การพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากผลกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า

Development of the Product of Banana and Papaya Peel Extracts as A Substitute for the Chemicals Deterring Microbes In the Heel Cream

วิมลรัตน์ ม่วงประเสริฐ

นันทชา เนื้อนวล

แก้วกาญจน์ เสียงเสนาะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากผลกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า

Development of the Product of Banana and Papaya Pee Extracts as A Substitute for the Chemicals Deterring Microbes In the Heel Cream

นางสาววิมลรัตน์ ม่วงประเสริฐ

นางสาวนันทชา เนื้อนวล

นางสาวแก้วกาญจน์ เสียงเสนาะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากผลกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า
ชื่อ – นามสกุล	นางสาว วิมลรัตน์ ม่วงประเสริฐ
	นางสาว นันทชา เนื้อนวล
	นางสาว แก้วกาญจน์ เสียงเสนาะ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ดวงฤทัย นิคมรัฐ

คณะกรรมการสอบได้ให้ความคิดเห็นชอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(ดร.ภัทริกา สูงสมบัติ)

.....กรรมการ

(ดร.ศุภชัย หิรัญศุภโชติ)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ดวงฤทัย นิคมรัฐ)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

วันที่ เดือน พ.ศ

ชื่อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากผลกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า

ชื่อ – นามสกุล นางสาว วิมลรัตน์ ม่วงประเสริฐ
นางสาว นันทชา เนื้อนวล
นางสาว แก้วกาญจน์ เสียงเสนาะ

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ส่วนใหญ่มีส่วนผสมของสารเคมีเพื่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ อันส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและก่ออันตรายต่อผู้ใช้ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนการใช้สารเคมีในการยับยั้งจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า จากการสกัดผลกล้วยและเปลือกมะละกอด้วยน้ำมันมะพร้าว แล้วศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ ด้วยวิธี Disk Diffusion ที่ความเข้มข้น 25 50 100 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และวิธี Turbidity หลังจากการดูดกลืนของแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร พบว่าผลทั้งสองวิธีสอดคล้องกัน คือสารสกัดมะละกอที่มีปริมาณโปรตีนเข้มข้นตั้งแต่ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งเชื้อทั้ง 4 คือ คือเชื้อ *E. coli* *S. aureus* *Aspergillus* sp. และ *S. cerevisiae* แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *S. cerevisiae* ซึ่งบ่งบอกแนวโน้มที่ดีของการไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ของคน เมื่อสารสกัดผสมในครีมทาส้นเท้าพบว่า ได้ครีมทาส้นเท้าชนิดมีสารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอ และทั้งสองชนิดผสมกันด้วยความหนาแน่น 0.9674 0.9103 และ 0.8057 กรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนานกว่า 45 วัน และยังคงคุณสมบัติของการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ถึงร้อยละ 80 เมื่อศึกษาดูความพึงพอใจของผู้บริโภค จำนวน 40 คน พบว่ามากกว่าร้อยละ 80 มีความพึงพอใจต่อครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดดังกล่าว ครีมเหล่านี้สามารถทำให้เท้าที่แตกมากนุ่มชุ่มชื้นขึ้นภายใน 1 สัปดาห์ มีข้อเสนอแนะให้มีการปรับปรุงกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าให้มีความเหมาะสม จากการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ และสามารถเป็นผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า เพื่อพัฒนาในระดับอุตสาหกรรมต่อไปได้

คำสำคัญ : การยับยั้งจุลินทรีย์ ครีมทาส้นเท้า สารสกัด กล้วย เปลือกมะละกอ

Thesis title	Development of the Product of Banana and Papaya Peel Extracts as A Substitute for the Chemicals Deterring Microbes in the Heel Cream
Author	Wimonrat Muangprasert
	Nantacha Nueanual
	Kaewkarn Siangsanor
Degree	Bachelor of Science
Major program	Environmental Science and Natural Resources
	Faculty of Science and Technology

ABSTRACT

At present most human-related products contain a mixture of chemicals for inhibiting microorganisms polluting the environments and harming the users. The purpose of this research was to develop a product using banana and papaya peel extracts as replacers for the chemicals inhibiting microorganisms in heel cream. By extracting raw bananas and papaya peels with coconut oil, the studying the efficacy of inhibition on *E. coli S. aureus Aspergillus* sp. and *S. cerevisiae* with Disk Diffusion method at the protein concentration were performed as follows: 25 50 100 and 150 micrograms per milliliter. The observation of clear zone to observer clear zone of inhibition. and the Turbidity method using light absorption at a length of 600 nm was also were shown the corresponding results of microbial inhibition. observed and showed the consistent results. Especially, the papaya extract having the protein concentration at least of 150 micrograms per milliliter could inhibit all 4 microbe species but could not inhibit *S. cerevisiae* that indicated a good trend of no harm on human. When mixing the extract in the heel cream, it was found that Heel cream containing banana extract, papaya and both mixtures displayed the density of 0.9674 0.9103 and 0.8057 gram per cubic meter, respectively. They could be stored at room temperature for more than 45 days and still maintained the properties of microbial

inhibition by up to 80 percentages. When studying the satisfaction of consumers collected randomly from teenagers to elders, at both sexes of 40 people, more than 80 percentages of the customers were satisfied with the heel cream from all extracts. These all creams could make the feet soft and moisturized within 1 week. More suggestions were to improve the smell of heel cream products to be suitable for all age of consumers. Therefore, this research could be concluded that banana and papaya peel extracts inhibiting microorganisms could be used as a heel cream for further continuously developing at the industrial level.

Keywords: Microorganism inhibition, Heel cream, Extracts, Banana, Papaya peels, Disk Diffusion, Clear zone, Turbidity

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและอนุเคราะห์อย่างดี จากคณาจารย์หลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.ดวงฤทัย นิคมรัฐ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.ภัทริกา สูงสมบัติ ประธานกรรมการ และ ดร.ศุภชัย หิรัญศุภโชค กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำ ตลอดจนคำปรึกษาและข้อเสนอแนะ ตรวจสอบแก้ไขข้อพร่องปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ซึ่งผู้วิจัยต้องกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ มาโนช หลักฐานดี หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม และคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องสถานที่ทำวิจัยและอบรมวิชาความรู้ ให้แก่ผู้วิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนงบประมาณจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ประจำเป็นงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้สนับสนุนทุนในการวิจัย

สุดท้ายคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เมตตาอบรมสั่งสอนให้คำแนะนำจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนเพื่อนๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจในการศึกษาวิจัยนี้ จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

นางสาว วิมลรัตน์ ม่วงประเสริฐ

นางสาว นันทชา เนื้อนวล

นางสาว แก้วกาญจน์ เสียงเสนาะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 สมมติฐาน	2
1.5 กรอบแนวความคิด	3
1.6 นิยามศัพท์	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กล้วย	6
2.2 มะละกอ	10
2.3 เครื่องสำอาง	14
2.4 สารกันเสีย	15
2.5 จุลินทรีย์ก่อโรคในเครื่องสำอาง	18
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	26
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	27
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	
4.1 การเตรียมสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอ	38
4.2 การทดสอบการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอด้วยวิธี Disk Diffusion	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การทดสอบการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอด้วยวิธี Turbidity	48
4.4 การทำครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ	53
4.5 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจในการใช้ครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ	55
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	63
5.2 ข้อเสนอแนะ	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ข้อมูลผลการทดลอง	69
ภาคผนวก ข ตัวอย่างตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจการใช้ครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ	72
ภาคผนวก ค การเผยแพร่องค์ความรู้จากการวิจัยให้กับชุมชน	74
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	78

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4.1 จำนวนเซลล์ที่มีการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity	48
4.2 ประสิทธิภาพของการยับยั้งของการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ด้วยวิธี Turbidity	48
4.3 จำนวนเซลล์ที่มีการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity	49
4.4 ประสิทธิภาพของการยับยั้งของการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ด้วยวิธี Turbidity	49
4.5 จำนวนเซลล์ที่มีการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aspergillus* sp. ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity	50
4.6 ประสิทธิภาพของการยับยั้งของการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aspergillus* sp. ด้วยวิธี Turbidity	50
4.7 จำนวนเซลล์ที่มีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. cerevisiae* ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity	50
4.8 ประสิทธิภาพของการยับยั้งของการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. cerevisiae* ด้วยวิธี Turbidity	51
4.9 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ของวิธี Disk diffusion และ Turbidity	52
4.10 ลักษณะครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอ	55
ภาคผนวก ก.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดกล้วยในการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Turbidity	70
ภาคผนวก ก.2 ตารางแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดเปลือกมะละกอในการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Turbidity	70
ภาคผนวก ก.3 ตารางแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอในการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Turbidity	71

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย	3
2.1 กล้วยน้ำว้า	6
2.2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเพคติน	7
2.3 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส	8
2.4 มะละกอ	11
2.5 ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า	15
2.6 สารกันเสีย	16
2.7 ลักษณะเชื้อ *E. coli*	18
2.8 ลักษณะเชื้อ *S. aureus*	19
2.9 ลักษณะเชื้อ *Aspergillus* sp.	20
2.10 ลักษณะเชื้อ *S. cerevisiae*	21
3.1 ขั้นตอนการทำสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ	27
3.2 ตัวอย่างสารสกัดในครีมทาส้นเท้า	29
3.3 ตำแหน่งการวางแผ่น disk ที่มีสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ	30
3.4 ขั้นตอนการ Spread plate	30
3.5 ขั้นตอนการศึกษาควาเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมในเทคนิค Disk diffusion	31
3.6 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและวัดค่า Turbidity	33
3.7 ขั้นตอนการผสมครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ	35
3.8 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ	36
3.9 วิธีการวัดความหนาแน่นของครีมทาส้นเท้า	37
4.1 สารสกัดจากกล้วยหลังจากการแช่ไว้นาน 30 วัน	38
4.2 สารสกัดจากเปลือกมะละกอหลังจากการแช่ไว้นาน 30 วัน	39
4.3 สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอหลังจากการแช่ไว้นาน 30 วัน	39
4.4 ตำแหน่งการเกิด Clear zone ของเชื้อ *E. coli* ด้วยวิธี Disk diffusion	40
4.5 การทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion โดยเชื้อ *E. coli* ที่ความเข้มข้นของสารสกัดแตกต่างกัน	41
4.6 ตำแหน่งการเกิด Clear zone ของเชื้อ *S. aureus* ด้วยวิธี Disk diffusion	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.7 การทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion โดยเชื้อ *S. aureus* ที่ความเข้มข้นของสารสกัดแตกต่างกัน	43
4.8 ตำแหน่งการเกิด Clear zone ของเชื้อ *Aspergillus* sp. ด้วยวิธี Disk diffusion	44
4.9 การทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion โดยเชื้อ *Aspergillus* sp.	45
4.10 ตำแหน่งการเกิด Clear zone ของเชื้อ *S. cerevisiae* ด้วยวิธี Disk diffusion	46
4.11 การทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion โดยเชื้อ *S. cerevisiae* ที่ความเข้มข้นของสารสกัดแตกต่างกัน	47
4.12 การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity	52
4.13 ครีมจากสารสกัดกล้วย	53
4.14 ครีมจากสารสกัดเปลือกมะละกอ	53
4.15 ครีมจากกล้วยกับเปลือกมะละกอ	54
4.16 ผลสำรวจของเพศผู้ตอบแบบสอบถาม	56
4.17 ผลสำรวจอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม	56
4.18 ผลสำรวจอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม	57
4.19 ผลสำรวจลักษณะของผิวส้นเท้าที่มีปัญหาของผู้ตอบแบบสอบถาม	57
4.20 ผลสำรวจความพึงพอใจในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า	58
4.21 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อปริมาณของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า	58
4.22 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อเนื้อครีมของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า	59
4.23 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อกลิ่นโดยรวมของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า	60
4.24 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อส่วนผสมจากธรรมชาติในครีมทาส้นเท้า	60
4.25 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อประสิทธิภาพหลังการใช้ครีมทาส้นเท้า 7 วัน	61
ภาคผนวก ค.1 ภาพกิจกรรมงาน 14 ปี Rmutp	75
ภาคผนวก ค.2 โปสเตอร์เผยแผ่ความรู้ 14 ปี Rmutp	76
ภาคผนวก ค.3 หนังสือพิมพ์สยามรัฐสืบเนื่องจากงาน 14 ปี Rmutp	77

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้กับร่างกายมนุษย์ ทั้งยา เครื่องสำอาง และอาหาร ผู้ผลิตจำเป็นต้องคำนึงถึงความคงสภาพทางจุลชีววิทยา (Microbiological stability) ของผลิตภัณฑ์ ด้านความต้านทานของผลิตภัณฑ์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์รวม 2 ประการ คือ ป้องกันไม่ให้ผู้บริโภคเกิดโรคแทรกซ้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ให้เสียในระหว่างการเก็บรักษาและการใช้อันมาจากการทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อาจปรากฏให้เห็นในลักษณะต่าง ๆ เช่น การเกิดก๊าซซึ่งมีกลิ่นเหม็น การสูญเสียความหนืด การมีสีเปลี่ยนแปลง และอิมัลชันแยกชั้น เป็นต้น ทั้งนี้สาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์อาจมาจากหลายสาเหตุ ได้แก่ ผู้ผลิต วัตถุดิบและน้ำที่ใช้ในการผลิต ภาชนะ เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและขั้นตอนการผลิตบรรจุและภาชนะบรรจุ รวมทั้งฝาปิด ในการป้องกันการปนเปื้อนและเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่นิยมใช้สารกันเสียซึ่งเป็นวิธีทางเคมี ซึ่งง่าย สะดวกและได้ผลดี และจะมีประสิทธิภาพ แต่อาจทำให้เกิดอาการแพ้กับผู้ใช้ได้ จึงเกิดแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการเลือกใช้สารกันเสียจากสารธรรมชาติเช่น สารสกัดจากพืชคือ สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอ (ศรัณยา ธาราแสวง และคณะ, 2556)

สารสกัดจากพืชหมายถึง สารจากพืชที่ผ่านกระบวนการสกัดและการแยกทางกายภาพและทางเคมี เพื่อให้ได้สารออกฤทธิ์ออกมา โดยไม่ต้องเปลี่ยนส่วนผสมที่ใช้งานของกระบวนการในการสกัด สารสกัดจากพืชใช้เป็นวัตถุดิบอย่างแพร่หลายเช่นในอาหาร เครื่องดื่ม ยา ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เครื่องสำอางอุตสาหกรรมปลายน้ำ และนำมาช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ สารสกัดของพืชมีข้อดีคือสามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาด ราคาถูก ไม่เป็นอันตรายและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำสารสกัดในเครื่องสำอางคือครีมทาส้นเท้าจากกล้วยดิบและเปลือกของมะละกอมาเพื่อใช้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีผลผลิตตลอดทั้งปี มีสรรพคุณหลากหลายด้านสรรพคุณทางยาสามารใช้ได้ทั้งต้น ผล และดอก ในส่วนของยางนั้นมี แทนนิน (Tannin) เป็นสารที่ให้รสฝาดที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ มีการศึกษา โดยเฉพาะเชื้อ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่า (วรพจน์ จันทร์แสนตอ, 2554)

มะละกอเป็นผลไม้ที่มีผลผลิตตลอดทั้งปีที่ทราบกันว่าในส่วนเปลือกมะละกอมีเอนไซม์ชื่อว่าปาเปน (Papain) ที่มีคุณสมบัติสามารถช่วยยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์

เช่น น้ำหมักกำจัดราแป้ง ราดำ ราสนิม เพลี้ย และมีการนำผลของสารสกัดหยาบจากเปลือกมะละกอ ด้วยน้ำเป็นตัวทำละลายนั้นพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของรา *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ (ธารทิพย์ รัตนะ, 2559)

จากคุณสมบัติของกล้วยและเปลือกมะละกอดังกล่าว ทำให้ทีมผู้วิจัยมีความต้องการพัฒนาการประยุกต์ใช้สารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้กับมนุษย์ โดยจำเป็นต้องมีการทดสอบผลิตภัณฑ์ ทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ในรูปของสารสกัดที่ได้และผลิตภัณฑ์ครีม โดยผลิตภัณฑ์ครีมยังต้องสามารถคงตัว มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี นาน และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคได้ ซึ่งมีฤทธิ์กำจัดเชื้อจุลินทรีย์ สามารถแทนการใช้สารกันเสีย ทั้งนี้การเลือกใช้ เพราะสารกันเสียนั้นมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียเพื่อยืดอายุการใช้งานของครีม ซึ่งสารกันเสียเหล่านั้นเองอาจเป็นอันตรายต่อผิวหนังได้ เช่น เกิดการระคายเคือง หรืออาจเป็นสารก่อมะเร็ง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาคุณลักษณะของสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอทางกายภาพและชีวภาพ

1.2.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอในการยับยั้งจุลินทรีย์

1.2.3 ศึกษาประสิทธิภาพของครีมทาส้นเท้าในการยับยั้งจุลินทรีย์และความคงตัวของผลิตภัณฑ์ในการทดแทนสารกันเสียในครีมทาส้นเท้า

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 สถานที่ดำเนินการศึกษา : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา : Spectrophotometer, หม้อนึ่งความดันไอ, เครื่องปั่น

1.3.3 วัตถุดิบ: กล้วย เปลือกมะละกอ

1.3.4 ตัวทำละลาย: น้ำ PEG น้ำมันมะพร้าว

1.3.5 เชื้อจุลินทรีย์: *Escherichia coli*, *S. aureus*, *Aspergillus* sp., *Saccharomyces cerevisiae*

1.4 สมมติฐาน

1.4.1 สารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

1.4.2 สารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอสามารถทดแทนสารกันเสียในครีมทาส้นเท้า

1.5 กรอบแนวความคิด

ภาพ 1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 *Escherichia coli* (*E. coli*) เป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม เป็นตัวชี้การปนเปื้อนของอุจจะระ ในน้ำ มีอยู่ตามธรรมชาติในลำไส้ใหญ่ของสัตว์และมนุษย์ ลักษณะเป็นรูปท่อน ติดสีแดงเป็นแกรมลบ

1.6.2 *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) เป็นส่วนหนึ่งของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อประจำถิ่นในผิวหนังและโพรงจมูกเป็นแบคทีเรียก่อโรคชนิดหนึ่งเมื่อ เชื้อนี้ปนเปื้อนลงไปในอาหารทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการอาหารเป็นพิษ ลักษณะเป็นรูปกลม เป็นแกรมบวก

1.6.3 *Aspergillus* sp. เป็นเชื้อราหลายเซลล์ ลักษณะแตกแขนงมีสปอร์เป็นรูปคล้ายดอกไม้ พบทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เป็นสาเหตุให้อาหารเสีย ได้ทั้งเนื้อสัตว์ น้ำนม ผักผลไม้ เพราะสามารถผลิตเอนไซม์ได้หลายชนิด เช่น เอนไซม์อะไมเลส (Amylase)

1.6.4 *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) เป็นสปีชีส์ของยีสต์ที่ใช้ทำขนมปังและเบเกอรี่อื่นๆ ช่วยให้ขึ้นฟู และใช้เป็นสิ่งมีชีวิตแม่แบบสำหรับการศึกษาเซลล์ของยูคาริโอต

1.6.5 สารสกัดจากกล้วย คือ สารที่ผ่านกระบวนการสกัด การแยกทางกายภาพและทางเคมีโดยใช้ตัวทำละลาย คือ น้ำ PEG และน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น เพื่อให้สารออกฤทธิ์ที่ต้องการออกมา

1.6.6 สารสกัดจากเปลือกมะละกอ คือ สารที่ผ่านกระบวนการสกัด การแยกทางกายภาพและทางเคมีโดยใช้ตัวทำละลายคือ น้ำ PEG และน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น ซึ่งสามารถละลายสารออกฤทธิ์ที่ต้องการออกมา

1.6.7 สารกันเสีย คือ สารที่ใช้ฆ่าหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรีย ที่ปนเปื้อนติดมากับผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า ในระหว่างการผลิต หรือใช้เพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพหรือ เกิดพิษจากเชื้อที่ปนเปื้อน

1.6.8 Polyethylene glycol หรือ PEG เป็นสารเคมี ไม่มีสี หนืด เนื่องจากสมบัติที่ดี เช่น ละลายน้ำได้ มีขั้วใช้ในการทำละลายในสารสกัดครีมทาส้นเท้า

1.6.9 ครีมทาส้นเท้า คือ ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารกันเสีย เพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า มีคุณสมบัติที่ช่วยให้ผิวนุ่มชุ่มชื้น และรักษาอาการส้นเท้าแตกและเท้าแห้งกร้าน

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ

1.7.1 ได้สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์

1.7.2 ได้แนวทางหนึ่งของการใช้ประโยชน์จากสารธรรมชาติจากพืชคือสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอในการยับยั้งจุลินทรีย์ ที่สามารถทดแทนการใช้สารกันเสียผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า

1.7.3 ได้ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอที่สามารถนำไปพัฒนาในทางการค้าต่อได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า ทีมผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำงานวิจัย โดยมีหัวข้อความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 กล้วย

กล้วย เป็นพรรณไม้ล้มลุกในสกุล *Musa* มีหลายชนิดในสกุล บางชนิดมีหน่อบางชนิดไม่มีหน่อ ใบแบนยาวใหญ่ ก้านใบตอนล่างเป็นกาบยาวหุ้มห่อซ้อนกันเป็นลำต้น ออกดอกที่ปลายลำต้นเป็น ปลี และยาวเป็นงวง มีลูกเป็นหวี ซึ่งรวมเรียกว่าเครือ

ภาพ 2.1 กล้วยน้ำว้า

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วยน้ำว้า

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Musa sapientum* Linn.

