ยวกับสารตกค้างซึ่งเป็นผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค การใช้สารสกัดธรรมชาติในรูปแบบสเปรย์มีข้อจำกัดด้านความคงตัวและจำเป็นต้องฉีดพ่นซ้ำบ่อยครั้ง ดังนั้นการพัฒนาบรรจุภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ (Active Plastic Packaging) ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย ซึ่งสามารถปลดปล่อยสารต้านเชื้อราได้อย่างช้า ๆ และต่อเนื่อง พร้อมทั้งย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพ

ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium citrinum* และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย

สกัดน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยด้วยวิธีการกลั่นไอน้ำ โดยบดหยาบอบเชย 500 กรัม แบ่งใช้เป็นรอบในเครื่องกลั่น ด้วยอัตราส่วนอบเชยต่อน้ำ 1:2 (น้ำหนัก:ปริมาตร) กลั่นเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นจึงแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากชั้นน้ำ ด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน ชั่งน้ำหนักน้ำมันหอมระเหยที่ได้ และคำนวณร้อยละผลผลิต (% yield) ดัดแปลงจากวิธีการของธัญญวริน และคณะ

2.2 การขึ้นรูปแผ่นพลาสติกตัวอย่าง

ละลายเม็ดพลาสติก PLA โดยใช้ Ethyl lactate เป็นตัวทำละลาย โดยใช้อัตราส่วน ดังตารางผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องกวนสารละลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และเติม Triacetin เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่แผ่นฟิล์ม จนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

ตารางที่ 1 อัตราส่วนระหว่าง PLA, Ethyl lactate และ Triacetin ของแต่ละสูตร

	PLA สูตร (กรัม)	Ethyl lactate (มิลลิลิตร)	Triacetin (กรัม)	คิดเป็น อัตราส่วน
A	2	80	-	100:0
B	2	80	0.8	95:5
C	3	80	-	100:0
D	3	80	1	95:5

(“-” คือ การไม่เติม Triacetin ในสูตรดังกล่าว)

คัดเลือกสูตรที่ให้แผ่นพลาสติกสมบูรณ์ที่สุด ผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3 รวมทั้งชุดควบคุม เพื่อเตรียมแผ่นพลาสติกตัวอย่างนำไปทดสอบการยับยั้งเชื้อราตามข้อ 2.3

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum* ของแผ่นฟิล์มโดยวิธี Paper disc diffusion

2.3.1 การเตรียมเชื้อรา

ชุดสปอร์เชื้อราเลี้ยงในอาหารเหลว PDB และบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน ก่อนเพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA อีก 3-5 วัน เพื่อให้สปอร์เจริญเต็มที่ จากนั้นเตรียมสารแขวนลอยสปอร์ด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ กรองผ่านผ้าขาวบางเติม Tween 20 และปรับความเข้มข้นของสปอร์เป็น 1×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร โดยใช้ haemocytometer แล้วนำสารแขวนลอยสปอร์ 1 มิลลิลิตร กระจายบนผิวอาหาร PDA เพื่อเตรียมสำหรับการทดสอบ

2.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum*

นำแผ่นพลาสติกตัวอย่างชนิดไม่ผสมน้ำมันหอมระเหย (ชุดควบคุม) และชนิดผสมน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3 ตัดเป็นแผ่นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร วางบนอาหาร PDA ที่เพาะเชื้อ *P. citrinum* ทำการทดลอง 4 ซ้ำ และประเมินประสิทธิภาพจากขนาดบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อ (clear zone)

2.4 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลของแผ่นพลาสติกชีวภาพที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย

ทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพแผ่นพลาสติกชีวภาพโดยวัดความหนาด้วยไมโครมิเตอร์ และทดสอบความสามารถในการต้านทานการเปียกน้ำด้วยการหยดน้ำบนตัวอย่างและวัดผลจำนวน 10 ซ้ำต่อหนึ่งตัวอย่าง จากนั้นทดสอบคุณสมบัติเชิงกลโดยประเมินความสามารถในการรับน้ำหนัก

ของแผ่นพลาสติกชีวภาพด้วยเครื่องชั่งสปริง เพื่อวัดน้ำหนักสูงสุดที่แผ่นพลาสติกสามารถรับได้ก่อนเกิดความเสียหาย จากนั้นจึงนำแผ่นพลาสติกชีวภาพไปขึ้นรูปเป็นถุงพลาสติกชีวภาพ

