สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาพอลิเมอร์ชีวภาพผสมระหว่างพอลีแลคติค แอซิดและยางพาราผสมน้ำมันหอมระเหยข่าสำหรับยืดอายุอาหารทะเลแช่แข็ง

The Development of biopolymer blends between polylactic acid and rubber mixed *Alpinia galanga* (L.) Willd essential oil for extension of frozen seafood shelf life

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณกัญภัทร จินดา

b. 00274335
i.

เลขหมู่
เลขทะเบียน 142880
วัน เดือน ปี - 6 มี.ย. 2559

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การพัฒนาพอลิเมอร์ชีวภาพผสมระหว่างพอลีแลคติค แอซิดและยางพาราผสมน้ำมันหอมระเหยข่าสำหรับยืดอายุอาหารทะเลแช่แข็ง

แหล่งเงิน เงินงบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 70,000.00 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558

หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.ณกัญภัทร จินดา ภาควิชาพื้นฐานทั่วไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร

บทคัดย่อ

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยข่าที่สกัดด้วยวิธีกลั่น ได้แก่ 1,8-cineole (53.482%), 5-t-butyl-3-hexa-3,5-dien-2-one (13.485%) และ dl-limonene (4.849%) น้ำมันหอมระเหยข่าที่ความเข้มข้น 45 µl/ml สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli*, *S. aureus* และ *S. typhimurium* และมีค่า MIC ที่สามารถยับยั้งการเติบโตของ *E. coli*, *S. aureus* และ *S. Typhimuriu* มีค่าเท่ากับ 0.78 1.56 และ 0.78 µl/ml ตามลำดับ เมื่อทำการขึ้นแผ่นฟิล์มจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดกับยางธรรมชาติที่มีปริมาณยางพารา 10% โดยน้ำหนัก สามารถเตรียมได้ด้วยกระบวนการรีดและกระบวนการเป่า ภายใต้อุณหภูมิหัวรีด 147 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 3 รอบต่อนาที และอัตราส่วนการดึงเท่ากับ 1 ฟิล์มที่ได้มีลักษณะเปราะ ส่วนสภาวะที่เหมาะสมในการเป่า คืออุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบสูงสุดที่ 320 rpm ฟิล์มบางตามแนวเครื่อง (MD) แสดงค่ามอดุลัสและความเครียดที่จุดขาดสูงที่สุด และแสดงค่าฟิล์มหนาตามแนวขวาง (TD) ต่ำที่สุด จึงได้นำพอลิเมอร์ผสมพอลีแลคติกแอซิดและยางพาราไปเคลือบกระดาษฟาง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพของการยืดอายุการเก็บรักษากุ้งแช่แข็งหลังการละลายครั้งแรกและเก็บรักษาในช่องแช่แข็งของตู้เย็นพบว่ากระดาษฟางที่เคลือบด้วยส่วนผสม PLA/NR ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยข่าความเข้มข้น 2% (v/v) สามารถยืดอายุการเน่าเสียของกุ้งแช่แข็งได้ 6 วัน

คำสำคัญ : ข่า, กิจกรรมต้านแบคทีเรีย, น้ำมันหอมระเหย, พอลีแลคติค แอซิด, น้ำยางธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: The Development of biopolymer blends between polylactic acid and rubber mixed *Alpinia galanga* (L.) Willd essential oil for extension of frozen seafood shelf life

Researcher: Asst. Prof. Nakanyapatthara Jinda

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

Department: General Science

ABSTRACT

The aims of this study were the study on antibacterial activity of *Alpinia galangal* essential oil on food-borne bacteria from seafood and application the oil into the composite biopolymer of polylactic acid and Natural rubber (PLA/NR/Galangal oil) to produce the antibacterial film for rewrapping of frozen seafood. The major compositions in the obtained *galangal* oil were 1,8-cineole (53.48%), 5-t-butyl-3-hexa-3,5-dien-2-one (13.49%) and dl-limonene (4.849%). The antibacterial activity of *galangal* oil against to *E. coli* TISTR 887, *S. aureus* TISTR 517 and *S. typhimurium* TISTR 292 was tested by disc diffusion method with concentrations of 0, 15, 30, and 45 µl/ml. The *galangal* oil presented the antibacterial activity against to these bacteria. The minimum inhibitory concentrations of this oil against to *E. coli* TISTR 887, *S. aureus* TISTR 517 and *S. typhimurium* TISTR 292 were 0.78, 1.56, and 0.78 µl/ml, respectively. The preparation of bioplastic films from polylactic acid/natural rubber blends (10 wt%) via extrusion and film-blowing processes were studied. The bioplastic PLA/NR films can be prepared under both processes at specific processing conditions. The die temperature of 147°C, screw speed of 3 rpm and draw ratio of 1 were the optimum conditions for extrusion process. The extruded PLA/NR film was brittle. The processing temperature of 150°C and screw speed of 320 rpm were the optimum conditions for film-blowing process. The blown PLA/NR film in machine direction showed the highest modulus and elongation at break. Rice straw papers coated with galangal oil at 2% could resist growth of all bacteria and decrease physical properties of paper. The frozen prawn was thawed, wrapped again with the coated paper and kept in freezer for several cycles. The results showed that the shelf life of thawed prawn could be extended up to 6 days.

Keywords : *Alpinia galangal*, antibacterial activity, essential oil, polylactic acid, natural rubber latex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ. ชุมพร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้สนับสนุน งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2558 เป็นทุนวิจัยสำหรับการวิจัยนี้

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการหมัก ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ และ ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือ และ สถานที่สำหรับการทำวิจัย

ขอขอบคุณท่านรองอธิการบดี และท่านผู้ช่วยอธิการบดี วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร ทุกท่านที่ได้กรุณาสนับสนุน และส่งเสริมให้ผู้วิจัยสามารถทำวิจัยจนสำเร็จดวยดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานวิจัย วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จ.ชุมพร คุณกาญจนา ม่วงทองคำ และ คุณฮาบีบ๊ะ สตอหลง ที่ได้ช่วยประสานงานและ ให้คำแนะนำกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่พัสดุ คุณธิดาพร จิตรภิรมย์ และเจ้าหน้าที่การเงิน คุณจีระนัย แก้วบังตู ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการจัดเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อวัสดุและค่าใช้จ่ายต่างๆในงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายทรัพยากรบุคคลทุกท่านที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเดินทางซึ่งทำให้สามารถทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณเพื่อนอาจารย์ และนักศึกษาที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนกำลังใจ จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

ผศ.ดร.ณกัญภัทร จินดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	3
1.5 สมมุติฐานงานวิจัย	4
1.6 คำสำคัญของการวิจัย	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 พลาสติกชีวภาพ	5
2.2 พอลิแลคติกแอซิด (polylactic acid หรือ PLA)	6
2.3 น้ำมันหอมระเหยข่า (Galanga essential oil)	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย	21
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	27
บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	32
ภาคผนวก ข	34
ประวัติผู้เขียน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของข่า	12
4.1 บริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยข่า	23
4.2 สมบัติการดึงของฟิล์ม PLA/NR10 จากการเป่า	25
4.3 บริเวณการยับยั้งแบคทีเรียของกระดาษที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ผสมน้ำมันหอมระเหยข่า	26
4.4 ผลการทดสอบการยืดอายุการเก็บรักษากุ้งแช่แข็งด้วยกระดาษเคลือบพอลิเมอร์ผสมน้ำมันหอมระเหย 2%	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างทางเคมีของ PLA	7
2.2	ข่า (*Alpinia galangal*)	10
2.3	สูตรโครงสร้างของสารสำคัญบางชนิดที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าข่า	11
3.1	การสกัดน้ำมันหอมระเหยข่า	18
3.2	การทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยข่า	19
3.3	การศึกษา MIC ของน้ำมันหอมระเหยข่าต่อการเจริญของแบคทีเรีย	19
4.1	โครมาโตแกรมขององค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยข่า	21
4.2	แสดงพื้นที่ใต้กราฟขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันข่าที่วิเคราะห์ได้ด้วย GC/MS	22
4.3	ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* TISTR 887, *S. aureus* TISTR 517 และ *S.typhimurium* TISTR 292 ด้วยน้ำมันหอมระเหยข่า	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันพลาสติกเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เรามาก ทั้งของเล่น อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องประดับ รวมถึงภาชนะบรรจุสินค้า ต่างๆมากมาย พลาสติกที่นำมาใช้เหล่านี้มีหลายชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ในบรรดาของที่ทำด้วยพลาสติกดังกล่าว พลาสติกเพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์นับว่าได้รับความสนใจเป็นพิเศษ ทั้งในเชิงการค้า การตลาด และอุตสาหกรรม มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นสูงมาก โดยในงานวิจัยนี้จะศึกษาการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายได้ ซึ่งปกติมักใช้ พอลิเอทีลีนและพอลิโพรพีลีนในการผลิตบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเป็นพลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีพลาสติกจำนวนมากมายหลากหลายชนิด ที่ผลิตมาจาก fossil fuels โดยพลาสติกพวกนี้ได้ถูกใช้และถูกทิ้งซึ่งก่อให้เกิดปัญหาแก่สิ่งแวดล้อมเนื่องจากพลาสติกเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ซึ่งขยะพลาสติกเหล่านี้จะถูกกำจัดโดยการเผาให้เป็นเถ้าซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซที่เป็นพิษจำนวนมาก ด้วยเหตุผลนี้เองจึงจำเป็นอย่างมากที่ต้องผลิตและพัฒนา green polymeric materials ที่ไม่มีการใช้ส่วนประกอบที่เป็นพิษหรือเป็นอันตรายในกระบวนการผลิตและสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นของ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ สามารถสรุปได้ว่าวัสดุชีวภาพซึ่งมีโอกาสพัฒนาเป็นธุรกิจนวัตกรรมในเชิงรุก เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบทางการเกษตรของประเทศมี 3 ชนิด หนึ่งใน 3 ชนิดนี้คือ พอลีแลคติคแอซิด (Polylactic acid; PLA) เป็นพลาสติกที่ผลิตจากกระบวนการหมักพืชจำ พวกแป้ง ซึ่งกลายเป็นทางเลือกใหม่มาแทนที่พลาสติกจากปิโตรเลียม PLA เป็นแหล่งคาร์บอนที่ได้จากวัตถุดิบที่สร้างขึ้นทดแทนได้ โดย PLAถูกนำมาใช้งานได้หลากหลายประเภทโดยสามารถถูกใช้สำหรับเป็นคอมโพสิทของเส้นใยธรรมชาติที่ถูกใช้เป็นตัว binder ในสีและการใช้งานต่างๆทางด้านยาและการแพทย์(Leopoldet al., 2003) โดยในปัจจุบันการใช้งานของ PLAเป็นในเชิงการค้ามีข้อจำกัดคือราคาที่สูงดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องผลิตวัสดุคอมโพสิทที่สามารถย่อยสลายได้และให้ต้นทุนที่ถูกลงโดยทั่วไปแล้ว PLAมีลักษณะที่ให้อุณหภูมิหลอมเหลวและอัตราการเกิดผลึกที่ต่ำ ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถเพิ่มคุณสมบัติในด้านการใช้งานเพิ่มขึ้นแก่ PLA และเพื่อลดคุณสมบัติที่ไม่ต้องการบางประการจึงได้มีการเตรียมในลักษณะ block และ graft copolymer โดยการผสมกับพอลิเมอร์ที่เหมาะสมเป็น polymer blending ซึ่งเป็นวิธีการที่น่าสนใจในการเตรียมวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ที่สามารถให้คุณสมบัติเชิงกลที่ดี โดยพอลิเมอร์หลากหลายชนิดถูกใช้ในการการผสมและทำปฏิกิริยากับ PLA

