รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้ประโยชน์จากสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหินในการต้านการเจริญของเชื้อก่อโรคในอาหาร

Utilization of peel extracts from *Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang' and *Musa* (ABB group) 'Kluai Hin' to inhibit the growth in food borne diseases

นางสาววลัยพร มัฆพาน
นางพัชราภรณ์ นาคเทวัญ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้ประโยชน์จากสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหินในการต้านการเจริญของเชื้อก่อโรคในอาหาร

Utilization of peel extracts from *Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang' and *Musa* (ABB group) 'Kluai Hin' to inhibit the growth in food borne diseases

นางสาววลัยพร มัฆพาน
นางพัชราภรณ์ นาคเทวัญ

หมวดหมู่.....
เลขทะเบียน 145922
วัน เดือน ปี 11 เม.ย. 2560

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย): การใช้ประโยชน์จากสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหินในการต้านการเจริญของเชื้อก่อโรคในอาหาร

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ): Utilization of peel extracts from *Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang' and *Musa* (ABB group) 'Kluai Hin' to inhibit the growth in food borne diseases

แหล่งเงิน เงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสุน** 70,000 บาท

ระยะเวลาดำเนินการโครงการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2558 ถึง 30 กันยายน 2559

รายนามคณะผู้วิจัย

นางสาววลัยพร มัฆพาน และ นางพัชราภรณ์ นาคเทวัญ

หน่วยงานต้นสังกัด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

บทคัดย่อ

สารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกผลไม้จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และอาจมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ งานวิจัยนี้เน้นศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและเปลือกกล้วยหิน รวมทั้งศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เมื่อนำเปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์ที่อยู่ในระยะดิบที่มีเปลือกเขียวทั้งหมด และระยะสุกที่มีเปลือกเหลืองทั้งหมด มาทำการสกัดสารประกอบฟีนอลิกด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ คลอโรฟอร์ม เอทานอล และน้ำ โดยใช้วิธีการสกัด 2 วิธี พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกกล้วยแต่ละสายพันธุ์ขึ้นอยู่กับระยะการสุก ชนิดตัวทำละลาย และวิธีการสกัด สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางสุกโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย จะให้สารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด เท่ากับ 193.54 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง และสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบโดยใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายและสกัดด้วยวิธีที่ 2 จะให้สารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด เท่ากับ 170.17 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อนำสารสกัดจากเปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์ จำนวน 20 ชนิดของสาร มาทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Escherichia coli* TISTR 073, *Bacillus cereus* TISTR 035, *Staphylococcus aureus* TISTR 2326, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 และ *Vibrio harveyi* พบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์ จำนวน 7 ชนิดของสารมีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้ง (MIC) และมีฤทธิ์ฆ่าจุลินทรีย์และมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ (MBC) อยู่ในช่วง 16-200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และ16->200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์นี้มีแนวโน้มที่จะใช้เป็นสารต้านแบคทีเรีย แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการรักษาโรค

คำสำคัญ: สารประกอบฟีโนลิก, กล้วย, แบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Utilization of peel extracts from *Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang' and *Musa* (ABB group) 'Kluai Hin' to inhibit the growth in food borne diseases

Researcher: 1. Miss. Walaiporn Makkapan
2. Mrs. Patcharaporn Narkthewan

Faculty: Prince of Chumphon Campus, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

The natural phenolic compounds from fruit peels are potential agents for antioxidants and antibacterial properties. Peel crude extracts from *Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang' and *Musa* (ABB group) 'Kluai Hin' were used for investigation of total phenolic contents and antimicrobial activities. Total phenolic contents were studies in 2 stages of maturity: mature green banana with all green peel and ripe banana with all yellow peel. The extraction procedure of crude extracts in both maturity stages were performed by using three different solvents (chloroform, absolute ethanol and distilled water) and two extraction methods. The total phenolic contents from both cultivars depend on stages of maturities, solvents and the extraction methods. The highest total phenolic contents of 193.54 mg gallic acid/100 g D.W. were received from ripe banana peels of 'Kluai Leb Mu Nang' using distilled water as the solvent. In addition, the highest total phenolic contents of 170.17 mg gallic acid/100 g D.W. were received from green banana peels of 'Kluai Hin' using chloroform as the solvent and using the second method. Twenty peel crude extracts from both cultivars moreover were evaluated antimicrobial activity using well diffusion assay. Seven peel crude extracts against the growth of five foodborne pathogens (*Escherichia coli* TISTR 073, *Bacillus cereus* TISTR 035, *Staphylococcus aureus* TISTR 2326, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 and *Vibrio harveyi*). Minimum inhibitory concentration and minimum bactericidal concentration of crude extracts were 16-200 µg/ml and 16->200 µg/ml, respectively. The results implied that the peel extracts of the both banana species could be a potential source of antibacterial agents. However, further studies are needed to identify the bioactive components responsible for their antibacterial activity to maximize its therapeutic effect.

Keywords: Phenolic compounds, Banana, Bacteria

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เยาวลักษณ์ ดิสระ ที่ปรึกษาโครงการวิจัย และรองศาสตราจารย์ ดร. เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร ที่ให้คำแนะนำในการทำวิจัย และการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

นางสาววลัยพร มัฆพาน
นางพัชราภรณ์ นาคเทวัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กล้วย	3
2.2 สารประกอบในเปลือกกล้วย	10
2.3 แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคในอาหาร	12
2.4 สารสกัดของเปลือกกล้วยที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพในการต่อต้านจุลินทรีย์	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1 การเตรียมสารสกัดจากเปลือกกล้วย	19
3.2 การวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วย	20
3.3 การศึกษาฤทธิ์ในทางชีวภาพของสารสกัดจากเปลือกกล้วยในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในอาหาร	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	25
4.1 สารสกัดจากเปลือกกล้วย	25
4.2 ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วย	25
4.3 การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เบื้องต้นของสารสกัดที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร	30
4.4 การทดสอบหาค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) และค่า Minimum Bactericidal Concentration (MBC)	34
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	37
5.1 สรุปผลการวิจัย	37
5.2 ข้อเสนอแนะ	38
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก ผลผลิตงานวิจัย	45
ภาคผนวก ข สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย	48
ประวัตินักวิจัย	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีของกล้วย 4 สายพันธุ์	9
3.1	การเตรียมสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินและกล้วยเล็บมือนาง ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 128 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	23
3.2	การเตรียมยา Vancomycin และ Gentamicin เพื่อหาค่า MIC ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 32 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	23
4.1	ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่ วัดปริมาณโดยวิธี Folin-Ciocaltue colorimetric method	28
4.2	ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินที่วัดปริมาณ โดยวิธี Folin-Ciocaltue colorimetric method	29
4.3	ผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เบื้องต้นของสารสกัดที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และยาปฏิชีวนะที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	32
4.4	Minimal Inhibitory Concentration (MIC) และ Minimum Bactericidal Concentration (MBC) ของสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนาง และเปลือกกล้วยหิน และยาต้านจุลินทรีย์มาตรฐาน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะของต้นกล้วย	3
2.2	รูปร่างของผลกล้วย	4
2.3	ลักษณะปลายของผลกล้วย	5
2.4	ผลของกล้วยในกลุ่ม AA	6
2.5	ผลของกล้วยในกลุ่ม AAA	7
2.6	ผลของกล้วยในกลุ่ม ABB	8
2.7	ลักษณะและรูปร่างของแบคทีเรียก่อโรคสายพันธุ์ต่างๆ	15
4.1	การหาค่า MIC ของสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ต่อ *V. harveyi* ในช่วงความเข้มข้น 0.25-128 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กล้วยจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดชุมพร โดยเฉพาะกล้วยเล็บมือนาง ผลของกล้วยนิยมนำมารับประทานสดในรูปของผลสุก และสามารถนำผลดิบหรือผลสุกไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น กล้วยแขก กล้วยฉาบ และกล้วยอบน้ำผึ้ง เป็นต้น ในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วยจะนำเฉพาะผลไปใช้ ดังนั้นจึงเหลือส่วนของเปลือกกล้วยซึ่งเป็นของเหลือทิ้งที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์

เปลือกกล้วยเป็นของเหลือทิ้งที่มีการศึกษาพบว่าเป็นแหล่งของเส้นใยธรรมชาติจำพวกเซลลูโลส (cellulaose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ลิกนิน (lignin) และเพคติน (pectin) เป็นต้น (Emaga และคณะ, 2008; Tibolla และคณะ, 2014) และสารพฤกษเคมี (phytochemicals) อีกหลายๆ ชนิด เช่น สารในกลุ่มของโพลีฟีนอล (polyphenol) แคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นต้น (Ehiowemwenguan และคณะ, 2014; Nagarajaiah และ Prakash, 2011; Pereira และ Maraschin, 2015) โดยปริมาณของสารประกอบแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์และระยะการสุกของกล้วย ในปัจจุบันสารจำพวกพฤกษเคมีมีบทบาทสำคัญมากในทางด้านการแพทย์และการเกษตร โดยเฉพาะประกอบฟีนอลิกที่มีการศึกษาและยอมรับว่าเป็นสารที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และมีฤทธิ์ในการต่อต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค (Antimicrobial activity) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกที่มีอยู่ในสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหิน ซึ่งเป็นกล้วยที่นิยมบริโภคในท้องถิ่น และทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดในการต้านการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคในอาหารซึ่งสามารถนำความรู้เบื้องต้นจากงานวิจัยนี้ไปต่อยอดในงานวิจัยชิ้นอื่นในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการในการสกัดสารธรรมชาติที่มีอยู่ภายในเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหิน ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติเหลือทิ้ง

1.2.2 เพื่อศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดในเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหินในการต้านการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ทำการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบธรรมชาติที่พบในเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหิน

1.3.2 ทำการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากเปลือกกล้วยที่ได้ในการต่อต้านการเจริญของเชื้อก่อโรคในอาหาร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลจากผลการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อนำสารสกัดจากเปลือกกล้วยไปทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในการประยุกต์ใช้เพื่อยับยั้งเชื้อก่อโรคในอาหารต่อไปในงานวิจัยอื่นในอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

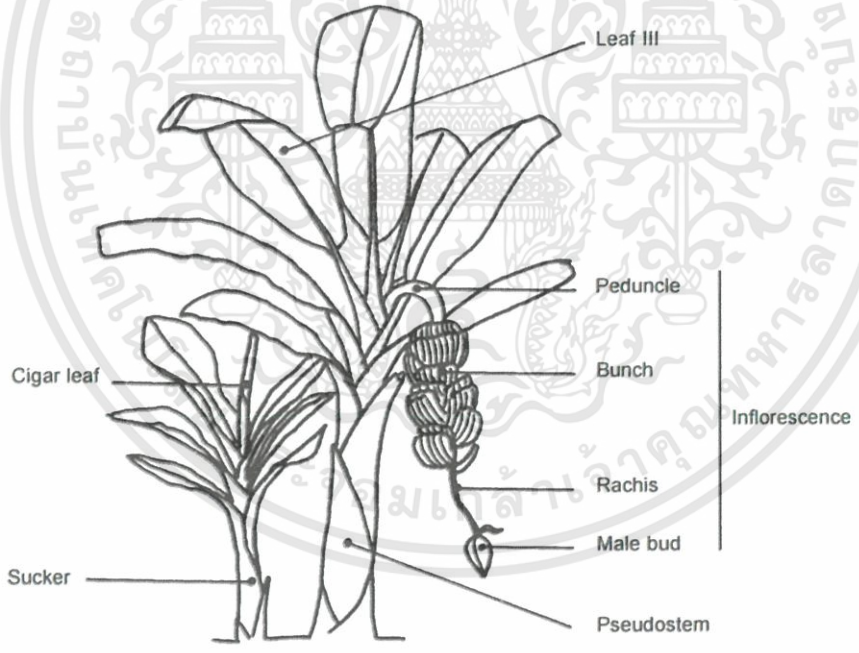
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล้วย

2.1.1 ชีววิทยาของกล้วย

กล้วยเป็นไม้ผลเขตร้อนที่จัดเป็นพรรณไม้ล้มลุก และจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ที่มีลักษณะต้นดังแสดงในภาพที่ 2.1 ลำต้นของกล้วยมีขนาดตั้งแต่ 2-3 นิ้ว จนถึงขนาดใหญ่มาก โดยมีลำต้นแท้อยู่ใต้ดินที่มีลักษณะเป็นหัวที่เรียกว่าไรโซม (Rhizome) ส่วนที่เห็นเหมือนลำต้นที่อยู่เหนือดินนั้นจัดเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) ซึ่งเป็นส่วนของกาบใบอัดกันแน่น ใบประกอบด้วยแผ่นใบ ก้านใบ และกาบใบ ซึ่งมีลักษณะแผ่ออกมาก่อรวมกันเป็นลำต้นเทียม และที่ใจกลางลำต้นเทียมมีช่อดอกฝังอยู่และจะเจริญขึ้นเมื่อถึงระยะเวลาเจริญพันธุ์ ดอกออกเป็นช่อและออกหลังจากใบสุดท้ายเกิดขึ้นแล้ว โดยออกที่ส่วนปลายยอดตำแหน่งเดียวกับใบ หรือบางทีออกทางด้านข้าง (เบญจมาศ, 2558)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของต้นกล้วย (IPGRI และ INIBAP, 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของกล้วยส่วนใหญ่มีลักษณะกลมยาว เป็นทรงกระบอก โดยอาจมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันตามสายพันธุ์ บางสายพันธุ์อาจมีรูปร่างตรง โค้ง หรือโค้งรูปตัวเอส (S-shape) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ส่วนขนาดของผลอาจมีความยาวที่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร หรืออาจยาวมากกว่า 30 เซนติเมตร และในส่วนของปลายผลบางพันธุ์อาจมีลักษณะเป็นปลายแหลมและจุกยาว หรือบางสั้นมีลักษณะมีปลายคล้ายคอขวด หรือบางพันธุ์อาจมีลักษณะหัวมน แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสายพันธุ์ของกล้วย ดังแสดงในภาพที่ 2.3 (เบญจมาศ, 2558)