2.5 การขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

เมื่อคัดเลือกสูตรที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราและมีคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลที่เหมาะสมที่สุดแล้ว จึงเตรียมสารละลายตามอัตราส่วนที่คำนวณได้และเทลงในพิมพ์อะลูมิเนียมขนาด $28 \times 38 \times 0.2$ เซนติเมตร จากนั้นปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ได้แผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพที่มีลักษณะสม่ำเสมอ จึงตัดแผ่นฟิล์มให้มีขนาด 21×22 เซนติเมตร แล้วนำแผ่นฟิล์มสองแผ่นมาประกบเข้าด้วยกัน โดยใช้เม็ดพลาสติก PLA หลอมละลายเชื่อมบริเวณขอบแผ่นฟิล์มจนยึดติดเป็นถุงพลาสติกชีวภาพและนำไปประเมินประสิทธิภาพการใช้งานต่อไป

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย

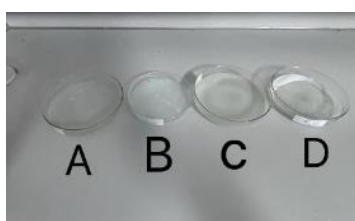
จากการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยโดยใช้อบเชยบดหยาบ 500 กรัม ได้น้ำมันหอมระเหยอบเชย 10 มิลลิลิตร คิดเป็น 2% w/w โดยมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเท่ากับ 83%

3.2 ผลการขึ้นรูปแผ่นพลาสติกตัวอย่าง

ตารางที่ 2 ผลการขึ้นรูปแผ่นพลาสติกชีวภาพด้วยสูตรที่ต่างกัน

สูตร	ลักษณะของแผ่นฟิล์ม
A	แข็งและค่อนข้างเปราะ สีขาวขุ่น
B	ยืดหยุ่นได้น้อยตึงขาดได้ง่าย สีขาวขุ่น
C	แข็งและค่อนข้างเปราะ สีขาวขุ่น
D	ยืดหยุ่นมากตึงไม่ขาดง่าย สีขาวใส

จากผลการศึกษาพบว่าสูตร D มีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมที่สุด โดยมีความยืดหยุ่นสูง ไม่ขาดง่าย และมีลักษณะโปร่งแสง จึงเลือกสูตรดังกล่าวมาขึ้นรูปเป็นแผ่นพลาสติกชีวภาพ และผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3 เปรียบเทียบกับแผ่นพลาสติกชีวภาพที่ไม่ผสมน้ำมันหอมระเหยเป็นชุดควบคุม เพื่อนำไปศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum*



รูปที่ 1 ผลการขึ้นรูปพลาสติกชีวภาพสูตรที่แตกต่างกัน และการขึ้นรูปแผ่นพลาสติกสูตร D ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ

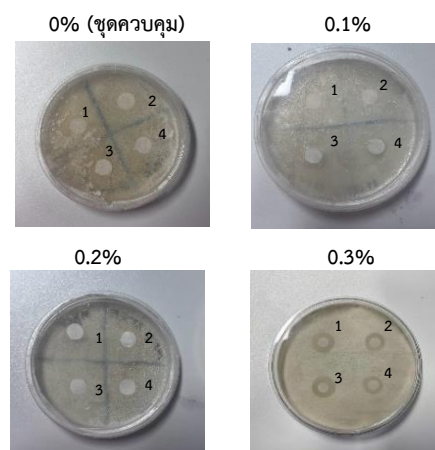
3.3 ผลการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium citrinum* ด้วยวิธี Paper disc diffusion

ในการศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium citrinum* ของแผ่นพลาสติกชีวภาพที่ผสมน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3 เทียบกับแผ่นพลาสติกชีวภาพที่ไม่ผสมน้ำมันหอมระเหย (ชุดควบคุม) ด้วยวิธี Paper disc diffusion พบว่าการเกิดบริเวณยับยั้งเชื้อรา (Clear zone) แตกต่างกันตามความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย โดยมีผลการทดลองดังตาราง

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเชื้อราของแผ่นฟิล์มที่ผสมน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่ความเข้มข้นต่างกัน

บริเวณ	ขนาดบริเวณยับยั้งเชื้อรา (Clear zone)			
	0% (ชุดควบคุม)	0.1%	0.2%	0.3%
1	-	-	-	10.55 มม.
2	-	-	-	10.25 มม.
3	-	-	-	10.85 มม.
4	-	-	-	10.45 มม.
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	10.50
±SD				± 0.4 มม.

(“-” คือ การไม่พบบริเวณยับยั้งเชื้อรา (Clear zone))



รูปที่ 2 การยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum* ของแผ่นพลาสติกชีวภาพผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย

3.4 ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลของแผ่นพลาสติกชีวภาพที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย

ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลของแผ่นพลาสติกชีวภาพที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย พบว่าแผ่นพลาสติกชีวภาพ

มีความหนาเฉลี่ย 0.02 มิลลิเมตร และมีความสามารถในการต้านทานน้ำได้ดี โดยไม่พบการซึมผ่านของน้ำ นอกจากนี้ ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลพบว่า แผ่นพลาสติกชีวภาพสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 2 กิโลกรัม โดยไม่เกิดการฉีกขาดหรือความเสียหาย จึงเหมาะสำหรับการนำไปขึ้นรูปเป็นถุงพลาสติกชีวภาพ