ยางพาราธรรมชาติ (NR) เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่มีความเหมาะสมในการผสมกับ PLA เนื่องจากสามารถให้ลักษณะความเป็น elastomer และสามารถย่อยสลายโดยแบคทีเรียและ fungi หลากหลายชนิดได้ ซึ่งการนำยางพารามาผสมกับ PLA จะสามารถช่วยเพิ่มอุณหภูมิหลอมเหลว และลด crystallinity เพิ่มความเหนียวหรือ toughness และลดต้นทุนการผลิตให้แก่พอลิเมอร์ PLA เนื่องจาก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยางพารามีราคาต้นทุนที่ต่ำกว่าโดยการผสม PLA กับยางพาราจะสามารถได้วัสดุชนิดใหม่ที่ให้ช่วงการใช้งานที่กว้างขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำยางพาราธรรมชาติมาใช้ผสมกับ PLA เพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้แก่ PLA นอกจากนี้การเลือกใช้ยางธรรมชาติเป็นส่วนผสมนอกจากจะให้คุณสมบัติที่ดีแก่พอลิเมอร์ผสมแล้วยังช่วยเพิ่มมูลค่าแก่น้ำยางธรรมชาติที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยโดยทั่วไปแล้วยางธรรมชาติมีคุณสมบัติที่เป็นข้อดีกว่า ยางสังเคราะห์หลายประการเช่น มีความยืดหยุ่นสูง, กระดอนสูง, ความทนต่อการยืดดึงสูง, สะสมความร้อนต่ำ นอกจากนี้ยางธรรมชาติยังเป็นวัสดุที่มาจากธรรมชาติดังนั้นในการผลิตจะลดการทำลายสิ่งแวดล้อมจากการสำรวจของสำนักงานเศรษฐกิจกระทรวงอุตสาหกรรมแสดงให้เห็นว่าในปี 2551 ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกยางพาราสูงถึง 2,003,318 ตัน และใช้ในประเทศ 277,650 ตัน (สถาบันวิจัยยางพาราแห่งประเทศไทย, 2557) ซึ่งจากปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทยข้างต้นพบว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติสูงสุดของโลก ซึ่งงานวิจัยนี้จะนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของยางธรรมชาติที่ผลิตได้ในประเทศพร้อมทั้งสามารถผลิตพอลิเมอร์ชีวภาพเพื่อใช้ผลิตภาชนะบรรจุที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ โดยนำยางธรรมชาติมาผสมกับ PLA ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพที่ย่อยสลายได้

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตอาหารและส่งออกทั่วโลก ในอนาคตมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้บรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มอาหารเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากปัญหาด้านวัตถุดิบไม่เพียงพอ ไม่สม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลสดแช่เย็นแช่แข็งยังไม่ได้มาตรฐาน และขาดความเอาใจใส่ในการรักษาความสะอาด แล้วปัญหาด้านบรรจุภัณฑ์และการขนส่งเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่สีความสำคัญ ปัญหาเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย จึงต้องวิธีการยับยั้งแบคทีเรีย ได้แก่ การใช้สารเคมี และรังสี แต่การใช้สารเคมีมีผลต่อร่างกายเมื่อใช้ในปริมาณมากเกิน ส่วนการใช้รังสีนั้นมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นสมุนไพรไทยที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในอาหารทะเลแช่แข็งจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

ข่าเป็นพืชพื้นเมืองในเขตร้อนมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และภูมิภาคเอเชียเขตร้อน ในประเทศไทยและประเทศอินโดนีเซียใช้ข่าเป็นเครื่องเทศมากกว่าประเทศอื่นๆ ประเทศไทยมีการปลูกข่าทั่วไป ซึ่งข่าเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย และในน้ำมันหอมระเหยข่า พบสารที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ สารเมทิลซินนาเมต (methylcinnamate) 48%, ซินีออล (cineol) 20-30% การบรู (camphor), เบต้า ไพนีน (β -pinenes) มีฤทธิ์ต้านเชื้อราและต้านแบคทีเรีย จากการศึกษาเปรียบเทียบศักยภาพการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ *Escherichia coli* ATCC, *Staphilococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*และ *Pasteurella multocida*ด้วยสารสกัดข่าที่สกัดด้วยhexane, ethyl acetate, ethanol และ essential oil พบว่า essential oil จากข่ามีประสิทธิภาพยับยั้งแบคทีเรียที่ดีที่สุดและความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (minimum inhibition concentration, MIC) และความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (minimum bactericidal concentration, MBC) คือ *Escherichia coli*, *Staphilococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* และ *Salmonella enteritidis*ที่ 8 มิลลิกรัมต่อมล และ *Pasteurella multocida* 16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (Halijah et al., 2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจการพัฒนาพอลิเมอร์ชีวภาพผสมระหว่างพอลีแลคติค แอซิดและยางพาราผสมสารสกัดข่าสำหรับยืดอายุอาหารทะเลแช่แข็ง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาพอลิเมอร์ชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้จากพอลีแลคติคแอซิด (PLA) และยางพา-ราที่ผสมน้ำมันหอมระเหยข่าเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารทะเลแช่แข็ง

1.2.2 เพื่อปรับปรุงสมบัติด้านความเหนียว, คุณสมบัติเชิงกล พอลิแลคติค แอซิดซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้และนิยมใช้ในปัจจุบันและลดต้นทุนจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมเนื่องจากการผสมยางพาราจะนำไปสู่ต้นทุนที่ถูกลง

1.2.3เพื่อเพิ่มมูลค่าแก่ยางพาราที่ผลิตได้ในประเทศไทย และมูลค่าของน้ำมันหอมระเหยข่ารวมทั้งการเพิ่มความต้องการใช้ภายในประเทศอันอาจจะส่งผลให้ราคาของผลผลิตสูงขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

สกัดน้ำมันหอมระเหยข่าแก่และศึกษาชนิดและปริมาณสารออกฤทธิ์ที่ยับยั้งแบคทีเรียสาเหตุอาหารทะเลเน่าเสีย เตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติก แอซิด ยางธรรมชาติ และน้ำมันหอมระเหยข่าและทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ ทดสอบการขึ้นรูปและการเตรียมวัสดุห่อหุ้มอื่น และทดสอบการชลอการเน่าเสียของอาหารทะเลแช่แข็งที่ผ่านการละลายและแช่แข็งซ้ำ

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 สกัดน้ำมันหอมระเหยข่าแก่และศึกษาชนิดและปริมาณสารออกฤทธิ์ที่ยับยั้งแบคทีเรียสาเหตุอาหารทะเลเน่าเสีย

1.4.2 เตรียมพอลิแลคติคกับยางพารา และ น้ำมันหอมระเหยข่าที่อัตราส่วนต่างๆ โดยน้ำหนักของพอลิเมอร์ผสม โดยใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลาย

1.4.3 ทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบทั่วไปในอาหารทะเลแช่แข็งของพอลิเมอร์ชีวภาพผสมที่ผลิตได้

1.4.4 ทดสอบการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ โดยนำพอลิเมอร์ผสมพอลิแลคติคที่ไม่ผสมยางพาราและน้ำมันหอมระเหยข่า และพอลิเมอร์ที่ผสมยางพาราแต่ไม่ผสมน้ำมันหอมระเหยข่า มาขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์บรรจุ โดยพิจารณาหาสภาวะที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 สมมุติฐานงานวิจัย

ยางพาราธรรมชาติ (NR) เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่มีความเหมาะสมในการผสมกับ PLA เนื่องจากสามารถให้ลักษณะความเป็น elastomer และสามารถย่อยสลายโดยแบคทีเรียและ fungi หลากหลายชนิดได้ ซึ่งการนำยางพารามาผสมกับ PLA จะสามารถช่วยเพิ่มอุณหภูมิหลอมเหลว และลด crystallinity เพิ่มความเหนียวหรือ toughness และลดต้นทุนการผลิตให้แก่พอลิเมอร์ PLA เนื่องจากยางพารามีราคาต้นทุนที่ต่ำกว่า โดยการผสม PLA กับยางพาราจะสามารถได้วัสดุชนิดใหม่ที่ให้ช่วงการใช้งานที่กว้างขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำยางพาราธรรมชาติมาใช้ผสมกับ PLA เพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้แก่ PLA

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตอาหารและส่งออกทั่วโลก ในอนาคตมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้บรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มอาหารเพิ่มขึ้นด้วย แล้วปัญหาด้านบรรจุภัณฑ์และการขนส่งเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่สีความสำคัญ ปัญหาเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย จึงต้องวิธีการยับยั้งแบคทีเรีย ได้แก่ การใช้สารเคมี และรังสี แต่การใช้สารเคมีมีผลต่อร่างกายเมื่อใช้ในปริมาณมากเกิน ส่วนการใช้รังสีนั้นมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นสมุนไพรไทยที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในอาหารทะเลแช่แข็งจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