ชื่อสามัญ : Cultivated banana

วงศ์ : Musaceae

1) ต้นและรากของกล้วยน้ำว้า กล้วยน้ำว้าเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นแท้คือส่วนหัวหรือเหง้าที่อยู่เหนือดินเล็กน้อย หรือ ฝังอยู่ใต้ดิน เหง้ากล้วยน้ำว้าสามารถแตกหน่อเป็นต้นใหม่ได้ ส่วนลำต้นเหนือดินที่เป็นลำต้นเทียม ซึ่งประกอบด้วยกาบใบและใบ โดยกาบใบจะแทงออกจากเหง้าเรียงซ้อนกันแน่นเป็นวงกลม จนกลายเป็นลำต้นตามที่มองเห็น แผ่นกาบด้านนอกที่มองเห็นมีสีเขียว และมีสีดำเล็กน้อย กาบใบเป็นแผ่นโค้งรูปครึ่งวงกลม โดยมีแกนกลางเป็นกาบอ่อนเรียงซ้อนกัน เมื่อกล้วยออกปลีหรือดอก จะมีแกนกลางกลายเป็นแก่นกล้วยแทน รากกล้วยน้ำว้ามีระบบรากแขนงที่แตกออก

จากเหง้ากล้วย มีลักษณะเป็นเปลือกหุ้มสีดำ แก่นรากมีสีขาว มีขนาดของรากประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร

2) ใบกล้วยน้ำว้าหรือใบตอง ใบกล้วยเป็นส่วนที่ถัดจากกาบกล้วยน้ำว้า ประกอบด้วยส่วนก้านใบ และใบ ก้านใบ ที่มีความยาวประมาณ 0.5-1 เมตร ถัดมาเป็นส่วนใบ เรียกว่าใบตองที่เป็นยอดอ่อนมีสีเขียวอ่อน และตั้งตรง เมื่อแก่จะมีสีเขียวสด แผ่นใบมีลักษณะเรียบ ความยาวของแผ่นใบแต่ละข้างยาวเท่ากันประมาณ 25-30 เซนติเมตร

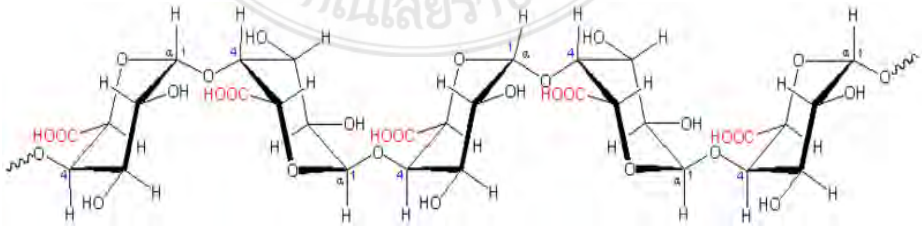
3) ดอกและผลกล้วยน้ำว้า ดอกกล้วยจะแทงออกที่ปลายยอด มีลักษณะเป็นช่อห้อยลง เรียกว่า เครือกล้วย โดยเครือกล้วยประกอบด้วยใบประดับสีแดงหุ้มดอกไว้ เรียกว่า ปลีกล้วย มีลักษณะค่อนข้างป้อมเมื่อเทียบกับปลีกล้วยชนิดอื่น ใบประดับส่วนปลายม้วนงอ แผ่นใบประดับด้านนอกบริเวณส่วนบนมีสีแดงม่วง ส่วนล่างมีสีแดง แผ่นใบประดับด้านในมีสีครีม ส่วนดอกที่อยู่ด้านในจะมีหลายดอกย่อยเรียงซ้อนกันเป็นแผง (อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, 2557)

2.1.2 เนื้อเยื่อและผลของกล้วย

เนื่องจากผลกล้วยซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อและของเหลวเป็นที่รวมของสารให้กลิ่นและรสชาติ โดยกล้วยเป็นผลไม้เนื้อนิ่ม ผลแก่เนื้อจะแข็งมีปริมาณของเหลวต่ำสารให้กลิ่นรสมีน้อย เมื่อแก่สุกงอม ส่วนของเนื้อเยื่อชั้นกลาง 4 เรียก Mesocarp มีลักษณะฉ่ำน้ำซึ่งเป็นส่วนของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตในรูปต่างๆ เช่น แป้ง น้ำตาล และใยอาหาร ซึ่งส่วนของใยอาหารนี้ได้แก่ เพคตินและเซลลูโลสเป็นหลัก มีผลต่อการสกัดแยกส่วนของของเหลวจากเนื้อเยื่อ

1) เพคติน (Pectin)

เพคตินเป็นสารประกอบแขวนลอยโพลีแซคคาไรด์ (Colloid polysaccharide) พบมากในบริเวณมิดเดิลลาเมลลามักรวมอยู่กับเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสที่บริเวณผนังเซลล์ปฐมภูมิ ในผลดิบสารประกอบเพคตินจะอยู่ในรูปของ Protopectin ซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อผลเริ่มสุก Protopectin จะถูกเปลี่ยนไปเป็นเพคตินที่มีคุณสมบัติละลายน้ำ โดยมีเอนไซม์ Protopectinase เป็นตัวเร่ง ทำให้ผลไม้มีเนื้ออ่อนนุ่มลง โครงสร้างทางเคมีของเพคตินเป็น Heteropolysaccharide ที่ประกอบไปด้วยโครงสร้างที่เป็นสายหลักเรียกว่า Smooth region ประมาณร้อยละ 60-90

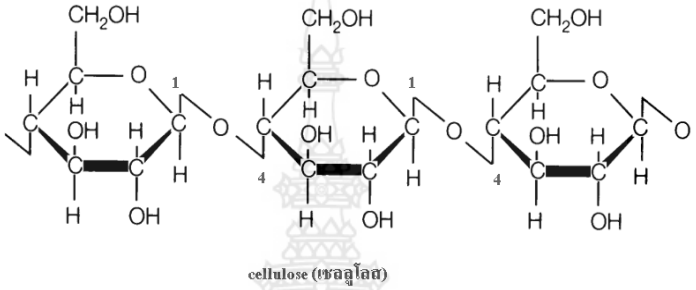


ภาพ 2.2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเพคติน

ที่มา: เพคติน, (2549)

2) เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส (Cellulose and Hemicellulose)

เซลลูโลสเป็นสารประกอบโพลีแซคคาไรด์ชนิดหนึ่ง ที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืช มีโครงสร้างทางเคมีเป็นสารประกอบโพลิเมอร์ที่ไม่มีกิ่งก้านสาขาประกอบด้วยหน่วยย่อยของน้ำตาลกลูโคส หลาย ๆ หน่วยมาต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะ **β**-1,4-glycosidicbond เซลลูโลสเชื่อมต่ออยู่กับเพคตินและเฮมิเซลลูโลสในผนังเซลล์ปฐมภูมิด้วย Xyloglucans ซึ่งจะรวมตัวกันเป็นไมโครไฟบริลแต่ละสายของไมโครไฟบริลจะเรียงขนานกันและยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน



ภาพ 2.3 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส
ที่มา: เซลลูโลส, (ม.ป.ป.)

3) แป้ง (Starch)

แป้งเป็นสารประกอบ Polymeric carbohydrate ที่มีผลต่อการแปรรูปน้ำผลไม้ ในน้ำผลไม้ที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบจะเกิดปฏิกิริยา Gelatinization ในระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้น้ำผลไม้ข่น และเกิดปัญหาในขั้นตอนการกรอง แป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือ พอลิเมอร์เชิงเส้นเรียกว่าอะไมโลส และพอลิเมอร์เชิงกิ่งเรียกว่าอะไมโลเพคติน อะไมโลสเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้นที่ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 2,000 หน่วย และส่วนที่เป็นกิ่งสาขาที่เป็นพอลิเมอร์กลูโคสสายสั้นเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ **α**-1,6-glucosidic linkage (จิรนาถ บุญคง, 2554)

2.1.3 องค์ประกอบของกล้วย

กล้วยส่วนใหญ่รับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก กล้วยมีสารอาหารหลากหลายทางอาหาร โดยเฉพาะกล้วยมีโปแทสเซียมและให้พลังงานสูง มีไขมันและคอเรสเตอรอลต่ำ มีวิตามินเอ วิตามินบี 6 และวิตามินซี องค์ประกอบหลักของเนื้อกล้วยและของเหลวกล้วยมีดังนี้

1) คาร์โบไฮเดรท

คาร์โบไฮเดรทในกล้วยดิบอยู่ในรูปของแป้งประมาณร้อยละ 20-25 มีน้ำตาลประมาณร้อยละ 1-2 ในระหว่างการสุกแป้งจะถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็นน้ำตาลททำให้เหลือแป้ง อยู่ในกล้วยเพียงประมาณร้อยละ 1-2 ทำให้ส่วนของน้ำตาลเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 - 25 ในระหว่างการสุกปริมาณคาร์โบไฮเดรททั้งหมดจะลดลง เนื่องจากถูกใช้ไปในกระบวนการหายใจ (Respiration) น้ำตาลในกล้วยส่วนใหญ่คือซูโครส กล้วยดิบมีปริมาณเฮมิเซลลูโลสสูงประมาณร้อยละ 8-10

2) โปรตีน

ในระหว่างกล้วยสุกจะพบว่ามีปริมาณของโปรตีนอยู่ร้อยละ 0.5-1.5 โดยน้ำหนัก และพบกรดอะมิโนที่สำคัญได้แก่ Glutamine, Asparagine, Histidine, Arginine และ Leucin

3) ไขมัน

เนื้อกล้วยสุกมีไขมันต่ำประมาณร้อยละ 0.2-0.5 ส่วนใหญ่เป็น Palmitic acid, Oleic acid และ Linolenic acid ในระหว่างการสุกอัตราส่วนของกรดไขมันในเปลือกจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะลดลงโดยเฉพาะ Palmitic acid

4) สารประกอบที่ให้กลิ่นรส (Flavor constituents)

องค์ประกอบของที่ให้กลิ่นรสคือสารระเหยในกล้วยซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ (1) Bananalike flavor ได้แก่ สารพวกเป็น Amyl และ Isoamyl (2) เอสเทอร์ของกรดอะซิติก

5) กรดอินทรีย์

กรดอินทรีย์ที่พบมากในกล้วยมากสุดคือกรดมาลิก และรองลงมาคือกรดออกซาลิก และกรดซิตริก โดยกรดมาลิกพบในปริมาณมากขึ้นระหว่างการสุก และในขณะเดียวกันจะเกิดปฏิกิริยา Decarboxylation ของสารประกอบพวกออกซาเลต และเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันของแทนนิน ซึ่งปฏิกิริยาทั้งสองขั้นตอนนี้มีผลทำให้ความฝาดของกล้วยลดลงเมื่อกล้วยสุก

6) สารประกอบฟีนอลลิก

สารประกอบฟีนอลลิกชนิดที่พบในกล้วยคือ Dopamine ซึ่งพบมากที่สุด ในส่วนของเปลือก โดย Dopamine จะเป็นสับสเตรทของการเกิดปฏิกิริยา Enzymatic browning ที่ส่งผลทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นในระหว่างการสุกของกล้วยแล้วต่อให้เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชั่นของแทนนิน ทำให้ความฝาดของกล้วยลดลง

7) เม็ดสี

ในระหว่างกล้วยสุกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีที่บริเวณเปลือกอย่างชัดเจน กล้วยดิบมีส่วนของเปลือกสีเขียว แล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อกล้วยสุก โดยจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหลังจากช่วง Climateric peak และจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเต็มที่ภายใน 3-7 วัน ที่อุณหภูมิปกติ ในเปลือกกล้วยดิบประกอบไปด้วยคลอโรฟิลด์ 50-100 ไมโครกรัมต่อกรัม แซนโทฟิลด์ 5-7 ไมโครกรัมต่อกรัม และแคโรทีน 1.5-3.5 ไมโครกรัมต่อกรัม (ของน้ำหนักกล้วยสด)

8) เอนไซม์

ในกล้วยสุกมีเอนไซม์หลายชนิด ทั้งไฮโดรไลติกและออกซิเดทีฟเอนไซม์ เอนไซม์ที่ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรทที่พบได้แก่โพลีกาแลคทูโรเนส เพคตินเมธิลเอสเทอร์เรส ลามินาริเนส แอลฟา แมนโนซิเดส เบต้ากาแลคโตซิเดส อะไมเลส เซลลูเลส เฮมิเซลลูเลส เอนโดเบต้าแมนนาเนส และกาแลคทาเนส ส่วนกิจกรรมเอนไซม์เพคตินเมธิลเอสเทอร์เรสจะเพิ่มขึ้น หลังจาก

Climateric peak กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสและเฮมิเซลลูเลสจะเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการสุก และจะลดลงเมื่อกล้วยสุก

9) เนื้อ

เมื่อกล้วยเริ่มสุกจะเกิดเปลี่ยนแปลงลักษณะความแน่นเนื้อของเนื้อกล้วย โดยระหว่างการสุกปริมาณน้ำในเปลือกกล้วย และที่ก้านผลจะลดลง ส่วนความชื้นในเนื้อกล้วยจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรท ทำให้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของเนื้อและน้ำหนักของเปลือกเปลี่ยนไป โดยน้ำหนักของเนื้อมีปริมาณเพิ่มขึ้นแต่น้ำหนักในส่วนของเปลือกจะลดลง

10) วิตามิน

กล้วยมีวิตามินสูง แต่จะสูญเสียไปเมื่อถูกความร้อนกล้วยสดมีคุณค่าทางอาหารมากกว่ากล้วยแปรรูป ปริมาณของวิตามินซีในกล้วยสุกจะน้อยกว่าในกล้วยดิบโดยกล้วยน้ำว้าดิบ 100 กรัมมีปริมาณวิตามินซีอยู่ 30 มิลลิกรัม แต่เมื่อสุกจะมีปริมาณวิตามินซีลดลงเหลือ 24 มิลลิกรัม และเมื่อสุกงอมปริมาณวิตามินซีลดลงเหลือ 19 มิลลิกรัม และเมื่อแปรรูปเป็นกล้วยตากปริมาณวิตามินซีจะยิ่งลดลงเหลือเพียง 3 มิลลิกรัม (สมฤดี ไทพาณิชย์และปราณี อ่านเปรื่อง, 2557)

2.1.4 การนำไปใช้ประโยชน์

ผลสุก เป็นอาหาร ยาระบายสำหรับผู้ที่มีอุจจาระแข็ง หรือเป็นริดสีดวงทวารขั้นเริ่มแรก จนกระทั่งถ่ายเป็นเลือด ผลดิบใช้เป็นยาฝาดสมาน แก้ท้องเสีย หัวปลี แก้โรคโลหิตจาง ลดน้ำตาลในเลือด และแก้โรคเกี่ยวกับลำไส้ ผลดิบบดเป็นผง ใช้ป้องกันบำบัดโรคแผลในกระเพาะอาหารที่เปลือก และเนื้อมี Serotonin ช่วยยับยั้งการหลั่งน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร ผลดิบยังใช้รักษาอาการท้องเสีย การที่กล้วยสามารถแก้อาการท้องเสียได้ เพราะมีสารแทนนิน ผงกล้วยดิบทั้งเปลือกใช้โรยรักษาแผลเรื้อรัง แผลติดเชื้อต่างๆ เปลือกผลดิบ รสฝาด สมานแผล ลดระดับคอเลสเตอรอล นอกจากนี้ก็ยังเชื่อว่าสารโพแทสเซียมที่พบในกล้วยจะช่วยให้ร่างกายขับโซเดียมออกมาทางปัสสาวะได้มากขึ้น ส่งผลดีต่อระดับความดันโลหิตที่ลดลง กล้วยเป็นผลไม้ที่ดีต่อสุขภาพท้อง เพราะคาร์โบไฮเดรตจากกล้วยที่ร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้นั้น เป็นแหล่งอาหารชั้นดีของเหล่าจุลินทรีย์โปรไบโอติกซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดดีที่พบในลำไส้ (DISTHAI, ม.ป.ป)

2.2 มะละกอ

มะละกอเป็นไม้ผลเขตร้อนชนิดหนึ่ง ปนพืชที่มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาเขตร้อนและกึ่งร้อน สวนอีกสกุลหนึ่งมีแหล่งกำเนิดในทวีปแอฟริกา ลักษณะของไม้ในวงศนี้จะเป็นไม้ตนขนาดเล็ก เปนพุมมีใบอยูรวมกันเป็นกระจุก มีน้ำยาง (Latex) อยูทุกสวนของตนแต่มีมากในสวนของใบ ลำตน และผลอ่อน ใบจัดเรียงเป็นแบบเกลียว (Spiral) มีหูใบตรงก้านใบมักจะมีดอกตัวเมีย ดอกตัวผู้ ดอกสมบูรณเพศหรือดอกกระเทยแยกกันอยู่คนละตน (เสาวลักษณ ภูมิวสนะ, 2527)

มะละกอจัดเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุสั้น แต่ถ้าปลูกในสภาพดิน ฟ้า อากาศ ที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตและการพัฒนาการแล้ว สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 15 ปี มะละกอเป็นไม้ผลที่มีระบบรากแก้ว ลำต้นจะชุ่มน้ำ เนื้อไม้กลวงโตเต็มที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 2-10 เมตร ไม่มีกิ่งแขนงบนลำต้น เจริญเติบโตเฉพาะส่วนยอด แต่ในบางครั้งอาจพบมีกิ่งแขนงแตกออกมาได้ในกรณีที่ส่วนยอดถูกทำลายหรือตนลม ซึ่งสามารถให้ดอกและผล (สุวรรณา อินทรคงแก้ว, 2539)

ภาพ 2.4 ลักษณะผลมะละกอ

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Carica papaya* L.

ชื่อสามัญ : Papaya, Papaw, Papane และ Papepy

วงศ์ : Caricaceae

1) ราก (Root)

ระบบของรากมะละกอ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

ระบบรากแก้ว (Top root) ระบบรากชนิดนี้จะพบได้ในพืชไปเลี้ยงคู่ทั่วๆ ไป โดยทั่วไปการงอกของเมล็ด อันดับแรกจะมีรากแรก (Radical root) งอกออกจากเมล็ดก่อนจากนั้นเจริญเป็นราก (Primary root) และเจริญเป็นรากแก้วต่อไป

ระบบรากแขนง (Branching root) การงอกแรกสุดก็เช่นเดียวกันกับการงอกแบบแรกแต่แทนที่รากแก้วเจริญเป็นรากเดี่ยวที่เห็นได้อย่างเด่นชัด กลับแตกเป็นปลายแขนงขนาดใกล้เคียงกันตั้งแต่ 2-3 รากขึ้นไป ลักษณะเช่นนี้จะปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัดเมื่อต้นกล้าอายุได้ 1 เดือน

2) ต้น (Stem)

ต้นมะละกอเป็นต้นไม้เนื้ออ่อนและอวบน้ำ (Herb and Succulence) ไม่มีแก่นกลางเหมือนต้นไม้ชนิดอื่นลำต้นกลม กลวงยกเว้นตรงข้อต่อ เป็นลำชะลูดขึ้นไปรอบๆ แต่ถ้าส่วนยอดถูกทำลายตาที่อยู่ด้านข้างจะเจริญงอกออกมาเป็นกิ่ง และสามารถเจริญเติบโตออกดอกและติดผลได้เช่นเดียวกับมะละกอต้นอื่นๆ

3) ใบ (Leaves)

ใบของมะละกอมีลักษณะใหญ่และกว้าง 25 - 27 เซนติเมตร เหมือนใบปาล์มแต่มีเนื้ออ่อนนุ่มกว่าในมะละกอจะติดอยู่ส่วนยอดของลำต้น มีก้านใบกลวงยาวประมาณ 1 เมตร การเกิดของใบเรียงตัวกันเป็นเกลียว

4) ดอก (Flowers)

ดอกของมะละกอมีอยู่หลายชนิดการเกิดดอกแต่ละชนิดขึ้น อยู่กับสภาพแวดล้อมและความอุดมสมบูรณ์ของต้น หากเกิดเป็นดอกที่ไม่สามารถติดผลได้ หรือรูปร่างผิดปกติ จึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของดอกและการเปลี่ยนแปลงเพศดอกมะละกอสำหรับใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกต้นที่มีลักษณะดีเพื่อประโยชน์ในการผลิตมะละกอดอกมะละกอแบ่งโดยอาศัยลักษณะทางเพศได้ดังนี้

4.1) ดอกตัวผู้ (Male flower) ดอกตัวผู้มีก้านดอกยาวลักษณะของดอกเล็กยาวและมีกลีบดอกรวมกันจากฐานดอกขึ้นไป ส่วนของความยาวดอก ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ มีสีเขียวและสั้นติดอยู่ที่ฐานดอกกลีบดอกมีสีขาวอยู่ 5 กลีบ มีเกสรตัวผู้ติดอยู่ 2 อันยาว 1 อัน และสั้นหนึ่งอันรวมเป็น 10 อัน ตรงกลางดอกจะมีรังไข่ (Ovary) เล็กๆ แต่ไม่มีปลายเกสรตัวเมียที่รับเอาละอองเกสรตัวผู้

4.2) ดอกตัวเมีย (Female flower) ดอกตัวเมียมีลักษณะกลีบดอกใหญ่แยกตัวจากรังไข่ คือการติดกับฐานดอกกลีบดอกและยอดเกสรตัวผู้ขนาดของดอกใหญ่ 2 นิ้ว - 2 นิ้วครึ่ง เกิดจากเหนือฐานก้านใบดอก อาจจะมีดอกเดียวหรือหลายดอกในก้านดอกเดียว ก้านดอกสั้นติดอยู่กับดอก รังไข่ประกอบด้วย 5 คาร์เปล (Carpel) จะสังเกตได้ชัดจากรอยเป็นทาง หรือเหลี่ยมที่รังไข่ ผลที่เกิดจากดอกตัวเมียมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือกลมรี

4.3) ดอกกระเทย (Hermaphodrite) ดอกกระเทย หมายถึง ดอกมะละกอที่มีเกสรตัวผู้หรือเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ลักษณะของดอกมีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ที่กลีบดอกมีเกสรตัวผู้ค่อนข้างยาวติดอยู่รังไข่มีลักษณะยาวมีความสม่ำเสมอกันตั้งแต่โคนถึงปลาย เกสรตัวเมียของดอกกระเทยอาจจะได้รับการผสมจากเกสรตัวผู้จากดอกเดียวกันหรืออาจได้รับการผสมจากต้นตัวผู้และต้นกระเทยตัวอื่นๆ เมื่อผสมกันติดแล้วรังไข่จะขยายตัวเป็นผล ลักษณะของผลมักเป็นผลที่มีรูปร่างยาว

5) ผลมะละกอ

ผลของมะละกอมีหลายแบบตามลักษณะของดอก เช่น ผลกลม ผลยาว และมีรูปทรงกระบอก นอกจากนี้ผลมะละกอยังมีรูปทรงที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะพันธุ์ ความสมบูรณ์ของต้นและของดอก ความยาวของผลที่มีขนาดโตเต็มที่ไล่ลงไปถึงที่มีขนาดเล็กที่สุดตั้งแต่ผสมติดและ

รังไข่เจริญมาเป็นผล จนถึงผลสุขจะกินเวลาประมาณ 4 เดือน ผลเมื่อยังไม่สุกจะห่อน้ำยาง ซึ่งมียางสีขาวคล้ายนมสด น้ำยางของมะละกอนี้มีน้ำย่อยพวกปาเปน (Papain)

เนื่องจาก Papain มีประโยชนตอวงการอุตสาหกรรม ประเทศที่ผลิตมากที่สุดคือประเทศศรีลังกา แอฟริกาตะวันออก คองโก และประเทศที่ใช Papain เพื่ออุตสาหกรรมมากที่สุดคือสหรัฐอเมริกาและญี่ปุน (โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง, 2530)

6) ยางมะละกอ

ยางมะละกอได้จากส่วนผล ลำต้น และใบ แต่จะมีมากที่สุดที่ผลดิบ โดยจะให้น้ำยางแห้งได้ถึงประมาณร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักผล ในยางจะมีเอนไซม์สำคัญซึ่งสามารถย่อยโปรตีนได้ ฤทธิ์การย่อยของยางจากผลอ่อนจะน้อยกว่าผลที่แก่กว่า ยางมะละกออาจแยกส่วนประกอบได้เป็นเอนไซม์ 5 ชนิด คือ ปาเปน (Papain) ไคโมปาเปน เอ (Chymopapain A) ไคโมปาเปน บี (Chymopapain B) และเปปติเดส เอ (Papaya Peptidase A) ซึ่งต่อมาเรียกว่า Proteinase omega และ ไลโซไซม์ (Lysozyme) มีความอยู่ตัว ทนความร้อนและทนต่อสภาพกรดได้ดี สายพันธุ์มะละกอที่สามารถผลิตน้ำยางสดได้สูงคือ สายพันธุ์จำปาดำ และแขกดำ

7) เมล็ด

มะละกอมีเมล็ดอยูภายในผลจำนวนมาก เมล็ดจะติดอยู่กับผนังด้านในของผลเมล็ดมีรูปร่างกลม สีดำหรือเทา ผิวเปลือกยนรอบๆ เมล็ดมีสารชนิดหนึ่งที่เปนเนื้อเยื่อบางๆ หุมอยู ชื่อว่า เจลาติน (Gelatin) คัพภะมีขนาดกลางและมีลักษณะตรง ใบเลี้ยงแบนรูปรางเปนรูปไข อาหารเลี้ยงคัพภะอยูลอมรอบใบเลี้ยง มะละกอหนัก 1 กรัมจะมีจำนวนเมล็ดแห้งจำนวนประมาณ 20 เมล็ด (สุวรรณา อินทรคงแกว, 2539)

2.2.2 ประโยชน์ของมะละกอ

1) เพื่อการบริโภคในครัวเรือนและอุตสาหกรรม

1.1) เพื่อบริโภคในครัวเรือน ผลมะละกอสามารถใชบริโภคสดไดทั้งดิบและสุก เชน ผลดิบใช้ในการทำส้มตำ แกงสมมะละกอ และแกงเหลืองมะละกอ เปนต้น สวนมะละกอสุกมีรสชาติที่หอมหวาน อุดมด้วยคุณคาทางอาหารช่วยทำใหระบบขับถ่ายของร่างกายดีขึ้น

1.2) ใชเปนวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร มะละกอผลดิบใช้ในการผลิต มะละกอดองเต้าเจี้ยว มะละกอดิบกวน มะละกอเสน แยมมะละกอดิบ และแกงสมมะละกอบรรจุกระปอง เปนต้น ไสหรือแกนในของต้นมะละกอสามารถนำมาดอง สวนมะละกอสุกสามารถนำไปใชผลิตมะละกอในน้ำเชื่อมบรรจุกระปอง ฟรุตสลัดบรรจุกระปอง

1.3) ได้ยางมะละกอจากเปลือก ลำต้น ใบ และผลดิบ เนื่องจากยางมะละกอมีน้ำย่อย (Enzyme) เรียกวา Papain อยู่มาก จึงมีประโยชนใชหมักเนื้อที่เหนียวให้เปื่อยนุ่มน่ารับประทาน นอกจากนี้ Papain ในยางมะละกอมีประโยชนในอุตสาหกรรมทำเบียร โดยผสมในเบียรกอนทำการ

หมักเพื่อให้โปรตีนในเบียรตกตะกอน แล้วสามารถกรองออกได้และทำเบียรใสนาดื่มตลอดอายุการเก็บ (รัชนี ฉวีราช, 2531)

2) ประโยชนมะละกอดานเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง

2.1) ใช้ Papain เปนสวนผสมในยาระบายและชวยยอยสำหรับคนที่เปนโรคกระเพาะหรือคนแก ซึ่งมักจะมีอาการจุกเสียดเนื่องมาจากอาหารที่รับประทานเข้าไปยอยไมหมด จึงทำให้เกิดแกสในกระเพาะ จึงใชสาร Papain เปนองคประกอบในยา Caroid และ Papase