ภาพที่ 2.2 รูปร่างของผลกล้วย (IPGRI และ INIBAP, 1996)

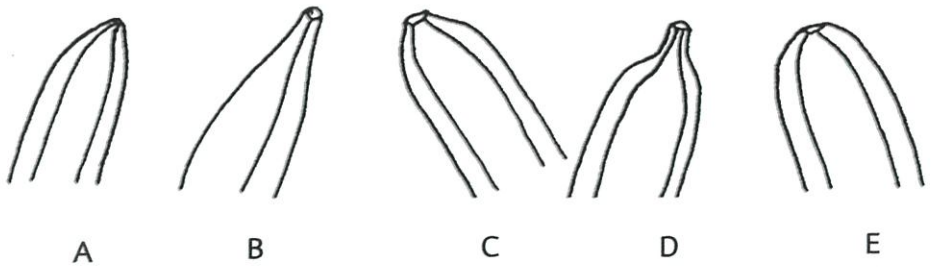
A. ตรงหรือโค้งเล็กน้อย (Straight or slightly curved)

B. ตรงส่วนปลาย (Straight in the distal part)

C. โค้ง (Curved or sharp curve)

D. โค้งรูปตัวเอส (Curved in 'S' shape)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ลักษณะปลายของผลกล้วย (IPGRI และ INIBAP, 1996)

A. ปลายแหลม (Pointed apex)

B. ปลายแหลมยาว (Lengthily pointed apex)

C. ปลายทู่ (Blunt-tipped apex)

D. ปลายรูปคอขวด (Bottle-necked apex)

E. ปลายมน (Rounded apex)

2.1.2 กล้วยพันธุ์ปลูกหรือกล้วยกินได้ในประเทศไทย

2.1.2.1 กลุ่ม AA (AA group)

กล้วยไข่ [*Musa* (AA group) 'Kluai Khai'] เป็นกล้วยที่นิยมปลูกกันมากในเชิงการค้าที่จังหวัดกำแพงเพชร ตาก นครสวรรค์ เพชรบุรี จันทบุรี และตราด และนิยมปลูกเพื่อรับประทานในทั่วไปของทุกภาค ผลของกล้วยไข่เป็นจะมีขนาดเล็ก เปลือกบาง เมื่อสุกจะมีสีเหลืองเข้ม เนื้อแน่น และมีรสหวาน (ภาพที่ 2.4A) จึงนิยมรับประทานเป็นผลสด หรือนำมาแปรรูป เช่น กล้วยเชื่อม ข้าวเม่าทอด เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.; เบญจมาศ, 2558)

กล้วยเล็บมือนาง [*Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang'] เป็นกล้วยที่นิยมปลูกทางภาคใต้ โดยเฉพาะจังหวัดชุมพร ผลของกล้วยเล็บมือนางมีขนาดเล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-2.5 เซนติเมตร ยาว 11-12 ซนติเมตร รูปโค้งงอ ปลายเรียวยาว ก้านผลสั้น เปลือกหนา และเมื่อสุกแล้ว เนื้อของกล้วยเล็บมือนางจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง กลิ่นหอม และรสหวาน (ภาพที่ 2.4B) ผลนิยมนำมารับประทานสุก หรือนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น กล้วยเล็บมือนางอบ กล้วยเล็บมือนางฉาบ กล้วยเล็บมือนางเคลือบช็อกโกแลต เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.; เบญจมาศ, 2558; สวนหม่อนไม้, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A B

รูปที่ 2.4 ผลของกล้วยในกลุ่ม AA (AA group)
A) กล้วยไข่ (เว็บเพื่อพืชเกษตรไทย, ม.ป.ป.)
B) กล้วยเล็บมือนาง

2.1.2.2 กลุ่ม AAA (AAA group)

กล้วยหอมทอง [*Musa* (AAA group) 'Kluai Hom Thong'] เป็นกล้วยที่ผลมีขนาดใหญ่ รูปร่างยาวเรียว โดยมีความยาวประมาณ 21-25 เซนติเมตร และมีความกว้างประมาณ 3-4 เซนติเมตร ปลายผลคอดเป็นแบบคอขวด เนื้อเหนียว เมื่อสุกแล้วสีของผลเป็นสีเหลืองทอง เนื้อมีกลิ่นหอม รสชาติหอมหวาน (ภาพที่ 2.5A) กล้วยหอมทองเป็นกล้วยที่นิยมรับประทานผลสด และนำไปใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อประกอบการผลิตขนม และอื่นๆ อีกทั้งสินค้าส่งออกไปยังต่างประเทศจำนวนมาก (กรมส่งเสริมการเกษตร, มปป; เบญจมาศ, 2558)

กล้วยหอมเขียว [*Musa* (ABB group) 'Kluai Hom Khieo'] เป็นกล้วยที่ผลมีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับกล้วยหอมทอง โดยผลมีขนาดยาวประมาณ 21-25 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 3-4 เซนติเมตร ปลายผลมีลักษณะมล และจุกมีสีเขียว เนื้อผลมีสีขาว รสหวาน (ภาพที่ 2.5B) เมื่อสุกแล้วสีของผลจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง มีกลิ่นหอมแรงและเนื้อเละเร็ว (ดวงจันทร์, 2548; เบญจมาศ, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A B

ภาพที่ 2.5 ผลของกล้วยในกลุ่ม AAA (AAA group)
A) กล้วยหอมทอง (SMELeader Thailand, ม.ป.ป.)
B) กล้วยหอมเขียว (Allklear engeneering Ltd., ม.ป.ป.)

2.1.2.3 กลุ่ม ABB (ABB group)

กล้วยน้ำว้า [*Musa* (ABB group) 'Kluai Namwa'] เป็นกล้วยที่นิยมปลูกทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย สามารถจำแนกออกได้เป็นหลายสายพันธุ์ ได้แก่ กล้วยน้ำว้าแดง กล้วยน้ำว้าขาว กล้วยน้ำว้าเหลือง และกล้วยน้ำว้าค่อม ผลของกล้วยน้ำว้ามีเป็นผลที่มีเหลี่ยมเปลือกหนา เมื่อสุกแล้วสีของผลจะเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อมีสีขาว เนื้อแน่น รสชาติหวาน และไส้กลางหรือแกนกลางของเนื้อจะเหลือง ชมพู หรือขาว ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (ภาพที่ 2.6A) เนื้อของกล้วยน้ำว้ามีคุณค่าทางอาหารสูง จึงนิยมรับประทานสด หรือนำไปแปรรูปเป็นขนมหลายชนิด เช่น กล้วยตาก ขนมกล้วย กล้วยฉาบ เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, มปป; เบญจมาศ, 2545; สวนหม่อนไม้, 2556)

กล้วยหิน [*Musa* (ABB group) 'Kluai Hin'] เป็นกล้วยที่มีผลใหญ่ เนื้อแน่นและเหนียวกว่ากล้วยอื่นๆ ผลของกล้วยหินเป็นรูปห้าเหลี่ยม เปลือกหนา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 เซนติเมตร ยาว 8-12 เซนติเมตรเปลือกของผลดิบมีสีเขียว และสีของเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อสุก (ภาพที่ 2.6B) เนื้อของกล้วยหินเมื่อสุกจะมีสีเหลือง แน่นแข็ง ปัจจุบันกล้วยหินนิยมนำมารับประทาน โดยผลดิบนิยมนำไปทำเป็นกล้วยฉาบ เนื่องจากผลใหญ่จึงได้ปริมาณมาก ส่วนผลสุกนิยมนำไปทำให้สุกด้วยความร้อนก่อนจะทำให้มีรสชาติอร่อย และนิยมนำไปเป็นอาหารของนกกรงหัวจุก (เบญจมาศ, 2545; สวนหม่อนไม้, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A B

ภาพที่ 2.6 ผลของกล้วยในกลุ่ม ABB (ABB group)
A) กล้วยน้ำว้า (Pixabay, 2016)
B) กล้วยหิน

2.1.3 ประโยชน์ของกล้วย

กล้วยเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว ให้ผลตลอดปี และเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยส่วนต่างๆ ของกล้วยนำใช้ประโยชน์ เช่น ผลกล้วยสามารถนำมาบริโภคสด หรือแปรรูปเป็นได้ทั้งอาหารหวานและอาหารคาว เนื่องจากกล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างสูง โดยเฉพาะกล้วยน้ำว้า โดยคุณค่าทางอาหารของกล้วยแตกต่างตามสายพันธุ์ โดยจากการศึกษาคุณค่าทางอาหารของผลกล้วยไข่ กล้วยเล็บมือนาง กล้วยหอมทอง และกล้วยน้ำว้า ดังแสดงในตารางที่ 2.1 (เบญจมาศ, 2558)

นอกจากส่วนของผลแล้ว ส่วนต่างๆของกล้วยยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น การนำใบมาเป็นวัสดุในการห่ออาหารหรือขนม การนำดอกหรือปลีกล้วยมาใช้ในการประกอบอาหาร เป็นต้น (เบญจมาศ, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีของกล้วย 4 สายพันธุ์ (เบญจมาศ, 2558)

องค์ประกอบทางเคมี (ต่อน้ำหนักผลสุก 100 g)	**สายพันธุ์**			
	กล้วยไข่	**กล้วยหอมทอง**	**กล้วยน้ำว้า**	**กล้วยเล็บมือนาง**
ความชื้น (g)	70.2	77.2	69.0	68.6
ไขมัน (g)	0.1	0.73	0.76	0.3
โปรตีน (Nx6.25)	1.45	1.82	0.90	1.6
คาร์โบไฮเดรต (g)	27.5	18.4	22.2	28.5
เถ้า (g)	1.0	0.65	0.72	0.9
เยื่อใย (g)	2.9	-	-	0.1
แคลเซียม (mg)	4.0	14.3	20	5.2
ฟอสฟอรัส (mg)	22.0	21.1	25.1	27.8
เหล็ก (mg)	0.20	8.71	11.4	0.50
ไทอามีน (mg)	0.01	-	-	0.06
ไรโบฟลาวิน (mg)	0.02	-	-	0.08
วิตามินอี (IU)	0.6	-	-	0.09
เบต้าแคโรทีน (µg)	247	197	118	158
วิตามินเอ (IU)	-	-	281	264
แอสคอนิก (mg)	6.0	11.1	18.4	-

หมายเหตุ: - ยังไม่ได้วิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สารประกอบในเปลือกกล้วย

ส่วนใหญ่หลังจากบริโภคเนื้อกล้วยแล้วจะมักจะทิ้งเปลือกกล้วยไว้ให้เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางธรรมชาติ เปลือกกล้วยเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางธรรมชาติที่ยังไม่เป็นที่นิยมที่จะนำไปเพิ่มมูลค่า ส่วนใหญ่มักนำเอาเปลือกกล้วยไปเป็นอาหารสัตว์ หรือทำเป็นปุ๋ยธรรมชาติโดยทิ้งไว้ใต้โคนต้น แต่ในปัจจุบันได้มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาองค์ประกอบที่มีอยู่ในเปลือกกล้วยแต่ละชนิด โดยพบว่าในเปลือกกล้วยทั้งดิบและสุก มีปริมาณของสารที่มีประโยชน์อยู่หลายๆ ชนิด เช่น เส้นใยอาหาร จำพวกเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพคติน สารในกลุ่มโพลีฟีนอล แคโรทีนอยด์ และธาตุอาหารต่างๆ โดยชนิดและปริมาณที่พบจะขึ้นอยู่สายพันธุ์และระยะการสุกของกล้วย

2.2.1 เส้นใยอาหาร (Dietary fibre)

เส้นใยอาหาร คือ ส่วนที่มาจากพืช ธัญพืช ผัก และผลไม้ โดยเป็นโมเลกุลเชิงซ้อนของคาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งเส้นใยอาหารออกเป็น 2 ชนิดตามความสามารถในการละลายน้ำ คือ เส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เป็นต้น และเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำ เช่น เพคตินเบต้ากลูแคน (β-glucan) และกัม (gum) เป็นต้น เส้นใยอาหารเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน แต่มีประโยชน์อื่นต่อร่างกาย เช่น ช่วยในการทำงานของระบบขับถ่าย ลดระดับคอเลสเตอรอล (cholesterol) ในเลือด ป้องกันการเกิดมะเร็ง เป็นต้น (ประสงค์, ม.ป.ป.)