ข่าเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย และในน้ำมันหอมระเหยข่า พบสารที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ สารเมทิล ซินนาเบต (methylcinnamate) 48%, ซินีออล (cineol) 20-30%การบรู (camphor), เบต้า ไพนีน (β -pinenes) มีฤทธิ์ต้านเชื้อราและต้านแบคทีเรีย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจการพัฒนาพอลิเมอร์ชีวภาพผสมระหว่างพอลีแลคติค แอซิดและยางพาราผสมสารสกัดข่าสำหรับยืดอายุอาหารทะเลแช่แข็ง

1.6 คำสำคัญของการวิจัย

ข่า, กิจกรรมต้านแบคทีเรีย, น้ำมันหอมระเหย, พอลีแลคติค แอซิด, น้ำยางธรรมชาติ

Alpinia galangal, antibacterial activity, essential oil, polylactic acid, natural rubber latex

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1พัฒนาพอลิเมอร์ชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้จากพอลีแลคติคแอซิด (PLA) และยางพาราที่ผสมน้ำมันหอมระเหยข่าที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารทะเลแช่แข็ง

1.7.2 เพิ่มมูลค่ายางพาราที่ผลิตได้ในประเทศไทย และมูลค่าข่าและน้ำมันหอมระเหยข่ารวมทั้งการเพิ่มความต้องการใช้ภายในประเทศอันอาจจะส่งผลให้รายได้ของเกษตรกรและสายโซ่อุปทานเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลาสติกชีวภาพ

ในปัจจุบันได้มีพลาสติกจำนวนมากมายหลากหลายชนิดเช่น polyolefins, polystyrene และ poly (vinyl chloride) ที่ผลิตมาจาก fossil fuels โดยพลาสติกพวกนี้ได้ถูกใช้และถูกทิ้งซึ่งก่อให้เกิดปัญหาแก่สิ่งแวดล้อมเนื่องจากพลาสติกเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ โดยขยะพลาสติกเหล่านี้จะถูกกำจัดโดยการเผาให้เป็นเถ้าซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซที่เป็นพิษจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้เองจึงจำเป็นอย่างมากที่ต้องผลิตและพัฒนา green polymeric materials ที่ไม่มีการใช้ส่วนประกอบที่เป็นพิษหรือเป็นอันตรายในกระบวนการผลิตและสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ดังนั้นพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ (biodegradable plastic) จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาวัสดุสำหรับการใช้งานเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทั้งในด้านวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และกระบวนการกำจัด ปัจจุบันพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่งจากนักวิทยาศาสตร์ ตลอดจนนักอุตสาหกรรมชั้นแนวหน้าทั่วโลก โดยพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้นั้นผลิตมาจากวัตถุดิบที่สามารถผลิตทดแทนขึ้นใหม่ได้ในธรรมชาติ (renewable resource) ใช้พลังงานในกระบวนการผลิตต่ำ และสามารถย่อยสลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ได้ด้วยจุลินทรีย์ในธรรมชาติ ภายหลังจากการใช้งาน โดยพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้นั้นจะมีคุณสมบัติในการใช้งานได้เทียบเท่าพลาสติกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแบบดั้งเดิม (Commodity Plastics) และสามารถทดแทนการใช้งานที่มีอยู่ได้โดยพลาสติกย่อยสลายได้ โดยหนึ่งในพอลิเมอร์ที่สามารถย่อยสลายได้ที่มีศักยภาพคือพอลิแลคติค แอซิด (Polylactic acid) หรือ PLA ซึ่งเป็นสารพอลิเมอร์ตั้งต้นที่สามารถนำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ย่อยสลายได้โดยได้มีการตรวจเอกสารพบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพอสังเขปดังนี้

พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ หรือ biodegradable plastics เป็นพลาสติกที่ผลิตจากพืช หรือวัตถุดิบที่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ (renewable resources) กระบวนการผลิตเป็นกระบวนการหมัก (fermentation) ซึ่งใช้พลังงานต่ำ และมีคุณสมบัติที่สามารถย่อยสลายได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำเมื่อนำ ไปฝังกลบภายหลังการใช้งาน ปัจจุบันพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่งและเป็นแนวทางหลักแนวทางหนึ่งในการพัฒนาวัสดุสำหรับ การใช้งานเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กลุ่มอุตสาหกรรมแนวหน้าทั่วโลกตื่นตัวในการคิดค้นหาวัตถุดิบหรือพอลิเมอร์ ตัวใหม่ เพื่อพัฒนาพลาสติก ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและให้มีคุณสมบัติในการใช้งานได้ดีเทียบเท่ากับพลาสติก ดั้งเดิมที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และสามารถทดแทนการใช้งานที่มีอยู่

พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เป็นพลาสติกที่ถูกย่อยสลายจากการกระทำของจุลินทรีย์ในสภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น ในดิน บ่อฝังกลบขยะ บ่อบำบัดน้ำเสีย แหล่งน้ำจืดหรือในทะเล หากการย่อยสลายได้ทางชีวภาพเกิดขึ้นในระบบการหมักภายใต้สภาวะ ที่มีการควบคุมเรียกว่า การย่อยแบบคอมโพส (Compostable) เมื่อกระบวนการหมักแบบคอมโพสเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้ว จะได้ผลิตภัณฑ์ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ มวลชีวภาพ และสารอนินทรีย์ ซึ่งการย่อยสลายแบบคอมโพสนี้เป็นการย่อยสลาย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างสมบูรณ์ พืชสามารถนำคาร์บอนได้ออกไซด์ และน้ำไปใช้สังเคราะห์แสง เข้าสู่วัฏจักรคาร์บอนอีกครั้ง ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็น ในการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตของพืช

พลาสติกชีวภาพ หมายถึง "พลาสติกที่สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีภายใต้สภาวะสิ่งแวดล้อมที่จำเพาะ ผลที่เกิดขึ้นจะทำให้คุณสมบัติบางประการสูญเสียไป ซึ่งวัดได้จากวิธีทดลองมาตรฐานที่เหมาะสมกับพลาสติกและการนำไปใช้ในช่วงเวลาหนึ่ง" พลาสติกชีวภาพ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ย่อยสลายโดยอาศัยแสง (Photogradable) กึ่งย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Semi-biodegradable) และย่อยสลายทางชีวภาพได้อย่างสมบูรณ์ (Completely biodegradable)(Reddy et al, 2003)

พลาสติกชีวภาพที่ย่อยสลายได้โดยแสง (Photodegradation) การย่อยสลายโดยแสงมักเกิดจากการเติมสารเติมแต่งที่มีความว่องไวต่อแสงลงใน พลาสติกหรือสังเคราะห์โคพอลิเมอร์ให้มีหมู่ฟังก์ชันหรือพันธะเคมีที่ไม่แข็ง แรง แตกหักง่ายภายใต้รังสี (UV) เช่น หมู่คีโตน (Ketone group) อยู่ในโครงสร้าง เมื่อสารหรือหมู่ฟังก์ชันดังกล่าวสัมผัสกับรังสียูวีจะเกิดการแตกของพันธะ กลายเป็นอนุมูลอิสระ (Free radical) ซึ่งไม่เสถียร จึงเข้าทำปฏิกิริยาต่ออย่างรวดเร็วที่พันธะเคมีบนตำแหน่งคาร์บอนในสายโซ่พอ ลิเมอร์ ทำให้เกิดการขาดของสายโซ่ แต่การย่อยสลายนี้จะไม่เกิดขึ้นภายในบ่อฝังกลบขยะ กองคอมโพสท์ หรือสภาวะแวดล้อมอื่นที่มืด หรือแม้กระทั่งชิ้นพลาสติกที่มีการด้วยหมึกที่หนามากบนพื้นผิว เนื่องจากพลาสติกจะไม่ได้สัมผัสกับรังสียูวีโดยตรง (สมหมาย และคณะ, 2554)

พลาสติกกึ่งย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Semi-biodegradable) คือ พลาสติกที่มีส่วนผสมของแป้งหรือสารประเภทแป้งอยู่ในองค์ประกอบของพลาสติก สารประเภทแป้งซึ่งสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพนี้จะถูกจุลชีพในสิ่งแวดล้อม ย่อยสลายก่อน ส่งผลให้พลาสติกเกิดการแตกสลายเป็นชิ้นเล็กๆ หรือเกิดรูพรุนขึ้นภายในซึ่งช่วยย่อยสลายพลาสติกได้ดีขึ้น (สมหมาย และคณะ, 2554)

พลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradable) คือ พลาสติกที่แบคทีเรียหรือจุลชีพในสิ่งแวดล้อมสามารถย่อยสลายได้ทั้งหมด พลาสติกในกลุ่มนี้ ได้แก่ สารในกลุ่ม โพลีไฮดรอกซีอัลคาโนเอต (Polyhydroxyalkanoates, PHA) และ พอลิแลคติกแอซิด (polylactic acid, PLA)

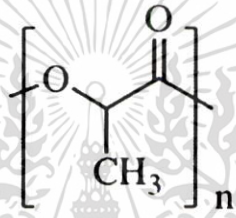
2.2 พอลิแลคติกแอซิด (polylactic acid หรือ PLA)

พอลิแลคติกแอซิด (polylactic acid หรือ PLA) เป็นพลาสติกที่ผลิตจากกระบวนการหมักพืชจำพวกแป้ง ซึ่งกลายเป็นทางเลือกใหม่มาแทนที่พลาสติกจากปิโตรเลียม PLA เป็นแหล่งคาร์บอนที่ได้จากวัตถุดิบที่สร้างขึ้นทดแทนได้