2.2) ใช้ Papain ในอุตสาหกรรมทำเครื่องสำอาง โดยผสม Papain ในเครื่องสำอางเพื่อลดรอยฝ้า จุดด่างดำบนใบหนา

2.3) ใช้ในการรักษาแผลเรื้อรัง ซึ่งเปนที่ยอมรับในวงการแพทยแผนปจจุบันแลววา Papain สามารถรักษาแผลได โดยชวยยอยหนองเนื้อที่ตายแลวไดดี โดยยอยเศษเลือดให้สลายตัวได ภายใน 1 วัน นอกจากนี้ Papain ยังชวยยับยั้งเชื้อโรคพวกแบคทีเรียได้หลายชนิดทั้งพวกแกรมบวกและแกรมลบ และยังสามารถทำลายพิษของแบคทีเรียพวกแกรมลบได้อีกด้วย ทำให้สามารถลดอาการอักเสบ

2.4) ใช้ในการห้ามเลือด สาร Papain ทำให้เลือดแข็งตัวดีขึ้น จึงใช้ห้ามเลือดในบาดแผลสดได้

2.5) ใช้ในการขับพยาธิ ยางและเมล็ดมะละกอใช้ขับพยาธิได้หลายชนิดทั้งตัวกลมและตัวแบนแตขับพยาธิไส้เดือนได้ดีที่สุด สารที่ออกฤทธิ์ขับพยาธิคือสาร Papain และคารซิน ที่พบในเมล็ดมะละกอ (โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง, 2530)

2.3 เครื่องสำอาง

เครื่องสำอางอาจมีได้หลายลักษณะ เช่น ครีม ของเหลว โฟม หรือผง และฉลากของเครื่องสำอางต้องมีลักษณะตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำหนด เช่น ใช้ข้อความที่ตรงต่อความจริง ใช้ข้อความภาษาไทยและมีขนาดที่สามารถอ่านได้ชัดเจน รวมทั้งต้องระบุข้อความคือ ชื่อเครื่องสำอางและชื่อทางการค้าชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิต กรณีที่ผลิตในประเทศ ชื่อและที่ตั้งของ ผู้นำเข้าและชื่อผู้ผลิตและประเทศที่ผลิต กรณีนำเข้าปริมาณ วิธีใช้ ข้อแนะนำ คำเตือน เดือน ปีที่ผลิตและที่หมดอายุ เลขที่หรืออักษรแสดงครั้งที่ผลิต และชื่อของสารทุกชนิดที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิต และข้อความอื่นเพื่อคุ้มครองประโยชน์ของผู้บริโภค ตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่คณะกรรมการกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา (สุนัดดา โยมญาติ, 2560)

2.3.1 ครีมทาส้นเท้า

เท้าเป็นอวัยวะที่ต้องทำงานหนักมากที่สุด เพราะต้องรับน้ำหนักตัวเวลาเดินหรือยืน และยังต้องรับแรงกระแทกเมื่อเดินและวิ่ง อาการเท้าแห้งแตกสามารถทำให้รู้สึกไม่สบายเท้า

และรู้สึกเจ็บปวดขณะที่เดินหรือวิ่ง โดยมีสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาเท้าแตกแห้งคือ เท้าแห้งแตกหรือเท้าแห้งกร้านสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัยเช่น ขาดการดูแลผิวและปล่อยให้ผิวแห้งกร้าน ผิวเท้าที่สูญเสียความชุ่มชื่นจะเริ่มแข็งและหนาขึ้นเรื่อยๆ และนำไปสู่การแห้งแตกในที่สุด ดังนั้นควรบำรุงเท้าให้ชุ่มชื่นอยู่เสมอ ควรหลีกเลี่ยงการยืนด้วยเท้าเปล่าเป็นเวลานาน ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอาการเท้าแห้งแตก (วาสลินไทยแลนด์, 2561)

ในการดูแลเท้าให้ดีเพื่อลดและป้องกันอาการเท้าแห้งแตก ที่อาจนำความเจ็บปวดจึงจำเป็นต้องมีตัวช่วยในการบำรุงเท้า เช่นผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า ซึ่งสามารถทำให้ผิวนุ่มชุ่มชื่น ช่วยสมานแผลรอยแตกของส้นเท้าได้ดี ส่วนประกอบของครีมทาส้นเท้าหลัก มีส่วนผสมของ ไขผึ้ง วาสลีน น้ำมันดอกทานตะวัน ซึ่งมีสาระสำคัญที่ช่วยบำรุงผิวให้นุ่มชุ่มชื่น

ภาพ 2.5 ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า

2.4 สารกันเสีย

ด้วยผลกระทบจากความเป็นพิษต่าง ๆอันก่ออันตรายต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นกับมนุษย์มากขึ้นในปัจจุบัน มนุษย์ได้มีความต้องการผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากสารเคมี และไม่มีสารกันเสีย แต่ด้วยสภาพแวดล้อมในประเทศไทยที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างวันมากกว่า 30 องศาเซลเซียส เป็นปัจจัยที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ที่ปนเปื้อนในอากาศ อาหาร เครื่องดื่ม ยารักษาโรค จึงจำเป็นต้องใช้สารกันเสีย เพื่อช่วยแก้ปัญหาของเน่าเสีย และเพื่อลดเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

สารกันเสียหรือเรียกชื่ออื่น เช่น สารกันบูด ยากันบูด วัตถุกันเสีย (Preservatives) คือสารประกอบที่ใช้เติมลงใน อาหาร เครื่องดื่ม ยารักษาโรค เครื่องสำอาง ตัวอย่างสารชีวภาพที่ใช้ในห้องทดลอง สี กาว ไม้ หรือเฟอร์นิเจอร์ที่ผลิตจากไม้ ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการเสื่อมสลายจากแบคทีเรีย เชื้อรา สารต้านอนุมูลอิสระ และโลหะหนักต่าง ๆ

โลกปัจจุบันสารกันบูดบางกลุ่มสามารถส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคได้โดยตรง โดยเฉพาะสารกันบูดที่ใส่ในอาหาร เช่น โซเดียมไนไตรท์ (Sodium nitrite) ที่ผสมลงในเนื้อสัตว์ เมื่อนำมาปรุง

ด้วยความร้อน โซเดียมไนไตรท์ จะทำปฏิกิริยากับโปรตีนในเนื้อสัตว์ และเปลี่ยนไปเป็นสารเอน-ไนโตรซามีน (N-nitrosamine) ที่สามารถก่อมะเร็งได้ นอกจากนี้การใช้โซเดียมเบนโซเอท (Sodium benzoate) โดยอาหารที่มีโซเดียมเบนโซเอทเป็นส่วนประกอบ มาปรุงผสมร่วมกับวิตามินซี จะเกิดสารก่อมะเร็ง คือ Carcinogenic benzene (อภัย ราษฎรวิจิตร, 2561)

ภาพ 2.6 สารกันเสีย

ที่มา: สารกันเสีย GLYDANT, (2561)

2.4.1 หมวดหมู่ของสารกันเสีย

1) ใช้การออกฤทธิ์ต่อเชื้อโรคครอบคลุมเชื้อแบคทีเรียร่วมกับเชื้อราหรืออย่างใดอย่างหนึ่งหรือออกฤทธิ์แบบต้านอนุมูลอิสระหรือไม่ก็ออกฤทธิ์โดยเข้ารวมตัวกับโลหะหนัก

2) ใช้เกณฑ์ของผลิตภัณฑ์ด้วยสารกันบูดแต่ละชนิดมีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น อาหารเครื่องดื่ม ยารักษาโรค ฯลฯ

3) ใช้ความเป็นธรรมชาติที่มีคุณสมบัติของสารกันเสีย เช่น สารกันเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด สารกันเสียที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นเอสเทอร์ สารกันเสียที่มีโครงสร้างของหมู่แอลกอฮอล์ หรือ หมู่ฟีนอล เป็นต้น

4) ใช้แหล่งกำเนิดของสารกันบูดเป็นเกณฑ์ โดยแบ่งเป็นสารกันเสียที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นหรือสารกันเสียที่ได้จากธรรมชาติ

2.4.2 พิษของสารกันเสีย

พิษหรือผลอันไม่พึงประสงค์ของสารกันเสียสามารถเกิดกับระบบอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย เช่น ระบบสืบพันธุ์ ระบบต่อมไร้ท่อ ระบบประสาท ระบบทางเดินหายใจ และรวมถึงการระคายเคืองต่อผิวหนัง ซึ่งอันตรายเหล่านี้แฝงตัวมา การบริโภคหรือใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารกันเสียมากผิดปกติ อาจทำให้ร่างกายมีการสะสมสารกันเสีย ปัจจุบันผลิตภัณฑ์หลายอย่าง ที่เป็นอาหารหรือเครื่องสำอาง จะมีการระบุชนิดของสารกันเสียไว้ที่ฉลากของผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคสามารถสังเกตและใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจในการใช้ผลิตภัณฑ์นั้น ตัวอย่างเช่น

1) Methylisothiazolinone เป็นสารกันเสียที่ใช้มากในเครื่องสำอาง แชมพู โลชั่น สบู่อาบน้ำ สบู่ล้างมือและผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาดเสื้อผ้า หรือสุขภัณฑ์ หากมีการสะสมในร่างกายมากจนเกินไป อาจทำให้เกิดพิษต่อ ปอด ระบบประสาทและกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ทางผิวหนัง

2) Paraben เป็นสารกันเสียที่นิยมใช้มากในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น Methylparaben Propylparaben, Ethylparaben และ Butylparaben การสะสมในร่างกายเป็นปริมาณมากอาจทำให้เกิดพิษต่อระบบทางเดินสืบพันธุ์ ระบบประสาท ระคายเคืองผิวหนัง รวมถึงกระตุ้นการเกิดมะเร็ง

3) Methylchloroisothiazolinone เป็นสารกันเสียที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกาย สารประกอบชนิดนี้ อาจกระตุ้นให้มีอาการแพ้ทางผิวหนัง ระคายเคืองตา ระคายเคืองในปอด

4) Benzisothiazolinone พบได้ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกาย หากปนเปื้อนลงแหล่งน้ำ อาจทำให้เกิดพิษต่อสัตว์น้ำอย่าง ปลา

5) BHA (Butylated hydroxyanisole) และ BHT (Butylated hydroxytoluene) มักถูกใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำมันต่างๆ เพื่อป้องกันการเหม็นหืน ทั้ง BHA และ BHT สามารถสร้างผลกระทบต่อร่างกายคล้ายกับฮอร์โมนเอสโตรเจน สามารถกระตุ้นการเกิดมะเร็งในมนุษย์ได้ นอกจากนี้อาจส่งผลกระทบต่อระดับฮอร์โมนเทสทอสเตอโรน (Testosterone) และไทรอยด์ฮอร์โมน

6) Phenoxyethanol พบในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดส่วนบุคคล และเครื่องสำอาง อาการพิษที่เกิดขึ้นได้ เช่น ก่อให้เกิดอาการแพ้ต่อ ผิวหนัง ตา ปอด รวมถึงเป็นพิษต่อระบบประสาท (อภัย ราษฎรวิจิตร, 2561)

2.4.3 ประโยชน์ของสารกันเสีย

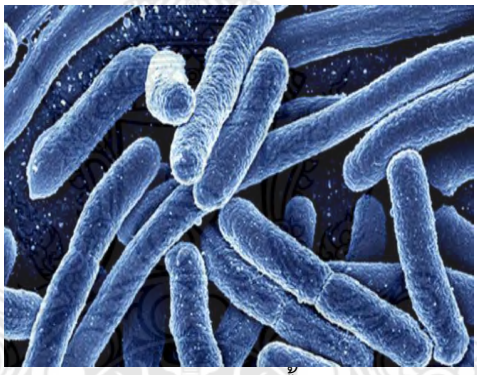
1) ทำลายผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ โดยสารกันเสียสามารถออกฤทธิ์แทรกซึม และทำลายเซลล์ของจุลินทรีย์ส่วนใดส่วนหนึ่งหรือเซลล์ทั้งหมด ทำให้จุลินทรีย์หยุดการเติบโตและตาย

2) หยุดการทำงานเอนไซม์ของจุลินทรีย์ โดยออกฤทธิ์ทำให้เอนไซม์ชะงักหรือทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ที่ปล่อยออกมาย่อยอาหารของจุลินทรีย์เสียไป

3) มีผลต่อสารพันธุกรรมของจุลินทรีย์ โดยออกฤทธิ์ทำลายหรือทำให้สารพันธุกรรมของจุลินทรีย์เสื่อมสภาพ เช่น สาร RNA และ DNA หยุดชะงักของกระบวนการแบ่งเซลล์หรือทำให้เซลล์มีรูปแบบที่ผิดปกติไป ไม่สามารถดำรงชีพต่อไปได้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2556)

2.5 จุลินทรีย์ก่อโรคในเครื่องสำอาง

จุลินทรีย์คือสิ่งมีชีวิตที่อุบัติขึ้นเป็นสิ่งแรกในโลก ซึ่งจุลินทรีย์มีบทบาทต่อวัฏจักรต่างๆ และเป็นจุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการ ซึ่งมีผลทำให้เกิดความหลากหลายทางชีววิทยา (Biodiversity) จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ มีคุณสมบัติและความสามารถแตกต่างกัน โดยมีวิวัฒนาการปรับตัวเพื่อดำรงชีวิตในระบบนิเวศน์และสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมือนกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้กระจายอยู่ในแหล่งต่างๆ ทั้งในอากาศ ดิน น้ำ บนส่วนต่างๆ ของต้นไม้ อาหาร เครื่องสำอาง ยา รวมทั้งในร่างกายมนุษย์ ฯลฯ และแม้ในที่ๆ มีอุณหภูมิสูงมาก เช่น ในน้ำพุร้อน หรือที่เย็นจัดจนอุณหภูมิติดลบ บริเวณที่มีความเป็นกรด-ด่างมาก ในทะเล หรือบริเวณที่มีความกดดันสูง ซึ่งจุลินทรีย์มีหลายชนิดด้วยกัน คือ แบคทีเรีย รา ยีสต์ สาหร่าย และโปรโตซัว ซึ่งคาดว่าบนโลกมีจุลินทรีย์ประมาณ 500,000 ชนิด จุลินทรีย์ที่อยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก ล้วนมีความสำคัญทั้งด้านที่เป็นคุณและเป็นโทษ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557)



ภาพ 2.7 ลักษณะเชื้อ *E. coli*
ที่มา: เชื้ออีโคไล (*E. Coli*), (2561)

2.5.1 *Escherichia coli* เขียนย่อว่า *E. coli* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) รูปร่างเป็นแท่ง (Rod shape) มีลักษณะสั้นและอ้วน แต่เมื่อเลี้ยงไว้นานจะเป็นแท่งที่ยาวขึ้นทั้งนี้ลักษณะรูปร่างจะขึ้นอยู่กับอาหารเลี้ยงเชื้อไม่สร้างสปอร์เป็น Facultative anaerobe เจริญได้ทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจนอยู่ในวงศ์ Enteroacteriaceae และเป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliform) ประเภท Fecal coliform ซึ่งเป็นโคลิฟอร์มที่พบในอุจจาระของมนุษย์

แหล่งที่พบเชื้อ พบในอุจจาระของคนเนื่องจาก *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่พบตามลำไส้ของคนและสัตว์ บางครั้งพบในน้ำใช้ อาหาร เครื่องดื่ม ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่า มีการปนเปื้อนของอุจจาระคนและสัตว์ ดังนี้จึงใช้ *E. coli* เป็นดรรชนีบ่งชี้การปนเปื้อนอุจจาระและโรคที่อาจเกิดขึ้นภายในร่างกาย

1) โรคติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ Urinary trace infection (UTI) *E. coli* เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อทางเดินปัสสาวะที่พบบ่อยที่สุดทำให้กระเพาะปัสสาวะอักเสบ (Cystitis), กรวยไตอักเสบ (Pyelitis) ถ้าเป็นมากเชื้ออาจลุกลามเข้าสู่กระแสเลือดเกิดเป็น Epticemia และอาจตายได้

2) เยื่อบุช่องท้องอักเสบ มักเกิดจากลำไส้ทะลุเนื่องจากการแตกของไส้ติ่งอักเสบ

3) การอักเสบของแผล (Wound Infection) เช่น แผลผ่าตัด แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก

4) ปอดอักเสบ (Pneumonitis) อาจเกิดจากการสำลักและมักจะเกิดหลังการผ่าตัด

5) การอักเสบในช่องท้องน้อย (Pelvic inflamation disese) มักมาจากการอักเสบ

6) การติดเชื้อในกระแสเลือด (Septicemia) ทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะ Shock, DIC และเสียชีวิตได้จากการติดเชื้อในกระแสเลือดและอาจเกิดจากการติดเชื้อในอวัยวะต่างๆของร่างกาย

7) การก่อให้เกิดอุจจาระร่วง *E. coli* บางสายพันธุ์ทำให้เกิดอุจจาระร่วงได้โดยเฉพาะในเด็กทารก (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2551)

ภาพ 2.8 ลักษณะเชื้อ *S. aureus*

ที่มา: *Staphylococcus aureus* ในเด็ก : อันตรายวิธีการกำจัดเขา, (ม.ป.ป.)

2.5.2 *Staphylococccus aureus* เป็นแบคทีเรียก่อโรค (Pathogen) ที่สำคัญในอาหาร แบคทีเรียชนิดนี้ย้อมติดสีแกรมบวก (Gram positive bacteria) มีรูปร่างเป็นทรงกลม (Cocus) อยู่รวมกันเป็นพวงคล้ายพวงองุ่นไม่สร้างสปอร์ (Non-spore forming bacteria ดู Bacterial spore) ไม่เคลื่อนไหว ส่วนใหญ่ไม่มีแคปซูล ให้ผลบวกในการทดสอบ Catalase และในภาวะที่ไม่มีออกซิเจนจะสลายน้ำตาลกลูโคสให้กรดอินทรีย์ จัดอยู่ในกลุ่ม Facultative anaerobe คือเจริญได้ในที่มีอากาศและไม่มีอากาศ แต่เจริญได้ดีกว่าในสภาวะที่มีอากาศ *S. aureus* สร้างสารพิษ (Toxin) ชนิดเอนทีโรทอกซิน (Enterotoxin) สารพิษที่สร้างมีสมบัติพิเศษ คือ ทนความร้อน *S. aureus* ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ชนิด Intoxication จะสามารถทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยได้ มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียน และอ่อนเพลีย รวมทั้งอาจมีการเต้นของชีพจรผิดปกติ ซึ่งโดยทั่วไปอาการจะดีขึ้นภายใน 2-3 วัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพความต้านทานสารพิษของร่างกาย ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในอาหารและปริมาณสารพิษที่สร้างขึ้นในอาหาร รวมทั้งสภาพร่างกายโดยทั่วไปของผู้ที่ได้รับเชื้อด้วย

โรคอาหารเป็นพิษที่มีสาเหตุจากเชื้อ *S. aureus* เนื่องจากได้รับสารพิษของ *S. aureus* สารพิษนี้ทำให้กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ เชื้อที่เป็นสาเหตุ มีรูปร่างกลมเกาะกันเป็น

กลุ่มคล้ายพวงองุ่น เป็นคู่ เป็นสายสั้นๆ *S. aureus* สามารถผลิตสารพิษได้ 6 ชนิด ได้แก่ Type A, B, C, C_2, D และ E แต่ละชนิดจะมีความเป็นพิษแตกต่างกัน

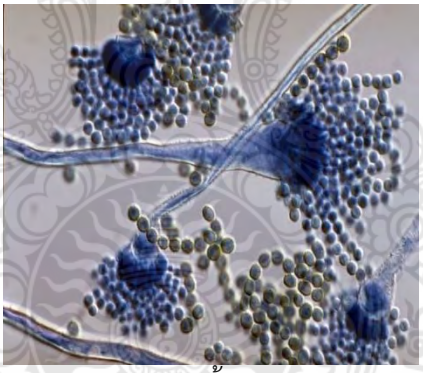
อาหารเป็นพิษที่เกิดจาก *S. aureus* ป้องกันได้โดย

1) ป้องกันการปนเปื้อนของอาหารกับเชื้อ *S. aureus*

2) ป้องกันการเจริญของ *S. aureus*

3) ทำลาย *S. aureus* ในอาหาร

แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจาย *S. aureus* เป็นพวกที่ปรับตัวอาศัยเฉพาะในสัตว์บางชนิด ประมาณครึ่งนึงของ Species ที่รู้จักพบอยู่ในคนเท่านั้น พบตามผิวหนัง ทางเดินปัสสาวะ และบาดแผล หรือชนิดที่อาศัยอยู่ในคนและสัตว์ด้วย เช่น *S. aureus* ซึ่งพบเซลล์ของเชื้อชนิดนี้จำนวนมากใกล้บริเวณเปิดของผิวร่างกาย สัตว์เลี้ยงจำนวนมากเป็นแหล่งของ *S. aureus* เช่น วัว น้ำนมดิบอาจปนเปื้อนเชื้อจากวัวที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ ถ้าดื่มน้ำนม หรือเนยแข็งที่มีเชื้อนี้ปนเปื้อนจะมีโอกาสเกิดโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อนี้ได้มาก การปนเปื้อนในอาหาร โดยทั่วไปพบเชื้อชนิดนี้ปริมาณต่ำ ในอาหารชนิดใดก็ตามที่ผลิตมาจากสัตว์ หรืออาหารที่สัมผัสโดยมือคน ถ้าอาหารนั้นไม่ได้ผ่านความร้อนที่มีผลทำลายเซลล์ของแบคทีเรียชนิดนี้ (นฤมล ตปนียะกุลและวาสนา คงสุข, 2558)



ภาพ 2.9 ลักษณะเชื้อ *Aspergillus* sp.

ที่มา: ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, ม.ป.ป.

2.5.3 *Aspergillus* sp. ชื่อวงศ์ Trichocomaceae ของเชื้อรา (Mold) ที่มีความหลากหลาย มีสายพันธุ์มากกว่า 100 สายพันธุ์ พบทั่วไปในในสิ่งแวดล้อม เป็นสาเหตุให้อาหารเสีย (ได้ทั้งเนื้อสัตว์ น้ำนม ผักผลไม้ เพราะสามารถผลิตเอนไซม์ได้หลายชนิด เช่น เอนไซม์ อะไมเลส (Amylase) ย่อยโมเลกุลของสตาร์ซให้เป็นน้ำตาล เอนไซม์โปรตีเอส (Protease) ย่อยโมเลกุลของโปรตีนให้เป็นกรดแอมิโน เอนไซม์เพกทิเนส (Pecinase) ย่อยสลายเพกทิน (Pectin) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช และ เชื้อราบางสายพันธุ์ยังสร้างสารพิษ (Mycotoxin) เช่น Aflatoxin ochratoxin ซึ่งเป็นอันตรายในอาหาร

ลักษณะทั่วไป *Aspergillus* sp. จัดเป็นราในกลุ่ม Ascomycetes เป็นเชื้อราที่พบได้ทั้งในรูปของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะสร้างสปอร์

แบบไม่อาศัยเพศ เรียกว่า Condinia ไฮฟา (Hyphae) เป็นแบบไม่ผนังกั้น มีเส้นใยที่แตกแขนง เส้นใยของเชื้อราไม่มีสี แต่ละส่วนที่กั้นแล้วมีนิวเคลียสหลายอัน ก้านชูสปอร์ (Conidiophore) เกิดจาก Foot cell ก้านชูสปอร์ อาจมีผนังกั้นหรือไม่มี ที่ส่วนปลายของก้านชูสปอร์ จะโป่งออกเป็นเวสซิเคิล (Vesicle) และมีส่วนที่ยื่นออกมาเป็น สเตอริกมา (Sterigma)

การใช้ประโยชน์ การหมักอาหาร (Fermentation) เชื้อรา *Aspergillus* sp. ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในแถบเอเชีย ได้แก่ ประเทศจีน ญี่ปุ่น ไทย และอินโดนีเซียโดยเฉพาะ *A. oryzae* ซึ่งใช้เพื่อการผลิตอาหารหมักจากถั่วเหลือง (Soybean) และเมล็ดธัญพืช (Cereal grain) เช่น ซีอิ้ว (Fermented soy sauce) มิโซ (Miso) เต้าเจี้ยว และสาเก (Sake) เป็นต้น ใช้ผลิต เอนไซม์การหมักเพื่อผลิต กรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก (Citric acid) เป็นผู้ย่อยสลายสารต่างๆ ในระบบนิเวศ โดยมีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ได้หลายชนิดเพื่อสร้างออกมาย่อยเซลล์ของพืช ในธรรมชาติได้ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2558)

ภาพ 2.10 ลักษณะเชื้อ *S. cerevisiae*

ที่มา:ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*, (ม.ป.ป.)