เปลือกกล้วยเป็นส่วนเหลือทิ้งของกล้วยที่มีการศึกษาพบปริมาณของเส้นใยอาหารจำพวกเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสลิกนิน และเพคติน (Emaga และคณะ, 2008; Tibolla และคณะ, 2014) โดยจากการศึกษาของ Emaga และคณะ (2008) พบว่ากล้วย *Musa* AAA มีปริมาณของเซลลูโลสสูงกว่าเมื่อเทียบกับกล้วย *Musa* AAB ในขณะที่กล้วย *Musa* AAB พบปริมาณของลิกนินสูงกว่า *Musa* AAA แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบปริมาณของเส้นใยชนิดไม่ละลายน้ำแต่ละชนิดแล้วพบว่าลิกนินเป็นเส้นใยที่พบเป็นปริมาณมากที่สุดทั้งในกล้วย *Musa* AAA และ *Musa* AAB และจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าแสดงให้เห็นว่าปริมาณของเซลลูโลส ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลส จะแตกต่างกันตามระยะสุกของกล้วยด้วย ในขณะที่ปริมาณของเพคตินจะใกล้เคียงกันในทุกระยะของการสุก และจะพบปริมาณของเพคติน (total pectin) ในกล้วย *Musa* AAA สูงกว่าในกล้วย *Musa* AAB นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Tibolla และคณะ (2014) ได้ทำการศึกษาเพื่อผลิตเส้นใยนาโนเซลลลูโลส (cellulose nanofibers) จากเปลือกกล้วยพบว่าเส้นใยที่ได้มีความแข็งแรงและมีประสิทธิภาพที่จะใช้เป็นวัสดุเสริมความแข็งแรงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 โพลีฟีนอล (Polyphenol)

โพลีฟีนอลเป็นสารพฤกษเคมีที่อยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) ตัวอย่างของสารที่จัดเป็นโพลีฟีนอล เช่น ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) และแทนนิน (tannin) เป็นต้น โพลีฟีนอลเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สารต้านมะเร็ง (anticarcinogen) และสารที่ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial activity) (Singh และคณะ, 2003) ดังนั้น โพลีฟีนอลจึงสารธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์ เนื่องจากสามารถป้องกันโรคต่างๆ ได้หลายชนิด เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน เป็นต้น

กล้วยเป็นผลไม้อีกชนิดหนึ่งที่สามารถพบสารโพลีฟีนอล นอกเหนือจากเนื้อกล้วยแล้วยังมีการศึกษาพบสารโพลีฟีนอลในเปลือกกล้วย (Ehiowemwnguan และคณะ, 2014; Nagarajaiah และ Prakash, 2011) โดยปริมาณที่พบจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ของกล้วย จากการศึกษาของ Nagarajaiah และ Prakash (2011) พบว่าในเปลือกกล้วยจะมีแทนนินในปริมาณสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ ซึ่งจะพบแทนนินมากที่สุดในกล้วยสายพันธุ์ *Nendranbale*, *Yelakkibale* และ *Pachabale* ตามลำดับ และจากการศึกษาของ Ehiowemwnguan และคณะ (2014) พบว่าเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมกว่าน้ำในการสกัดสารโพลีฟีนอลทั้งแทนนินและฟลาโวนอยด์จากเปลือกกล้วย *Musa sapientum*

2.2.3 แคโรทีนอยด์(Carotenoids)

แคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่มีสีเหลือง ส้ม หรือแดง ที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติทั้งในพืชและจุลินทรีย์ ยกเว้นสัตว์ แคโรทีนอยด์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแคโรทีนเป็นกลุ่มที่โมเลกุลประกอบด้วย สายไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ทำให้เป็นสารที่ไม่มีขั้วและละลายได้ในไขมัน ตัวอย่างเช่น เบตาแคโรทีน (β-carotene) และไลโคพีน (lycopene) เป็นต้น และกลุ่มแซนโทฟิล (xanthophyll) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ภายในโมเลกุลมีอะตอมของออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยจึงทำให้สารในกลุ่มนี้มีสมบัติเป็นสารที่มีขั้วมากกว่าและละลายในไขมันได้น้อยกว่า เช่น ลูทีน (lutein) ซีแซนทิน (zeaxanthin) และแอสตาแซนทิน (astaxanthin) เป็นต้น แคโรทีนอยด์เป็นสารธรรมชาติที่มีผลดีต่อสุขภาพของมนุษย์ แต่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ได้ ดังนั้นร่างกายจึงได้รับแคโรทีนอยด์จากการกินผักและผลไม้ แคโรทีนอยด์ทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์วิตามินเอ (pro-vitamin A) ซึ่งเป็นวิตามินที่สำคัญต่อการมองเห็นของมนุษย์ นอกจากนี้แคโรทีนอยด์ยังเป็นสารที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งมีส่วนช่วยในการป้องกันโรคต่าง เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง เป็นต้น (วีระศักดิ์, 2005; Rao และ Rao, 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาองค์ประกอบของเปลือกกล้วยพบว่าแคโรทีนอยด์เป็นสารประกอบอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ โดยจากการศึกษาของ Davey และคณะ (2006) แสดงให้เห็นว่าเปลือกของกล้วย *Musa* spp. เป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ แต่ปริมาณจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ของกล้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nagarajaiah และ Prakash (2011) ที่ทำการศึกษาพบแคโรทีนอยด์ในเปลือกกล้วย *Musa paradaisica* แต่พบในปริมาณที่น้อยกว่าสารในกลุ่มของโพลีฟีนอล

2.3 แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคในอาหาร

2.3.1 *Staphylococcus aureus*

S. aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ที่มีรูปร่างกลม และอยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น ดังแสดงในภาพที่ 2.7A แบคทีเรียชนิดนี้เป็นแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนที่ สามารถเจริญได้ในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ จึงจัดเป็น Facultative anaerobe เจริญได้ในอุณหภูมิช่วง 7-46°C โดยมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญ คือ 30-37°C ค่า pH ที่สามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 4-10 แต่ค่า pH ที่เหมาะสมกับการเจริญจะมีค่าอยู่ประมาณ 6-7 (ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ จังหวัดสมุทรสาคร, 2559; สุมณฑา, 2549)

โดยปกติสามารถพบ *S. aureus* ได้ที่ผิวหนัง โพรงจมูก เยื่อบุทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร และบาดแผลที่มีหนอง ฝี และอาจพบในอาหารเพียงเล็กน้อย โดยอาหารที่มักมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ คือ เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากไข่ และผลิตภัณฑ์จากนม อาหารที่ผ่านการสัมผัสด้วยมือมนุษย์ และอาหารที่ไม่สุก เมื่อได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้จะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษหลังจากรับเชื้อประมาณ 1-6 ชั่วโมง โดยผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้อาเจียน ปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องเสีย เหงื่อแตก ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย และบางครั้งอาจมีไข้ร่วมด้วย โดยปกติอาการของโรคจะคงอยู่ประมาณ 24-48 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับสภาวะของร่างกาย และปริมาณของสารพิษที่เชื้อสร้างขึ้น และอัตราการตายของการติดเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้เกิดขึ้นต่ำมาก (พรเทพ, 2554; ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ จังหวัดสมุทรสาคร, 2559; สุมณฑา, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 *Bacillus cereus*

B. cereus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างท่อน ดังแสดงในภาพที่ 2.7B และจัดเป็น Facultative anaerobe ที่สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ นอกจากนี้ *B. cereus* เป็นแบคทีเรียที่สามารสร้างสปอร์ จึงทำให้ทนต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสม และแพร่กระจายทั่วไปในธรรมชาติ สภาวะที่สามารถเจริญได้จะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงประมาณ 8-55°C โดยมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญ คือ 28-35°C และค่า pH ที่เหมาะสมกับการเจริญจะมีค่าอยู่ประมาณ 6-7 (สถาบันอาหาร, ม.ป.ป.; สุมณฑา, 2549)

B. cereus เป็นแบคทีเรียที่สร้างสารพิษที่ก่อให้เกิดอาการในผู้ที่ได้รับอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อชนิดนี้ได้ 2 แบบ คือ อาหารท้องร่วง และอาการอาเจียน โดยผู้ป่วยที่มีอาการแบบท้องร่วงจะมีอาการปวดท้อง ถ่ายอุจจาระเหลวเป็นน้ำ และปวดแสบที่มาสาเหตุมาจากการถ่ายเบ่ง โดยอาการจะแสดงหลังจากบริโภคอาหารที่มีพิษประมาณ 8-16 ชั่วโมง และอาการจะหายไปภายใน 12-24 ชั่วโมง ส่วนผู้ติดเชื้อที่มีอาการอาเจียนจะแสดงอาการภายใน 1-5 ชั่วโมง โดยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน และจะแสดงอาการอยู่ประมาณ 4-6 ชั่วโมง (สถาบันอาหาร, ม.ป.ป.; สุมณฑา, 2549)

2.3.3 *Escherichia coli*

E. coli เป็นแบคเรียแกรมลบที่มีรูปร่างเป็นท่อน ดังแสดงในภาพที่ 2.7C และอยู่ในตระกูล Enterobacteriaceae แบคทีเรียชนิดนี้มีแคปซูลบางๆ หุ้มรอบเซลล์ เคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแฟลกเจลลา ไม่สร้างสปอร์ และสามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ ที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 37°C (ธันยาการย์, 2555; สุมณฑา, 2549)

E. coli เป็นเชื้อแบคทีเรียประจำถิ่นที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งหากร่างกายอยู่ในสภาวะปกติจะไม่ก่อให้เกิดโรค แต่หากร่างกายอยู่ในสภาวะอ่อนแอ และแบคทีเรียชนิดนี้ติดเชื้อเข้าสู่ระบบร่างกาย จะก่อให้เกิดโรคติดเชื้อรุนแรง เช่น โรคติดเชื้อระบบทางเดินปัสสาวะ โรคติดเชื้อในกระแสเลือด เป็นต้น หรือบางสายพันธุ์สามารถเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง ดังนั้น อาการของผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อจะแสดงอาการได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สภาพร่างกาย และปริมาณเชื้อที่ได้รับทำให้ผู้ที่ได้รับเชื้ออาจไม่แสดงอาการหรืออาจมีอาการรุนแรง เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงอย่างรุนแรง 2 ชนิด คือ Shiga toxin และ Enterotoxin ผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อที่สร้างสารพิษชนิด Shiga toxin จะมีอาการท้องร่วงอย่างรุนแรง ถ่ายเป็นมูกเลือด ก่อให้เกิดกลุ่มอาการเม็ดเลือดแดงแตกและไตวายเฉียบพลัน ในขณะที่ผู้ป่วยที่ได้เชื้อที่สร้างสารพิษชนิด Enterotoxin ทำให้เกิดอาการท้องร่วงแบบเฉียบพลัน ถ่ายเหลวเป็นน้ำ (เกษร, ม.ป.ป.; สถาบันวิทยาศาสตร์สาธารณสุข, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 *Salmonella typhimurium*

S. typhimurium เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ที่มีรูปร่างเป็นท่อน ดังแสดงในรูปที่ 2.7D และอยู่ในตระกูล Enterobacteriaceae แบคทีเรียชนิดนี้เคลื่อนไหวได้ ไม่มีแคปซูล ไม่สร้างสปอร์ และสามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ เจริญได้ในอุณหภูมิปานกลาง โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 37°C และค่า pH ที่สามารถเจริญได้มีค่าอยู่ระหว่าง 4-9 (สถาบันอาหาร, ม.ป.ป.; สุมณฑา, 2549)

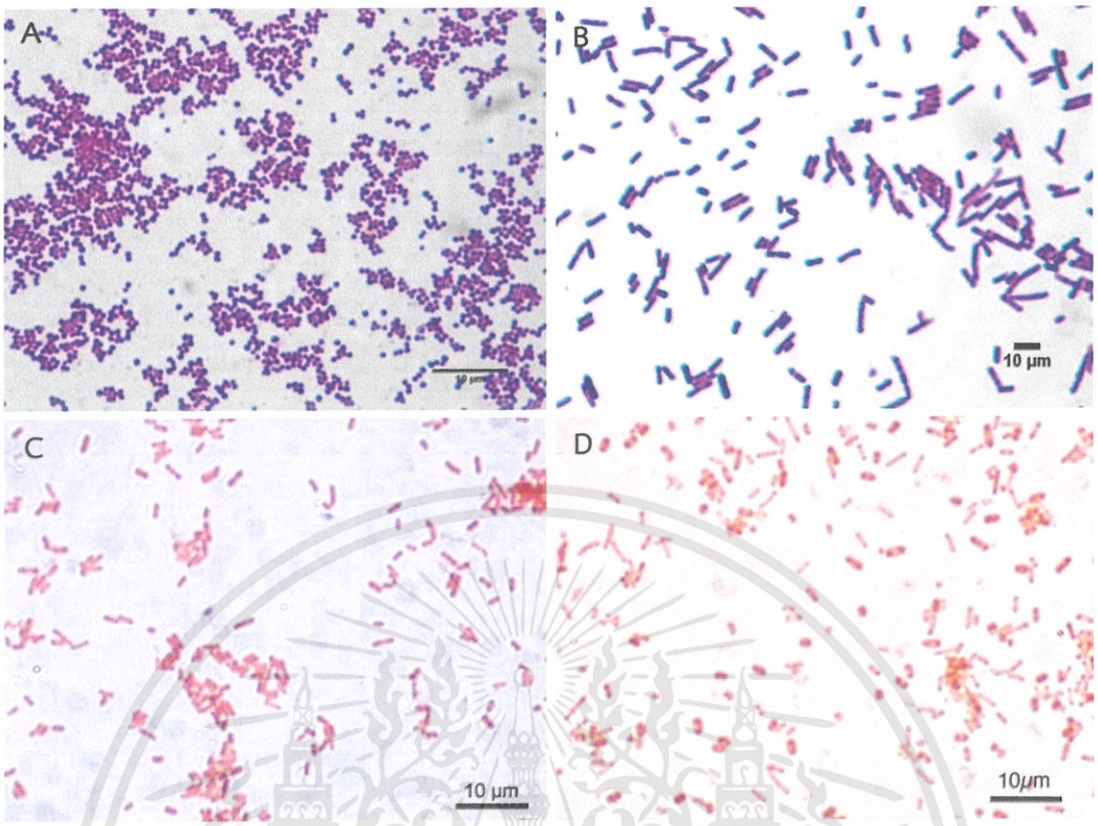
การติดเชื้อแบคทีเรียกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เกิดจากการรับประทานอาหาร หรือน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ โดยอาหารส่วนใหญ่ที่มักพบเชื้อกลุ่มนี้มักเป็นอาหารประเภทเนื้อสัตว์ รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น นมและไข่ การติดเชื้อ *S. typhimurium* จัดเป็นการติดเชื้อแบบ nontyphoidal salmonella ที่มีสาเหตุสำคัญของโรคกระเพาะอาหาร และลำไส้อักเสบ โดยจะมีระยะการฟักตัวของเชื้อประมาณ 4-48 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการในระยะแรก คือ คลื่นไส้อาเจียน ปวดท้อง หรือท้องร่วง และมีอุณหภูมิของร่างกายสูงถึง 38-39°C อีกทั้งยังอาจตรวจพบเม็ดเลือดขาวปะปนมากับอุจจาระด้วย อาการจะกลับมาสู่ภาวะปกติภายใน 5 วัน (สถาบันอาหาร, ม.ป.ป.; อรุณ, ม.ป.ป.; อังกูร, 2549)

2.3.5 *Vibrio* spp.