กระบวนการผลิตพอลิแลคติกแอซิด เริ่มต้นจากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ โดยการปลูกข้าวโพด ซึ่งใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำเป็นวัตถุดิบ ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ได้ผลผลิตเป็นแป้ง จากนั้นจึงนำเอาแป้งข้าวโพดมาผ่านกระบวนการหมักบ่มโดยใช้จุลินทรีย์เฉพาะ เพื่อย่อยโมเลกุลขนาดใหญ่ของแป้งและน้ำตาลเป็นกรดแลคติก (lactic acid, $C_3H_6O_3$) ซึ่งใช้เป็นมอนอเมอร์ในขั้นตอนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ โดยสามารถจำแนกได้เป็น 2 กระบวนการที่แตกต่างกัน คือ กระบวนการควบแน่น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(polycon-densation) และกระบวนการเปิดวง (ring-opening polymerization) ถึงแม้ว่าพอลิเมอร์ที่ผลิตได้จากทั้งสองกระบวนการนี้จะมีโครงสร้างและสมบัติต่างๆ เหมือนกันทุกประการ ดังแสดงในภาพที่ 2.1 แต่ก็มีรายละเอียดขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์ที่ต่างกัน จึงเป็นที่มาของการเรียกชื่อพอลิเมอร์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่ได้จากกระบวนการแรกมักจะเรียกว่า " พอลิแลคติกแอซิด "ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการนี้เริ่มต้นจากการใช้กรดแลคติกโดยตรงจนได้พอลิเมอร์ในขั้นตอนสุดท้าย ในกระบวนการที่สองจะมีการเปลี่ยนกรดแลคติก โดยปฏิกิริยาการรวมตัวของกรดแลคติก 2 โมเลกุล แล้วเกิดเป็นสารประกอบแบบวงที่มีชื่อว่า แลคไทด์ (lactide) ก่อน จากนั้นจึงนำเอาวงแหวนแลคไทด์นี้มาสังเคราะห์เป็นสายโซ่ยาวพอลิเมอร์ในขั้นตอนต่อมา ด้วยเหตุนี้จึงเรียกชื่อผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์จากกระบวนการนี้ว่า " พอลิแลคไทด์ " อย่างไรก็ตาม พอลิเมอร์ที่ได้จากทั้งสองกระบวนการก็คือสารชนิดเดียวกันนั่นเอง ซึ่งเมื่อสังเคราะห์ได้แล้วก็สามารถนำมาขึ้นรูปเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป (อมรรัตน์, 2554)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของ PLA

ที่มา : http://www.pharm.su.ac.th/cheminlife/cms/index.php/kitchen-room/polylactic-acid.html (14-07-2015)

2.2.1 คุณสมบัติของ PLA

PLA มีลักษณะใส และมีความแวววาวสูง ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสารเติมแต่งที่ใช้ PLA มีสมบัติทางกล และสามารถนำไปใช้งานได้เช่นเดียวกับพอลิเมอร์พื้นฐานทั่วไปที่มีสมบัติเป็นเทอร์โมพลาสติก PLA สามารถกักเก็บกลิ่น และรสชาติได้ดี มีความต้านทานต่อน้ำมัน และไขมันสูง ในขณะที่ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำสามารถแพร่ผ่านได้ดีมีความคงทนต่อการกระแทก (impact strength)ต่ำ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ PVC ที่ไม่มีการเติมสารเสริมสร้างพลาสติก มีความแข็ง ความคงทนต่อการกระแทก และความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับ PET นอกจากนี้ PLA ยังมีสมบัติใกล้เคียงกับ PS และสามารถนำไปดัดแปรให้มีสมบัติใกล้เคียงกับ polyethylene (PE) หรือ polypropylene (PP) ดังนั้น PLA จึงสามารถนำไปปรับปรุงสมบัติพื้นฐานทั้งด้านการขึ้นรูปและการใช้งานได้เช่นเดียวกับพลาสติกโอเลฟินส์ที่ผลิตจากกระบวนการทางปิโตรเคมี ซึ่งสมบัติของ PLA ที่ผลิตเพื่อการค้า

Randall et al. (1995) ได้พัฒนากระบวนการผลิตปรับปรุงค่าImpact ของ lactide polymer โดยใช้ elastomer โดยในส่วนประกอบวัสดุเฟสแรกเป็นpolylactide-based polymer และ เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สองเป็น elastomer โดยการนำ elastomer มาใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะให้ค่า Impact resistance อย่างน้อยประมาณ 0.7 ft-lb/in หลังจากที่ melt-processable polymer composition ได้ถูกฉีดใน injection molded ไปเป็น bars เพื่อทำการทดสอบตาม ASTM D256 (1993) method C โดยมีส่วนประกอบของ reactive compatibilizing agent

Ratnam et al. (2000) ได้ศึกษาอิทธิพลของการทำ irradiation ต่อโครงสร้างของ epoxidized (50%) natural rubber (ENR 50) โดยใช้ Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) โดย ENR 50 ถูก irradiate โดยใช้ electron beam ที่ 3.0 MeV ในช่วง 20 ถึง 200 kGy ซึ่งอิทธิพลของสารเติมแต่งต่างๆ เช่น trimethylolpropane triacrylate (TMPTA), Irganox ® 1010 และ tribasic lead sulfate ต่อการเปลี่ยนแปลงของ ENR 50 ที่ถูก irradiate ภายใต้การ irradiation จะเกิดการเปิดวงของ epoxide group และจะเกิดปฏิกิริยา oxidation และ เกิดพันธะเชื่อมโยงแบบร่างแหของ พันธะคู่ที่เหลือ ซึ่งนำไปสู่การลดปริมาณความเข้มของ epoxide และ cis double bond และเกิดการเพิ่ม ของ band ของ ether, furan และ hydroxyl

Ratnam et al. (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลของ electron beam irradiation ต่อคุณสมบัติเชิงกลและไดนามิกส์ของ epoxidized natural rubber โดยยาง epoxidized natural rubber (ENR 50) ถูก irradiate โดยใช้ 3.0 MeV โดย electron beam machine ในช่วง 20-200 kGy โดยอิทธิพลของสารตัวเติมต่างๆ เช่น trimethylolpropane triacrylate (TMPTA), Irganox 1010 และ tribasic lead sulfate (TBLS) ต่อการเปลี่ยนแปลงของ irradiation-induced ของ ENR50 ได้ถูกศึกษา โดยคุณสมบัติด้าน tensile และ . คุณสมบัติเชิงไดนามิกส์ ได้ถูกปรับปรุงเนื่องจากเกิดพันธะเชื่อมโยงแบบร่างแห จาก การเหนี่ยวนำของ irradiation นอกจากนี้ ค่า Tg ได้เพิ่มอย่างมากตามการ irradiation โดยสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่า storage modulus

Ratnam et al. (2006) ได้ศึกษาอิทธิพลของการทำ pre-irradiation ของ epoxidized natural rubber (ENR 50) ต่อคุณสมบัติของพอลิเมอร์ผสมระหว่าง 50/50 poly(vinyl chloride)/epoxidized natural rubber โดย ENR 50 ได้ถูก irradiate โดยใช้ ความเร่งของ electron beam ที่ 3.0 MeV ในช่วง 10-100 kGy ในอากาศและที่อุณหภูมิห้อง โดย ENR 50 ที่ถูก irradiate จะถูกผสมด้วย PVC โดยใช้ Brabender Plasticorder Model PL2000 ที่ 50 rpm อุณหภูมิ 150 oC เป็นเวลา 15 นาที โดยอิทธิพลของ electron beam irradiation ของ ENR 50 ต่อ พอลิเมอร์ผสมระหว่าง 50/50 PVC/ENR 50 ถูกศึกษาโดยการตรวจสอบจาก torque-time curve, ค่า tensile strength, ค่า elongation at break, modulus, hardness, impact strength และ gel fraction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parulekar และ Mohanty (2006) ได้ศึกษาพอลิเมอร์ที่สามารถย่อยสลายได้ที่ถูกทำให้เหนียวขึ้นจากวัสดุย่อยสลายได้โดยการผสมระหว่าง polyhydroxybutyrate กับ epoxidized natural rubber และ maleated polybutadiene พบว่า Polyhydroxybutyrate (PHB) เป็น polyester ที่สามารถย่อยสลายได้โดยแบคทีเรีย โดยวัสดุใหม่นี้ที่เป็น Polyhydroxybutyrate (PHB) ที่มีส่วนผสมของ green materials สามารถพัฒนาผ่านกระบวนการ reactive extrusion ระหว่าง PHB และ ยางธรรมชาติที่มีหมู่ function ตามด้วยกระบวนการ injection moulding โดยยางธรรมชาติและ epoxidized natural rubber ถูกพิจารณาเป็น impact modifiers ด้วยความแตกต่างทางด้าน melt viscosity ของ PHB และเฟสยางจึงจำเป็นต้องมี compatibilizer เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้าน toughness โดย Maleated polybutadiene ที่มี grafting ที่สูง และ Molecular weight ที่ต่ำถูกพิจารณาเป็นตัว compatibilizer ที่มีประสิทธิภาพสำหรับระบบ PHB-rubber blend

Okamoto, H. et al. (2006) ได้ศึกษาอิทธิพลของการเกิด crystallization ของ polylactide (PLA) ที่ผสมกับยางธรรมชาติ (NR) โดยได้ตรวจสอบ Izod impact strength และ deflection temperature ภายใต้ load (DTUL) ของสารประกอบระหว่าง PLA กับ NR โดยได้เกิด crystallized PLA/NR ที่ 10 wt% ของยางซึ่งจะให้ค่า impact resistance ที่ดี ประมาณ 190-280 J/m และค่า Izod impact strength ของ ตัวอย่างจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ NR ถึงที่ 10 wt%

2.3 น้ำมันหอมระเหยข่า (Galanga essential oil)

ข่า ชื่อสามัญ/ชื่ออังกฤษ Galanga ชื่อวิทยาศาสตร์ *Alpinia galangal* SW.วงศ์ Zingiberaceae ชื่ออื่น/ชื่อท้องถิ่น ข่าตาแดง ข่าหยวก(ภาคเหนือ) ข่าหลวง ข่าเป็นพืชล้มลุก เหง้ามีข้อปล้องเห็นได้ชัด เหง้าสีน้ำตาลลอมแสด ดังภาพที่ 2.2 ลักษณะใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงสลับกันแผ่นในรูปหอกปลายแหลม ขอบใบเรียบ โคนใบแหลมเกลี้ยง ก้านใบมีขนเล็กน้อย ดอกออกเป็นช่อ ก้านช่อเกลี้ยง แกนกลางช่อมีขน ดอกขนาดเล็ก ใบประดับรูปไข่ กลีบเลี้ยงสีเขียวอมขาว มีขนโคนเชื่อมติดต่อกัน ปลายแยกเป็นหยักมนๆ กลีบดอกมีโคนเชื่อมติดกันเป็นหลอดสั้นๆ ปลายแยกเป็น3 กลีบ มีกลีบบนหนึ่งกลีบ กลีบล่างสองกลีบที่โคนกลีบดอกชั้นในมีเกสรเทียมเล็กๆ 2 อัน เกสรผู้ 1 อัน รูปโค้งก้านเกสรแบนอับเรณูยาวประมาณ 6-7 มม. รังไข่ 1 อัน รูปเกือบกลม ภายในแบ่งเป็น 3 ช่อง ผลรูปกลมหรือรี สีแดงอมส้ม แก่จัดสีดำ ภายในมี 2-3 เมล็ด (ศศิกานต์, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.2 ข่า (*Alpinia galangal*)