2.5.4 *Saccharomyces cerevisiae* คือ ยีสต์ (Yeast) ชนิดหนึ่ง ที่ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อการหมัก (Fermentation) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์ ใช้เป็นสารให้ขึ้นฟู ในขนมปัง และใช้ผลิตสารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract) ใช้ในการหมัก (fermentation) ให้ได้ผลผลิตหลักคือเอธิลแอลกอฮอล์ ยีสต์ชนิดนี้จะเปลี่ยน น้ำตาลให้เป็นเอธิลแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หลายชนิดได้แก่ *S. cerevisiae* อาจใช้ร่วมกับจุลินทรีย์อื่น เช่น แบคทีเรีย รา เพื่อการหมักอาหารโปรตีน เช่น อาหารหมักจากถั่วเหลือง ให้ได้กลิ่นหอมของแอลกอฮอล์ เช่น การหมักซีอิ๊วแบบหมัก (Fermented soy sauce) เบียร์ (Beer) ซึ่งอาจเรียกว่า Brewer's yeast ใช้ผลิตเบียร์ชนิด เอล (Ale) อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Ale yeast มีลักษณะพิเศษคือ ผลิตแอลกอฮอล์สูง ที่อุณหภูมิ 16 ถึง 24 องศาเซลเซียส หลังจากการหมักเซลล์ยีสต์ลอยตัวเป็นกลุ่มอยู่ที่ผิวหน้าของเบียร์ทำให้เรียกได้อีกชื่อว่า Top-fermenting yeast หรือ Top yeast หรือ Surface yeast ไวน์ (Wine) สาเก (Sake) ปรั่นดี (Brandy) วิสกี้ (Whiskey) รัม (Rum) ใช้เป็นสารที่ทำให้ขึ้นฟู (Leavening agent) เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี (Bakery) ทำให้อาจเรียก

S. cerevisiae ว่า Baker's yeast ใช้เพื่อการผลิตขนมปัง (Bread) ด้วยยีสต์เรียกว่า Yeast leavening bread ยีสต์ที่ใช้สำหรับเบเกอรี่อาจใช้รูปแบบของยีสต์สด หรือยีสต์แห้ง (Active dried yeast) โดยผสมกับแป้งสาลี (Wheat flour) และน้ำตาล ในขั้นตอนแรกของการผลิตขนมปัง ยีสต์จะใช้น้ำตาลเป็นอาหารแล้วผลิตก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้แป้งสาลี (Wheat flour) ซึ่งมีโปรตีน กลูเตน (Gluten) ที่มีลักษณะเหนียว ยืดหยุ่น ขยายตัวเกิดเป็นรูอากาศ (Air cell) เป็นช่องว่างเล็กๆ ในเนื้อของขนมปัง ทำให้เกิดโครงสร้างของขนมปังขึ้นฟู (วันเชิญ โพธาเจริญ, ม.ป.ป.)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธารทิพย์ รัตนะ (2559) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบชีวภาพ 4 ชนิด จากมะละกอและสับปะรด โดยใช้ตัวทำละลายน้ำและน้ำหมักจาก EM และทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *Colletotricum capsici* และ *C. gloeosporioides* ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและแปลงทดลอง พบว่าสารสกัดหยาบจากใบสับปะรดที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำและน้ำหมัก EM ความเข้มข้นร้อยละ 1 สามารถยับยั้งการเจริญเส้นใยของรา *C. gloeosporioides* ได้ร้อยละ 97.45 และร้อยละ 97.40 ตามลำดับ และสามารถยับยั้งการเจริญเส้นใยของรา *C. capsici* ได้ร้อยละ 97.40 และร้อยละ 98.14 ตามลำดับส่วนผลการทดสอบในแปลงทดลองพบว่าสารสกัดหยาบจากมะละกอในน้ำหมัก EM ร้อยละ 10 และสารสกัดหยาบจากใบสับปะรดในน้ำหมัก EM ร้อยละ 1 ผสมกับสารสกัดหยาบจากใบมะละกอในน้ำหมัก EM ร้อยละ 1 มีประสิทธิภาพสูงที่ร้อยละ 85 และร้อยละ 92.5 สำหรับการยับยั้งรา *C. gloeosporioides* และ *C. capsici* ตามลำดับ ผลการวิจัยสารสกัดหยาบจากพืชทั้ง 2 ชนิด มีแนวโน้มในการใช้ทดแทนสารเคมีเพื่อควบคุมหรือ ยับยั้งราก่อโรคแอนแทรกโนสในแปลงปลูกพริกของเกษตรกรได้

วิสสุตา คุ้มวงษา (2558) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือก ผลไม้จำนวน 3 ชนิด ซึ่งใช้ระยะเวลาในการสกัดเป็นเวลา 5 วัน ในตัวทำละลายอินทรีย์ที่แตกต่างกันมาทดสอบประสิทธิภาพ ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคจำนวน 5 สายพันธุ์ คือ *Bacillus cereus*, *E. coli*, *S. aureus*, *S. epidermidis* และ *Salmonella Typhimurium* ด้วยวิธี Agar well diffusion โดยการนำสารสกัดจากเปลือกผลไม้มาผสมกับเจลล้างมือแล้วทำให้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ของสารสกัดจากเปลือกผลไม้กับแอลกอฮอล์ที่ผสมลงไป ในเจลล้างมือ และเมื่อทำการศึกษาต่อเป็นเวลา 28 วัน โดยทำการเก็บรักษาเจลล้างมือผสมสารสกัดจากเปลือกผลไม้ไว้ ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) ในขวดแก้วใสพบว่า ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย ทดสอบในวันที่ 28 นั้น ยังคงมีประสิทธิภาพดี และสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ

นิธิ ตั้งศิริทรัพย์ (2555) ได้ศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียของกล้วยดิบที่สกัดด้วย Chloroform เป็นสารที่ไม่มีขั้วซึ่งมีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียสูงกว่าในการสกัดด้วยตัวทำละลายที่มีขั้ว อย่าง เอทานอลและเมธานอลโดยมีค่า MIC และ MBC โดยเชื้อ *S. aureus, S. epidermidis และ Methicillin-resistant S. aureus* (MRSA) โดยเมื่อนำมาเตรียมตำรับผลิตภัณฑ์ยาน้ำใสเบื้องต้น โดยวิธีการทดสอบ Agar well diffusion พบว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีหลังจากทดสอบความความคงตัวของผลิตภัณฑ์ตาม มอก. 152-2539 และเมื่อนำกลับมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียก็สามารถต้านการเจริญของแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิดได้ โดยเป็นการค้นพบกล้วยซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียก่อสิวและการติดเชื้อผิวหนังที่พบได้บ่อยทั้ง 4 ชนิด ซึ่งสามารถนำไปศึกษาวิจัยต่อยอดเพื่อพัฒนาตำรับยา เพื่อเป็นทางเลือกในการรักษา หรือเป็นการรักษาร่วมกับยาชนิดอื่นๆ ซึ่งเป็นการรักษาตามมาตรฐานของสิวและการติดเชื้อแบคทีเรียของผิวหนังได้

สิริแข พงษ์สวัสดิ์ และ ทรงพล จำดิษฐ์ (2558) ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ กระท้อน มะขาม มะนาว ลิ้นจี่ สับปะรด และเสาวรสต่อ MRSA จำนวน 5 ไอโซเลท เมื่อทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion และ Broth microdilution พบวาสารสกัดจากเปลือกผลไม้ ที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียได้แก่มะนาวเสาวรสและสับปะรด (ค่า MIC เท่ากับ 15.63 31.25 และ 62.50 มิลลิกรัม ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ) และพบว่าสารสกัดจากเปลือกมะนาวมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ต่อ MRSA ดีที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดจากเปลือกเสาวรสและสับปะรด อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นที่แสดงให้เห็นว่า เปลือกของผลไม้บางชนิดซึ่งเป็นของเหลือทิ้งนั้นมีองค์ประกอบที่เป็นสารต้านจุลชีพได้

ณัฐพร จันทร์ฉาย และรัตนาพร จันทนาน (2559) ได้ศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรไทย 100 ชนิด ในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *S. choleraesuis* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารของสุกรเล็ก จากการทดลองพบว่าสารสกัดสมุนไพรที่สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ในวิธีการสกัด คือ แก่นคูน ขิง และดอกผกากรอง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของบริเวณยับยั้งเท่ากับ 15.66 ± 2.08, 13.00 ± 1.73 และ 12.33 ± 2.51 มิลลิเมตร และวิธีการสกัด คือ แก่นคูน ใบขนุน และใบโหระพา ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของบริเวณยับยั้งเท่ากับ 12.66 ± 2.57,12.00 ± 1.73 และ 11.33 ± 3.21 มิลลิเมตร และผลการทดสอบสมุนไพร ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. choleraesuis* ในวิธีการสกัด คือ กาบมะพร้าว ใบกระท้อน และใบเล็บมือนาง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของบริเวณยับยั้งเท่ากับ 20.33 ± 7.50, 20.00 ± 1.00 และ 18.33 ± 1.52 มิลลิเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถที่จะนำผลการศึกษาไปใช้ในการเลี้ยงสุกรได้โดยอาจนำพืชสมุนไพรไปใช้กับสุกรได้โดยตรง หรืออาจทำการสกัดสมุนไพร และนำมาผสมในอาหารสุกรหรือให้สุกรกิน

ชาลิสา ชาญเขตรธรรม และอานุภาพ สกิจขวา (2557) ได้ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดด้วยเอทานอลจากใบ ผล เปลือกกรวยป่า ใบ ผล กะทกรกป่า ใบข่อย ใบฟักข้าว ต่อเชื้อ *S. aureus* และ MRSA ด้วยวิธี Agar disc diffusion ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากผลกรวยป่ามีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง เท่ากับ 12.97 มิลลิเมตร และสารสกัดจากผลกรวยป่ามีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ MRSA NPRC001R ได้ดีที่สุดมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเท่ากับ 13.07 มิลลิเมตร

เบญจพร ศรีสุวรมาศ (2551) ได้มีการศึกษาสรรพคุณของสมุนไพรพญาวานรหรือฮวานง็อก ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการทำสารสกัดหยาบจากราก ลำต้น ใบ และทั้งต้นของสมุนไพรพญาวานร นำไปทดสอบกับ เชื้อจุลินทรีย์ 4 ชนิด คือ *Salmonella* sp., *E. Coli, S. aureus*, และ *Shigella* sp. โดยวิธีวงกระดาษกรอง พบว่าสารสกัดหยาบจากใบและทั้งต้น ทำให้เกิดบริเวณใส (Clear zone) บนจานเลี้ยงเชื้อ *Salmonella* sp. และ *E. Coli* เท่านั้น ที่ความเข้มข้น 1:10 โดยเกิดบริเวณใส ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.50 เซนติเมตร และ 2.22 เซนติเมตร ตามลำดับ พบว่าผู้ใช้สมุนไพรตัวนี้ในการรักษาโรคต่างๆ ถึง 22 โรค โดยใช้ตามคำบอกเล่าต่อๆ กันมา พบว่า มีเพียง 2 กลุ่มโรคเท่านั้นที่สัมพันธ์กับผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ คือ กลุ่มโรคทางเดินอาหาร และกลุ่มโรคบนผิวหนัง

สโรชา ประสงค์ผลชัยและคณะ (2559) ได้ศึกษาดูการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารสกัดจากอาหารเลี้ยงเชื้อ *Aspergillus* sp. SSPB433 เป็นราชอบเกลือสามารถเจริญได้บนอาหาร Potato dextrose agar ที่มีความเค็มสูงสุด 250 ppt ในการศึกษาได้เพาะเลี้ยงราสายพันธุ์นี้ในอาหาร Potato dextrose broth (PDB/DW) และ Potato dextrose broth ที่มีความเค็ม 30 ppt (PDB/SW) จากนั้นนำส่วนของอาหารเลี้ยงเชื้อที่กรองเส้นใยออกแล้วไปสกัดด้วย Ethyl acetate และนำสารสกัดหยาบไปทดสอบฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Disk diffusion จุลินทรีย์ทดสอบประกอบด้วยแบคทีเรียแกรมบวกได้แก่ *B. cereus* TISTR 008 และ *S. aureus* ATCC 25923 แบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *E. coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 และ *Salmonella Typhimurium* ATCC 13311 รวมถึงยีสต์ *Candida albicans* ATCC 90028 สารสกัดหยาบจากอาหารเลี้ยงราทั้ง PDB/DW และ PDB/SW แสดงศักยภาพการยับยั้ง แบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบและยีสต์ค่า Minimal inhibitory concentration (MIC) ของสารสกัดอาหารเลี้ยงรา PDB/SW สำหรับ *B. cereus* และ *S. aureus* คือ 128 และ 256 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ขณะที่ค่า MIC สารสกัดหยาบจากอาหาร PDB/DW สำหรับแบคทีเรียแกรมบวก *B. cereus* TISTR 008 และ *S. aureus* ATCC 25923 คือ 512 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเท่ากัน การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารสกัดโดยวิธี Thin layer chromatography (TLC) ในระบบตัวทำละลาย Toluene : Methanol : Acetone อัตราส่วน 6:1:3 (v/v) พบองค์ประกอบในสารสกัดหยาบทั้ง PDB/DW และ PDB/SW ตรงกัน จำนวน 7 สาร มีค่า Rf เท่ากับ 0.49, 0.53, 0.57, 0.61,

0.63, 0.68 และ 0.72 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า *Aspergillus* sp. SSPB4332 สามารถสร้างสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีประมาณการเทียบเท่า Ascorbic acid 1.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

อมรรัตน์ สีสุกองและคณะ (2559) ได้ทำการศึกษาผลของสารสกัดจากส่วนต้นและดอกของกกรังกา และส่วนรากและใบของผักตบชวา ต่อการออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย 3 ชนิด ได้แก่ *S. aureus, B. subtilis,* และ *E. coli* โดยใช้วิธีการสกัดแบบแช่ โดยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือเฮกเซน, ไดคลอโรมีเทน, เอทานอล และเมทานอล การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด ของสารสกัดหยาบจากกกรังกาและ ผักตบชวาใช้วิธี Disk diffusion techniques จากการศึกษาพบว่า สารสกัดดอกกกที่สกัดด้วยเอทานอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *B. subtilis* ได้โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเฉลี่ยเท่ากับ 12 มิลลิเมตร และสารสกัดหยาบจากต้นกกรังกาที่สกัดด้วยเอทานอล มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *B. subtilis* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ *S. aureus* โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเฉลี่ยเท่ากับ 9.3 และ 8.0 มิลลิเมตร การทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ของสารสกัดหยาบจากดอกกกรังกาที่สกัดด้วย เอทานอลด้วยวิธี Macro broth dilution technique ในการยับยั้งการเจริญของ *B. subtilis* ได้ค่าเท่ากับ 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดหยาบจากต้นกกรังกาที่สกัดด้วยเอทานอล ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้ง *B. subtilis* และ *S. aureus* คือ 6.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่เมื่อทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าแบคทีเรียได้ (MBC) ของสารสกัดหยาบจากต้นกกรังกาที่สกัดด้วยเอทานอลต่อแบคทีเรียทั้ง *B. subtilis* และ *S. aureus* คือ 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

สุชีวัน กรอบทอง และคณะ (มปป.) ได้ทำวิจัยโดยศึกษาซิงก์ออกไซด์เตตระพอต (ZnO tetrapods) ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ที่ถูกเตรียมด้วยเทคนิคออกซิเดชันด้วยความร้อนภายใต้ความดันบรรยากาศ ให้มีโครงสร้างในระดับจุลภาคเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวต่อปริมาตรซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ดีขึ้น จากนั้นนำไปผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อ (Nutrient broth; NB) ด้วยความเข้มข้น 1,000 – 500,000 ppm และนำอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวไปใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียชนิด *E. coli* ภายใต้อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับการศึกษาการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ทำได้ด้วยการวัดความขุ่น (Optical density; OD) ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร จากการทดสอบพบว่าค่า OD จะลดลงแบบเชิงเส้นเมื่อความเข้มข้นของซิงก์ออกไซด์เตตระพอตมีค่าตั้งแต่ 1,000 – 50,000 ppm และจะลดลงอย่างรวดเร็วที่ความเข้มข้น 100,000 ppm และ 500,000 ppm ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ลดลงทำให้สามารถสรุปได้ว่า ซิงก์ออกไซด์เตตระพอตมีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *E. coli*

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 วัตถุดิบทำสารสกัด

1) กล้วย
2) เปลือกมะละกอ
3) น้ำแร่
4) PEG (Polyethylene glycol)
5) น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น

3.1.2 อุปกรณ์

1) Spectrophotometer เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแสงและค่า Intensity
2) หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave)
3) กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
4) แผ่นสไลด์และกระจกปิดสไลด์ (Slide and cover glass)
5) ลวดเขี่ยเชื้อ (Loop)
6) อาหารเลี้ยงเชื้อ
7) เครื่องปั่น
8) เครื่องชั่งสาร 4 ตำแหน่ง
9) เครื่องให้ความร้อน (Hotplate)
10) ขวดพลาสติกขนาด 5 ลิตร
11) จานเพาะเชื้อ (Plate)
12) กระดาษ (Paper disk)
13) เครื่องผสมสาร (Vortex mixer)
14) ที่คีบ (Forcep)

3.1.3 ส่วนประกอบของครีมทาส้นเท้า

1) วาสลีน 1,200-1,500 กรัม
2) ขี้ผึ้งแท้ 300-350 กรัม

3) น้ำมันดอกทานตะวัน 300-400 มิลลิลิตร

4) การบูร 100-150 กรัม

5) น้ำมันหอมระเหย ยูคาลิปตัส 250-300 มิลลิลิตร

6) สารสกัดกล้วย 200-250 มิลลิลิตร

7) สารสกัดเปลือกมะละกอ 200-250 มิลลิลิตร

8) สารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ 200-250 มิลลิลิตร

3.1.4 เชื้อจุลินทรีย์

1) *Escherichia coli*

2) *Staphylococcus aureus*

3) *Aspergillus* sp.

4) *Saccharomyces cerevisiae*

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 การสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

1) หั่นกล้วยและเปลือกมะละกอเป็นชิ้นเล็กๆ อย่างละ 1 กิโลกรัม (ภาพ 3.1 ก.)

2) ปั่นกล้วยและเปลือกมะละกอที่หั่นในน้ำแร่ (ภาพ 3.1 ข.)

3) หลังจากปั่นละเอียด (ภาพ 3.1 ค.) นำสารสกัดใส่ในขวดพลาสติกขนาด 5 ลิตร

4) เตรียมน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น 1 กิโลกรัม (ภาพ 3.1 ง.) แล้วใส่ PEG จำนวน 1 กิโลกรัม ก่อนทำการปั่นให้ละเอียด

5) นำสารในข้อ 4) ใส่ในขวดของกล้วยและเปลือกมะละกอที่ปั่นไว้ (ภาพ 3.1 จ.)

6) เก็บสารสกัดที่เตรียมเสร็จไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอนำไปผสมเป็นผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า (ภาพ 3.1 ฉ.)

ก. หั่นกล้วยและเปลือกมะละกอ

ภาพ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

ข. ปั่นกล้วยและเปลือกมะละกอกับน้ำแร่

ค. ปั่นส่วนผสมให้เข้ากันและละเอียด

ง. ใส่น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น

ภาพ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ (ต่อ)

จ. เติม PEG และปั่นรวมกับน้ำมันมะพร้าว

ฉ. เก็บสารสกัดที่เตรียมเสร็จไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ภาพ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ (ต่อ)

ก. ข. ค.

ภาพ 3.2 ตัวอย่างสารสกัดในครีมทาส้นเท้า

สารสกัดกล้วย (ก.) สารสกัดเปลือกมะละกอ (ข.) และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ (ค.)

3.2.2 วิธี Disk diffusion

การทำวิธี Disk diffusion เป็นวิธีการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยวางแผ่น Disk ที่มีสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอในปริมาณต่างๆ บนผิวหน้าอาหารแข็งบน Plate มีการ Spread เชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (ภาพ 3.3) โดยแผ่น Disk จะถูกวางไว้ 5 ตำแหน่งในจานเลี้ยงเชื้อ โดยประกอบด้วยวิธี Spread plate และ Disk diffusion ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ภาพ 3.3 ตำแหน่งการวางแผ่น Disk ที่มีสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

1) การ Spread plate

Spread plate เป็นการใช้เชื้อจุลินทรีย์ หยดลงบน Plate ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อที่แข็งตัวแล้ว ใช้แท่งแก้วรูปตัวแอลที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วแผ่กระจายเชื้อจุลินทรีย์ให้ทั่วอาหารเลี้ยงเชื้อ

ภาพ 3.4 ขั้นตอนการ Spread plate

1.1) ทำการเตรียมให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการทดสอบให้บริสุทธิ์ และอยู่ในระยะ Log phase และเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็งโดยใช้ Potato dextrose agar (PDA) และ Nutrient agar (NA)

1.2) ปิเปตเชื้อจุลินทรีย์ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงที่ตำแหน่งตรงกลาง Plate ที่มีอาหารเพาะเชื้อชนิดแข็งที่เหมาะสมของแต่ละกลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์

1.3) จุ่มแท่งแก้วรูปตัวแอล (Spreader) ในแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 แล้วนำ Spreader ที่ผ่านการจุ่มแอลกอฮอล์ไปเผาไฟจนแอลกอฮอล์ไหม้หมด และปล่อยให้ Spreader เย็น แล้วเกลี่ยเชื้อจุลินทรีย์ให้ทั่ว Plate

1.4) ทำเทคนิค Disk diffusion (ดูขั้นตอน 2) บน Plate แล้วกลับ Plate ให้ด้านที่มีอาหารเพาะเชื้ออยู่ด้านบน แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

2) ขั้นตอนการทำวิธี Disk diffusion

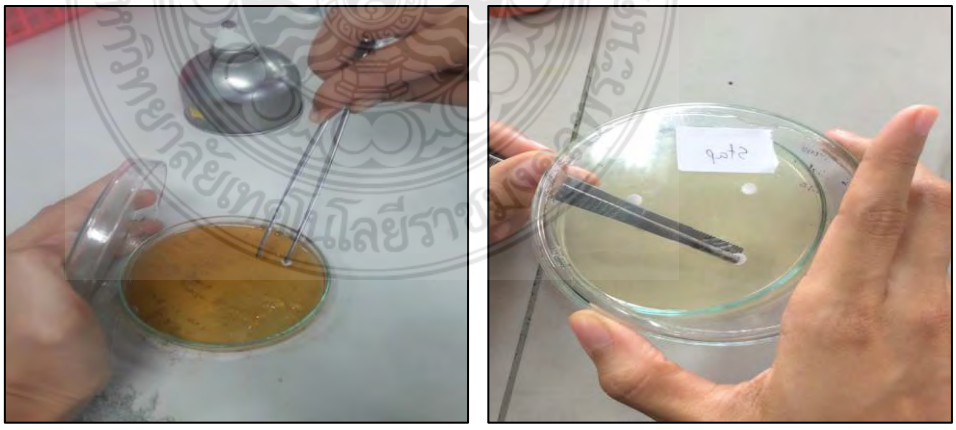
2.1) ทำการแช่แผ่น Disk ในสารสกัดเป็นเวลานาน 15 นาที (ภาพ 3.5 ก.)

2.2) ใช้ Forcep คีบแผ่น Disk วางลงบน Plate ที่เตรียมไว้วางในตำแหน่งที่กำหนด (ภาพ 3.5 ข.)

2.3) วางตัวควบคุมแผ่น Disk แช่น้ำมันมะพร้าวตรงกลางของ plate (ภาพ 3.5 ค.)

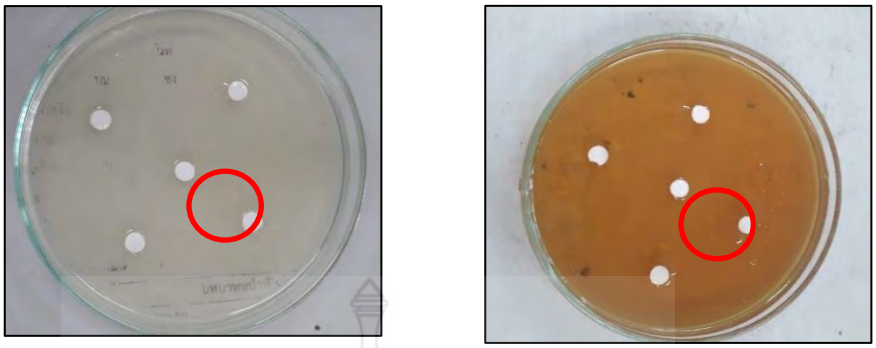
2.4) นำ Plate ไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส รอดูการเกิด Clear zone

ก. แช่แผ่น Disk ในสารสกัด



ข. วางแผ่น Disk ลงบน Plate ที่เตรียมไว้

ภาพ 3.5 ขั้นตอนการศึกษาความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมด้วยเทคนิค Disk diffusion (ต่อ)



ค. วางตัวควบคุมแผ่น Disk ที่แช่น้ำมันมะพร้าวตรงกลางของ Plate

ภาพ 3.5 ขั้นตอนการศึกษาความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมด้วยเทคนิค Disk diffusion

3.2.3 วิธี Turbidity

ขั้นตอนการหาค่า Turbidity โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer

1) เตรียมหลอดทดลองตามจำนวนที่ต้องการทดสอบ (ภาพ 3.6 ก.)

2) ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ 5 มิลลิลิตร (ภาพ 3.6 ข.)

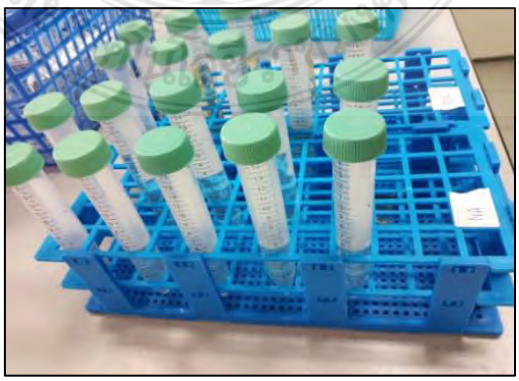
3) ใส่ตัวอย่าง 3 ชนิด คือสารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอ อย่างละ 1 มิลลิตร ลงในแต่ละหลอด (ภาพ 3.6 ค.)

4) ใส่เชื้อที่จุลินทรีย์ที่ต้องการทดสอบดูประสิทธิภาพการยับยั้ง (ภาพ 3.6 ง.)

5) ในตัวอย่าง Blank ให้ใส่น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ลงในอาหารเหลวที่ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ (ภาพ 3.6 จ.)

6) นำหลอดทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิที่เหมาะสม ตามชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ (เชื้อแบคทีเรียที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง และเชื้อรา ที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 วัน)

7) นำตัวอย่างเชื้อในทุกหลอดที่ได้มาทำการเจือจางเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว หากมีความขุ่น แล้วนำไปเข้าวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 600 นาโนเมตร (ภาพ 3.6 ฉ.)



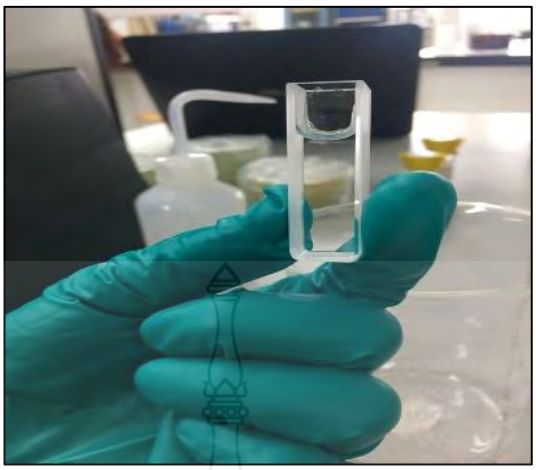
ก. เตรียมหลอดเซนติฟิวพลาสติก

ข. ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อปริมาณ 5 มิลลิลิตร

ค. ใส่สารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอและกล้วยกับเปลือกมะละกออย่างละ 1 มิลลิลิตร

ง. ใส่เชื้อที่ต้องการทดสอบลงในหลอด

ภาพ 3.6 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและวัดค่า Turbidity (ต่อ)



จ. ใส่อาหารเหลวที่ไม่เชื้อจุลินทรีย์เพื่อเป็น Blank

ฉ. ทำการเจือจางและใส่ในเครื่อง Spectrophotometer เพื่อวัดค่าการดูดกลืนของแสง

ภาพ 3.6 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและวัดค่า Turbidity

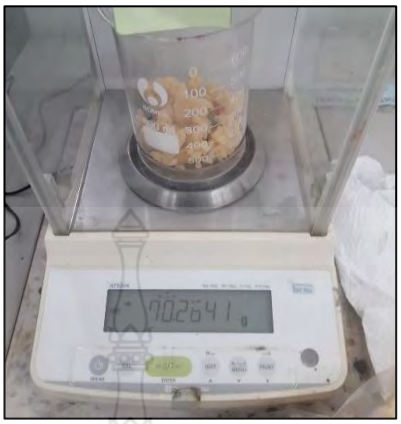
3.2.4 ขั้นตอนการผสมครีมทาส้นเท้า

1) ชั่งส่วนผสมทั้งหมด (ภาพ 3.7 ก.)

1.1) สารสกัดกล้วยและมะละกอ	700-1,000	กรัม
1.2) น้ำมันทานตะวัน	300-400	กรัม
1.3) การบูร	100-150	กรัม
1.4) น้ำมันยูคาลิปตัส	250-300	กรัม
1.5) วาสลีน	1,200-1,500	กรัม
1.6) ขี้ผึ้ง	300-350	กรัม

2) เทส่วนผสมทั้งหมดและกวนให้เข้ากัน จนได้ครีมทาส้นเท้า (ภาพ 3.7 ข.)

3) เทครีมทาส้นเท้าที่ได้ลงในบรรจุภัณฑ์ (ภาพ 3.7 ค.)



ก. ชั่งส่วนผสมทั้งหมด (สารสกัดกล้วย สารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ น้ำมันทานตะวัน การบูร น้ำมันยูคาลิปตัส วาสลีน และขี้ผึ้ง)

ข.เทส่วนผสมทั้งหมดและกวนให้เข้ากัน

ภาพ 3.7 ขั้นตอนการผสมครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

ค. เทครีมทาส้นเท้าที่ได้ลงในบรรจุภัณฑ์

ภาพ 3.7 ขั้นตอนการผสมครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

ภาพ 3.8 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

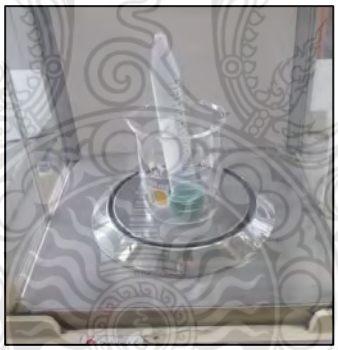
3.2.5 การวัดความหนาแน่นของครีมทาส้นเท้า

ขั้นตอนการทดสอบ

1) เตรียมหลอดเซนติฟิวพลาสติกและนำไปชั่งน้ำหนัก (ภาพ 3.9 ก.)

2) เทครีมทาส้นเท้าขณะเหลวลงในหลอดเซนติฟิวปริมาณ 5 มิลลิลิตร (ภาพ3.9 ข.)

3) ชั่งน้ำหนักหาค่าความหนาแน่นของครีมทาส้นเท้า ทำซ้ำและคำนวณค่าเฉลี่ย (ภาพ 3.9 ค.)



ก. ชั่งน้ำหนักหลอดเซนติฟิวพลาสติก

ข. เทครีมทาส้นเท้าที่เหลวลงในหลอดปริมาณ 5 มิลลิลิตร

ภาพ 3.9 วิธีการวัดความหนาแน่นของครีมทาส้นเท้า (ต่อ)

ค. ชั่งน้ำหนักของหลอดที่มีครีมทาส้นเท้าที่แข็งตัว

ภาพ 3.9 วิธีการวัดความหนาแน่นของครีมทาส้นเท้า

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมี เพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารสกัดกล้วย สารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ ทดสอบความคงตัวและความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าดังกล่าว โดยมีผลการวิเคราะห์และการอภิปรายผลได้ดังนี้

4.1 การเตรียมสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอ

จากการนำสารสกัดของกล้วยและเปลือกมะละกอ มาหั่นเป็นชิ้นเล็กแล้วนำไปแช่ ในสารสกัด คือ น้ำ PEG และน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น เป็นระยะเวลา 30 วัน ก่อนการนำมาทดสอบ ดูประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Disk diffusion และ Turbidity และเป็นส่วนผสมในครีมทาส้นเท้า สามารถบอกคุณลักษณะทางกายภาพของสารสกัดได้ดังนี้

4.1.1. สารสกัดกล้วย

สารสกัดจากกล้วย หลังจากการแช่ เป็นเวลานาน 30 วัน น้ำหมักมีสีน้ำตาลอ่อน มีการแยกออกเป็น 3 ชั้น โดยชั้นล่างสุดเป็นตะกอนของเนื้อกล้วย ซึ่งเป็นชั้นที่ไม่สามารถละลายน้ำอยู่ปริมาณมากถึงร้อยละ 40 (v/v) ชั้นกลางเป็นส่วนของสารสกัดกล้วยละลายในชั้นของ PEG ที่มีเป็นสารมีขั้วร้อยละ 10-15 (v/v) และชั้นบนสุดเป็นชั้นของน้ำมันสารสกัดกล้วยซึ่งรวมกับน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นร้อยละ 40 (v/v) ซึ่งเป็นชั้นที่ไม่ละลายน้ำ ไม่มีขั้ว ดังภาพ 4.1

ภาพ 4.1 สารสกัดจากกล้วยหลังจากการแช่ไว้นาน 30 วัน

4.1.2 สารสกัดจากเปลือกมะละกอ

จากการทำสารสกัดจากเปลือกมะละกอ หลังจากการแช่ เป็นเวลานาน 30 วัน น้ำหมักมีสีเหลืองอ่อน มีการแยกออกเป็น 3 ชั้น โดยชั้นล่างสุดเป็นตะกอนของเนื้อมะละกอที่มีสีขาวที่ไม่สามารถละลายน้ำอยู่ร้อยละ 50 (v/v) ส่วนชั้นกลางเป็นส่วนของสารสกัดมะละกอที่ละลายในชั้นของ PEG ซึ่งเป็นสารที่มีขั้วอยู่ร้อยละ 20 (v/v) และชั้นบนสุดเป็นสารสกัดที่ละลายในส่วนของน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นที่ให้สารละลายสีเขียวอยู่ร้อยละ 30 (v/v) ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีขั้ว ดังภาพ 4.2

ภาพ 4.2 สารสกัดจากเปลือกมะละกอหลังจากการแช่ไว้นาน 30 วัน

4.1.3 สารสกัดจากกล้วยกับเปลือกมะละกอ

สารสกัดจากกล้วยกับเปลือกมะละกอ มีสีคล้ายสารสกัดจากกล้วย มีสีเหลืองอ่อน มีลักษณะการแยกชั้นได้ 3 ชั้น โดยชั้นล่างสุดเป็นตะกอนของกล้วยและเปลือกมะละกอที่ไม่สามารถละลายน้ำปนกันอยู่ร้อยละ 20-40 (v/v) โดยมีการปนจนถึงชั้นกลาง โดยที่สารสกัดในชั้นกลางของ PEG มีส่วนตะกอนปนในปริมาณร้อยละ 30 (v/v) และชั้นบนสุดเป็นชั้นที่รวมตัวกับน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นมีปริมาณร้อยละ 40-50 มีลักษณะข้นกว่าที่พบในสารสกัดกล้วยและสารสกัดเปลือกมะละกอ ดังภาพ 4.3

ภาพ 4.3 สารสกัดจากกล้วยกับเปลือกมะละกอหลังจากการแช่ไว้นาน 30 วัน

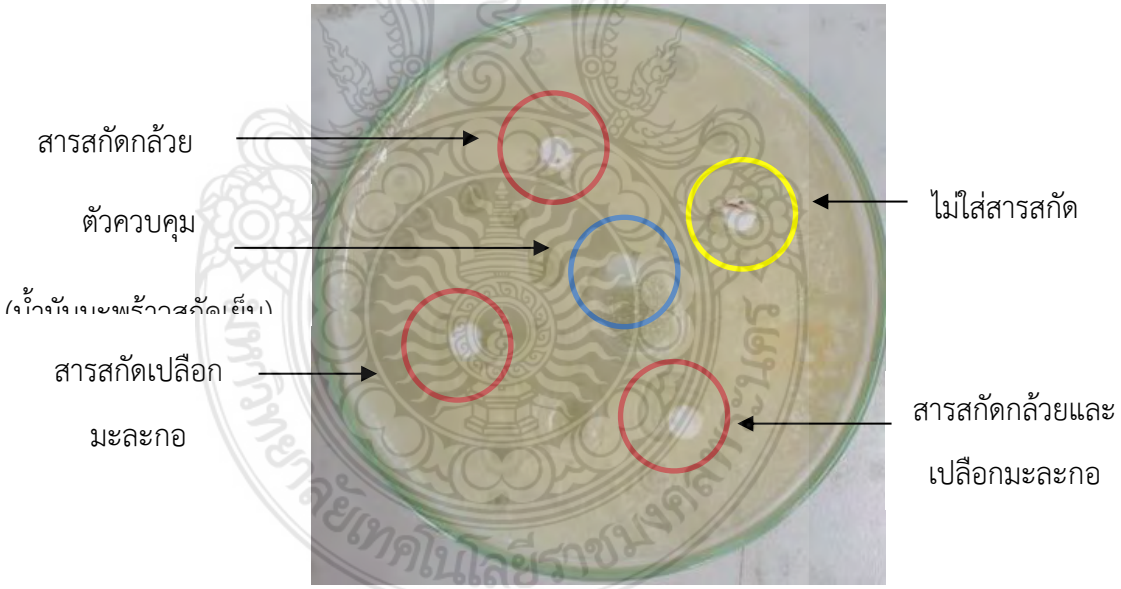
4.2 การทดสอบการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากผลกล้วยและเปลือกมะละกอด้วยวิธี Disk Diffusion

เมื่อนำสารสกัดทั้งสามชนิด ประกอบด้วยสารสกัดกล้วย สารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอมาทำการศึกษาคุณลักษณะทางชีวภาพด้านการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วย 2 วิธี คือ วิธี Disk diffusion สามารถบ่งบอกคุณลักษณะทางชีวภาพได้ดังนี้

1) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *E. coli*

1.1) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัด 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ผลจากการศึกษาการยับยั้งของเชื้อ *E. coli* พบว่าเกิด Clear zone ของสารสกัดทั้ง 3 ชนิด คือสารสกัดจากกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทั้งนี้บริเวณรอบแผ่นตำแหน่ง Clear zone มีลักษณะใส ไม่กลมเนื่องมาจากการไหลของสารสกัดที่ละลายในชั้นน้ำมันมะพร้าว ไม่ซึมลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งได้ดี เมื่อผ่านไประยะเวลา 7 วัน ผลที่ได้เกิดการ Clear zone ที่สารสกัดทั้งสามชนิด ดังภาพ 4.4

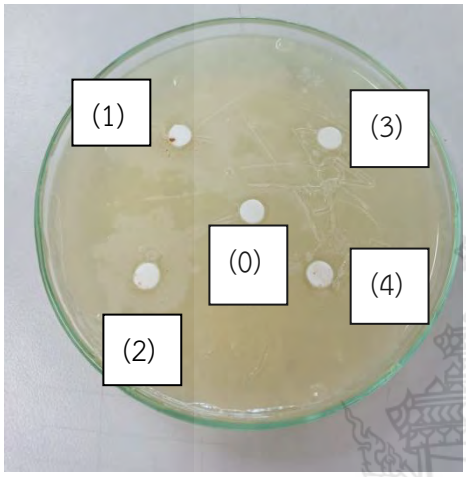


ภาพ 4.4 ตำแหน่งการเกิด Clear zone ของเชื้อ *E. coli* ด้วยวิธี Disk diffusion

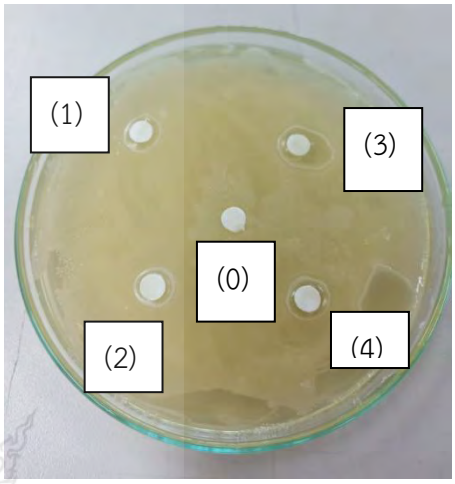
1.2) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัด 3 ชนิดที่ความเข้มข้นต่างกันคือ 25 50 100 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เมื่อทำการศึกษาดูประสิทธิภาพการยับยั้งของจุลินทรีย์ ด้วยการทดสอบความเข้มข้นของสารสกัดดังกล่าวทั้งสามชนิด ตั้งแต่ 25 50 100 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร บน Plate เพื่อ

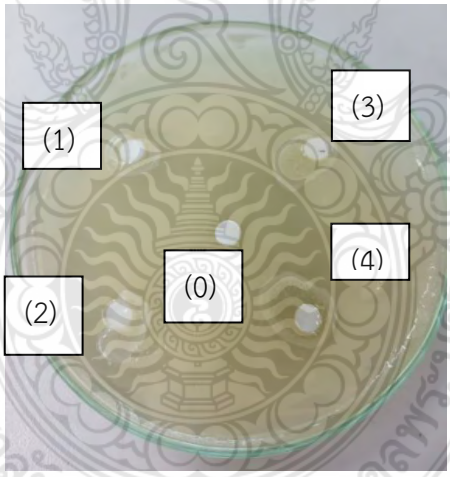
ดูการเกิด Clear zone ที่แผ่น Disk พบว่าสารสกัดกล้วยไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* (ภาพ 4.5 ก.) แต่ในตัวอย่างสารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ เกิดตำแหน่ง Clear zone ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพ 4.5 ข. และ ค.) ซึ่งแสดงถึงการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ที่ดีที่สุดมาจากสารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ



ก. สารสกัดกล้วย



ข. สารสกัดเปลือกมะละกอ



ค. สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ

ภาพ 4.5 การทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion โดยเชื้อ *E. coli* ที่ความเข้มข้นของสารสกัดแตกต่างกัน

(0) ตัวควบคุม (น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น)

(1) 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(2) 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

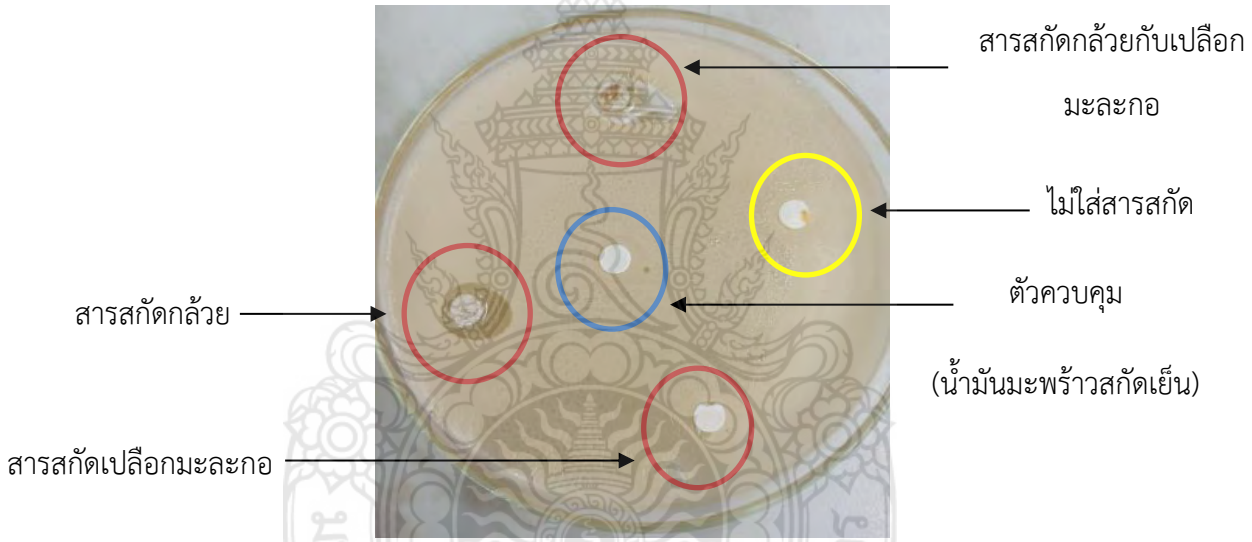
(3) 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(4) 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ *S. aureus*

2.1) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัด 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ผลการทดลองจากการวางแผ่น Disk diffusion ที่มีสารสกัดจากกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรบนเชื้อจุลินทรีย์ *S. aureus* ที่เจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบ Clear zone ชัดเจน มีลักษณะใส แม้ว่าไม่กลมเนื่องมาจากการไหลของสารสกัดที่ละลายในชั้นน้ำมันมะพร้าว ที่ไม่ซึมลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งได้ดี ดังภาพ 4.6 ซึ่งพบว่าสารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ได้ดี

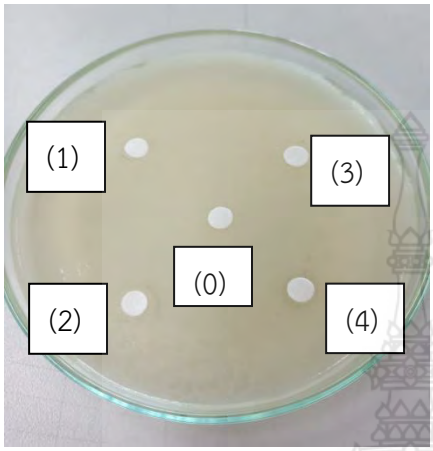


ภาพ 4.6 ตำแหน่งการเกิด Clear zone ของเชื้อ *S. aureus* ด้วยวิธี Disk diffusion

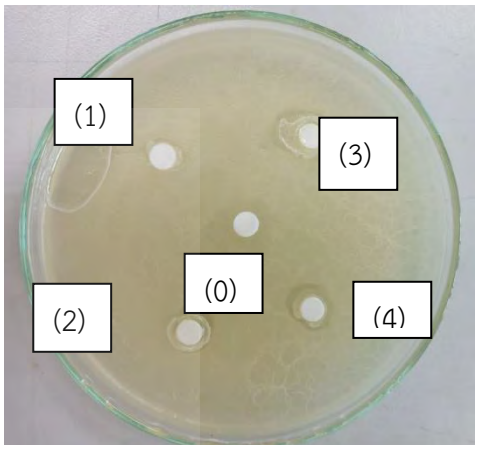
2.2) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัด 3 ชนิดที่ความเข้มข้นต่างกันคือ 25 50 100 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เมื่อทำการศึกษาดูประสิทธิภาพการยับยั้งของจุลินทรีย์ ที่แผ่น Disk โดยการหยดสารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอที่ความเข้มข้นต่างกัน ตั้งแต่ 25 50 100 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ผลที่ได้คือ การยับยั้งต่อเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดกล้วยเกิดตำแหน่ง Clear zone ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพ 4.7 ก.) แต่ของสารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ เกิดตำแหน่ง Clear zone ที่ความเข้มข้น

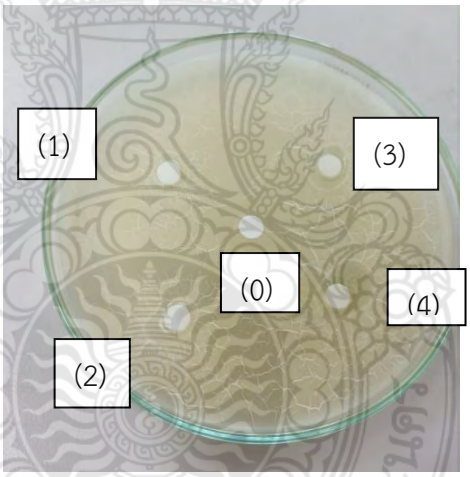
ตั้งแต่ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพ 4.7 ข. และ ค.) ซึ่งแสดงถึงการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุดคือ สารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ



ก. สารสกัดกล้วย



ข. สารสกัดเปลือกมะละกอ



ค. สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ

ภาพ 4.7 การทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion โดยเชื้อ *S. aureus* ที่ความเข้มข้นของสารสกัดแตกต่างกัน

(0) ตัวควบคุม (น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น)

(1) 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(2) 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

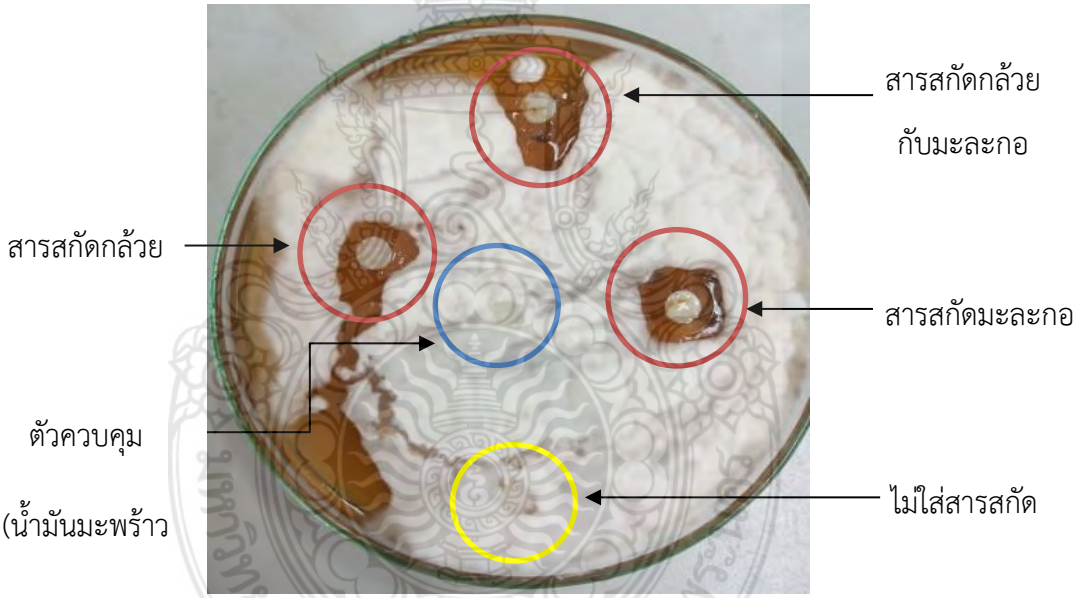
(3) 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(4) 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

3) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งต่อเชื้อรา *Aspergillus* sp.