Vibrio spp. จัดเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่อยู่ในตระกูล Vibrionaceae ที่มีรูปร่างเป็นท่อนสั้น โค้งเล็กน้อย ดังแสดงในภาพที่ 2.7E แบคทีเรียกลุ่มนี้ส่วนใหญ่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลกเจลลา ไม่สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ และต้องการเกลือในการเจริญเติบโต (สุมณฑา, 2549)

การติดเชื้อในผู้ป่วยของแบคทีเรียกลุ่มนี้เกิดจากการรับประทานอาหารทะเลที่มีการปนเปื้อนของเชื้อเข้าไป ผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อจะก่อให้เกิดโรคลำไส้อักเสบที่มีอาการปวดท้อง ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน มีไข้ อุจจาระอาจมีมูกเลือดปน ความรุนแรงของอาการขึ้นอยู่กับสภาวะร่างกายของผู้ที่ได้รับเชื้อ สายพันธุ์และปริมาณของเชื้อที่ได้รับ เช่น การได้รับเชื้อ *V. cholera* จะก่อให้เกิดอาการของอหิวาตกโรคที่มีความรุนแรงสูง หรือการได้รับเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่เป็นสาเหตุของโรคกระเพาะและลำไส้อักเสบ เป็นต้น (สุมณฑา, 2549; อัธยา, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 ลักษณะและรูปร่างของแบคทีเรียก่อโรคสายพันธุ์ต่างๆ

A) *S. aureus* (สุตานันท์, 2557)

B) *B. cereus* (Lucas, 2015)

C) *E. coli* (Wikiwand, n.d.)

D) *S. typhimurium* (Wikimedia Commons, 2015)

E) *V. parahaemolyticus* (Clinicalgate, 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สารสกัดของเปลือกกล้วยที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพในการต่อต้านจุลินทรีย์

การศึกษาองค์ประกอบที่พบในเปลือกกล้วยแสดงให้เห็นว่าเปลือกกล้วยเป็นวัสดุธรรมชาติเหลือทิ้งที่ประกอบไปด้วยสารธรรมชาติที่มีคุณค่าหลายชนิด ซึ่งสมบัติหนึ่งที่น่าสนใจของสารธรรมชาติที่สกัดจากเปลือกกล้วย คือ สมบัติการออกฤทธิ์ทางชีวภาพในต่อต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (antimicrobial activity) จึงเป็นที่น่าสนใจในการทำการศึกษาเพื่อสกัดและนำสารสกัดจากเปลือกกล้วยมาใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าโดยนำพัฒนาเป็นสารธรรมชาติที่ใช้ในยับยั้งเชื้อก่อโรคในอาหารแทนการใช้สารเคมี จากการศึกษาผลของสารสกัดจากเปลือกกล้วย Cavendish (*Musa*, cv. Cavendish) ที่มีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด คือ *Bacillus cereus*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* และ *Staphylococcus aureus* โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบผลระหว่างสารสกัดจากเปลือกกล้วยดิบกับเปลือกกล้วยสุก โดยใช้ตัวทำละลายในการสกัดที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย น้ำ (Water) คลอโรฟอร์ม (Chloroform) และเอทิลอะซิเตท (Ethyl acetate) พบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยดิบโดยใช้เอทิลอะซิเตทเป็นตัวทำละลายมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อกลุ่มดังกล่าวได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีค่าการยับยั้งซึ่งแสดงในรูปของค่า inhibition zone อยู่ในช่วงระหว่าง 9-12 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าสูงสุดและสารสกัดจากเปลือกกล้วยสุกในตัวทำละลายเดียวกันมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อกลุ่มนี้ได้เพียงเล็กน้อย โดยมีค่า inhibition zone อยู่ในช่วง 1-3 มิลลิเมตร ในขณะที่สารสกัดจากทั้งเปลือกกล้วยดิบและเปลือกกล้วยสุกโดยใช้น้ำและคลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายพบว่าไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดนี้เลย (Mokbel และ Hashinaga, 2005)

รายงานของ Saliga และคณะ (2013) ได้ทำการสกัดสารจากเปลือกกล้วย Cavendish ทั้งดิบและสุก โดยใช้ 70% เอทานอลเป็นตัวทำละลาย พบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยดิบสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* โดยมีค่า inhibition zone เท่ากับ 12.3 และ 9.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดจากเปลือกกล้วยสุกจะยับยั้งเฉพาะการเจริญของ *E. coli* เท่านั้น โดยมีค่า inhibition zone เท่ากับ 9.3 มิลลิเมตร แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกกล้วยดิบและสุกยังค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้ยา Gentamicin ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Chabuck และคณะ (2013) ได้ทำการสกัดสารจากเปลือกกล้วยสุก (*Musa sapientum*) โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายในการสกัด และทำการทดสอบสารสกัดที่ได้ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive) 2 ชนิด คือ *S. aureus* และ *Streptococcus pyogenes* และเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative) 4 ชนิด คือ *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumonia*, *Moraxella catarrhalis* และ *E. coli* และเชื้อยีสต์ *Candida albicanis* พบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยที่สกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *M. catarrhalis* และ *S. aureus* ได้ดีที่สุด โดยมีค่า inhibition zone ของเชื้อทั้งสองชนิดนี้เท่ากับ 30 มิลลิเมตร รองลงมา คือ *E. aerogenes* โดยมีค่า inhibition zone เท่ากับ 21 มิลลิเมตร, *S. pyogenes* มีค่า inhibition zone เท่ากับ 18 มิลลิเมตร และ *K. pneumonia* มีค่า inhibition zone เท่ากับ 12 มิลลิเมตร แต่สารสกัดจากเปลือกกล้วยที่สกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายจะไม่มีผลในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* และยีสต์ *C. albicanis*

Ehiowemwenguan และคณะ (2014) ได้ทำการศึกษาผลของสารสกัดจากเปลือกกล้วย *Musa sapientum* ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *B.subtilis, S. aureus, K. pneumoniae, E. coli, Micrococcus leutus, Pseudomonas aeruginosa* และ *Salmonella typhi* โดยเปรียบเทียบระหว่างผลของสารสกัดโดยใช้น้ำและเอทานอลเป็นตัวทำละลาย พบว่าสารสกัดที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีกว่าสารสกัดที่ใช้น้ำ โดยสารสกัดที่ใช้เอทานอลสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อที่ใช้ทดสอบทั้ง 7 ชนิด โดยสารสกัดที่ใช้เอทานอลที่ความเข้มข้นต่ำที่สุด (16 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. typhi* ได้ดีที่สุด ในขณะที่การเจริญของเชื้อ *B. subtilis* และ *S. aureus* จะต้องใช้สารสกัดที่ใช้เอทานอลในปริมาณที่มีความเข้มข้นสูงที่สุด (512.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) จึงจะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้งสองชนิดนี้ได้ ซึ่งผลที่ได้จะตรงข้ามกับผลของสารสกัดที่ใช้น้ำ โดยสารสกัดที่ใช้น้ำไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. typhi, M. leutues* และ *S. aureus* แต่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli, K. pneumoniae, P.aeruginosa* และ *B. Subtilis* โดยต้องใช้สารสกัดที่มีความเข้มข้น 64, 128, 512 และ 1025 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

Rattanavichai และ Cheng (2014) ได้ทำการศึกษาผลการยับยั้งเชื้อก่อโรคในสัตว์น้ำของสารสกัดจากเปลือกกล้วย *Musa acuminate* โดยใช้น้ำร้อนเป็นตัวทำละลายซึ่งเชื้อก่อโรคในสัตว์น้ำที่ทำการศึกษาประกอบไปด้วย *Lactococcus garvieae, Photobacteria damsella, Vibrio alginolyticus* และ*Vibrio parahemolyticus* พบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยโดยใช้น้ำร้อนเป็นตัวทำละลายมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *L.garvieae* ได้ดีที่สุด ซึ่งเชื้อ *L.garvieae* เป็นเชื้อก่อโรคที่สำคัญของกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbegii* และเมื่อทำการฉีดสารสกัดที่ได้เข้าสู่กุ้งก้ามกรามที่ติดเชื้อ *L. garvieae* พบว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับสารสกัดจากเปลือกกล้วยที่ความเข้มข้นสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140822

(6 กรัม/กรัมน้ำหนักกุ้ง) มีอัตราการรอดสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33.3% ซึ่งมีอัตรารอดสูงกว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับน้ำเกลือความเข้มข้น 0.85% และกุ้งก้ามกรามที่ติดเชื้อ *L.garvieae* ที่ได้รับสารสกัดจากเปลือกกล้วยที่ความเข้มข้น 6 กรัม/กรัมน้ำหนักกุ้งจะมีการเพิ่มขึ้นของ phenoloxidase activity และ clearance efficiency สูงที่สุดและเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งก้ามกรามที่ได้รับน้ำเกลือความเข้มข้น 0.85% นอกจากนี้ยังพบว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับสารสกัดจากเปลือกกล้วยที่ความเข้มข้น 6 กรัม/กรัมน้ำหนักกุ้งจะมีการเพิ่มขึ้นของ total haemocyte count, hyaline cell, granular cell, phenoloxidase activity และ phagocytic activity สูงสุดและเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกุ้งก้ามกรามที่ได้รับน้ำเกลือความเข้มข้น 0.85% โดย total haemocyte count, hyaline cell, granular cell, phenoloxidase activity และ phagocytic activity เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ (non-specific immune response) ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองของภูมิคุ้มกันในกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมสารสกัดจากเปลือกกล้วย

ในการเตรียมสารสกัดจากเปลือกกล้วย จะใช้เปลือกกล้วยที่อยู่ในระยะดิบ (เปลือกสีเขียวทั้งหมด) และในระยะสุก (เปลือกสีเหลืองทั้งหมด) ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปกล้วย ซึ่งกล้วยที่ใช้ในการศึกษามีทั้งหมด 2 ชนิด คือ กล้วยเล็บมือนาง และกล้วยหิน โดยใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ดังนี้ คลอโรฟอร์ม (Chloroform) 100% เอทานอล (Absolute ethanol) และน้ำกลั่น

การสกัดจะเริ่มต้นจากการนำเปลือกกล้วยมาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำมาหั่นให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก ขนาดประมาณ 2x2 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งเปลือกกล้วยแห้ง จากนั้นจึงนำเปลือกกล้วยที่ผ่านการอบจนแห้งแล้วมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า เพื่อทำเป็นผงเปลือกกล้วย ในการสกัดโดยใช้คลอโรฟอร์มและเอทานอลเป็นตัวทำละลายจะแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่หนึ่งให้ชั่งตัวอย่าง 30 กรัม ผสมกับตัวทำละลายปริมาตร 300 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (วิธีที่ 1) ส่วนกลุ่มที่ 2 ให้ชั่งตัวอย่าง 30 กรัม แล้วนำไปปั่นให้ละเอียด แล้วจึงผสมกับตัวทำละลายปริมาตร 300 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (วิธีที่ 2) เมื่อครบเวลาให้นำตัวอย่างมากรองด้วยผ้าขาวบางแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 7500xg เป็นเวลา 15 นาที เก็บส่วนของเหลวไปทำการระเหยตัวทำละลายออกด้วย Rotary evaporator และในการสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย จะเริ่มต้นโดยการชั่งตัวอย่าง 30 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น ปริมาตร 300 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปให้ความร้อนในน้ำเดือด เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลาให้นำตัวอย่างมากรองด้วยผ้าขาวบางแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 7500xg เป็นเวลา 15 นาที และนำส่วนของเหลวไปทำแห้งด้วย Freeze dryer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วย

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) ในสารสกัดจากเปลือกกล้วยโดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method โดยแบ่งเจือจางสารสกัดที่ได้ในความเข้มข้นที่เหมาะสม ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติม 1N Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากัน และทิ้งไว้ 30 นาทีแล้วจึงเติม 7.5% โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร คำนวณปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วยจากการคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Gallic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ

3.3 การศึกษาฤทธิ์ในทางชีวภาพของสารสกัดจากเปลือกกล้วยในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในอาหาร

3.3.1 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบ

เชื้อแบคทีเรียก่อโรคในอาหารที่ใช้ในการศึกษาเพื่อทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจาก เปลือกกล้วย ได้แก่ *Escherichia coli* TISTR 073, *Bacillus cereus* TISTR 035, *Staphylococcus aureus* TISTR 2326, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 และ *Vibrio harveyi*

3.3.2 การเตรียมแบคทีเรียสำหรับทดสอบ

นำแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบที่เก็บไว้ใน slant มา streak ลงบนอาหาร Mueller Hinton Agar (MHA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นเขี่ยโคโลนีเดี่ยว 3-5 โคโลนี ใส่ในอาหาร Mueller Hinton Broth (MHB) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปเขย่า 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปรับความขุ่นให้ได้ 0.5 MacFarland ด้วย 0.85% NaCl (Normal Saline Solution, NSS) และทำการเจือจาง 1:200 ด้วยอาหาร MHB จะได้ความเข้มข้นของเชื้อประมาณ 10^6 CFU/ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การเตรียมยาปฏิชีวนะ