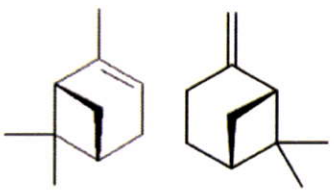
ที่มา : สวน อ.บ้านแพ้ว ถ่ายเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2555

2.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยข่า

น้ำมันหอมระเหยข่า พบสารที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ สารเมทิล ซินนาเบต (methylcinnamate) 48%ซินีออล (cineol) 20-30%การบรู (camphor), เบต้า ไพนีน (β -pinenes) มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา ขับลม ต้านแบคทีเรีย ไม่มีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์และไม่เป็นพิษในขนาดยา 250 เท่าของขนาดที่ใช้ในตำราไทย ในการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าข่าด้วยวิธี แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS) สารหลักที่ตรวจพบ คือ 1,8-cineole, β-bisaboline และ β-selinene นอกจากนี้ยังพบสาร β-farnesene, 1,2-benzenedicarboxylic acid, germacrene B และ pentadecance เป็นต้น (Chudiwal et al, 2010) ดังภาพที่ 2.3 และตารางที่ 2.1

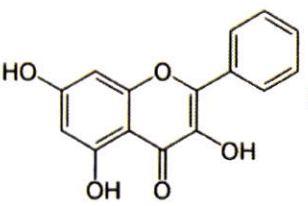
Someya et al. (2001) สามารถแยกและระบุ three hydroxy-1,8-cineole glucopyranosides, (1R, 2R, 4S)-และ (1S, 2S, 4R)-trans-2-hydroxy-1,8-cineole β-D-glucopyranoside, และ (1R, 3S,4S)-trans-3-hydroxy-1, 8-cineole β-D-glucopyranoside ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ acetoxy-1,8-cineole จากเหง้าข่า โครงสร้างของเหง้าข่าถูกนำมาวิเคราะห์โดย FAB -MS และ NMR spectrometry และตรวจหาองค์ประกอบของแต่ละอะกลัยโคน (aglycone) โดยวิธีวิเคราะห์ GC-MS ด้วย capillary column เคลือบกับเฟส chiral stationary จากการวิเคราะห์ GC-MS พบว่า องค์ประกอบของไดอะสเตอริโอเมอร์ (Diastereomer) (1R, 2R, 4S)- และ(1S, 2S, 4R)-trans-2-hydroxy 1,8-cineole β-D-glucopyranosides เป็น 3:7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

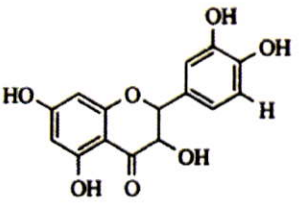


α- pinene

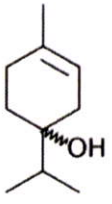
β-pinene



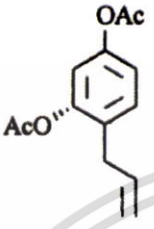
Galangin



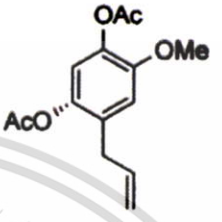
Kaempferol



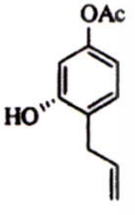
terpinen-4-ol



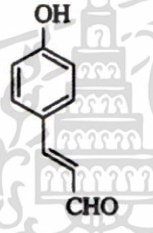
1'S'-1'-acetoxychavical acetate



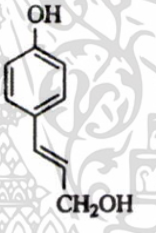
1'S'-1'-acetoxyeugenol acetate



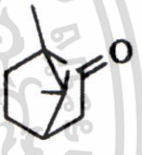
1'S'-1'-hydroxychevicol Acetate



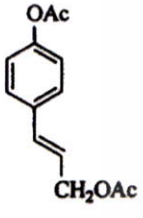
trans-p-hydroxycinnamaldehyde



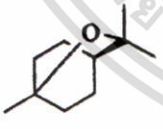
trans-p-coumary-alcohol

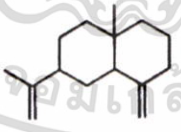


camphor

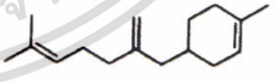


trans-p-coumary diacetate





1,8-cineole



β-selinene β-bisaboline

ภาพที่ 2.3 สูตรโครงสร้างของสารสำคัญบางชนิดที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าข่า

ที่มา : Chudiwal et al., 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของข่า

สารประกอบ	ปริมาณ (%ของน้ำมันทั้งหมด)	สารประกอบ	ปริมาณ (%ของน้ำมันทั้งหมด)
α-pinene	4.34	Sabinene	0.48
β-pinene	5.21	β-myrcene	0.77
α-terpinene	0.26	1, 8 – cineole	46.22
γ-terpinene	0.42	α-terpinolene	0.15
4-allyphenyl acetate	9.38	geranyl acetate	0.52
methyl-eugenol	3.22	α-bergamotene	4.05
α-humulene	0.98	β-farnesene	1.83
β-bisabolene	6.04	β-sesquiphellandrene	3.22
γ-bisabolene	1.56		

ที่มา : Geane et al., 2012

Leopold et al. (2003) ศึกษาการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยของใบ, ลำต้น, ราก และเหง้าของสมุนไพรข่าจากตอนใต้ของอินเดีย พบว่า องค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยในใบข่า มี 1,8-cineole(28.3%), camphor (15.6%), β-pinene (5.0%), (E)-methyl cinnamate (4.6%), bornyl acetate (4.3%) และ guaiol (3.5%) น้ำมันหอมระเหยจากลำต้นประกอบด้วย 1,8-cineole (31.1%), camphor (11.0%), (E)-methyl cinnamate (7.4%), guaiol (4.9%), bornyl acetate (3.6%), β-pinene (3.3%) และ β-terpineol (3.3%). ส่วนน้ำมันหอมระเหยในเหง้าข่า ประกอบด้วย 1,8-cineole (28.4%), β-fenchyl acetate (18.4%), camphor (7.7%), (E)-methyl cinnamate (4.2%) และ guaiol (3.3%) นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยจากรากข่า ประกอบด้วย α-fenchyl acetate (40.9%), 1,8-cineole (9.4%), borneol (6.3%), bornyl acetate (5.4%) และ elemol (3.1%)

2.3.2 ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยข่า

สมุนไพรหรือเครื่องเทศทำหน้าที่หลักในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อื่นๆ โดยทั่วไปสมุนไพรจะมีน้ำมันหอมระเหย ซึ่งมีองค์ประกอบหลายชนิดได้แก่ แอลกอฮอล์ เอสเตอร์ เทอร์ปีน ฟีนอล อัลคานอยด์ เรซิน กรดอินทรีย์ และสารอื่นๆ และน้ำมันหอมระเหยเหล่านี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ข่าเป็นสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา พบว่าสกัดจากแอลกอฮอล์ ปิโตรเลียม อีเทอร์ และคลอโรฟอร์มจากเหง้าข่า (บัณฑิต และคณะ, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Okazaki et al. (1952) ศึกษาสารสกัดข่าด้วยไดเอทิลอีเธอร์ ปิโตรเลียมอีเธอร์ และสารสกัดจากน้ำกลั่นนั้นสามารถฆ่าแบคทีเรีย Escherichia coli ที่เป็นสาเหตุของอาการแน่นท้อง จุกเสียดได้ โดยพบสารยีนอล เป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรีย

Pathum et al. (2009) ศึกษาสารต้านเชื้อรา *Aspergillus flavus* จากพืชในวงศ์ Zingiberaceae โดยสารสกัดเฮกเซน ไดคลอไรมีเทนและเอทิลอะซิเตต จากเหง้าข่า แสดงฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ จากการแยกสารสกัดไดคลอโรมีเทนด้วยเครื่องโครมาโททรอนสามารถแยกสารได้ 1 ชนิด คือ 1'-acetoxychavicol acetate จากการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าสารสกัด 1'-acetoxychavicol acetate แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อรา *A.flavus*และ แบคทีเรีย *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* 0157:S7, *Escherichia coli*และ *Staphylococcus aureus*ที่ระดับความเข้มข้น 300 ไมโครลิตรต่อหลุม

Oonmetta-aree et al (2006) ศึกษาสารสกัดพืชวงศ์ขิง (ข่า, ขิง, ขมิ้น และกระชาย) ที่สกัดด้วยเอทานอล พบว่าสารสกัดสามารถต้านการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* 209P และ *Escherichia coli* NIHJ JC-2สำหรับค่า Minimum inhibitory concentration (MIC) ของสารสกัดจากข่าที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus*เท่ากับ0.325 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ minimum bactericidal concentration (MBC) โดยวิธี broth dilution เท่ากับ1.3 มิลลิกรัมต่อมล. จากการศึกษาภาพ Transmission electron microscopy (TEM) แสดงให้เห็นชัดว่า สารสกัดจากข่าเข้าทำลายทั้งภายในและภายนอกของเมมเบรนของแบคทีเรียและจากการศึกษาชนิดของสารออกฤทธิ์โดย GC-MS และNMR.พบว่าสารประกอบที่สำคัญของสารสกัด คือ D,L-10-acetoxychavicol acetate