3.5 ผลการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ได้ถุงพลาสติกชีวภาพแบบมีหูหิ้วผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่มีขนาด 21 x 22 เซนติเมตร

4. สรุปและอภิปรายผล

4.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษารั้วนี้พบว่า สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้คือ 83% และสูตรแผ่นพลาสติกชีวภาพที่เหมาะสมที่สุดคือ สูตร D เนื่องจาก Triacetin ช่วยให้แผ่นพลาสติกมีความยืดหยุ่นดีและเหมาะสำหรับการผสมน้ำมันหอมระเหย ผลการทดสอบพบว่าแผ่นพลาสติกที่ผสมน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 0.3 สามารถยับยั้งเชื้อรา *Penicillium citrinum* ได้ดีที่สุด โดยมีบริเวณยับยั้งเชื้อ 10.5 ± 0.4 มิลลิเมตร ขณะที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 0.2 ไม่มีผลในการยับยั้งเชื้อรา และมีคุณสมบัติเชิงกลคือมีความหนา 0.02 มิลลิเมตรมีความสามารถในการต้านทานน้ำ และมีคุณสมบัติเชิงกายภาพคือสามารถรองรับน้ำหนักได้ 2 กิโลกรัมและขึ้นรูปเป็นถุงพลาสติกชีวภาพขนาด 21 x 22 เซนติเมตรเพื่อใช้งานเป็นบรรจุภัณฑ์ได้จริง

4.2 อภิปรายผลการทดลอง

ผลการศึกษาพบว่า สูตรพลาสติกชีวภาพ PLA ที่ไม่ผสม Triacetin มีความแข็งและเปราะมากกว่าสูตรที่ผสม Triacetin แสดงให้เห็นว่า Triacetin ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของพลาสติกชีวภาพ โดยสูตร D ซึ่งมีปริมาณ Triacetin เหมาะสมที่สุดให้ความยืดหยุ่นที่สูง มีลักษณะใส ไม่ขุ่น

และเหมาะสำหรับการนำไปผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ นอกจากนี้ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้ง *Penicillium citrinum* พบว่าแผ่นพลาสติกชีวภาพที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ โดยความเข้มข้นร้อยละ 0.3 ให้ผลดีที่สุด ขณะที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 0.2 ไม่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ ด้านคุณสมบัติทางกายภาพ แผ่นพลาสติกชีวภาพมีความหนาและความสามารถในการรับน้ำหนักใกล้เคียงกับถุงพลาสติกทั่วไป โดยสามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุด 2 กิโลกรัม โดยไม่ฉีกขาด แสดงว่าการเติมน้ำมันหอมระเหยไม่ส่งผลเสียต่อคุณสมบัติเชิงกลและเชิงกายภาพของแผ่นพลาสติกชีวภาพ เมื่อนำไปขึ้นรูปเป็นถุงพลาสติกชีวภาพขนาด 21 x 22 เซนติเมตร พบว่ามีศักยภาพในการพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะสำหรับอาหารที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อรา

กิตติกรรมประกาศ

โครงการทดลองนี้ได้รับคำปรึกษาและชี้แนะตลอดจนได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่จากสาขาชีววิทยา โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จ.ลพบุรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จ.ปทุมธานี และคณะวิทยาศาสตร์มหาลัษณ์มพิตร พญาไท

เอกสารอ้างอิง

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2568). อบเชย. ฐานข้อมูลเภสัชตำรับยาสมุนไพร. สืบค้นจาก <https://phar.ubu.ac.th/herbDetailThaicrudedrug/149>



นวดล เพ็ชรวัฒนา และคณะ. (2562). บรรจุภัณฑ์
อาหารต้านจุลินทรีย์จากพลาสติกย่อยสลาย
ได้ทางชีวภาพผสมน้ำมันหอมระเหย. วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 27(3),
401–414.

รวินันท์ แสงวงษ์งาม, นฤมล มาแทน และนิรันดร์
มาแทน. (2563). สมบัติทางกายภาพ
สมบัติทางกลและสมบัติในการต้านเชื้อราของ
ฟิล์มพลาสติกชีวภาพกรดโพลีแลกติกผสม
น้ำมันหอมระเหยจากจำปีน้ขาวกล่อง.
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 22(1).

Bhatia, M., และ Sharma, A. (2023). Growth
inhibition of phytopathogenic
Penicillium citrinum and *Penicillium*
expansum by some Indian culinary
spices. Current Research in Nutrition
and Food Science Journal, 11(2).
สืบค้นจาก <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.2.21>

Kamle, M., et al. (2022). Citrinin mycotoxin
contamination in food and feed:
Impact on agriculture, human health,
and detection and management
strategies. Toxins. สืบค้นจาก
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8874403/>