ยาปฏิชีวนะมาตรฐานที่ใช้ทดสอบกับแบคทีเรีย คือ Vancomycin และ Gentamicin เตรียมยาปฏิชีวนะให้มีความเข้มข้น 16 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยนำยามาละลายในน้ำกลั่นไร้เชื้อ และนำไปกรองผ่านแผ่นกรอง (millipore filter) ที่มีขนาดรู 0.45 ไมโครเมตร และเก็บในหลอด (eppendorf tube) ที่ปราศจากเชื้อ จากนั้นนำไปเก็บที่ 4°C และเมื่อต้องการทดสอบจะต้องทำการเจือจางยาปฏิชีวนะก่อนนำไปใช้งาน

ทำการเจือจาง Vancomycin และ Gentamicin จาก stock solution ซึ่งมีความเข้มข้น 16 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยดูดจาก stock มา 2 ไมโครลิตร ใส่ในน้ำกลั่นไร้เชื้อ 198 ไมโครลิตร จากนั้นนำมา 25 ไมโครลิตร ทำการเจืองจางต่อด้วยอาหาร MHB 175 ไมโครลิตร จะได้ความเข้มข้นเป็น 20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เมื่อทดสอบ นำยาปฏิชีวนะมา 50 ไมโครลิตร ใส่ในหลุมที่มีเชื้อแบคทีเรีย 50 ไมโครลิตร (ข้อ 3.3.2)

3.3.4 การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เบื้องต้นของสารสกัดที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

นำสารสกัดจาก stock จากข้อ 3.1 มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้นเป็น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จากนั้นนำสารสกัดที่เจือจางแล้วมา 20 ไมโครลิตร ใส่ใน microtiter plate ที่มีอาหาร MHB 30 ไมโครลิตร ใส่เชื้อที่ต้องการทดสอบจากข้อ 3.3.2 ลงไปหลุมละ 50 ไมโครลิตร จะได้ความเข้มข้นสุดท้าย 200 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง นำออกมาใส่สารละลาย resazurin หลุมละ 50 ไมโครลิตร แล้วนำไปบ่มต่ออีก 3 ชั่วโมง ดูการเปลี่ยนแปลงสีของ resazurin

การอ่านผล: สีของ resazurin เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นชมพู แสดงว่าเชื้อมีการเจริญ
สีของ resazurin ยังคงเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าเชื้อไม่มีการเจริญ

ชุดควบคุม

- Growth control : อาหาร MHB + เชื้อ
- Media control : อาหาร MHB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การทดสอบหาค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) ของสารสกัด

นำสารสกัดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ จากการทดสอบเบื้องต้นในข้อ 3.3.4 มาทำการทดสอบหาค่า MIC ทำการทดสอบในทำนองเดียวกันกับ 3.3.4 แต่ทดสอบที่ความเข้มข้นของสารสกัดในช่วง 0.25-128 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยนำสารสกัดจาก stock มาเจือจางด้วย MHB ให้ได้ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร แล้วดูดมา 25.6 ไมโครลิตร ใส่ในหลุมแรกของ microtiter plate ที่มี MHB 74.4 ไมโครลิตร จากนั้นทำการเจือจางแบบ serial 2-fold dilution โดยดูดมา 50 ไมโครลิตร ใส่ในหลุมถัดไปที่มี MHB 50 ไมโครลิตร จนถึงหลุมที่ 10 ดูดทิ้งไป 50 ไมโครลิตร แล้วเติมเชื้อทดสอบจากข้อ 3.3.2 หลุมละ 50 ไมโครลิตร ดังตารางที่ 3.1 บ่มเชื้อและอ่านผลในทำนองเดียวกันกับข้อ 3.3.4 สำหรับยามาตรฐานใช้ Vancomycin และ Gentamicin ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 32 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยการนำยาจาก stock (16 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นไร้เชื้อให้เป็น 0.64 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร แล้วดูดมา 10 ไมโครลิตร ใส่ในหลุมแรก (ตารางที่ 3.2)

การอ่านผล

จะอ่านผลทำนองเดียวกันกับการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์เบื้องต้น สารสกัดที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความเข้มข้นในช่วง 0.25-128 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ความเข้มข้นใดความเข้มข้นหนึ่ง รายงานค่า MIC คือ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดหรือยาปฏิชีวนะที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ และสารสกัดใดที่ไม่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้ที่ความเข้มข้นสูงสุด คือ 128 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จะรายงานค่า MIC ของสารสกัดนั้นเท่ากับ 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามผลในการทดสอบเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การเตรียมสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินและกล้วยเล็บมือนาง เพื่อหาค่า MIC ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 128 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

ดูดทิ้ง 50 µl
Growth control
Media contr

หลอด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
สารสกัด (1 mg/ml) (µl)	25.6	50	50	50	50	50	50	50	50	50	-	-
อาหาร MHB (µl)	74.4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100
ความเข้มข้น (µg/ml)	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	-	-
เชื้อ (µl) 10^6 CFU/ml	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	-
ความเข้มข้นสุดท้าย (µg/ml)	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0	0

ตารางที่ 3.2 การเตรียมยา vancomycin และ gentamicin เพื่อหาค่า MIC ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 32 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

ดูดทิ้ง 50 µl
Growth control
Media contr

หลอด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ยา (0.64 mg/ml) (µl)	10	50	50	50	50	50	50	50	50	50	-	-
อาหาร MHB (µl)	90	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100
ความเข้มข้น (µg/ml)	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	-	-
เชื้อ (µl) 10^6 CFU/ml	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	-
ความเข้มข้นสุดท้าย (µg/ml)	32	16	8	4	2	1	0. 5	0.25	0.125	0.0625	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 การทดสอบหาค่า Minimal Bactericidal Concentration (MBC) ของสารสกัด

นำสารสกัดที่ให้ผลยับยั้งในช่วง 0.25-128 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ทั้งหมดมาทดสอบ โดยดูดสารสกัดมาหลุมละ 5 ไมโครลิตร หยดลงบนอาหาร NA และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง และดูผลการเจริญของจุลินทรีย์เมื่อครบเวลาที่กำหนด

การอ่านผล

ถ้าความเข้มข้นใดไม่มีการเจริญของจุลินทรีย์บนอาหารแข็ง แสดงว่าสารสกัดที่ความเข้มข้นนั้นสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ทดสอบได้ค่า MBC คือ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัด/ยาปฏิชีวนะ ที่สามารถฆ่าจุลินทรีย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 สารสกัดจากเปลือกกล้วย

ในการเตรียมสารสกัดจากเปลือกกล้วยได้ทำการสกัดจากเปลือกกล้วย จำนวน 2 ชนิด คือ กล้วยเล็บมือนาง [*Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang'] และกล้วยหิน [*Musa* (ABB group) 'Kluai Hin'] ในระยะของการสุก 2 ระยะ คือ ระยะดิบที่มีเปลือกสีเขียวทั้งหมด และระยะสุกที่มีเปลือกสีเหลืองทั้งหมด โดยในขั้นตอนการสกัดได้นำเปลือกกล้วยไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C จากนั้นจึงนำมาบดให้ละเอียด แล้วจึงนำไปสกัดโดยใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ คลอโรฟอร์ม เอทานอล และน้ำกลั่น และทำการสกัดโดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ ในวิธีการที่ 1 สกัดที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่วิธีการที่ 2 สกัดที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ยกเว้นการสกัดด้วยน้ำที่จะทำการสกัดในน้ำเดือด เป็นเวลา 30 นาที และเมื่อปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการสกัดและตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารจากเปลือกกล้วยทั้ง 2 ชนิดนี้ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดสารจากเปลือกกล้วยมี 2 ปัจจัย คือ ชนิดของตัวทำละลาย และอุณหภูมิในการสกัด

จากการศึกษาของ Sulaiman และคณะ (2011) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกกล้วยสุกของกล้วย *Musa* spp. จำนวน 8 สายพันธุ์ที่พบในประเทศมาเลเซีย คือ Mas, Kapas, Berangan, Rastali, Raja, Nangka, Awak และ Nipah โดยทำการสกัดจากเปลือกกล้วยสดและเปลือกกล้วยแห้งด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ น้ำ เฮกเซน คลอโรฟอร์ม และเมทานอล พบว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกที่วิเคราะห์ได้ในเปลือกกล้วยให้ผลแตกต่างกันตามสายพันธุ์ วิธีการสกัดและตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด

4.2 ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วย

การวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วยทำโดยการวัดเชิงปริมาณด้วยวิธี Folin-Ciocaltue colorimetric method ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยการวิเคราะห์โดย Tukey's test ผลการวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหินแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบ พบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบทั้ง 5 สารมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าระหว่าง 29.48-95.67 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบที่ได้จากวิธีที่ 2 มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าสารสกัดที่ได้จากวิธีที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบในสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายชนิดเดียวกัน และพบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 1 และ 2 มีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 95.67±2.38 และ 68.44±2.10 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ รองลงมา คือ สารสกัดจากเปลือกกล้วยที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย (55.15±0.88 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ในขณะที่ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 2 และ 1 จะมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 36.56±0.54 และ 29.48±0.56 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางสุกในแต่ละวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 32.95-193.54 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง และพบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางสุกที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลายมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ (193.54±0.73 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) และพบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางสุกที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีที่ 1 มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าการสกัดด้วยวิธีที่ 2 โดยสารสกัดที่ใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายด้วยวิธีที่ 1 และ 2 จะให้ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรองลงมาจากการสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย โดยมีค่าเท่ากับ 81.05±0.72 และ 63.71±0.29 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายทั้งวิธีที่ 1 และ 2 จะมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 45.63±1.26 และ 32.95±0.41 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบ มีค่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกอยู่ในช่วง 23.53-170.17 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง โดยพบว่าสารสกัดที่ใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายด้วยการสกัดวิธีที่ 2 มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 170.17±3.04 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมา คือ สารสกัดที่ใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายด้วยสกัดวิธีที่ 1 ที่มีค่าเท่ากับ 123.18±1.67 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักเปลือกแห้ง และปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดที่ได้จากการใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายของทั้งวิธีที่ 1 และ 2 จะมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 55.34±1.88 และ 53.16±1.05 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดที่ได้จากการใช้น้ำเป็นตัวทำละลายจะให้ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 36.53±0.30 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง

สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินสุกเมื่อทำการวัดปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 21.44-120.19 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง โดยสารสกัดที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลายมีปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 120.19±3.23 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง และสารสกัดที่ใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายด้วยการสกัดวิธีที่ 1 จะให้ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรองลงมา โดยมีค่าเท่ากับ 55.21±0.42 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนัก ในขณะที่สารสกัดที่ใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายด้วยการสกัดวิธีที่ 2 จะมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 21.44±0.21 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง

จากการศึกษาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ (*Musa sapientum* Linn.) โดยการสกัดจากเปลือกสด พบว่าปริมาณของสารประกอบฟีโนลิกมีค่าระหว่าง 0.38-0.90 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง และมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละตัวทำละลาย (Tantipaibulvut และคณะ, 2012)

การศึกษาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกกล้วยสุกของกล้วย *Musa acuminata* CollaAA จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ Grande Naine และ Gruesa พบว่า เปลือกของกล้วยสายพันธุ์ Grande Naine มีปริมาณของสารประกอบฟีโนลิกมีค่าระหว่าง 0.031-3.1 กรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง และเปลือกกล้วยสายพันธุ์ Gruesa มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกระหว่าง 0.10-4.7 กรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง (Gonzalez-Montelongo และคณะ, 2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่วัดปริมาณโดยวิธี Folin-Ciocaltue colorimetric method

สายพันธุ์	ระยะของการสุก	ตัวทำละลาย	ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	
			วิธีที่ 1	วิธีที่ 2
กล้วยเล็บมือนาง [*Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang']	ระยะดิบ (เปลือกเขียวทั้งหมด)	คลอโรฟอร์ม	68.44±2.10^{a}	95.67±2.38^{b}
		เอทานอล	29.48±0.56^{c}	36.56±0.54^{d}
		น้ำ	55.15±0.88^{e}	-
	ระยะสุก (เปลือกเหลืองทั้งหมด)	คลอโรฟอร์ม	81.05±0.72^{a}	63.71±0.29^{b}
		เอทานอล	45.63±1.26^{c}	32.95±0.41^{d}
		น้ำ	193.54±0.73^{e}	-

หมายเหตุ: ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ทำการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ (n=3) ตัวอักษรที่แสดงแตกต่างกัน (a, b, c, ...) เป็นการแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ของปริมาณโพลีฟีนอลของสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางในแต่ละระยะของการสุก โดยการวิเคราะห์โดย Tukey's test

ตารางที่ 4.2 ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินที่วัดปริมาณโดยวิธี Folin-Ciocaltue colorimetric method

สายพันธุ์	ระยะของการสุก	ตัวทำละลาย	ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	
			วิธีที่ 1	วิธีที่ 2
กล้วยหิน [*Musa* (ABB group) 'Kluai Hin']	ระยะดิบ (เปลือกเขียวทั้งหมด)	คลอโรฟอร์ม	123.18±1.67[a]	170.17±3.04[b]
		เอทานอล	55.34±1.88[c]	53.16±1.05[c]
		น้ำ	36.53±0.30[d]	-
	ระยะสุก (เปลือกเหลืองทั้งหมด)	คลอโรฟอร์ม	55.21±0.42[a]	21.44±0.21[b]
		เอทานอล	30.96±0.55[c]	38.61±0.44[d]
		น้ำ	120.19±3.23[e]	-

หมายเหตุ: ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ทำการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ (n=3) ตัวอักษรที่แสดงแตกต่างกัน (a, b, c, ...) เป็นการแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ของปริมาณโพลีฟีนอลของสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินในแต่ละระยะของการสุก โดยการวิเคราะห์โดย Tukey's test

4.3 การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เบื้องต้นของสารสกัดที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

สารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วยเล็บมือนาง และเปลือกกล้วยหิน มีทั้งหมด 20 สาร ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ แต่สามารถนำมาทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้เพียง 12 สาร เนื่องจากมีสารสกัดจำนวน 8 สาร ได้แก่

1) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 1
2) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 2
3) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางสุกในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 1
4) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางสุกในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 2
5) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 1
6) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 2
7) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินสุกในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 1
8) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินสุกในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 2

สารสกัดกลุ่มนี้มีลักษณะหนืดมาก ไม่สามารถที่จะดูดสารสกัดจาก stock มาทำการทดลองได้ ดังนั้นจึงนำสารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วยเล็บมือนาง และเปลือกกล้วยหิน จำนวน 12 สาร มาใช้ทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร 5 สายพันธุ์ คือ *Escherichia coli* TISTR 073, *Bacillus cereus* TISTR 035, *Staphylococcus aureus* TISTR 2326, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 และ *Vibrio harveyi* ผลการทดลองเบื้องต้นที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร พบว่ามีสารสกัดจำนวน 7 สารที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (ตารางที่ 4.4) ได้แก่

1) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1
2) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 2
3) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางสุกในเอทานอลด้วยวิธีที่ 2
4) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1
5) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 2
6) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินสุกในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1
7) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินสุกในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1

สารสกัดจากกล้วยเล็บมือนางดิบในเอทานอลโดยวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 และ สารสกัดจากกล้วยเล็บมือนางสุกในเอทานอลโดยวิธีที่ 2 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ คือ *V. harveyi*

สารสกัดจากกล้วยหินดิบในเอทานอลโดยวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ คือ *V. harveyi* สารสกัดจากกล้วยหินสุกในเอทานอล โดยวิธีที่ 1 และ วิธีที่ 2 มีผลยับยั้งแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ โดยสารสกัดจากกล้วยหินสุกโดยวิธีที่ 1 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B. cereus TISTR 035 และสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ คือ *E. coli TISTR 073 S. typhimurium* TISTR 1469 และ *V. harveyi* สารสกัดจากกล้วยหินสุกโดยวิธีที่ 2 สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก คือ *S. aureus* TISTR 2326 และ *B. cereus* TISTR 035 และสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ คือ *S. typhimurium* TISTR 1469 และ *V. harveyi*

จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยในเอทานอลที่นำมาทดสอบทั้ง 7 สารดังที่กล่าวข้างต้น สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi*

ยาปฏิชีวนะ vancomycin และ Gentamicin ได้นำมาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย พบว่า Vancomycin มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก (*S. aureus TISTR 2326* และ *B. cereus* TISTR 035) และสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบบางสายพันธุ์ คือ *V. harveyi* สำหรับ Gentamicin มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้งแกรมบวก (*S. aureus TISTR 2326* และ *B. cereus* TISTR 035) และแกรมลบ (*E. coli TISTR 073 S. typhimurium* TISTR 1469 และ *V. harveyi*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เบื้องต้นของสารสกัดที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และยาปฏิชีวนะที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

สารสกัด				ผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เบื้องต้นของสารสกัด ที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร				
สายพันธุ์	**ระยะของการสุก**	**ตัวทำละลาย**	**วิธีการสกัด**	*S. aureus* TISTR 2326	*B. cereus* TISTR 035	*E. coli* TISTR 073	*S. typhimurium* TISTR 1469	*V. harveyi*
กล้วยเล็บมือนาง [*Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang']	ระยะดิบ	คลอโรฟอร์ม	วิธีที่ 1					
		คลอโรฟอร์ม	วิธีที่ 2					
		เอทานอล	วิธีที่ 1					✓
		เอทานอล	วิธีที่ 2					✓
		น้ำ	-					
	ระยะสุก	คลอโรฟอร์ม	วิธีที่ 1					
		คลอโรฟอร์ม	วิธีที่ 2					
		เอทานอล	วิธีที่ 1					
		เอทานอล	วิธีที่ 2					✓
		น้ำ	-					
กล้วยหิน [*Musa* (ABB group) 'Kluai Hin']	ระยะดิบ	คลอโรฟอร์ม	วิธีที่ 1					
		คลอโรฟอร์ม	วิธีที่ 2					
		เอทานอล	วิธีที่ 1					✓
		เอทานอล	วิธีที่ 2					✓
		น้ำ	-					

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สารสกัดที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เบื้องต้นของสารสกัดที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และยาปฏิชีวนะที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

สารสกัด/ยาปฏิชีวนะ				**ผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เบื้องต้นของสารสกัด ที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร**				
สายพันธุ์	**ระยะการสุก**	**ตัวทำละลาย**	**วิธีการสกัด**	*S. aureus* TISTR 2326	*B. cereus* TISTR 035	*E. coli* TISTR 073	*S. typhimurium* TISTR 1469	*V. harveyi*
กล้วยหิน [*Musa* (ABB group) 'Kluai Hin']	ระยะสุก	คลอโรฟอร์ม	วิธีที่ 1					
		คลอโรฟอร์ม	วิธีที่ 2					
		เอทานอล	วิธีที่ 1		✓	✓	✓	✓
		เอทานอล	วิธีที่ 2	✓	✓		✓	✓
		น้ำ	-					
Vancomycin	-	-	-	✓	✓			✓
Gentamicin	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง สารสกัดที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

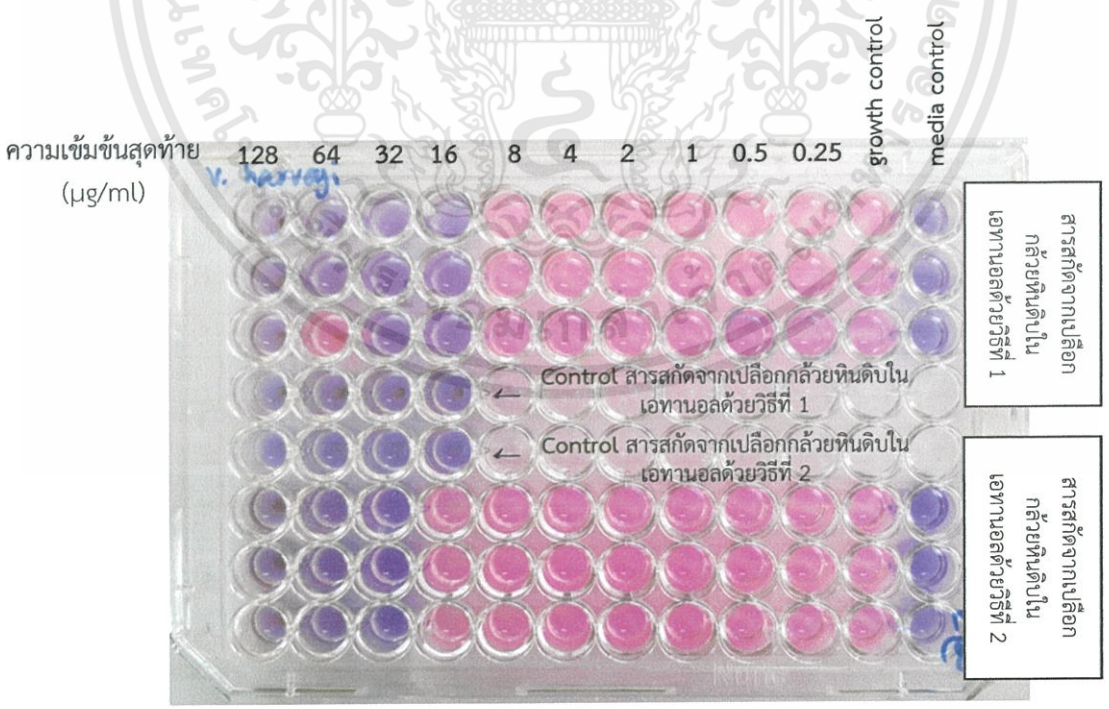
4.4 การทดสอบหาค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) และค่า Minimum Bactericidal Concentration (MBC)

จากการนำสารสกัด 7 สาร ได้แก่

1) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1
2) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 2
3) สารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางสุกในเอทานอลด้วยวิธีที่ 2
4) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1
5) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 2
6) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินสุกในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1
7) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินสุกในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1

ซึ่งแสดงฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มาทดสอบหาค่า MIC และ MBC โดยวิธี colorimetric broth microdilution ดังแสดงในภาพที่ 4.1 และผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าค่า MIC และ MBC ของสารสกัดอยู่ในช่วง 16-200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และ 16 ->200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

ยาปฏิชีวนะ Vancomycin มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ความเข้มข้น 1-32 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และมีฤทธิ์ฆ่าที่ความเข้มข้น 8->ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และ Gentamicin มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ความเข้มข้น 1-6 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และมีฤทธิ์ฆ่าที่ความเข้มข้น 4-32 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (ตารางที่ 4.4)



ภาพที่ 4.1 การหาค่า MIC ของสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ต่อ *V. harveyi* ในช่วงความเข้มข้น 0.25-128 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 Minimal Inhibitory Concentration (MIC) และ Minimum Bactericidal Concentration (MBC) ของสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนาง และเปลือกกล้วยหิน และยาต้านจุลินทรีย์มาตรฐาน

สารสกัด/ยาปฏิชีวนะ				ผลการยับยั้ง									
				S. aureus TISTR 2326		*B. cereus* TISTR 035		*E. coli* TISTR 073		*S. typhimurium* TISTR 1469		*V. harveyi*	
สายพันธุ์	ระยะของการสุก	ตัวทำละลาย	วิธีการสกัด	MIC (µg/ml)	MBC (µg/ml)	MIC (µg/ml)	MBC (µg/ml)	MIC (µg/ml)	MBC (µg/ml)	MIC (µg/ml)	MBC (µg/ml)	MIC µg/ml)	MBC (µg/ml)
กล้วยเล็บมือนาง [*Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang']	ระยะดิบ	เอทานอล	วิธีที่ 1									64	64
	ระยะดิบ	เอทานอล	วิธีที่ 2									200	>200
	ระยะสุก	เอทานอล	วิธีที่ 2									200	>200
กล้วยหิน [*Musa* (ABB group) 'Kluai Hin']	ระยะดิบ	เอทานอล	วิธีที่ 1									16	16
	ระยะดิบ	เอทานอล	วิธีที่ 2									32	32
	ระยะสุก	เอทานอล	วิธีที่ 1			128	>128	200	>200	128	>128	64	64
	ระยะสุก	เอทานอล	วิธีที่ 2	200	>200	200	>200			200	>200	128	128
Vancomycin	-	-	-	1	>32	32	>32			32	>32	2	8
Gentamicin	-	-	-			1	32	6	4	1	4	4	32

Saliga และคณะ (2013) พบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยดิบและเปลือกกล้วยสุกด้วยเอทานอล (yellow and green caverdish banana) มีฤทธิ์ยับยั้งแต่ไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus*

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนาง [*Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang'] และกล้วยหิน [*Musa* (ABB group) 'Kluai Hin'] ด้วยเอทานอลจะให้ค่า MIC และ MBC ของสารสกัดอยู่ในช่วง 16-200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และ 16 ->200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่า MIC และ MBC ต่ำกว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วย (*Musa sapientum*) ด้วยเอทานอล (Ehiowemwenguan และคณะ, 2014) ที่รายงานว่าสารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วย (*Musa sapientum*) ด้วยเอทานอล มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ โดยสารสกัดจากเปลือกกล้วยที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้ง จะให้ค่า MIC ในช่วง 16-512.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยค่า MIC ของสารสกัดที่มีผลในการยับยั้ง *Salmonella typhi*, *E.coli*, *B. subtilis* และ *S. aureus* มีค่าเท่ากับ16, 64, 512.5 และ 512.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ และสารสกัดจากเปลือกกล้วยที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ จะให้ค่า MBC ในช่วง 32->1,025 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยค่า MBC ของสารสกัดที่มีผลในการฆ่าเชื้อ *Salmonella typhi*, *E.coli*, *B. subtilis* และ *S. aureus* มีค่าเท่ากับ 32, 256, >1,025 และ >1,025 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 สารสกัดจากเปลือกกล้วยและปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

1) ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากเปลือกกล้วยในกล้วยแต่ละสายพันธุ์ขึ้นอยู่กับระยะของการสุก ชนิดของตัวทำละลาย และวิธีในการสกัด

2) ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางดิบจะมีค่าสูงที่สุด คือ สารสกัดที่ในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 2 (95.67 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ในขณะที่สารสกัดในเอทานอลด้วยวิธีที่ 1 จะมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกต่ำที่สุด (29.48 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

3) ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางสุกจะมีค่าสูงที่สุดในสารสกัดที่สกัดด้วยน้ำ (193.54 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ในขณะที่สารสกัดในเอทานอลด้วยวิธีที่ 2 จะมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกต่ำที่สุด (32.95 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

4) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินดิบที่มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด คือ สารสกัดในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 2 (170.17 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) และสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำจะมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกต่ำที่สุด (36.53 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

5) สารสกัดจากเปลือกกล้วยหินสุกที่มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด คือ สารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำ (120.19 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) และสารสกัดที่มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกต่ำที่สุด คือ สารสกัดในคลอโรฟอร์มด้วยวิธีที่ 2 (21.44 มิลลิกรัม Gallic acid/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากเปลือกกล้วยในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในอาหาร

1) เมื่อนำสารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและเปลือกกล้วยหิน ซึ่งสกัดด้วยคือคลอโรฟอร์ม เอทานอล และน้ำ มาทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เบื้องต้น ที่ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร พบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์ที่สกัดด้วยเอทานอล มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ แต่สารสกัดที่ใช้น้ำเป็นตัวสกัด จะไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์

2) สารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีฤทธิ์ในการยับยั้งและมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ *Vibrio harveyi* ซึ่งมีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 64-200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และ 64->200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

3) สารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วยหินมีฤทธิ์ในการยับยั้งและมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ ซึ่งมีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 16-200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และ 16->200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ และสารสกัดจากกล้วยหินสุกด้วยเอทานอล โดยใช้วิธีที่ 1 จะให้ค่า MIC และ MBC ของสารสกัดต่ำสุด เท่ากับ 16 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้ แสดงให้เห็นว่า สารสกัดหยาบจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหิน ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางธรรมชาติ มีแนวโน้มในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร จึงสมควรที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมในเชิงลึกเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ต่อไป เพื่อสามารถนำมาเพิ่มศักยภาพในนำมาประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรมอาหารและทางการแพทย์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

Makkapan, W., Maneechote, N. and Pandee, P. 2016. Analysis of total phenolic compounds of peel crude extracts from *Musa* spp. The 8th Walailak Research National Conference, 7-8 July 2016. Walailak University, Nakhon Si Thammarat, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกษร เทพแปง. [ม.ป.ป.]. รู้จักกับเชื้ออีโคไล (*Escherichia coli*). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.oshthai.org/attachments/article/130/130.pdf สืบค้น 25 ธันวาคม 2559.