บัณฑิต และคณะ (2550) ศึกษาผลการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) 5 ชนิดได้แก่ ขิง (Zingiber officinal Roscoe) ข่า (*Alpinia galanga* Swartz) ขมิ้นชัน (Curcuma longa) กระชาย (*Boesenbergia pandurata*) และเร่วหอม (*Amomum xanthioides*) สกัดด้วยวิธีต้มกลั่น (hydrodistillation) และสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) 2 ชนิด (ethanol และ petroleum ether)ต่อการเจริญเติบโตของ*Aspergillus flavus*ที่คัดแยกได้จากเมล็ด ถั่วลิสง โดยวิธี agar dilution method ที่ความเข้มข้น 100, 500, 1,000, 5,000 และ 10,000 ppm พบว่าน้ำมันหอมระเหยข่า มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย และการงอกของสปอร์ได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยของพืชอีก 4 ชนิด โดยน้ำมันหอมระเหยจากข่าที่สกัดด้วยวิธีต้มกลั่นและใช้ตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิดที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 5,000 ppm แสดงการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้อย่างสมบูรณ์ภายใน7 วัน และน้ำมันหอมระเหยจากข่าสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกได้ร้อยละ 100ภายใน12 ชั่วโมง แต่น้ำมันหอมระเหยจากข่าที่ได้จากการต้มกลั่นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมพร (2008) พบว่าสารสกัดจากเหง้าข่า มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา*Microsporum gypseum*, *Trichopyton rubrum*, *Epidermophyton floccosum*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*และ *Saccharomyces* sp. และสารที่ออกฤทธิ์ในการต้านเชื้อราดังกล่าว คือ 1'-acetoxychavicol acetate, 1'-acrtoxyeugenol acetate และ 1'-hydroxychavicol acetate

Halijahet al. (2009) ศึกษากิจกรรม anti-plasmid ของ1'-acetoxychavicol acetate จากสารสกัดอะซีโตนของข่าที่แสดงฤทธิ์ต้านทานแบคทีเรีย พบว่า สารประกอบที่สำคัญในกิจกรรมคือ 1'-acetoxychavicol acetate สามารถเข้ารหัส cure plasmid เพื่อยับยั้งแบคทีเรียสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ *Enterococcus faecalis*, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*และ *Bacillus cereus*ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง 66, 75, 70, 32 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 400–800 ไมโครกรัมต่อมล.

Waranee et al. (2011) ศึกษากลไกการยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวกของน้ำมันหอมระเหยข่าด้วยภาพ scanning electron microscopy (SEM) พบว่าน้ำมันหอมระเหยข่าสามารถยับยั้งแบคทีเรียโดยอาจจะปรับเปลี่ยนเยื่อหุ้มเซลล์ให้เสียสภาพและซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1.1เครื่องชั่ง 3 และ 4 ตำแหน่ง (Sartorius, Germany)

3.1.1.2อ่างควบคุมความอุณหภูมิ (Memmert, USA)

3.1.1.3เครื่องผสม (Genies, USA)

3.1.1.4เครื่องสเปกโตโฟโตรมิเตอร์ (UV-Vis1201, Satorious, USA)

3.1.1.5ตู้ดูดควัน (Fume Hood)

3.1.1.6หม้อนึ่งความดันไอ (Tomy, USA)

3.1.1.7เครื่องบ่มแบบเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (Vision, Korea)

3.1.1.8เครื่องปั่นเหวี่ยงแยกควบคุมอุณหภูมิ (Whatman, Swittzerland)

3.1.1.9 TLC Silica gel 60 F254 (Merck, Germany)

3.1.1.10 TLC Tank

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1Sodium ammonium hydrogen phosphate tetrahydrate (Sigma, USA)

3.1.2.2Di-potassium hydrogen orthophosphate (Ajax, Australia)

3.1.2.3Potassium dihydrogen orthophosphate (Ajax, Australia)

3.1.2.4Glucose (Ajax, Australia)

3.1.2.5Calcium chloride (Sharlau, Spain)

3.1.2.6Copper chloride (Merck, Germany)

3.1.2.7Cobalt (II) sulphate (Asia Pacific Specialty Chemical, Australia)

3.1.2.8Manganese chloride (Carlo Erba, Italy)

3.1.2.9Zinc oxide (Ajax, Australia)

3.1.2.10Ferrous sulfate (Carlo Erba, Italy)

3.1.2.11Magnesium sulphate hydrate (Ajax, Australia)

3.1.2.12Nutrient broth (Himedia, India)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.13Nile Blue A (Sigma, U.S.A.)

3.1.2.14Sudan Black B (Fluka, U.S.A.)

3.1.2.15Acetic acid (LabScan, Ireland)

3.1.2.16Toluene (Merck, Germany)

3.1.2.17Sodium hypochlorite (Carlo Erba, Italy)

3.1.2.18Acetone (Mallinckrodt, U.S.A.)

3.1.2.19Iodine (Asia Pacific Specialty Chemical, Australia)

3.1.2.20Ethyl acetate (Carlo Erba, Italy)

3.1.2.21Benzene (Rankem, India)

3.1.2.22Ethanol (LabScan, Ireland)

3.1.2.23Chloroform (LabScan, Ireland)

3.1.2.24Hydrochloric acid (Carlo Erba, Italy)

3.1.2.25Potassium hydroxide (Ajax, Australia)

3.1.2.26Potassium sulfate (LabScan, Ireland)

3.1.3 วัตถุในการเตรียมพอลิเมอร์

3.1.3.1พอลิแลกติกแอซิด (PLA) จาก บ. NatureWorks LLC เกรด 4042D (ใช้สำหรับงานฟิล์ม)

3.1.3.2น้ำยางธรรมชาติเข้มข้นชนิดแอมโมเนียสูง (High ammonia natural rubber latex) จาก บ.ไทยฮั้ว ยางพารา จำกัด (มหาชน) ทำการอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างพอลิเมอร์ผสม

ทำการผสม PLA กับยางธรรมชาติ ที่สัดส่วนการผสมให้ได้ PLA/NR ที่มีปริมาณยาง 10% โดยน้ำหนัก โดยใช้เครื่องบดผสมภายใน Haake รุ่น Rheomix 600p ความเร็วรอบของแกนหมุน 50 rpm ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 นาที โดยก่อนผสมทำการอบทั้งเม็ด PLA และยางที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง 2. นำออกจากเครื่องบดผสมภายใน ทิ้งพอลิเมอร์ผสมให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำมาบดด้วยเครื่องบด Riken Electric Co, Ltd.ให้มีลักษณะเป็นเม็ด

3.2.2 การขึ้นรูปพอลิเมอร์

การขึ้นรูปพอลิเมอร์มี 2 ขั้นตอนคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.2.2.1 กระบวนการรีด (Extrusion process) มีขั้นตอนดังนี้

1) ติดตั้งหัวรีดเข้ากับเครื่องรีดแบบสกรูคู่ (twin screw extruder) Brabender รุ่น DSE35/17D เส้นผ่าน ศูนย์กลางของสกรูเท่ากับ 35 มิลลิเมตร และ L/D เท่ากับ 17 ปรับค่าอุณหภูมิที่กระบอกหุ้มสกรู 4 ตำแหน่ง และที่หัวรีด

2) ตั้งค่าความเร็วรอบ (rpm) การหมุนของสกรูที่ค่าต่าง ๆ

3) ปรับอัตราส่วนการดึง (draw ratio) ด้วยการปรับความเร็วรอบของ take-up roll ของ Brabender โดย ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งจากหัวรีดเท่ากับ 7 เซนติเมตร

3.2.2.2กระบวนการเป่าฟิล์ม (Blown-film process)

1)ทำการขึ้นรูปด้วยเครื่องเป่าฟิล์มขนาดเล็ก (mini-type) Southeast machinery รุ่น SE/HD-45 MINI ซึ่งมี L/D เท่ากับ 28/1 เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวรีดแบบวงแหวน ขนาด 60 มิลลิเมตร และความกว้างของ วงแหวน (die gap) เท่ากับ 1 มิลลิเมตร

2)ปรับความเร็วรอบของสกรูและอุณหภูมิที่ใช้ในการขึ้นรูปที่ค่าต่าง ๆ ให้สามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มที่เสถียร (stable) ได้

3.2.3 การทดสอบสมบัติสมบัติทางกายภาพของฟิล์มที่ได้ มีดังนี้

3.2.3.1การดึง (Tensile test) มีวิธีการดังนี้

1)ทดสอบสมบัติการดึงของฟิล์มด้วยเครื่อง Instron universal testing รุ่น 5569 โดยใช้ load cell ขนาด 5 kN

2)จับยึดชิ้นตัวอย่างด้วยหัวจับ (grip) ขนาดของ gauge length เท่ากับ 7.62 มิลลิเมตร ทำการดึงที่ ความเร็วของ crosshead 1 มิลลิเมตร/นาที ที่อุณหภูมิห้อง

3)ทำการทดสอบชิ้นตัวอย่าง อย่างละ 5 ชิ้น บันทึกผล

4) อ่านค่าความเค้นที่จุดขาด ความเครียดที่จุดขาด คำนวณหามอดุลัส ความเหนียวดึง 5. เก็บฟิล์มที่อุณหภูมิ 40°C ในตู้อบเป็นระยะเวลา 0-4 สัปดาห์ ก่อนนำมาทดสอบ เพื่อศึกษาผลของ physical aging (ภายหลังการทดสอบ ฟิล์มบางบริเวณจะมีสีขาวขุ่นและบางบริเวณจะใสไม่มีสี นำทั้งสอง ส่วนนี้ทดสอบสมบัติทางความร้อน โดยใช้ Differential Scanning Calorimetry, DSC)

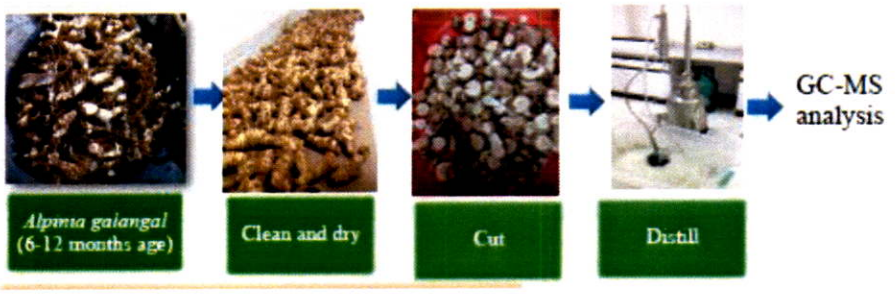
3.2.3 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยข่า