3.1) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัด 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ผลการทดลองที่เกิดขึ้นโดยการวางแผ่น Disk ที่มีสารสกัดจากกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรบนเชื้อจุลินทรีย์รา *Aspergillus* sp. ที่เจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ผลที่ได้คือสารสกัดทั้งสามชนิด คือ สารสกัดกล้วย สารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ ที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เกิดตำแหน่ง Clear zone ทั้งนี้บริเวณรอบแผ่นตำแหน่ง Clear zone มีลักษณะใสแต่ไม่กลม จากการไหลของสารสกัดที่ละลายในชั้นน้ำมันมะพร้าว ส่วนของเส้นใย Mycelium ฟูกระจายบดบังแผ่น disk ในตัวควบคุมที่มีน้ำมันมะพร้าว และน้ำกลั่น และเส้นใย Mycelium แยกตัวออกอย่างชัดเจน จากส่วนของสารสกัดทั้งสามชนิดที่ไม่ซึมลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ ดังภาพ 4.8

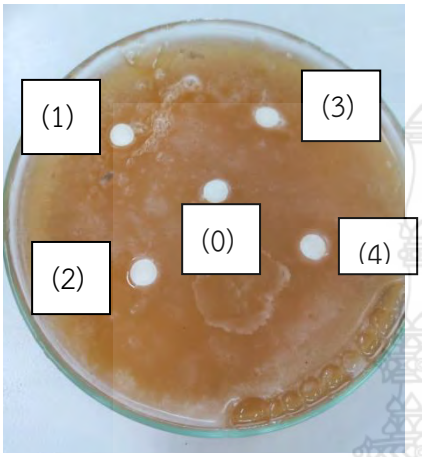


ภาพ 4.8 ตำแหน่งการเกิด clear zone ของเชื้อ *Aspergillus* sp. ด้วยวิธี Disk diffusion

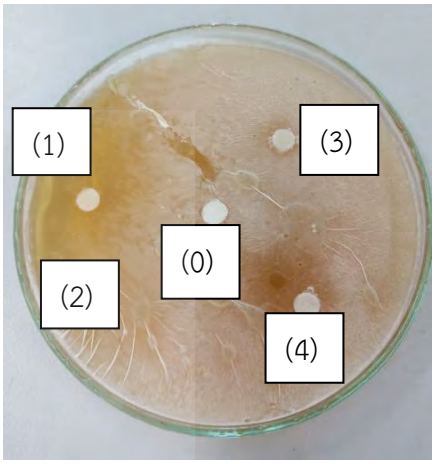
3.2) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัด 3 ชนิดที่ความเข้มข้นต่างกันคือ 25 50 100 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เมื่อทำการศึกษาดูประสิทธิภาพการยับยั้งของเชื้อรา *Aspergillus* sp. ด้วยการใช้แผ่น Disk หยดสารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยผลหลังจากการบ่มเป็นเวลา 3 วัน พบว่าในตำแหน่งของแผ่น Disk ที่มีสารสกัดกล้วย เกิด Clear zone ที่ความเข้มข้น 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพ 4.9 ก.) สารสกัดเปลือกมะละกอเกิดตำแหน่ง Clear zone ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรขึ้นไป (ภาพ 4.9 ข.) และสารสกัด

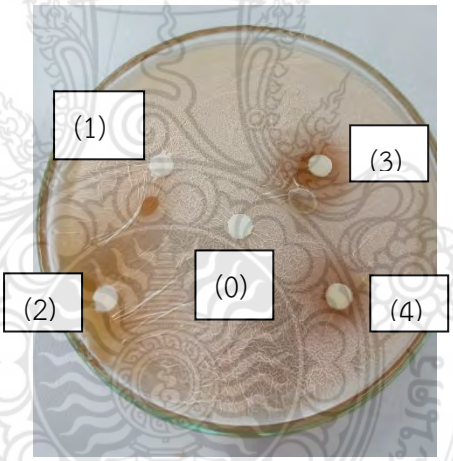
กล้วยและเปลือกมะละกอเกิดตำแหน่ง Clear zone ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพ 4.9 ค.) จึงสรุปได้ว่าสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอมีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Aspergillus* sp. ได้ดีที่สุด รองลงมาคือสารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยตามลำดับ



ก. สารสกัดกล้วย



ข. สารสกัดเปลือกมะละกอ



ค. สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ

ภาพ 4.9 การทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion โดยเชื้อ *Aspergillus* sp. ที่ความเข้มข้น

(0) ตัวควบคุม (น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น)

(1) 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(2) 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

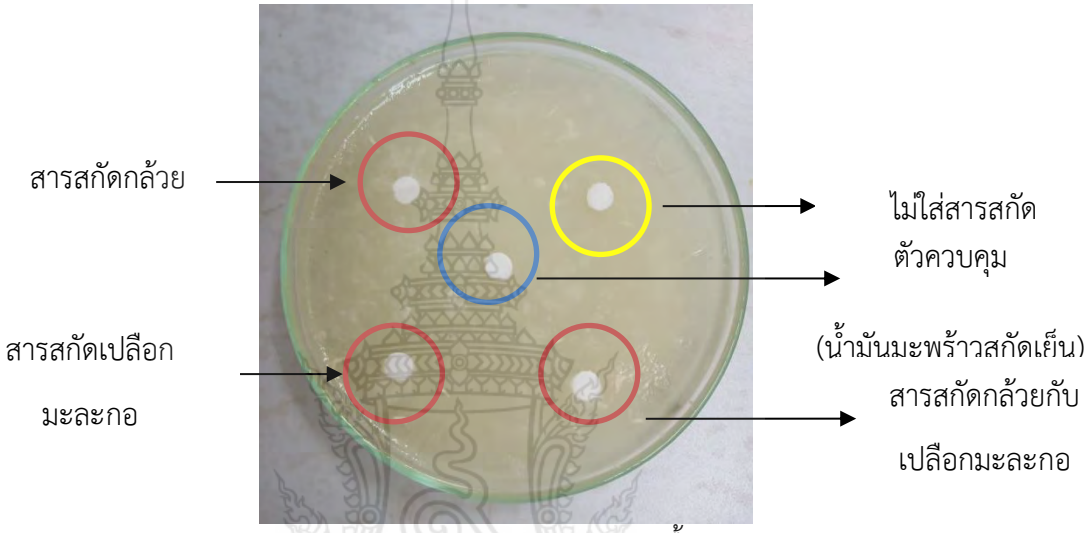
(3) 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(4) 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

4) การยังยั้งต่อเชื้อ *S. cerevisiae*

4.1) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัด 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

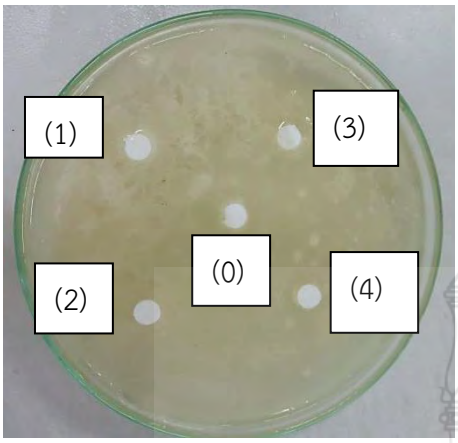
ผลการทดลองที่เกิดขึ้นโดยการวางแผ่น Disk ที่มีสารสกัดจากกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรบนเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ที่เจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ผลที่ได้คือไม่เกิด Clear zone ในสารสกัดทั้ง 3 ชนิด ดังภาพ 4.10



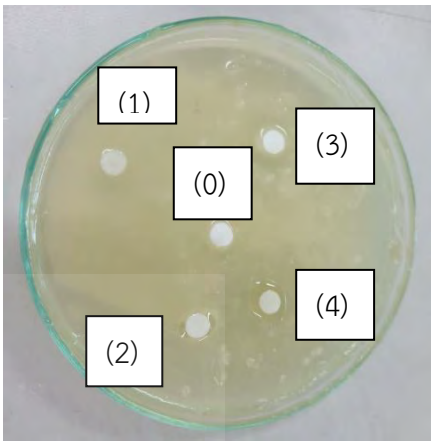
ภาพ 4.10 ตำแหน่งการเกิด Clear zone ของเชื้อ *S. cerevisiae* ด้วยวิธี Disk diffusion

4.2) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัด 3 ชนิดที่ความเข้มข้นต่างกันคือ 25 50 100 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

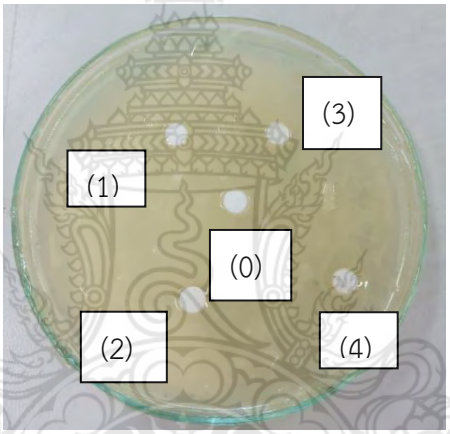
เมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งของเชื้อเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ด้วยการใช้แผ่น Disk หยดสารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยผลหลังจากการบ่มเป็นเวลา 3 วัน พบว่า ไม่เกิด Clear zone จากสารสกัดทั้ง 3 ชนิด (ภาพ 4.11)



ก. สารสกัดกล้วย



ข. สารสกัดเปลือกมะละกอ



ค. สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ

ภาพ 4.11 การทดสอบด้วยวิธี Disk diffusion โดยเชื้อ *S. cerevisiae* ที่ความเข้มข้นของสารสกัดแตกต่างกัน

(0) ตัวควบคุม (น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น)

(1) 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(2) 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(3) 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

(4) 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

4.3 การทดสอบการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากผลกล้วยและเปลือกมะละกอด้วยวิธี Turbidity

ในการทดสอบด้วยวิธี Turbidity จะเป็นการดูความขุ่นของจุลินทรีย์ทั้งหมดเมื่อถูกยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัด เมื่อจุลินทรีย์เป็นเชื้อแบคทีเรียและยีสต์จะถูกเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว

ชนิด Nutrient broth และหากเป็นเชื้อราเลี้ยงในอาหารเหลวชนิด Potato dextrose broth จนเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวเจริญเติบโตจนถึงระยะ log phase (10^7 - 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) แล้วทำการวัดการดูดกลืนของแสง (OD) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 600 nm ให้ผลค่า OD ของจุลินทรีย์ที่ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัด ให้ค่าลดลงเมื่อเทียบกับค่าของตัวควบคุมที่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตปรกติ แสดงถึงประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยสารสกัดได้ผลที่ดี (ภาคผนวก ก) ซึ่งผลของการยับยั้งการเจริญเติบโตสามารถบอกได้เป็นร้อยละของประสิทธิภาพของการยับยั้งที่แตกต่างกันดังนี้

1) การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli*

ผลการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* ที่เลี้ยงเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง แสดงดังตาราง 4.1 และ ตาราง 4.2 จะเห็นได้ว่าสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ที่มีความเข้มข้นของตัวควบคุมคือเชื้อ *E. coli* เริ่มต้น 5 X 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ให้ลดลงได้ร้อยละ 80 และสารสกัดเปลือกมะละกอมีประสิทธิภาพลดลงร้อยละ 60 ในขณะที่สารสกัดกล้วยมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *E. coli* น้อยกว่าคือได้ร้อยละ 20

ตาราง 4.1 จำนวนเซลล์ที่มีการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity

	ตัวควบคุม	สารสกัดกล้วย	สารสกัดเปลือกมะละกอ	สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ
จำนวนเซลล์ (cell/mL)	5×10^8	4×10^8	2×10^8	1×10^8

ตาราง 4.2 ประสิทธิภาพของการยับยั้งของการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ด้วยวิธี Turbidity

	สารสกัดกล้วย	สารสกัดเปลือกมะละกอ	สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ
ประสิทธิภาพการยับยั้ง (ร้อยละ)	20	60	80

2) การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus*

ผลการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* ที่เลี้ยงเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง แสดงดังตาราง 4.3 และ ตาราง 4.4 จะเห็นได้ว่าสารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 3×10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตรให้ลดลงได้ร้อยละ 80 ในขณะที่สารสกัดกล้วยมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* น้อยกว่าคือร้อยละ 60

ตาราง 4.3 จำนวนเซลล์ที่มีการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity

	ตัวควบคุม	สารสกัดกล้วย	สารสกัดเปลือกมะละกอ	สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ
จำนวนเซลล์ (cell/mL)	3×10^8	2×10^8	1×10^8	1×10^8

ตาราง 4.4 ประสิทธิภาพของการยับยั้งของการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ด้วยวิธี Turbidity

	สารสกัดกล้วย	สารสกัดเปลือกมะละกอ	สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ
ประสิทธิภาพการยับยั้ง (ร้อยละ)	60	80	80

3) การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Aspergillus* sp.

ผลการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Aspergillus* sp. ที่เลี้ยงเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง แสดงดังตาราง 4.5 และ ตาราง 4.6 จะเห็นได้ว่าสารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aspergillus* sp. ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 3×10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตรให้ลดลงได้ร้อยละ 80 ในขณะที่สารสกัดกล้วยมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *Aspergillus* sp. น้อยกว่าคือร้อยละ 60

ตาราง 4.5 จำนวนเซลล์ที่มีการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aspergillus* sp. ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity

	ตัวควบคุม	สารสกัดกล้วย	สารสกัดเปลือกมะละกอ	สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ
จำนวนเซลล์ (cell/mL)	3×10^{8}	2×10^{8}	1×10^{8}	1×10^{8}

ตาราง 4.6 ประสิทธิภาพของการยับยั้งของการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aspergillus* sp. ด้วยวิธี Turbidity

	สารสกัดกล้วย	สารสกัดเปลือกมะละกอ	สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ
ประสิทธิภาพการยับยั้ง (ร้อยละ)	60	80	80

4) การยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. cerevisiae*

ผลการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. cerevisiae* ที่เลี้ยงเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง แสดงดังตาราง 4.7 และ ตาราง 4.8 จะเห็นได้ว่าสารสกัดกล้วย และสารสกัดเปลือกมะละกอ มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. cerevisiae* ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 4×10^{8} เซลล์ต่อมิลลิลิตร ให้ลดลงได้ร้อยละ 60 ในขณะที่สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. cerevisiae* น้อยกว่าคือร้อยละ 50

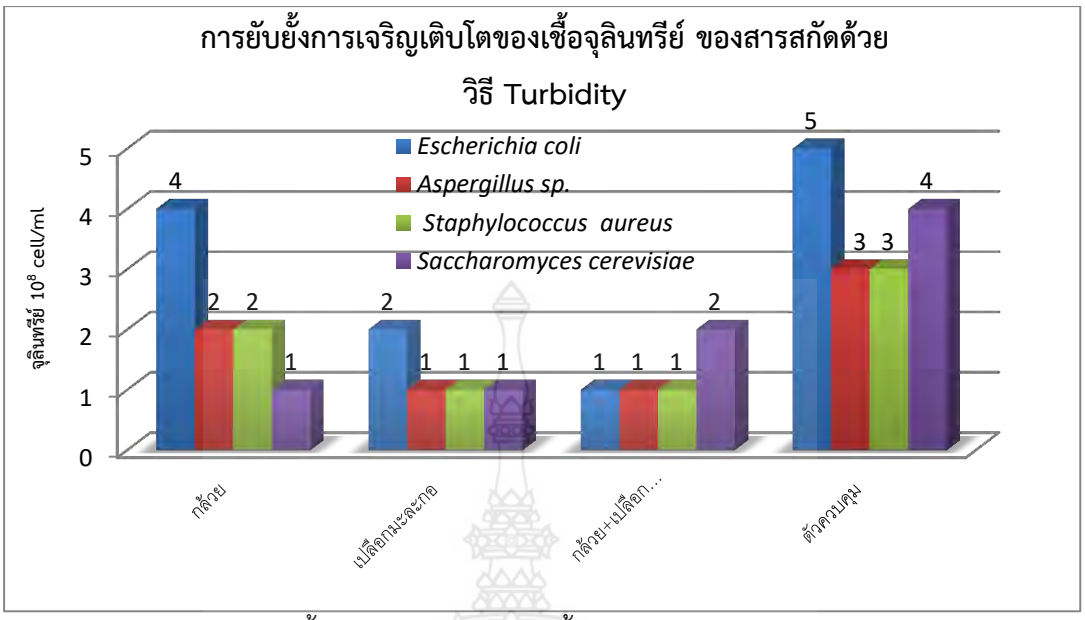
ตาราง 4.7 จำนวนเซลล์ที่มีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. cerevisiae* ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity

	ตัวควบคุม	สารสกัดกล้วย	สารสกัดเปลือกมะละกอ	สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ
จำนวนเซลล์ (cell/ml)	4×10^{8}	1×10^{8}	1×10^{8}	2×10^{8}

ตาราง 4.8 ประสิทธิภาพของการยับยั้งของการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. cerevisiae* ด้วยวิธี Turbidity

	สารสกัดกล้วย	สารสกัดเปลือกมะละกอ	สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ
ประสิทธิภาพการยับยั้ง (ร้อยละ)	60	60	50

จากผลดังกล่าวของการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ของสารสกัดทั้ง 3 ชนิด ด้วยวิธี Turbidity พบว่าสารสกัดมีประสิทธิภาพในการทดแทนสารกันเสียพาราเบนได้แตกต่างกัน คือสารสกัดกล้วยมีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. cerevisiae* ได้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. cerevisiae* ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 4×10^{8} เซลล์ต่อมิลลิลิตรให้ลดลงได้ถึงร้อยละ 60 สารสกัดมะละกอมีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* และ *Aspergillus* sp. มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อทั้ง 2 ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 3×10^{8} เซลล์ต่อมิลลิลิตรให้ลดลงได้มากถึงร้อยละ 80 และสารสกัดกล้วยรวมกับเปลือกมะละกอมีความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus Aspergillus* sp. และ *E. coli* ได้มีประสิทธิภาพสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ 3 ชนิดที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 3×10^{8} และ 4×10^{8} เซลล์ต่อมิลลิลิตรให้ลดลงได้ถึงร้อยละ 80 ทั้งนี้ตัวควบคุมที่มีเปลือกกล้วยเป็นสารสกัดนั้นสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus Aspergillus* sp. ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ *S. cerevisiae* และ *E. coli* ตามลำดับ ดังภาพ 4.12



ภาพ 4.12 การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ของสารสกัดด้วยวิธี Turbidity

จากการทดสอบการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วย 2 วิธี คือ วิธี Disk diffusion และ วิธี Turbidity พบว่า โดยวิธี Turbidity ให้ผลการทดสอบที่แม่นยำกว่า Disk Diffusion เนื่องด้วยการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่วัดได้ด้วยการดูดกลืนของแสงหรือเมื่อคำนวณได้เป็นจำนวนเซลล์ให้ผลละเอียด และบอกความแตกต่างในระดับของความเข้มข้นของเซลล์ได้ดีกว่า โดยเฉพาะผลจากการทดสอบเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ด้วยสารสกัดทั้งสามชนิดที่สามารถบ่งบอกถึง ประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ร้อยละ 50-60 แม้ไม่สามารถบอกผลการเกิด Clear zone ได้ด้วยวิธี Disk diffusion

การทดสอบด้วยวิธี Turbidity สามารถบอกประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้ง 4 ชนิด คือ *E. coli* *Aspergillus sp.* *S. aureus* และ *S. cerevisiae* ในขณะที่วิธี Disk diffusion สามารถบอกประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้เพียง 3 ชนิด คือ *E. coli* *Aspergillus sp.* และ *S. aureus* ดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ของวิธี Disk diffusion และ Turbidity

เชื้อจุลินทรีย์	วิธี Disk diffusion	วิธี Turbidity
Escherichia coli	+	+
Staphylococcus aureus	+	+
Aspergillus sp.	+	+
Saccharomyces cerevisiae	-	+

หมายเหตุ + แสดงถึงการยับยั้งจุลินทรีย์, - ไม่แสดงถึงการยับยั้งจุลินทรีย์

4.4 การทำครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

หลังจากทำการแช่สกัดสารสกัดไว้เป็นเวลา 30 วัน แล้วผสมสารสกัดทั้ง 3 ลงในส่วนผสมครีมทาส้นเท้า ได้ศึกษาคุณลักษณะของครีมทาส้นเท้าแต่ละชนิดมีผลการทดสอบดังนี้

4.2.1 ลักษณะครีมทาส้นเท้า

1) ครีมจากสารสกัดกล้วย หลังจากที่ครีมทาส้นเท้าแข็งตัว พบว่าเนื้อครีมทาส้นเท้าที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากกล้วยจะมีลักษณะเนื้อนุ่มมีสีเหลืองอ่อน มีความหนาแน่น 0.9674 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อดมจะมีกลิ่นหอมเย็น และมีความคงตัวอยู่ได้นานอย่างน้อย 45 วัน ดังภาพ 4.13

ภาพที่ 4.13 ครีมจากสารสกัดกล้วย

4.2.2 ครีมจากสารสกัดเปลือกมะละกอ

ครีมจากสารสกัดเปลือกมะละกอ หลังจากที่ครีมทาส้นเท้าแข็งตัว พบว่าเนื้อครีมทาส้นเท้าที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากเปลือกมะละกอจะมีลักษณะเนื้อนุ่มมีสีเหลืองอมเขียวมีความหนาแน่น 0.9103 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อดมจะมีกลิ่นหอมเย็น และมีความคงตัวอยู่ได้นานอย่างน้อย 45 วัน ดังภาพ 4.14

ภาพที่ 4.14 ครีมจากสารสกัดเปลือกมะละกอ

4.2.3 ครีมจากสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ

ครีมจากสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ หลังจากที่ครีมทาส้นเท้าแข็งตัว พบว่าเนื้อครีมทาส้นเท้าที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากเปลือกมะละกอจะมีลักษณะเนื้อนุ่มมีสีเหลืองเข้ม มีความหนาแน่น 0.8057 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อดมจะมีกลิ่นหอมเย็น และมีความคงตัวอยู่ได้นานอย่างน้อย 45 วัน ดังภาพ 4.15

ภาพที่ 4.15 ครีมจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

จากลักษณะของครีมทาส้นเท้าที่มาจากสารสกัดทั้งสามชนิดคือสารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอ พบว่าสารสกัดจากกล้วยมีความหนาแน่นมากสุดอันเนื่องมาจากน้ำหนักของกล้วย และรองลงมาคือเปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอ (0.9674 0.9103 และ 0.8057 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) และสีของสารสกัดทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกันมาก คือมีสีเหลืองอ่อน เมื่อเก็บไว้นาน 45 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จะพบว่าครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยสามารถคงกลิ่นหอมเย็น ไม่เหม็นหืน แต่สารสกัดจากเปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอ เมื่อระยะเวลาผ่านไปเริ่มมีกลิ่นหืนของน้ำมันเล็กน้อย ดังตารางที่ 4.10

ตาราง 4.10 ลักษณะครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอ

สารสกัดในครีมทาส้นเท้า	กลิ่น	สี	ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	ความคงตัวของครีมทาส้นเท้า (วัน)
กล้วย	หอมเย็น	เหลืองอ่อน	0.9674	45
เปลือกมะละกอ	หอมเย็น และเริ่มมีกลิ่นหืน	เหลืองอมเขียว	0.9103	45
กล้วยกับเปลือกมะละกอ	หอมเย็น และเริ่มมีกลิ่นหืน	เหลืองเข้ม	0.8057	45