กรมส่งเสริมการเกษตร. [ม.ป.ป.]. การปลูกกล้วย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.servicelink.doae.go.th/webpage/book%20PDF/fruit/f003.pdf สืบค้น 22 ธันวาคม 2559.

ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ. 2548. พืชผักผลไม้ไทยมีคุณค่าเป็นทั้งอาหารและยา ตอน "กล้วยหอมเขียว". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.natres.psu.ac.th/radio/radio_article/radio47-48/47-480016.htm สืบค้น 22 ธันวาคม 2559.

ธันยาการย์ ศรีวรมาศ. 2555. Shiga toxin-producing Escherichia coli (STEC): โรคอุจจาระร่วงรุนแรงกับภาวะ Hemolytic uremic syndrome. วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 5: 83-91.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2558. กล้วย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 357 หน้า.

ประสงค์ เทียนบุญ. [ม.ป.ป.]. ใยอาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.med.cmu.ac.th/dept/nutrition/ สืบค้น 22 ธันวาคม 2559.

พรเทพ เต็มรังษี. 2554. ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดสมุนไพรต่อเชื้อที่แยกจากแผลติดเชื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วีระศักดิ์ สามี. 2005. แคโรทีนอยด์: โครงสร้างทางเคมีและกลไกที่มีผลต่อการทำหน้าที่ของร่างกาย. Srinakharinwirot Journal of Pharmaceutical Sciences. 10(1):58-66.

เว็บเพื่อพืชเกษตรไทย. [ม.ป.ป]. กล้วยไข่ ประโยชน์ และการปลูกกล้วยไข่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://puechkaset.com/ สืบค้น 22 ธันวาคม 2559.

ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ จังหวัดสมุทรสาคร. 2559. *Staphylococcus aureus*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.fisheries.go.th/rgm-samutsa/ สืบค้น 24 ธันวาคม 2559.

สถาบันวิทยาศาสตร์สาธารณสุข (ฝ่ายแบคทีเรียลำไส้) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2557. *Escherichia coli*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://nih.dmsc.moph.go.th/data/data/fact_sheet/12_57.pdf สืบค้น 25 ธันวาคม 2559.

สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม. [ม.ป.ป]. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค: *Bacillus cereus*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://fic.nfi.or.th/foodsafety/damage.php สืบค้น 24 ธันวาคม 2559.

สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม. [ม.ป.ป.]. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค: *Salmonella*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://fic.nfi.or.th/foodsafety/damage.php สืบค้น 24 ธันวาคม 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวนหม่อนไม้. 2556. กล้วยเล็บน้ำว้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.monmai.com/ สืบค้น 22 ธันวาคม 2559.

สวนหม่อนไม้. 2556. กล้วยเล็บมือนาง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.monmai.com/ สืบค้น 22 ธันวาคม 2559.

สวนหม่อนไม้. 2557. กล้วยหิน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.monmai.com/ สืบค้น 22 ธันวาคม 2559.

สุตานันท์ ธนาธันย์นิ. 2557. องค์การอนามัยโลกแจ้ง "ยาปฏิชีวนะเสียคุณสมบัติในการรักษาแล้วทั่วโลก". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.vcharkarn.com/vnews/448658 สืบค้น 24 ธันวาคม 2559.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2549. จุลชีววิทยาทางอาหาร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 470 หน้า.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์. [ม.ป.ป.]. อุจจาระร่วง ที่เรียกว่า Salmonellosis (Non-Typhoidal Salmonellosis: NTS). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/a_nih_1_001c.asp?info_id=37 สืบค้น 24 ธันวาคม 2559.

อังกูร เกิดพาณิช. 2549. บทความฟื้นวิชา "Salmonella Infection". เวชสารแพทย์ทหารบก. 59: 231-246.

อัธยา กังสุวรรณ. [ม.ป.ป.]. คู่มือด้านจุลินทรีย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodsafety-lcfa.com/files/foodsafety_corner/micro_manual.pdf สืบค้น 25 ธันวาคม 2559.

Al-Zoreky, N.S. 2009. Antimicrobial activity of pomegranate (*Punicagranatum* L.) fruit peels. International Journal of Food Microbiology. 134: 244-248.

Allklear engeneering Ltd. [ม.ป.ป.]. กล้วยหอม กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://bighealthyplant.com/ สืบค้น 22 ธันวาคม 2559.

Anal, A.K., Jaisanti, S. and Noomhorn, A. 2014. Enhance yield of phenolic extracts from banana peels (*Musa acuminate*Colla AAA) and cinnamon barks (*Cinnamomumvarum*) and their antioxidative potentials in fish oil. Journal of Food Science and Technology. 51(10): 2632-2639.

Chabuck, Z.A.G., Al-Charrakh, A.H., Hindi, N.K.K. and Hindi, S.K.K. 2013. Antimicrobial effect of aqueous banana peel extract, Iraq. Research Gate: Pharmaceutical Sciences. 1: 73-75.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Clinicalgate. 2015. *Vibrio, Aeromonas, Chromobacterium*, and Related Organisms. [Online]. Available: http://clinicalgate.com/vibrio-aeromonas-chromobacterium-and-related-organisms/ Retrieved December 24, 2016.

Davey, M.W., Keulemans, J. and Swennen, R. 2006. Methods for the efficient quantification of fruit provitaminA contents. Journal of Chromatography A. 1136: 176-184.

Ehiowemwenguan, G., Emoghene, A.O. and Inetianbor, J.E. 2014. Antibacterial and phytochemical analysis of Banana fruit peel. IOSR Journal of Pharmacy. 4(8): 18-25.

Emaga, T.H., Robert, C., Ronkart, S.N., Wathelet, B. and Paquot, M. 2008. Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties. Bioresource Technology. 99: 4346-4354.

Gonzalez-Montelongo, R., Lobo, M.G. and Gonzalez M. 2010. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. Food chemistry. 119: 1030-1039.

International Plant Genetic Resources Instit., (IPGRI) and International Network for the Improvement of Banana and Plantain, (INIBAP). 1996. Descriptors for banana (*Musa* spp.). [Online]. Available: http://www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/descriptors-for-banana-musa-spp/ Retrieved December 22, 2016.

Lucas, T. 2015. Lab Practical 1. [Online]. Available: https://www.studyblue.com/notes/note/n/lab-practical-1/deck/15599729 Retrieved December 22, 2016.

Mokbel, M.S. and Hashinaga, F. 2005. Antibacterial and antioxidant activities of banana (Musa, AAA cv. Cavendish) fruit peel. American Journal of Biochemistry and Biotechnology. 1(3): 125-131.

Nagarajaiah, S.B. and Prakash, J. 2011. Chemical composition and antioxidant potential of peels from three varieties of banana. Asian Journal of Food and Agro-Industry. 4(1): 31-46.

Pereira, A. and Maraschin, M. 2015. Banana (*Musa* spp.) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. Journal of Ethnopharmacology. 160: 149-163.

Pixabay. 2016. Bananas. [Online]. Available: https://pixabay.com/en/bananas-fruit-cultivated-banana-1212949/ Retrieved December 22, 2016.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rao, A.V. and Rao, L.G. 2007. Carotenoids and human health. Pharmacological Research. 55: 207-216.

Rattanavichai, W. and Cheng, W. 2014. Effects of hot-water extract of banana (*Musa acuminata*) fruit's peel on the antibacterial activity, and anti-hypothermal stress, immune responses and disease resistance of the giant freshwater prawn, *Macrobrachiumrosenbegii*. Fish and Shellfish Immunology. 39: 326-335.

Saliga, L.H., Alsula, K.C.L., Bullecer, L.A.A., Calo, R.C.M., Claros, M.M., Lomongo, R.F.O. and Mama, N.M. 2013. Antibacterial properties of Cavendish banana peel (yellow and green) on pathogens *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Advancing Medical Technology Research. 1: 88-100.

Singh, B., Bhat, T.K. and Singh, B. 2003. Reviews: Potential therapeutic applications of some antinutritional plant secondary metabolites. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51: 5579-5597.

SMELeader Thailand. [ม.ป.ป.]. กล้วยหอมทอง "สหกรณ์การเกษตรท่ายาง" กู้วิกฤติการส่งออก ส่งร้านสะดวกซื้อเสิร์ฟคนกรุง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.smeleader.com/ สืบค้น 22 ธันวาคม 2559.

Sulaiman, S.F., Yusoff, N.A.M., Eldeen, I.M., Seow, E.M., sajak, A.A.B., Supriatno and Ooi, K.L. 2011. Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian banana (*Musa* sp.). Journal of Food Composition and Analysis. 24: 1-10.

Tibolla, H., Pelissari, F.M. and Menegalli, F.C. 2014. Cellulose nanofibers produced from banana peel by chemical and enzymatic treatment. LWT-Food Science and Technology. 1311-1318.

Wikimedia Commons. 2015. File:Salmonella Typhimurium Gram. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Salmonella_Typhimurium_Gram.jpg Retrieved December 24, 2016.

Wikiwand. [n.d.]. *Escherichia coli.* [Online]. Available: http://www.wikiwand.com/de/Escherichia_coli Retrieved December 24, 2016.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

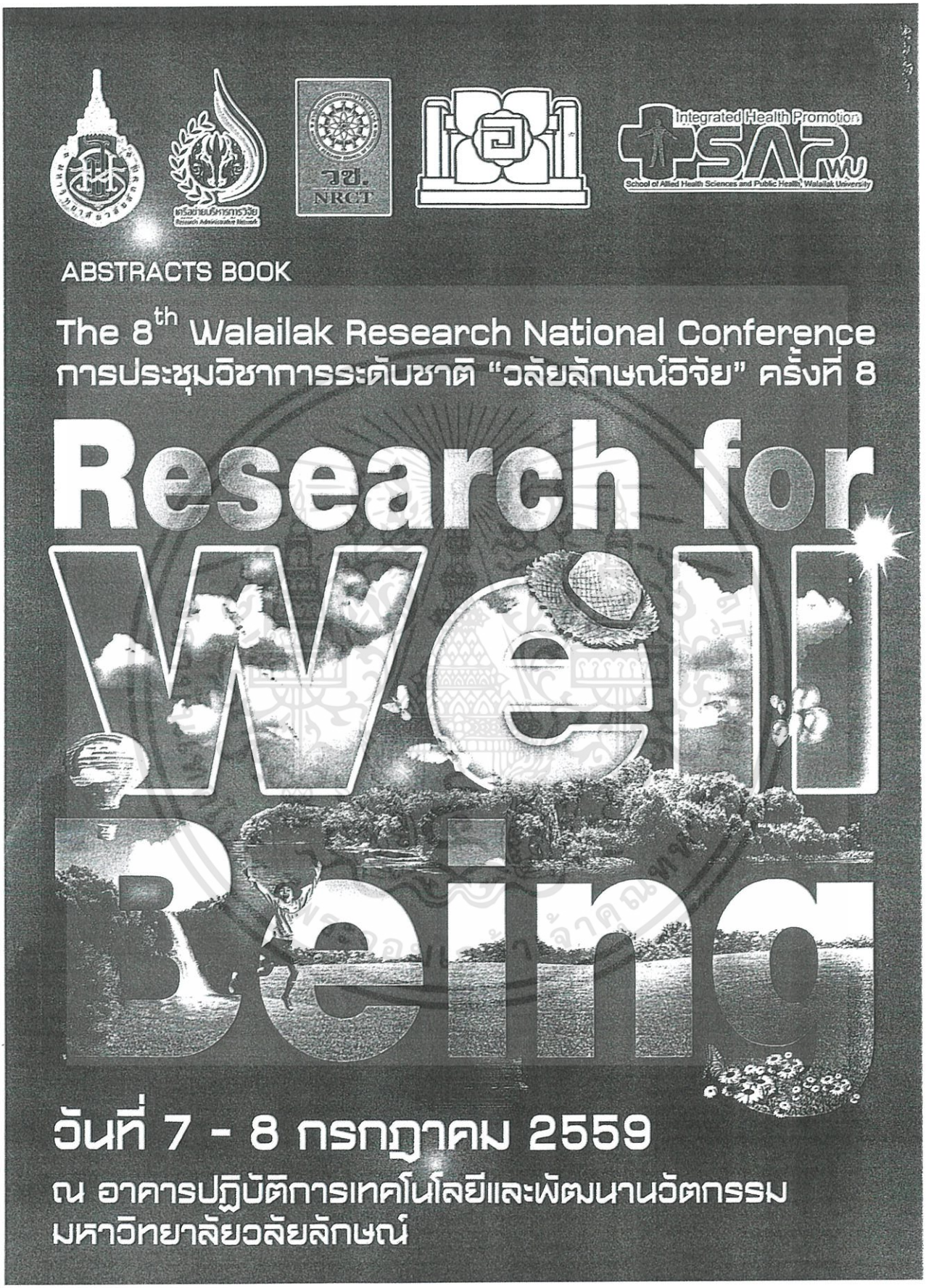
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลผลิตงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The 8th Walailak Research National Conference
การประชุมวิชาการระดับชาติ "วลัยลักษณ์วิจัย" ครั้งที่ 8

Analysis of total phenolic compounds of peel crude extracts from *Musa* spp.