สกัดน้ำมันหอมระเหยข่าแก่ด้วยวิธี hydro distillation และศึกษาชนิดและปริมาณสารออกฤทธิ์ที่ยับยั้งแบคทีเรียสาเหตุอาหารทะเลเน่าเสียด้วย MS-HPLC

นำข่าแก่ที่มีอายุไม่น้อยกว่า 6 เดือน ซื้อจากตลาดไท จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 กิโลกรัมมาหั่นหั่นเป็นแว่นหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นจึงนำมาสกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (วันดีและคณะ, 2536) ดังภาพที่ 3.1 วัดปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้ และวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

142880



ภาพที่ 3.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหยข่า

3.2.4 การทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบของพอลิเมอร์ชีวภาพผสมที่ผลิตได้แบคทีเรียทดสอบมี 3 ชนิด คือ *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, ประเทศไทย) *Escherichia Coli* 0157:H7 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, ประเทศไทย) *Vibrio cholerae* O1, O139 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, ประเทศไทย) การทดสอบมีวิธีการดังนี้

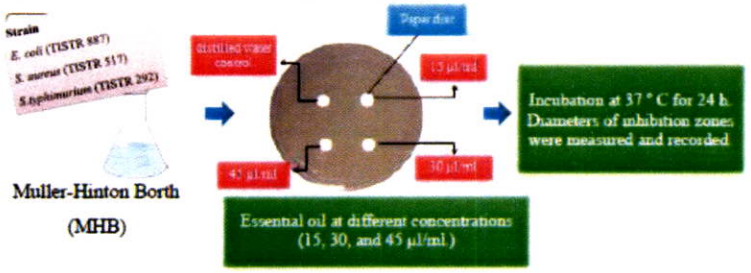
3.2.4.1 เตรียมกล้าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

เขี่ยแบคทีเรียทดสอบจำนวน 1 ลูป ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิตรที่มีอาหารเหลว Mueller-Hinton broth (MHB) 100 มิลลิลิตรที่ผ่านการสเตอไรล์แล้ว จากนั้นนำไปบ่มเลี้ยงในตู้บ่มเลี้ยงแบบเขย่าที่ความเร็ว 250 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 3 ชั่วโมงมาวัดความขุ่นด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร (OD_{660}) จนกระทั่งอาหารเลี้ยงเชื้อมีค่า OD เท่ากับ 0.5 (ประมาณ 18 ชั่วโมง) จากนั้นทำการหาปริมาณแบคทีเรียที่ระดับความขุ่นนี้โดยการนำกล้าเชื้อที่ได้มาทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อให้มีความเจือจางต่างๆ แล้วดูดมา 1 มิลลิลิตรเกลี่ยลงบนอาหารแข็ง Mueller-Hinton Agar (MHA) บ่มให้ตู้บ่มอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำมานับจำนวนโคโลนี และคำนวณหาจำนวนโคโลนี เป็น colony forming unitต่อปริมาตรกล้าเชื้อ 1 มิลลิลิตร หรือ cfu/ml

3.2.4.2 การทดสอบการยับยั้งการเจริญแบคทีเรียทดสอบของน้ำมันหอมระเหยข่า

ทำการทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียด้วยเทคนิค disc diffusion โดยมีวิธีการดังนี้ ใส่กล้าเชื้อที่เตรียมได้ 1 มิลลิลิตรลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแข็ง MHA ที่ผ่านการสเตอไรล์แล้ว เกลี่ยกล้าเชื้อให้กระจายทั่วจานเพาะเชื้อจึงตั้งทิ้งให้ผิวหน้าอาหารแข็งแห้ง จากนั้นวางแผ่น กระดาษกรอง whatman No 2 ปลอดเชื้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เซ็นติเมตรลงบนอาหารแข็ง 4 แผ่น หยดน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ลงบนแผ่นกระดาษ 3 แผ่น โดยหยดน้ำมันหอมระเหย 15 ไมโครลิตรลงบนกระดาษแผ่นที่ 1 หยดน้ำมันหอมระเหย 30 ไมโครลิตรลงบนกระดาษแผ่นที่ 2 หยดน้ำมันหอมระเหย 45 ไมโครลิตรลงบนกระดาษแผ่นที่ 3 และหยดน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (negative control) 45 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษแผ่นที่ 4 ดังภาพที่ 3.2 นำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ถ้ามีการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจะเกิดบริเวณใส (clear zone) รอบแผ่นกระดาษ (แผ่นที่หยดน้ำกลั่นจะไม่เกิดบริเวณใส) ทำการวัดความกว้างของบริเวณใสโดยวัดจากขอบกระดาษถึงขอบนอกสุดของบริเวณใส บันทึกผล ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 การทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยข่า

3.2.4.3การหาความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด (MIC) ที่ยับยั้งการเติบโตแบคทีเรียของน้ำมันหอมระเหย

1)เตรียมน้ำมันหอมระเหยให้มีความเข้มข้น 100% 50% 25% 12.5% 6.25% 3.075% 1.528% 0.714% 0.357% 0.178% 0.089% และ 0% โดยใช้ tween 20 เป็นตัวทำเจือจาง

2)ทำการทดสอบด้วยเทคนิค broth dilution (2 fold serial dilution) โดยใส่อาหารเหลว MHB ลงในหลอดทดลองหลอดละ 1 มิลลิลิตร และ จำนวน 12 หลอด และแต่ละหลอดเติมน้ำมันหอมระเหยข่าความเข้มข้นต่างๆ 1 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 1 หลอด จากนั้นเติมกล้าเชื้อหลอดละ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มทิ้งไว้ในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาตรวจนับจำนวนแบคทีเรีย ดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 การศึกษา MIC ของน้ำมันหอมระเหยข่าต่อการเจริญของแบคทีเรีย

3.2.4.4 การทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทดสอบของพอลิเมอร์ที่ผสมน้ำมันหอมระเหย

ตัดแผ่นพอลิเมอร์ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยให้มีขนาด 1x1 เซ็นติเมตร วางบนจานอาหารแข็ง MHA ที่เกลี่ยด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียทดสอบ จานละ 3 แผ่น เปรียบเทียบกับแผ่นพอลิเมอร์ที่ไม่ผสมน้ำมันหอมระเหย นำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาตรวจสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย โดยถ้ามีการยับยั้งเกิดขึ้นจะสังเกตเห็นบริเวณใสรอบแผ่นพอลิเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5ศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำมันหอมระเหยที่ใช้เป็นส่วนผสมของสารละลาย PLA/NR 90/10 ที่ใช้เคลือบกระดาษ ของน้ำมันหอมระเหยข่า 6 ระดับความเข้มข้น นำกระดาษที่ได้จากการเคลือบมาทดสอบการต้านทานเชื้อแบคทีเรียตามมาตรฐาน TAPPI T 487

3.2.6 ทดสอบการประยุกต์ใช้ห่อหุ้มและศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษา โดยห่อหุ้มกุ้งแช่แข็งด้วยกระดาษที่ทาด้วยพอลิเมอร์ผสมที่ผลิตได้เข้มข้น 2% และเก็บรักษาที่อุณหภูมิช่องแข็งของตู้เย็น และทำการนำออกมาละลายน้ำแข็งเมื่อแช่แข็งครบ 24 ชั่วโมง เป็นรอบๆ เก็บตัวอย่างทุกๆ 24 ชั่วโมง มาทำการนับแบคทีเรียทั้งหมด ศึกษาเปรียบเทียบกับการเก็บรักษากุ้งแช่แข็งที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกโพรลีโพพิลีนทางการค้าทั่วไป

3.2.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

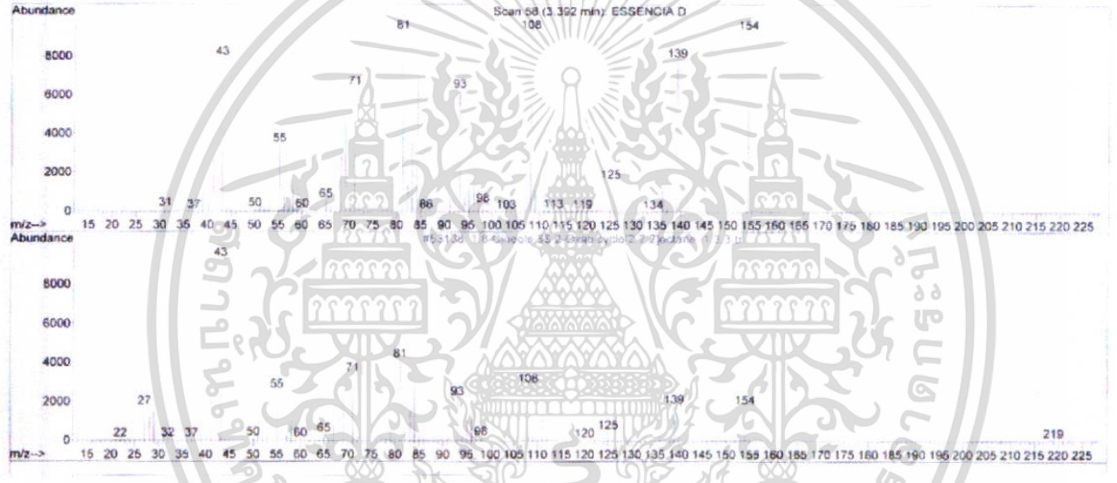
การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) ทำการทดลอง3 ซ้ำ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ ความแปรปรวน (Analysis of variance) และ DMRT ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การสกัดน้ำมันหอมระเหยข่า และองค์ประกอบทางเคมี

จากการสกัดน้ำมันหอมระเหยข่าด้วยวิธี hydro-distillation พบว่าข่าแก่ 10 กิโลกรัมได้น้ำมันหอมระเหยข่า 0.0435±0.01 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาตรประมาณ 44 มิลลิตร หรือคิดเป็น 0.435% โดยน้ำหนักข่า เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยน่าที่สกัดได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยข่าด้วยเครื่องGC/MS พบว่ามีสารองค์ประกอบหลักได้แก่ 1,8-cineole (53.482%), 5-t-butyl-3-hexa-3,5-dien-2-one (13.485%) และ dl-limonene (4.849%) ดังภาพที่ 4.1 และ แต่ละพีคมีพื้นที่ใต้กราฟดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 โครมาโตแกรมขององค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยข่า