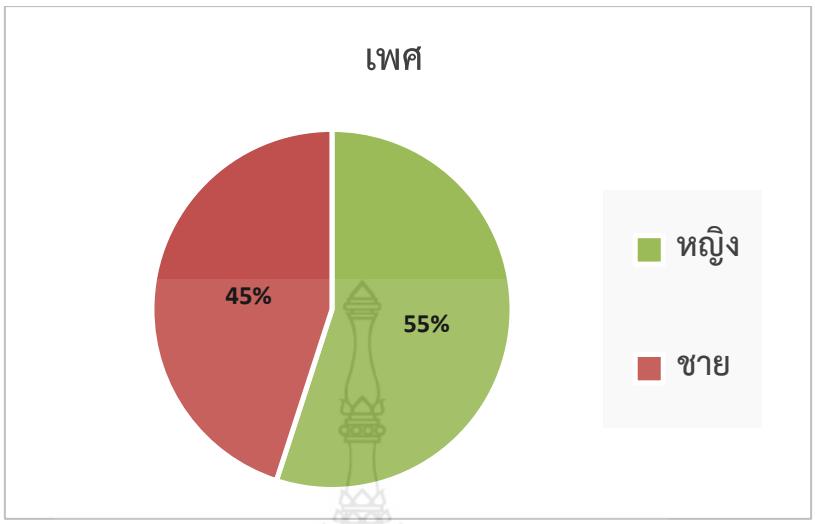
4.5 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจในการใช้ครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

4.5.1 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้ครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วย เปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอ

ผลสำรวจแบบสอบถามความพึงพอใจในการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้าจากผู้ทดสอบ 40 คน โดยสุ่มจากเจ้าหน้าที่และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และจากคนในชุมชนวัดท่าพระและชุมชนท่าทราย ได้ผลดังนี้

1) เพศของผู้ตอบแบบสอบ

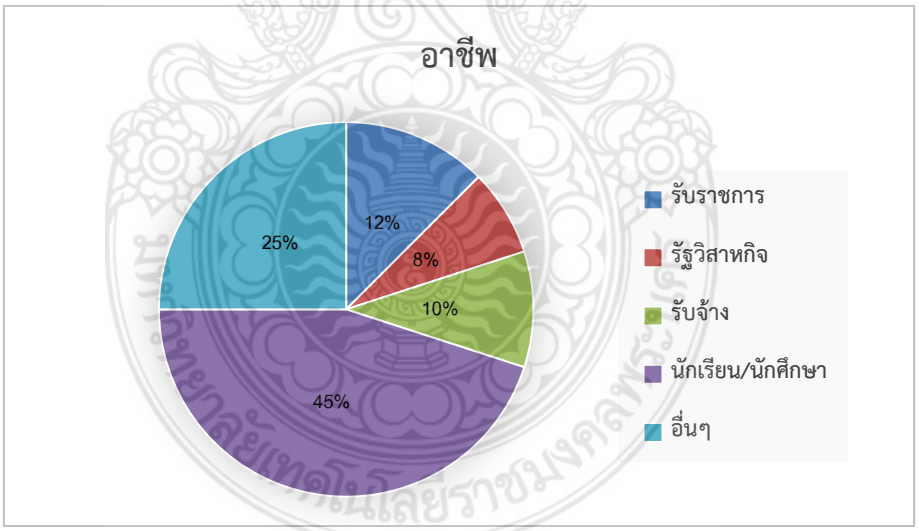
จากผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าพบว่ามี โดยเป็นเพศหญิง 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55 และเพศชาย 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45 ดังภาพ 4.16



ภาพ 4.16 ผลสำรวจของเพศผู้ตอบแบบสอบถาม

2) อาชีพของผู้ตอบแบบสอบ

จากผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า 40 คน พบว่าส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา โดยมีรายละเอียดประกอบด้วยผู้ที่มีอาชีพรับราชการร้อยละ 12 รัฐวิสาหกิจร้อยละ 8 รับจ้างร้อยละ 10 นักเรียนนักศึกษาร้อยละ 45 และอื่น ๆ ร้อยละ 25 ดังภาพ 4.17

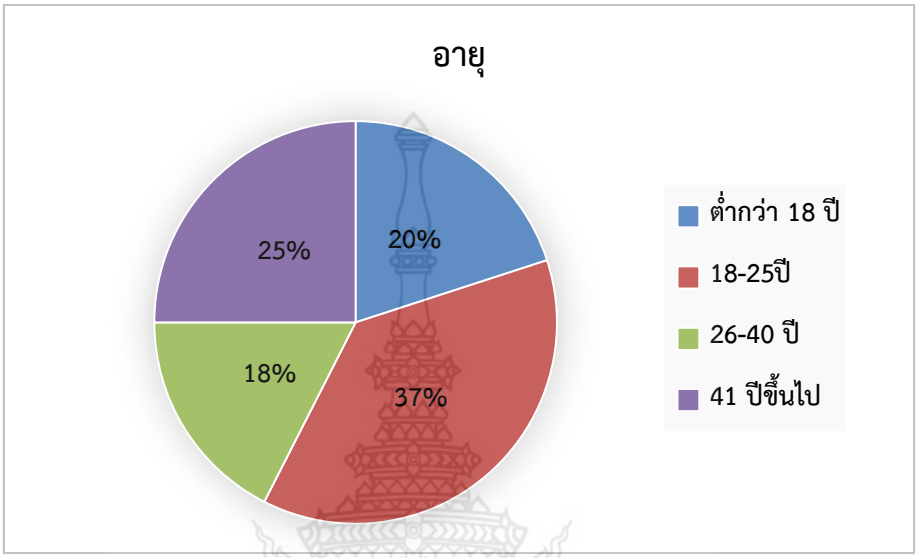


ภาพ 4.17 ผลสำรวจอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

3) อายุของผู้ตอบแบบสอบ

จากผู้ที่ได้ทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าจำนวน 40 คน พบว่า อยู่ในช่วงวัยรุ่นอายุ 18-25 ปีมากสุด และในวัยอื่นๆน้อยกว่าเล็กน้อย โดยมีรายละเอียดคือ มีอายุต่ำกว่า 18 ปี ร้อยละ

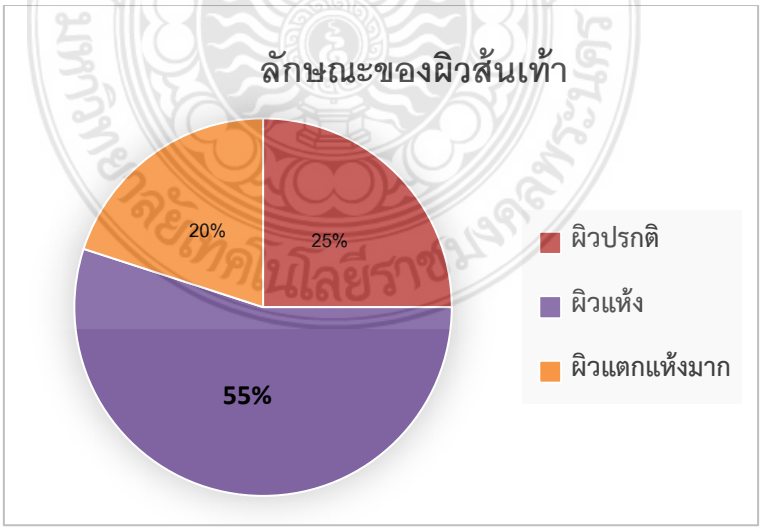
20 อายุ 18-25 ปีร้อยละ 37 อายุ 26-40 ปีร้อยละ 18 และอายุ 41 ปีขึ้นไปร้อยละ 25 ดังภาพ 4.18



ภาพ 4.18 ผลสำรวจอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

4) ลักษณะของผิวส้นเท้าของผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์

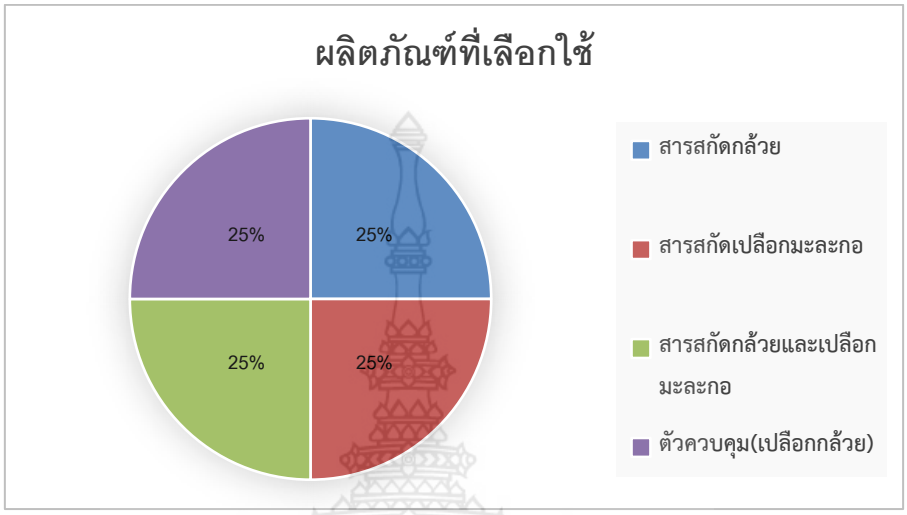
จากผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า 40 คน พบว่าลักษณะของผิวส้นเท้าของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีผิวแห้งสูงคือร้อยละ 55 ซึ่งสูงมากว่าผู้ที่มีผิวปรกติที่ร้อยละ 25 และผู้ที่มีผิวแห้งมากร้อยละ 20 ดังภาพ 4.19



ภาพ 4.19 ผลสำรวจลักษณะของผิวส้นเท้าที่มีปัญหาของผู้ตอบแบบสอบถาม

5) ความพึงพอใจในการเลือกผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า

จากผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า 40 คน พบว่าผู้ใช้ชอบครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดทั้งสามชนิด ไม่แตกต่างกัน โดยพบว่าทั้งสามชนิดคิดเป็นร้อยละ 25 ดังภาพ 4.20

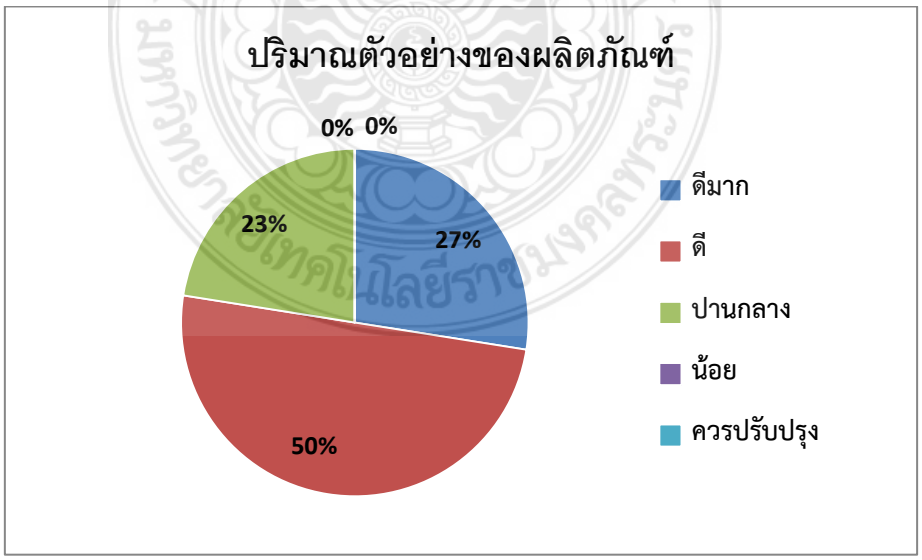


ภาพ 4.20 ผลสำรวจความพึงพอใจในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า

6) ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อการใช้ครีมทาส้นเท้า

6.1) ปริมาณของผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า

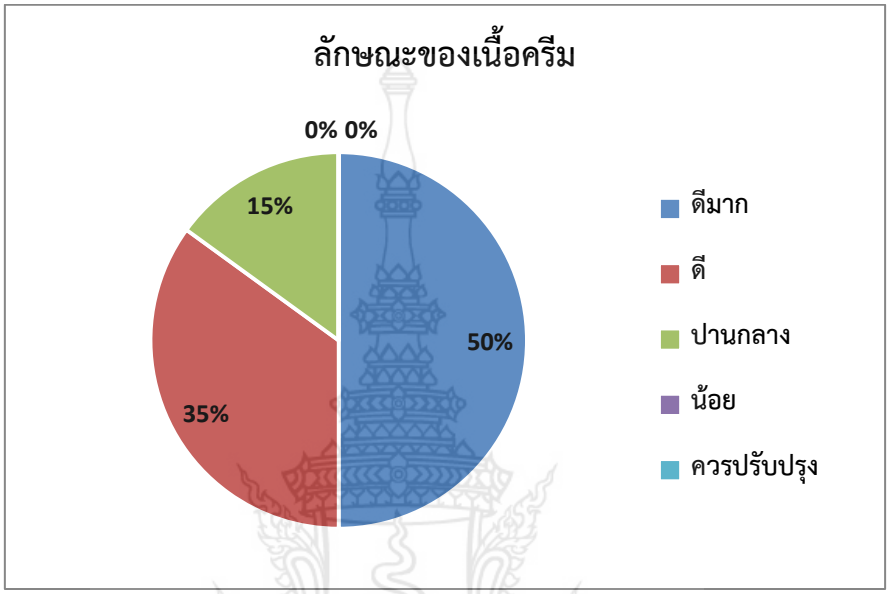
จากผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ 40 คน พบว่ามีความพึงพอใจต่อปริมาณของผลิตภัณฑ์ในระดับดีไปถึงค่อนข้างดีมากร้อยละ 27-50 ดังภาพที่ 4.21



ภาพ 4.21 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อปริมาณของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า

6.2) ลักษณะเนื้อครีมครีมทาส้นเท้า

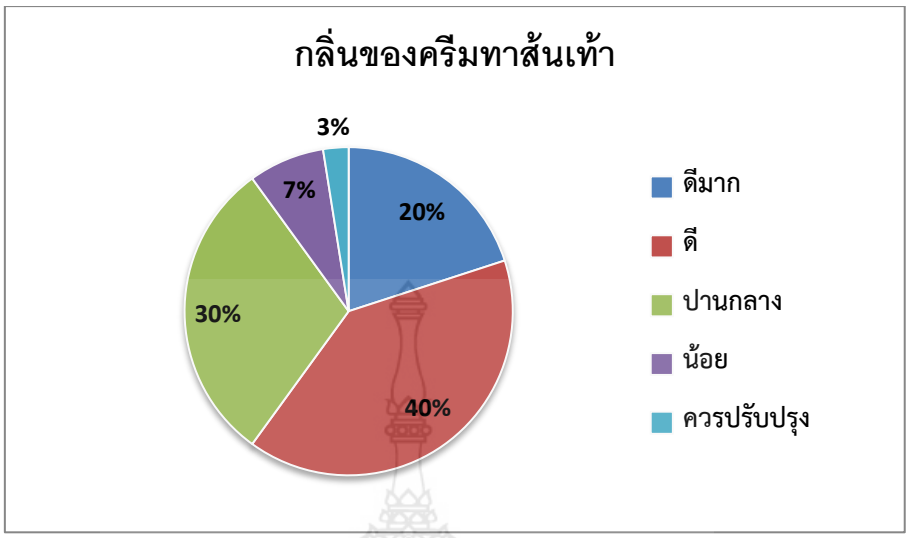
จากผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า 40 คน พบว่ามีความพึงพอใจต่อลักษณะเนื้อของครีมทาส้นเท้า ค่อนข้างดีมากร้อยละ 35-50 โดยชอบที่มีลักษณะเนื้อครีมทานุ่ม เมื่อทาให้ความละเอียด ชุ่มชื้นเท้าได้ดี



ภาพ 4.22 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อเนื้อครีมของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า

6.3) กลิ่นของครีมทาส้นเท้า

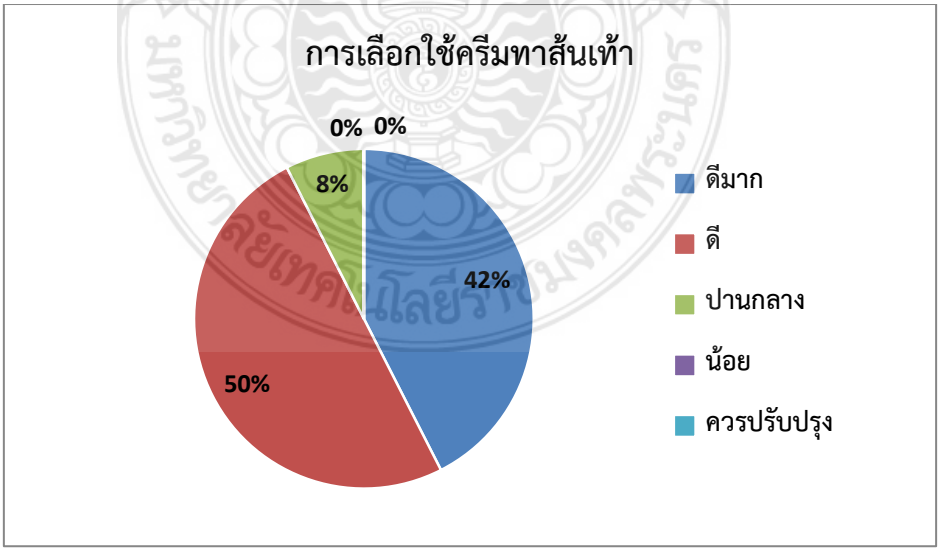
จากผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ 40 คน พบว่ามีความพึงพอใจต่อกลิ่นของครีมทาส้นเท้าโดยรวมจากทั้งครีมทั้ง 4 ชนิด ที่ส่วนใหญ่ในระดับดีร้อยละ 40 และปานกลางร้อยละ 30 ทั้งนี้พบว่ามีผู้ที่ต้องการให้มีการปรับปรุงร้อยละ 3 มาจากการดมกลิ่นครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดเปลือกมะละกอและกล้วยกับเปลือกมะละกอ ที่มีกลิ่นหืนของน้ำมัน ดังภาพ 4.23



ภาพ 4.23 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อกลิ่นโดยรวมของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า

6.4) ทัศนคติต่อส่วนผสมจากธรรมชาติในครีมทาส้นเท้า

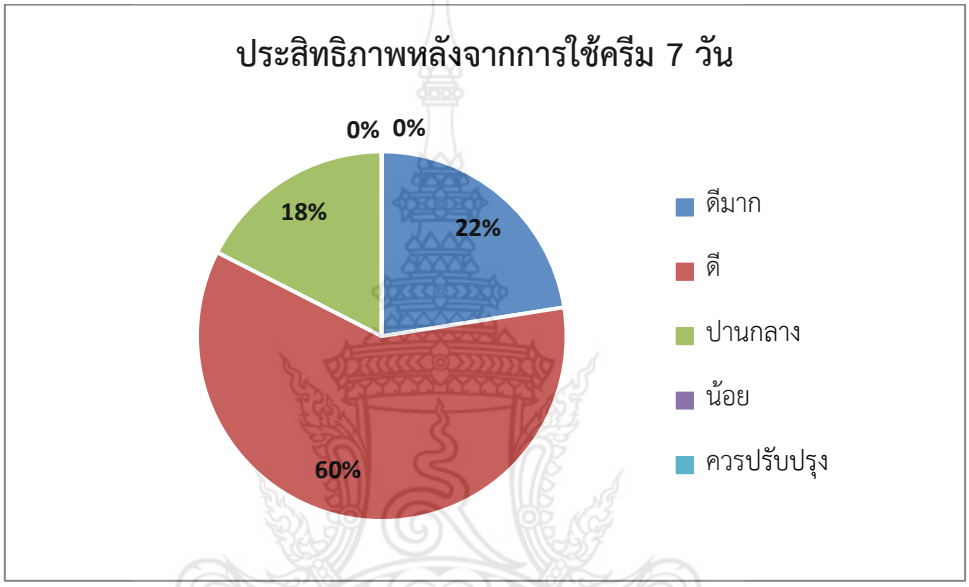
จากผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ 40 คนที่ได้ทดลองใช้ครีมทาส้นเท้าทั้งสามชนิด พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อส่วนผสมจากธรรมชาติของครีมทาส้นเท้าค่อนข้างดีถึงดีมากร้อยละ 42-50 และปานกลางร้อยละ 8 โดยชอบในส่วนผสมจากธรรมชาติ คิดว่าจะให้ผลดีต่อเท้าทำให้เท้านุ่มชุ่มชื้น และชอบที่พบว่าไม่ก่อเกิดการระคายเคืองต่อผิว ดังภาพ 4.24



ภาพ 4.24 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อส่วนผสมจากธรรมชาติในครีมทาส้นเท้า

6.5) ประสิทธิภาพของครีมทาส้นเท้าต่อผิว

จากการที่ผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ 40 คนได้ทดลองใช้ครีมทาส้นเท้าเป็นเวลา 7 วัน พบว่าส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อส่วนผสมจากธรรมชาติของครีมทาส้นเท้าค่อนข้างดีร้อยละ 60 และปานกลางร้อยละ 18 ดังภาพ 4.25 ด้วยเหตุผลว่าทำให้เท้ามีความนุ่มชุ่มชื้น ลดความหยาบกร้าน เนื้อครีมยังคงตัวได้นานในระยะการใช้งาน โดยมีความคงตัวอยู่นานมากกว่า 60 วัน



ภาพ 4.25 ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อประสิทธิภาพหลังการใช้ครีมทาส้นเท้า 7 วัน

จากผลการทดสอบดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าเจ้าหน้าที่และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และจากคนในชุมชนวัดท่าพระและชุมชนท่าทราย แบบสุ่ม จำนวน 40 คน มีความพึงพอใจต่อครีมทาส้นเท้าโดยรวมดี โดยเฉพาะครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยมากกว่ากล้วยกับเปลือกมะละกอ เนื่องด้วยมีกลิ่นที่หอมกว่า สำหรับครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดทั้งสามชนิดมีประสิทธิภาพในการทำให้ผิวนุ่มชุ่มชื้นขึ้นหลังจากการทดสอบได้ 7 วันไม่แตกต่างกัน

7) ข้อเสนอแนะจากผู้ทดสอบ

ผู้ทดสอบได้มีข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงคุณภาพของครีมทาส้นเท้า ซึ่งเน้นโดยเฉพาะด้านกลิ่นของสารสกัดจากเปลือกมะละกอ และกล้วยกับเปลือกมะละกอที่มีกลิ่นหืนของน้ำมันเมื่อระยะเวลาผ่านไป ดังนี้

7.1) ควรปรับปรุงเรื่องกลิ่น ให้มีกลิ่นหอมสดชื่นกว่านี้

7.2) มีกลิ่นไม่หอม

7.3) มีกลิ่นแปลกๆ

7.4) มีกลิ่นของน้ำมัน

7.5) ลักษณะครีมน่าจะนิ่มกว่านี้

7.6) อยากให้มีกลิ่นอื่น ๆ

7.7) ควรเพิ่มปริมาณของครีมทาส้นเท้า

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมี เพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า ด้วยการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของสารสกัดกล้วย สารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ ในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคด้วยวิธี Disk diffusion และวิธี Turbidity และศึกษาคุณลักษณะของครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดทั้ง 3 ชนิด ในด้านความคงตัวลักษณะทางกายภาพ และความพึงพอใจของผู้บริโภค ได้สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

1) จากการวิจัยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของสารสกัดทั้ง 3 ชนิด คือสารสกัดกล้วย สารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ พบว่าสารสกัดดังกล่าวก่อนการนำไปผสมเป็นผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี เมื่อทำการทดสอบทั้ง 2 วิธี คือวิธี Disk diffusion และ Turbidity และด้วยวิธี Turbidity ให้ค่าที่แม่นยำกว่า โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1) ในการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัดทั้ง 3 ชนิดในการยับยั้งต่อจุลินทรีย์ทั้งโปรคารีโอต คือ แบคทีเรีย รา และยูคารีโอตคือยีสต์ ด้วยวิธี Disk diffusion ด้วยประสิทธิภาพการยับยั้งของสารสกัดทั้ง 3 ชนิดในการยับยั้งต่อจุลินทรีย์ที่ความเข้มข้นคือ 25, 50, 100 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ใช้ตัวควบคุมคือ น้ำมันมะพร้าว พบว่าสารสกัดกล้วยสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* (ตั้งแต่ความเข้มข้น 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และเชื้อรา *Aspergillus* sp. (ตั้งแต่ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ได้ดี สำหรับสารสกัดเปลือกมะละกอสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบและบวก คือเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* ได้ดีกว่าสารสกัดกล้วย โดยสามารถยับยั้งเชื้อทั้ง 2 ชนิด (ตั้งแต่ที่ความเข้มข้น 25 และ 150 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ) และสำหรับสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอมีคุณสมบัติที่คล้ายสารสกัดเปลือกมะละกอ คือสามารถยับยั้งทั้งเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* (ทั้ง 2 ชนิดตั้งแต่ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และยังสามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* sp. (ตั้งแต่ที่ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