Walaiporn Makkapan*, Nipat Maneechote, and Patcharaporn Pandee

Biotechnology Program, Department of General Science and Liberal Arts,
King monkut's Institute of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon Campus, Pathiu, Chumphon, 86160

eang_ang@hotmail.com

Abstract

The natural phenolic compounds from fruit peels are potential agents for the antioxidants. The total phenolic contents of peel crude extracts from *Musa* (AA group) 'KluaiLeb Mu Nang' and *Musa* (BBB group) 'KluaiHin' were studied in 2 stages of maturity: mature green banana with all green peel and ripe banana with all yellow peel. The extraction procedures were divided into 2 methods by using two different solvents (chloroform and absolute ethanol) at banana peel to solvent ratio of 1:10 w/v. The first method was performed by overnight shaking at 25°C (Method I) and another was extracted by shaking for 3 hours at room temperature (Method II). The total phenolic contents were determined by Folin-Ciocaltue colorimetric assay. The peel crude extracts from ripe banana exhibited higher total phenolic contents than the peel crude extracts from mature green banana in both cultivars.In both methods, ethanolic extracts had higher amount of total phenolic contents than chloroform extracts. Moreover, the crude extracts from Method IIhad the total phenolic contents more than the crude extracts from Method I. The total phenolic contents from the ripe banana peelof 'KluaiLeb Mu Nang' were higher than the ripe banana peelof 'KluaiHin' with the amount of 452.75 and 256.95 mg gallic acid/100 g fresh weight, respectively. While, the total phenolic contents from the mature green banana peelof 'KluaiLeb Mu Nang' (53.05±3.51mg gallic acid/100 g fresh weight) were lower than the mature green banana peelof 'KluaiHin' (250.00±3.63 mg gallic acid/100 g fresh weight).These results suggested that the peels from 'KluaiLeb Mu Nang' and 'KluaiHin' are analternative source for the natural phenolic compounds, which is able to increase the value of the local agriculture waste.

Keywords

Phenolic compounds, Banana, *Musa* spp.

Funding agency

Internal faculty fund of King monkut's Institute of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon Campus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 2559-0208-001

ภาคผนวก ข

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2559

หน่วยงาน วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

☐ แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) ☑ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การใช้ประโยชน์จากสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหินในการต้านการเจริญของเชื้อก่อโรคในอาหาร

(ภาษาอังกฤษ) Utilization of peel extracts from *Musa* (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang' and *Musa* (ABB group) 'Kluai Hin' to inhibit the growth in food borne diseases

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย ดร. วลัยพร มัฆพาน

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2559

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2559

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. **การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)**

   งวดที่ 1 59,500 บาท 85 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) 2 ธันวาคม 2558

   งวดที่ 2 10,500 บาท 15 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) 27 กรกฎาคม 2559

2. **สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)**

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (บาท)
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว	-	-	-
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	10,800	10,800	0
ค่าวัสดุ	59,200	59,200	0
ค่าสาธารณูปโภค	-	-	-
งบลงทุน : ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	70,000	70,000	0

วลัยพร มัฆพาน

(ดร. วลัยพร มัฆพาน)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

/ ธันวาคม /2559

วลัยพร มัฆพาน

(ดร. วลัยพร มัฆพาน)

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

/ ธันวาคม /2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

<u>นักวิจัยคนที่ 1</u> (หัวหน้าโครงการวิจัย)

ประวัติส่วนตัว

1. **ชื่อ-สกุล** นางสาววลัยพร มัฆพาน
2. **หน้าที่การงานปัจจุบัน** อาจารย์ สังกัดภาควิชาพื้นฐานทั่วไป สจล. วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
3. **ประวัติการศึกษา**

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
ปร.ด.	ชีววิทยาโมเลกุลและชีวสารสนเทศ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2556
วท.บ.	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2550

4. **ประสบการณ์วิจัยหรือสาขาที่ชำนาญ**
   - การศึกษาการแสดงออกของยีน
   - การสร้างดีเอ็นเอลูกผสมและการผลิตโปรตีนลูกผสม
5. **ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ**

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2551-2554	โครงการเครือข่ายเชิงกลยุทธ์เพื่อการผลิตและพัฒนาอาจารย์ ในสถาบันอุดมศึกษา	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
2554	ทุนสนับสนุนการเดินทางไปทำงานวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ในต่างประเทศของนักศึกษาระดับปริญญาเอก	บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2559	เงินวิจัยเงินรายได้ ปี 2559	สจล. วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

6.1 ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

-

6.2 การเสนอผลงานวิชาการ

Maneechote, N,, Pandee, P. and **Makkapan, W.** 2015. Antimicrobial Activity of Medium Chain Fatty Acids *Vibrio* spp. Pathogens, The 13th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology, Harbin Institute of Technology, Shen Zhen, China. November 6-8, 2015.

Makkapan, W., Maneechote, N. and Pandee, P. 2016. Analysis of total phenolic compounds of peel crude extracts from *Musa* spp. The 8th Walailak Research National Conference, Walailak University, Nakhon Si Thammarat, Thailand. July 7-8, 2016.

<u>นักวิจัยคนที่ 2</u> (ผู้ร่วมโครงการวิจัย)

ประวัติส่วนตัว

1. **ชื่อ-สกุล** นางพัชราภรณ์ นาคเทวัญ
2. **หน้าที่การงานปัจจุบัน** อาจารย์ สังกัดภาควิชาพื้นฐานทั่วไป สจล. วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
3. ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
ปร.ด.	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยมหิดล	2553
วท.ม.	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2545
วท.บ.	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2542

4. ประสบการณ์วิจัยหรือสาขาที่ชำนาญ
   - เทคโนโลยีเอนไซม์
   - เทคโนโลยีการหมัก
   - จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2544-2546	ทุนพัฒนาอาจารย์วิทยาเขตสารสนเทศ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
2547-2551	ทุนพัฒนาอาจารย์วิทยาเขตสารสนเทศ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
2559	ทุนวิจัยงบประมาณเงินรายได้ ปีงบประมาณ 2560	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

6. ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

6.1 ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

- การศึกษาการเตรียมวัสดุผสมยางธรรมชาติเสริมแรงด้วยเส้นใยชีวภาพต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกล (Preparation of Natural Rubber Reinforced with Biocomposites Fibers on Microstructure and Mechanical Properties) ทุนวิจัยงบประมาณเงินรายได้ ปีงบประมาณ 2556
- เรื่องการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวไร่และการใช้ประโยชน์ (Production of upland rice vinegar and its utilization) ทุนพัฒนากลุ่มและเครือข่ายวิจัยกองทุนวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปี 2556
- เรื่องการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระในกล้วยเล็บมือนาง (Analysis of antioxidant activity in banana Musa (AA group) 'Kluai Lab Mu Nung) ทุนวิจัยงบประมาณเงินรายได้ ปีงบประมาณ 2557
- เรื่องการศึกษาสีย้อมไวแสงต่อประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (Study Dye-sensitizer on Photovoltaic Performance of Dye-Sensitized Solar Cells) ทุนวิจัยงบประมาณเงินรายได้ ปีงบประมาณ 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 การเสนอผลงานวิชาการ

ภาสภณ มโนสุกฤตกูล **พัชราภรณ์ ปานดี** ศิริขวัญ สุดวัดแก้ว วิสุทธิ์ ฐิติรุ่งเรือง. 2559. การศึกษาสีย้อมไวแสงต่อประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8 วันที่ 25-27 พฤษภาคม 2559 ณ โรงแรมดวงจิตต์รีสอร์ทแอนด์สปาด์ จังหวัดภูเก็ต.

Maneechote, N,, **Pandee, P.** and Makkapan, W. 2015. Antimicrobial Activity of Medium Chain Fatty Acids *Vibrio* spp. Pathogens. The 13th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology, Harbin Institute of Technology, Shen Zhen, China. November 6-8, 2015.

Makkapan, W., Maneechote, N. and **Pandee, P.** 2016. Analysis of total phenolic compounds of peel crude extracts from *Musa* spp. The 8th Walailak Research National Conference, Walailak University, Nakhon Si Thammarat, Thailand. July 7-8, 2016.

Pannaray, S., Boonpia, B., Duangsuwan, K., Thongsiri, K. and **Pandee, P.** 2014. Mechanic Behavior of Fibers Reinforcing in Natural Rubber STR 5L. International Conference on Agricultural Engineering, Thailand. 267-273.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

1. ชื่อ-สกุล อาจารย์อาวุโส ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เยาวลักษณ์ ดิสระ
2. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2539	เอก	Ph.D.	Biotechnology	University of New South Wales	Australia
2521	โท	วท.ม.	จุลชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2519	ตรี	วท.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

3. ประสบการณ์วิจัยหรือสาขาที่ชำนาญ
   - Waste utilization
   - Industrial microbiology
   - Fungal diversity
   - Fermentation technology
4. ผลงานที่พิมพ์

Srimaung, N., Dissara, Y. and Umsakul, K. 2010. Chemical, physical and microbiological changes during composting of the water hyacinth. The 8th Science and Technology Conference, Thammasart University, Thailand.

Umsakul, K., Dissara, Y and Srimuang, N. 2010. Chemical, physical and microbiological changes during composting of the water hyacinth. Pakistan Journal of Biological Sciences. 13(20): 985-992.

Orihara, T., Kasuya, T., Phongpaichit, S. and Dissara, Y. 2008. Radiigeratropica (geastraceae, geastrales), a new species from a tropical rain forest of Thailand. Mycotaxon. 105: 111-117.

Pandee, P., H-Kittikul, A., Ohsugi, M. and Dissara Y. 2008. Production and properties of a fibrinolytic enzyme by *Schizophyllum commune* BL23. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 30(4): 447-453.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Saelim, K., Dissara, Y. and H-Kittikun, A. 2008. Saccharification of cassava starch by *Saccharomycopsis fibuligera* YCY1 isolated from Loog-Pang (rice cake starter). Songklanakarin Journal of Science and Technology. 30(SUPPL.1): 65-71.

To-on, N., Charernjiratrakul, W. and Dissara, Y. 2007. Thermotolerant yeasts and application for ethanol production. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 29: 971-980.

Kasuya, T., Phongpaichit, S. and Dissara, Y. 2006. Two pantropical fungi, Lycogalopsis solmii and Morganella fuliginea (Basidiomycota, Agaricales, Lycoperdaceae), new to Thai mycobiota.Natural History of the Siam Society. 54: 209-213.

Dissara, Y., Intarayota, M. and Panklom, N. 2002. Production of Fibrinolytic enzyme from Xylaria sp. BL 25 in solid substrate cultivation. The 3rd Asia-Pacific Mycological Conference on Biodiversity and Biotechnology, 4-8 November 2002. Kunming, China.

Natthanonworagan, K. and Dissara, Y. 2002. Protein production by *Candida* sp. Y47 from crude palm oil. The 14th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology, 12-15 November 2002, KhonKaen, Thailand.

Pandee, P., Dissara, Y. and Kittikun, A. 2002. Optimization of growth and fibrinolytic production from Schizophyllum commune BL23. The 14th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology, 12-15 November 2002, KhonKaen, Thailand.

Dissara Y. and Pandee, P. 2002. Production of fibrinolytic enzyme by Xylaria sp. BL25 in submerged cultures. The 3rd JSPS-NRCT Joint Seminar on Development of Thermotolerant, Microbial Resources and their Applications, 17-21 November 2002, Chiang Mai, Thailand.

Dissara, Y. and Pandee, P. 2000. Fibrinolytic enzymes from filamentous fungi. British Mycological Society Millennium Meeting: Tropical Mycology, 23 April-1 May 2000, Liverpool, United Kingdom.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dissara, Y. and Pandee, P. 2000. Fibrinolytic enzymes from mycelium of macro-fungi isolated from nature. The 2 nd JSPS-NRCT Joint Seminar on Development of Thermotolerant Microbial Resources and their Applications, 21-25 November 2000, Yamaguchi, Japan.

Dissara, Y. and Rogers, P. L. 1995. Evaluation of mutants of Candida utilis for L-PAC production from benzaldehyde. The 4th Pacific Rim Biotechnology Conference, 5-9 February, Melbourne, Australia. p.248-249.

Dissara, Y., Tafreshi, Z. M. and Rogers, P. L. 1993. Kinetic modelling and simulation of bioconversion of benzaldehyde to L-phenylacetylcarbinol (L-PAC) by Candida utilis. The 11th Australian Biotechnology Conference, 20-24 September, Perth, Australia. p.91-93.

Dissara, Y., Buranakarl, L., and Takahashi, H. 1986. Hydrogen production by photosynthetic bacteria isolated in the Southern part of Thailand from rubber processing and domestic wastes. Proceedings of the Regional Seminar on the Utilization of Urban and Rural Wastes: Technologies for Microbial Conversion of Wastes. Somboon, W. et al. (ed.). Institute of Environmental Research, Chulalongkorn University, Bangkok, p.491-503.

Dissara, Y. and Ajimakul, W. 1986. Some factors influencing growth of yeasts in rubber sheet processing wastes. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 8: 435-443.

Dissara, Y. and Ajimakul, W. 1986. Bacteriological quality of water at Kukut. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 8: 283-286.

Promtan, D., Dissara, Y., and Tansaku, P. 1985. Leaf Rot in Salviniacucullate Roxb. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 7: 27-31.

Jiratanakij, S. and Dissara, Y. 1984. Growth of yeasts in rubber sheet processing waste. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 7: 155-158.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T145922

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้