แต่ทั้งนี้พบว่าสารสกัดทั้งสามชนิดไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ซึ่งเป็นผลที่ดีเนื่องจากยีสต์เป็นเซลล์ยูคาริโอต ซึ่งสามารถใช้บ่งบอกถึงความไม่เป็นพิษ น่าจะเป็นมิตรต่อผู้บริโภค

1.2) ในการทดสอบการยับยั้งต่อจุลินทรีย์ของสารสกัดทั้ง 3 ชนิดด้วยวิธี Turbidity ต่อจุลินทรีย์โปรคารีโอต คือ แบคทีเรีย รา และยูคารีโอตคือยีสต์ ให้ผลเช่นเดียวกับการวัดด้วยวิธี Disk diffusion พบว่าที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถให้ค่า OD ที่ 600 นาโนเมตรลดลงเมื่อเทียบกับจุลินทรีย์ที่ไม่มีสารสกัดทั้ง 3 ชนิด ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ โดยสารสกัดทั้ง 3 ชนิด คือ สาสกัดกล้วย สารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก *S. aureus* และเชื้อรา *Aspergillus* sp. ได้ดี (ลดลงร้อยละ 80) แต่เฉพาะสารสกัดมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับมะละกอที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ *E. coli* (ลดลงร้อยละ 60) และเมื่อทำการทดสอบต่อเชื้อยีสต์ วิธีการ Turbidity สามารถช่วยบ่งบอกได้ว่า สารสกัดทั้ง 3 ชนิดนี้มีประสิทธิภาพน้อยในการยับยั้งเชื้อยีสต์ (ลดลงไม่ถึง 50%)

จากผลดังกล่าวทั้งหมดนี้สามารถสรุปว่าสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอมีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ และรองลงมาคือสารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วย

2) เมื่อนำสารสกัดทั้ง 3 ชนิดผสมเป็นผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า พบว่าครีมที่ได้มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน แต่มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ส้นเท้าที่แตกดีขึ้น โดยเนื้อครีมทาส้นเท้าของสารสกัดกล้วย มีลักษณะนุ่ม สีเหลืองอ่อน กลิ่นหอมเย็น แตกต่างจากสารสกัดเปลือกมะละกอเล็กน้อย ที่มีลักษณะนุ่ม สีเหลืองอมเขียวมาจากสีของมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอมีลักษณะที่นุ่ม สีเหลืองแก่ของสีกล้วยชัดเจน เมื่อนำผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดให้ผู้ทดสอบแบบสุ่ม จากวัยรุ่นและผู้ใหญ่ ทั้งชายและหญิง จากหลายแหล่งคือ นักศึกษาและเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จากชุมชนวัดท่าพระ และจากชุมชนท่าทราย ด้วยการตอบแบบสอบถามหลังจากได้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าทั้ง 3 แบบ ผู้ใช้ส่วนใหญ่พึงพอใจในครีมทั้ง 3 ชนิดร้อยละ 60 แต่ร้อยละ 40 ที่พอใจในกลิ่นที่ทีมงานวิจัยเลือกใช้คือ กลิ่นยูคาลิปตัส โดยพบว่าต้องการให้มีการปรับปรุงกลิ่น ด้วยการเติมกลิ่นให้หอม ทั้งนี้กลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่มาจากสารสกัดกล้วยมีกลิ่นหอมเย็น แต่สารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอพบว่ามีกลิ่นหืน เนื่องจากระยะในการทดสอบคุณภาพการทำงานของครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดทั้ง 3 ชนิดมีเวลาจำกัดและปริมาณที่ให้ทดสอบน้อย (20 กรัม) ครีมดังกล่าวมีความคงตัวของครีมทาส้นเท้าได้อย่างน้อย 60 วัน ผู้บริโภคมากกว่าร้อยละ 50 ที่พอใจในผลิตภัณฑ์เมื่อทดสอบได้ 3 วัน ร้อยละ 60 ของผู้บริโภคเห็นประสิทธิภาพการใช้หลัง 7 วัน บอกถึงผลดี คือทำให้เท้านุ่มชุ่มชื้น และไม่เกิดการระคายเคืองต่อผิว

ดังนั้นจากการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอสามารถนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า ใช้ทารักษาอาการชองเท้าแตกในระยะเวลาอย่างน้อย 7 วันและด้วยคุณสมบัติของสารสกัดทั้ง 2 ชนิดที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดแบคทีเรีย และเชื้อรา จึงสามารถ

นำมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมีกันเสียในครีมทาส้นเท้าได้ ด้วยราคาวัตถุดิบ และขั้นตอนการทำงานที่ง่าย ทำให้ผลิตภัณฑ์ครีมดังกล่าวนี้จะสามารถนำไปพัฒนาต่อในระดับอุตสาหกรรมต่อได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เนื่องด้วยในการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิด แบคทีเรีย ราและยีสต์ เป็นผลเพียงเบื้องต้น เพื่อความแม่นยำ และการนำไปพัฒนาขั้นต่อไป จำเป็นต้องเพิ่มชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในการทดสอบให้มากขึ้น โดยเฉพาะเชื้อที่ก่อโรค 4 ชนิด และควรมีการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มนุษย์ในห้องปฏิบัติการ (In Vitro toxicity test) ต่อไป

5.2.2 เนื่องด้วยครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดทั้ง 3 ชนิดมีความหนืดน้อยกว่าครีมทาส้นเท้าต้นแบบที่ทำจากเปลือกกล้วยสกัดในน้ำมัน ดังนั้นในการพัฒนาสูตรให้ได้ครีมทาส้นเท้าที่ข้น เหนียว จะช่วยให้ครีมเกาะผิวเท้าได้นานมากขึ้น ควรเติม Bee wax มากขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ครีมเหนียวเกาะเท้าได้ดี ช่วยในการรักษาส้นเท้าแตกได้ดียิ่งขึ้น

5.2.3 เนื่องด้วยครีมส้นเท้าจากเปลือกมะละกอเมื่อเก็บรักษานานมากกว่า 45 วัน มีกลิ่นหืน จึงควรมีการปรับปรุงกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดเปลือกมะละกอ และสารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอด้วยกลิ่นที่หอม และจำเป็นต้องเติมสารวิตามินอี เพื่อกันการเหม็นหืน

5.2.4 ในการศึกษานี้เป็นผลเบื้องต้น จำเป็นต้องศึกษาอายุของผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า ที่ยังคงประสิทธิภาพพร้อมทั้งศึกษาความคงตัว และติดตามดูประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ของ สารสกัดทั้ง 3 ชนิดนี้

5.2.5 เนื่องจากกล้วยมีสารอาหารและวิตามินหลากหลายชนิด ทำให้ไม่มีปัญหาของการเหม็นหืนของครีมทาส้นเท้า เมื่อเทียบกับครีมทาส้นเท้าชนิดอื่น แต่อย่างไรก็ตามครีมทาส้นเท้าควรมีการเพิ่มวิตามินอีในส่วนผสม เพื่อเป็นการป้องกันกลิ่นหืนเมื่อระยะเวลาผ่านไป และป้องกันการเสื่อมคุณภาพเมื่อเก็บไว้ในสภาพอากาศที่ร้อน

เอกสารอ้างอิง

จิรนาถ บุญคง. 2554. **แป้งที่มีบทบาทต่อสุขภาพ**. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสยาม.

ชาลิสา ชาญเขตรธรรม และอานุภาพ สกิจขวา. 2557 **ฤทธิ์ยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ของสารสกัดจากพืชท้องถิ่น.** ปัญหาพิเศษทางชีววิทยา, 1.

เชื้ออีโคไล (*E. Coli*). 2561. ***Escherichia coli.*** [ออนไลน์]. (14 กุมภาพันธ์ 2562) เข้าถึงได้จาก: https://www.honestdocs.co/what-is-ecoli.

ณัฐพร จันทร์ฉาย และรัตนาพร จันทนาน**.** 2559. **ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรไทยต่อเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของสุกรเล็ก.** วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 13.

ธารทิพย์ รัตนะ. 2558. **ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสับปะรดและมะละกอ ในการต่อต้านราก่อโรคแอนแทรกโนสในพริก**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 456-468.

นิธิ ตั้งศรีทรัพย์. 2555. **การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากเปลือกกล้วยหอมดิบต่อการยับยั้งแบคทีเรียก่อสิวและการติดเชื้อผิวหนังที่พบได้บ่อย**. ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**.**

นิธิยา รัตนาปนนท์. ม.ป.ป. **Cellulose เซลลูโลส.** [ออนไลน์]. (17 กุมภาพันธ์ 2562) เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0612/cellulose-.

นฤมล ตปนียะกุล และ วาสนา คงสุข. 2558. ***Staphylococcus aureus***. [ออนไลน์]. (17 ธันวาคม 2562). เข้าถึงได้จาก : http://rldc.anamai.moph.go.th/index.php?option=com.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2558. ***Aspergillus* sp.** [ออนไลน์]. (22 ธันวาคม 2561). เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1438/aspergillus.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2551. ***Escherichia coli / E. coli*** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com.

ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*. , ม.ป.ป. ***Saccharomyces cerevisiae.*** [ออนไลน์]. (15 กุมภาพันธ์ 2562). สืบค้นได้จาก : http://th.swewe.net/word_show.htm/Saccharomyces_cerevisiae.

วันเชิญ โพธาเจริญ. ม.ป.ป. ***Saccharomyces cerevisiae***. [ออนไลน์]. (22 ธันวาคม 2561). เข้าถึงได้จาก : http://www1a.biotec.or.th/BRT/index.php?option=com.

วิสสุตา คุ้มวงษา. 2558. **ประสิทธิภาพของเจลล้างมือผสมสารสกัดจากเปลือกผลไม้ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค**. วารสารวิจัย, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

ศรัณยา ธาราแสวง และคณะ. 2556. **การศึกษาสารสกัดจากสมุนไพรผลพิลังกาสาและเปลือกมังคุด เพื่อใช้เป็นสารกันบูดในผลิตภัณฑ์ยาและเครื่องสำอาง.** รายงานการวิจัย, สถาบันวิจัยสมุนไพร, สำนักเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 31-32.

ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. ม.ป.ป. ***Aspergillus.*** [ออนไลน์]. (15 กุมภาพันธ์ 2562). สืบค้นได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1438/aspergillus.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2556. **สารกันบูด (Preservatives).** [ออนไลน์]. (18 กุมภาพันธ์ 2562) เข้าถึงได้จาก: https://www.scimath.org/articlechemistry/item/3407- 2013-03-06-07-47-00.

สมฤดี ไทพาณิชย์ และปราณี อ่านเปรื่อง. 2557. **การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เนื้อกล้วยหอมตีป่นพาสเจอไรซ์.** วารสารเทคโนโลยีการอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสยาม.

สารกันเสีย GLYDANT. 2561. **สารกันเสีย.** [ออนไลน์]. (15 กุมภาพันธ์ 2562.) เข้าถึงได้จาก : http://radachemical.lnwshop.com.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2557. **จุลินทรีย์ แบคทีเรีย ยีสต์.** [ออนไลน์]. (17 ธันวาคม 2561). เข้าถึงได้จาก: https://www.nstda.or.th/th/nstda-r-and-d/764**.**

สุชาติ เสรี. 2558. **ปลูกมะละกอพืชสารพัดประโยชน์**. [ออนไลน์]. (15 กุมภาพันธ์ 2562). เข้าถึงได้จาก : http://technology-farmmer.blogspot.com/2015/02/blog-post 17.html.

สุชีวัน กรอบทองและคณะ. ม.ป.ป. **การยับยั้งการเจริญของเชื้ออีโคไลด้วยซิงก์ออกไซด์เตตระพอต** วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, ฉบับพิเศษ, 143.

สุนัดดา โยมญาติ. 2560. **เครื่องสำอาง สวยอย่างปลอดภัย**. [ออนไลน์]. (15 กุมภาพันธ์ 2562). เข้าถึงได้จาก: http://biology.ipst.ac.th/?p=3446.

สิริแข พงษ์สวัสดิ์ และทรงพล จำดิษฐ์. 2558. **ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของเปลือกผลไม้บางชนิดต่อ Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* Antibacterial Activitiesof Some Fruit Peels against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus***. สาขาวิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ. 2560. **กล้วย กล้วย.** [ออนไลน์] (17 กุมภาพันธ์ 2562). เข้าถึงได้จาก: https://www.mukinter.com/en/component/k2/item/473.

อภัย ราษฎรวิจิตร. 2561. **สารกันเสีย/สารกันบูด/ยากันบูด (Preservatives)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://www.haamor.com/th.

อมรรัตน์ สีสุกองและคณะ. 2559. **การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากวัชพืชบางชนิด** วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

อุมาพร ทาไธสง 2558. **ความเสี่ยงต่ออันตรายจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเครื่องสำอาง** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.uniserv.buu.ac.th/forum2/topic.asp?topic.

Disthai. 2560. **กล้วยน้ำว้า.** [ออนไลน์]. (20 ธันวาคม 2561) เข้าถึงได้จาก: https://www.disthai.com/16915273/กล้วยน้ำว้า

Pectin. 2549. **โครงสร้างทางเคมีของเพคติน.** [ออนไลน์]. (15 กุมภาพันธ์ 2562) เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/430/pectin.

Staphylococcus aureus ในเด็ก: อันตรายวิธีการกำจัดเขา. ม.ป.ป. ***Staphyloccus aureus.*** [ออนไลน์]. (14 กุมภาพันธ์ 2562). เข้าถึงได้จาก : https://th.ajeshashok.com/zdorove/115054-stafilokokk-zolotistyy-u-rebenka.

ภาคผนวก ก
ข้อมูลผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Turbidity

ตารางภาคผนวก ก.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดกล้วยในการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Turbidity

	ค่าการดูดกลืนแสง (OD)	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Cell/mL)	ประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ (ร้อยละ)
E. coli	0.975	4×10^{8}	20
S. aureus	0.395	2×10^{8}	60
Aspergillus sp.	0.222	2×10^{8}	60
S. cerevisiae	0.218	1×10^{8}	80

ตารางภาคผนวก ก.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดเปลือกมะละกอในการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Turbidity

	ค่าการดูดกลืนแสง (OD)	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Cell/mL)	ประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ (ร้อยละ)
E. coli	0.573	2×10^{8}	60
S. aureus	0.218	1×10^{8}	80
Aspergillus sp.	0.202	1×10^{8}	80
S. cerevisiae	0.209	1×10^{8}	80

ตารางภาคผนวก ก.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอในการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Turbidity

	ค่าการดูดกลืนแสง (OD)	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Cell/mL)	ประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ (ร้อยละ)
E. coli	0.372	1×10^{8}	80
S. aureus	0.280	1×10^{8}	80
Aspergillus sp.	0.177	1×10^{8}	80
S. cerevisiae	0.311	2×10^{8}	60

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจการใช้ครีมทาส้นเท้าจากสารสกัดกล้วยและเปลือกมะละกอ

แบบสอบถามความพึงพอใจ

เรื่อง การทดลองใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอทดแทนสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ หน้าข้อความที่ท่านเลือก

ส่วนที่ 1

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อาชีพ ☐ รับราชการ ☐ รัฐวิสาหกิจ ☐ รับจ้าง ☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ อื่นๆ
3. อายุ ☐ ต่ำกว่า 18 ปี ☐ 18-25 ปี ☐ 26-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป
4. ลักษณะของผิวส้นเท้าที่เป็นปัญหา

☐ ผิวปรกติ ☐ ผิวแห้งเริ่มมีรอยแตกเล็กน้อย ☐ ผิวแตกแห้งมาก

ส่วนที่ 2 ทัศนคติผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์ที่ท่านได้ใช้ ☐ สารสกัดกล้วย ☐ สารสกัดเปลือกมะละกอ ☐ สารสกัดกล้วยกับเปลือกมะละกอ ☐ ตัวควบคุม(เปลือกกล้วย)

ทัศนคติ	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. ปริมาณของผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าที่ใช้ทดสอบ					
2. กลิ่นของผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า					
3. ส่วนผสมจากธรรมชาติมีผลดีต่อสภาพผิวของท่าน					
4. ลักษณะของเนื้อครีมในการนำไปใช้					
5. ประสิทธิภาพหลังจากการใช้ครีมทาส้นเท้าใน 7 วัน					

ข้อเสนอแนะ

.....

ภาคผนวก ค
การเผยแพร่องค์ความรู้จากการวิจัยให้กับชุมชน

การเผยแพร่องค์ความรู้จากการวิจัย ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งาน 14 ปี Rmutp วันพฤหัสบดี 17 มกราคม 2562 - วันศุกร์ 18 มกราคม 2562

ภาพภาคผนวก ค.1 ภาพกิจกรรมงาน 14 ปี Rmutp

โปสเตอร์เผยแพร่องค์ความรู้จากการ

RMUTP GOES DIGITAL

ANNIVERSARY 14TH RMUTP GOES DIGITAL

ครบรอบ 14 ปี แห่งการสถาปนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าด้วยสารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอเพื่อทดแทนสารเคมีในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

วิมลรัตน์ ม่วงประเสริฐ บันทชา เนื้อนวล แก้วกาญจน์ เสียงเสนาะ ภัทริกา สูงสมบัติ และ ดวงฤทัย นิคมรัฐ*

สาขาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

399 ถ.สามแสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

* duongruitai.n@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

แนวทางที่ทีมผู้วิจัยต้องการพัฒนานวัตกรรม คือ ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้า ด้วยสารสกัดธรรมชาติจากกล้วยและเปลือกกล้วย ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานยับยั้งจุลินทรีย์ ไม่ทำให้เกิดอาการแพ้กับผู้ใช้ โดยเปลือกกล้วยเป็นการใช้ของเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่สามารถสร้างมูลค่าทางการเกษตร และมีข้อดีคือหาได้ง่าย มีสาระสำคัญคือ ทั้งนี้สามารถใช้สารธรรมชาติเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยสารสกัดจากเปลือมะละกอเพิ่มขึ้นได้อีก ซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มของสารโปรตีเอส ซึ่งช่วยขัดเซลล์ผิวได้ด้วย หาได้ง่ายตามท้องตลาด ราคาถูก ไม่เป็นอันตรายและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์จากสารสกัดของกล้วยในรูปแบบของส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าที่มีสารทดแทนกันสารกันบูดด้วยสารสกัดจากเปลือกมะละกอ โดยมีการทดสอบความคงตัว ประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ในระยะเวลาที่เร่งสเมือน 1 ปี ความไม่เป็นพิษของสารสกัด และเน้นที่สุดคือความมีประสิทธิภาพอย่างน้อย 60% ในการยับยั้งจุลินทรีย์เมื่อเทียบกับสารเคมีใช้เพื่อกันเสีย คือ Chemophor RH40 ซึ่งเป็นที่นิยมในการเป็นสารกันเสียในส่วนผสมของครีมได้ พบว่าสามารถยืดอายุการใช้งานของครีมให้โดยมีฤทธิ์สามารถยับยั้งจุลินทรีย์อย่างน้อย 1 เดือน

บทนำ

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพหลากหลายที่ใช้กันมนุษย์ยังมีสารพิษก่อให้เกิดการระคายเคือง และยังก่อให้เกิดมะเร็ง อันเนื่องมาจากการใช้สารเคมี ทั้งยังมีการเติมสารกันเสีย เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์และยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มาจากหลายสาเหตุได้แก่ ผู้ผลิต วัตถุดิบและน้ำที่ใช้ในการผลิตภาชนะ เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและขั้นตอนการผลิต และภาชนะบรรจุรวมทั้งฝาปิด การป้องกันการปนเปื้อนและเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่นิยมใช้สารกันเสียเป็นวิธีทางเคมี เพราะง่าย สะดวกและได้ผลดี แต่ก็มีข้อเสียคืออาจเกิดการระคายเคือง เป็นสารก่อมะเร็งหรือเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ จึงได้มีแนวทางการแก้ไขทางหนึ่งคือ การใช้สารกันเสียจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นแนวทางที่ทีมผู้วิจัยต้องการพัฒนานวัตกรรม คือ ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าด้วยสารสกัดธรรมชาติจากพืชคือ กล้วยและเปลือกมะละกอ

ระเบียบวิธีวิจัย

มีขั้นตอนในการดำเนินการคือ

1.สกัดทยาบโดยการต้มเปลือกกล้วยด้วย mineral oil และสารสกัดจากเนื้อกล้วย

2.เมื่อได้สารสกัดแยกชั้น ให้นำแต่ละชั้นมาทดสอบคุณสมบัติการอยู่ตัวในครีมทาส้นเท้า การเป็นพิษต่อเซลล์

3.ทดสอบการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Bacteria Fungi และ Yeasts) โดยวิธี Disk Diffusion และ Turbidity

4.ผสมครีมทาส้นเท้าตามสูตรที่เตรียมไว้ และทดสอบความคงตัวของครีมทาส้นเท้า

ก)

ข)

รูปที่ 1 ก) เปลือกกล้วย ข) เปลือกมะละกอที่ใช้ในการทำสารสกัดด้วยและสารสกัดมะละกอ

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ได้ผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าธรรมชาติจากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ไว้สารเคมีกันเสียด้วยการใช้สารสกัดจากพืชธรรมชาติ คือ กล้วยและเปลือกมะละกอ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้งทางการเกษตร มาเป็นส่วนผสมในครีมทาส้นเท้าอีกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้

ก)

ข) ค)

ง)

รูปที่ 2 ก) น้ำมันจากเปลือกกล้วย ข) และ ค) สารสกัดจากกล้วยและเปลือกมะละกอในสารละลายที่มีขั้วและไม่มีขั้ว ง) ตัวอย่างการทดสอบสารสกัดที่ได้ต่อการต้านเชื้อยีสต์บนเพลท และเชื้อแบคทีเรียด้วยการทำ turbidity test

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากกล้วยทดแทนสารเคมีเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในครีมทาส้นเท้า สรุปได้ว่าสารสกัดจากกล้วยสามารถแทนสารกันเสียในผลิตภัณฑ์ครีมทาส้นเท้าในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ และยังมีสรรพคุณในการช่วยให้ผิวนุ่มชุ่มชื้น และลดรอยแตกของส้นเท้าได้ สามารถนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถออกสู่ตลาดต่อไปได้

อ้างอิง

Jawaharlal Nehru Krishi Vishwavidyalaya. 2018. Potential Use of Banana and Its By-products: A Review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7(6) 521. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.706.218.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ต้องขอขอบคุณทุนนวัตกรรมนักวิจัย และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนทุนการวิจัยและงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้

ภาพภาคผนวก ค.2 โปสเตอร์เผยแพร่ความรู้งาน 14 ปี Rmutp

หนังสือพิมพ์สยามรัฐ วันศุกร์ที่ 6 มีนาคม 2562

ภาพภาคผนวก ค.3 หนังสือพิมพ์สยามรัฐสืบเนื่องจากงาน 14 ปี Rmutp

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาววิมลรัตน์ ม่วงประเสริฐ

วัน เดือน ปีเกิด 3 ตุลาคม พ.ศ. 2539

ภูมิลำเนา อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีการศึกษาที่สำเร็จ**
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์	2557
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์	2554
ประถมศึกษา	โรงเรียนอุดมศึกษา	2551

ตำแหน่งและสถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 42/417 หมู่ 3 ถนนบางกรวย-ไทรน้อย ตำบลบางสีทอง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี 11130

ทุนการศึกษา

ทุนส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปี 2562

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวนันทชา เนื้อนวล

วัน เดือน ปีเกิด 21 มีนาคม พ.ศ. 2540

ภูมิลำเนา อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีการศึกษาที่สำเร็จ**
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์	2557
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดตำหนักใต้	2554
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดตำหนักใต้	2551

ตำแหน่งและสถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 55/35 หมู่ 4 ถนนนนทบุรี1 ตำบลท่าทราย อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 11000

ทุนการศึกษา

ทุนส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปี 2562

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวแก้วกาญจน์ เสียงเสนาะ

วัน เดือน ปีเกิด 3 พฤศจิกายน พ.ศ.2539

ภูมิลำเนา อำเภอกุดข้าวปุ้น จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีการศึกษาที่สำเร็จ**
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์	2557
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์	2554
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดลานนาบุญ	2551

ตำแหน่งและสถานที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 48/23 หมู่ 6 ถนนประชาราษฎร์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 11000

ทุนการศึกษา

ทุนส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปี 2562