4.2 ผลการศึกษาการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ

จากการทดสอบการต้านการเติบโตของแบคทีเรีย 3 ชนิดคือ *Escherichia coli* TISTR 887, *Staphylococcus aureus* TISTR 517 and *Salmonella typhimurium* TISTR 292 ของน้ำมันหอมระเหยข่าด้วยวิธี Disc diffusion โดยหยดน้ำมันหอมระเหยข่าลงบนแผ่น Disc ปลอดเชื้อ 0, 15, 30, และ 45 ไมโครลิตร ที่วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton Agar ที่ทำการเกลี่ยผิวหน้าอาหารด้วยเชื้อแบคทีเรียทดสอบ พบว่า น้ำมันหอมระเหยข่าปริมาตร 45 ไมโครลิตร สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ โดยแสดงบริเวณใสรอบแผ่นทดสอบ ดังภาพที่ 4.3 โดยน้ำมันหอมระเหยข่าปริมาตร 45 ไมโครลิตรสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทำให้เกิดบริเวณใสบนอาหารที่มี *E. coli*, *S. aureus* และ *S. typhimurium* กว้างเฉลี่ย 0.24, 0.12 and 0.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยข่าสามารถยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างแบบแท่ง (rod) และติดสีแกรมลบ

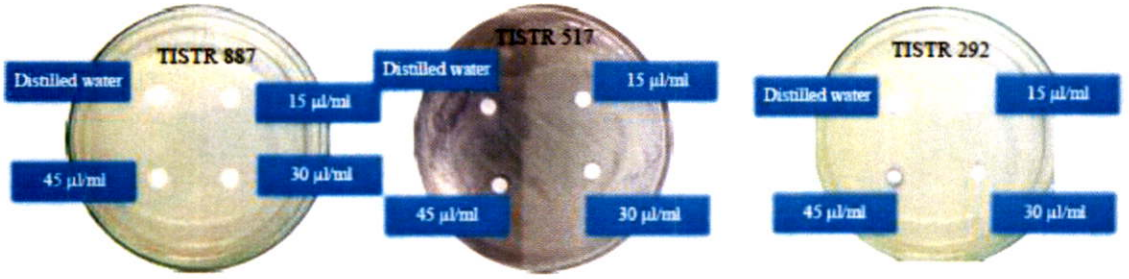
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ดีกว่า *S. aureus* ที่เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็น cocci และติดสีแกรมบวก แต่จากผลการทดสอบจะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยข่ายับยั้งการเจริญของ *S. typhimurium* น้อยที่สุดทั้งๆที่ *S. typhimurium* เป็นแบคทีเรียรูปร่างเป็นแท่งและติดสีแกรมลบ เช่นเดียวกับ E coli ทั้งนี้อาจเนื่องจาก *S. typhimurium* สามารถปรับตัวและสร้างภูมิคุ้มกันตัวเองได้ (Ginoc chio et al., 2007)

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	3.198	12	22	30	rM	389621	638171	1.40%	0.750%
2	3.279	31	37	42	rM 2	395305	859348	1.89%	1.010%
3	3.338	42	48	51	rM 3	2041464	4126148	9.07%	4.849%
4	3.409	51	61	74	rM 2	18524451	45508948	100.00%	53.483%
5	3.657	96	107	115	rM	721602	1177617	2.59%	1.384%
6	4.067	176	183	190	rM 3	264662	498210	1.09%	0.586%
7	4.132	190	195	203	rM	174357	301286	0.66%	0.354%
8	5.373	417	425	438	rM 3	301884	815372	1.79%	0.958%
9	5.615	459	470	480	rM	1772611	4075233	8.95%	4.789%
10	5.707	481	487	494	rM	57164	119631	0.26%	0.141%
11	5.853	505	514	529	rM 3	770397	2005592	4.41%	2.357%
12	6.063	547	553	560	rM 2	29470	66537	0.15%	0.078%
13	6.430	611	621	635	rM 4	45327	130179	0.29%	0.153%
14	7.121	740	749	767	rM 4	39251	160517	0.35%	0.189%
15	8.108	921	932	945	rM 3	91981	262806	0.58%	0.309%
16	8.475	982	1000	1010	rM 3	55294	178268	0.39%	0.210%
17	9.403	1163	1172	1181	rM 3	35067	108362	0.24%	0.127%
18	9.651	1195	1218	1227	rM 2	3184624	11474455	25.21%	13.485%
19	9.732	1227	1233	1250	rM	1064673	2724727	5.99%	3.202%
20	9.883	1251	1261	1268	rM 4	34660	112078	0.25%	0.132%
21	9.975	1269	1278	1289	rM	77227	245271	0.54%	0.288%
22	10.121	1295	1305	1318	rM 4	79786	249564	0.55%	0.293%
23	10.293	1319	1337	1348	rM 5	49408	211741	0.47%	0.249%
24	10.531	1371	1381	1394	rM 2	72898	221849	0.49%	0.261%
25	10.822	1417	1435	1453	rM 2	162415	514452	1.13%	0.605%
26	11.227	1500	1510	1523	rM 4	131129	415671	0.91%	0.489%
27	11.507	1545	1562	1582	rM 3	160543	692516	1.52%	0.814%
28	12.155	1667	1682	1697	rM 3	407138	1436038	3.16%	1.688%
29	13.239	1870	1883	1898	rM 5	376191	1423024	3.13%	1.672%
30	14.335	2073	2086	2101	rM 3	270256	954600	2.10%	1.122%
31	14.626	2125	2140	2153	rM 3	194688	690054	1.52%	0.811%
32	15.015	2198	2212	2226	rM 2	223646	842731	1.85%	0.990%
33	15.387	2271	2281	2293	rM 3	23996	79588	0.17%	0.094%
34	15.543	2299	2310	2316	rM 7	32879	104019	0.23%	0.122%
35	15.630	2316	2326	2341	rM	73742	262168	0.58%	0.308%
36	16.720	2513	2528	2542	rM 6	112455	423331	0.93%	0.498%
37	20.043	3132	3144	3159	rM 3	183998	696616	1.53%	0.819%
38	21.462	3394	3407	3418	rM 7	42265	163638	0.36%	0.192%
39	26.378	4305	4318	4332	rM 4	24585	92105	0.20%	0.108%
40	28.924	4781	4790	4803	rM 6	8055	27850	0.06%	0.033%

ภาพที่ 4.2 แสดงพื้นที่ใต้กราฟขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันข่าที่วิเคราะห์ได้ด้วย GC/MS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* TISTR 887, *S. aureus* TISTR 517 และ *S.typhimurium* TISTR 292 ด้วยน้ำมันหอมระเหยข่า

ตารางที่ 4.1 บริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยข่า

น้ำมันหอมระเหยข่า (มิลลิลิตร)	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)*		
	E. coli	*S. aureus*	*S. Typhimurium*
15	0.12±0.04	NZ	NZ
30	0.12±0.04	NZ	NZ
45	0.24±0.05	0.2±0.10	0.1±0.00

NZ: no inhibition zone. Data were expressed as mean±S.D.

จากการศึกษาค่า Minimum Inhibitory Concentrations (MIC) ของน้ำมันหอมระเหยข่า ด้วยวิธี broth dilution method (2-fold serial dilution) พบว่า ค่า MIC ของน้ำมันหอมระเหยข่าที่สามารถยับยั้งการเติบโตของ *E. coli, S. aureus* and *S. Typhimuriu*, มีค่าเท่ากับ 0.78, 1.56, and 0.78 µl/ml, ตามลำดับ

4.3 ศึกษาพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างพอลิแลคติคเอซิดผสมยางพารา

4.3.1 ศึกษาการเตรียมพอลิแลคติคเอซิดผสมยางพาราที่อัตราส่วน 90/10

4.3.1.1กระบวนการรีด (Extrusion process)

เมื่อทำการขึ้นรูปฟิล์มจาก PLA/NR10 ด้วยกระบวนการรีดโดยปรับอุณหภูมิและความเร็วรอบ พบว่า สามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่กระบอกหุ้มสกรู 4 ตำแหน่งและที่หัวรีด เท่ากับ 130 135 140 145 147 องศาเซลเซียส (จากข้อมูล DSC อุณหภูมิการหลอมของ PLA อยู่ในช่วง 146-152 องศาเซลเซียส) ทั้งนี้ เมื่อทำการปรับอุณหภูมิที่หัวรีดค่าต่าง ๆ พบว่า มีเพียงช่วง 147-148 องศาเซลเซียส เท่านั้นที่สามารถขึ้นฟิล์มได้ และที่ ความเร็วรอบ 3 รอบต่อนาที เท่ากับความเร็วที่พอลิเมอร์หลอมไหลผ่านหัวรีดมีค่าเท่ากับ 11.5 มิลลิเมตรต่อวินาที จะสามารถได้ฟิล์มที่สามารถถูกดึงยืดโดย take-up roll ได้ เมื่อหล่อเย็นด้วยอากาศที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเพิ่มความเร็วรอบ ไม่สามารถขึ้นฟิล์มนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2อัตราส่วนการดึง (Draw ratio) อัตราส่วนการดึง (DR) คือ อัตราส่วนระหว่างความเร็วของ take-up roll และความเร็วของพอลิเมอร์หลอมไหลผ่านหัวรีด ในการศึกษานี้ เมื่อปรับความเร็วของ take-up roll ค่าต่าง ๆ พบว่า ที่อัตราส่วนการดึงเท่ากับ 1 เท่านั้น ที่สามารถได้ฟิล์มได้ และฟิล์มที่ได้มีความหนา 0.50 มิลลิเมตร ที่อัตราส่วนการดึงสูงกว่านี้ พอลิเมอร์หลอมเกิดการ “ขาด” ระหว่างดึง ไม่สามารถรีดเป็นฟิล์มได้

ในกระบวนการรีด สามารถขึ้นรูปฟิล์มของพอลิเมอร์ผสม PLA/NR10 ได้ แม้ว่าสามารถขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้ แต่ฟิล์มที่ได้หากมีแรงบิดเพียงเล็กน้อย ฟิล์มก็แตกหักแบบเปราะ ทำให้ไม่สามารถนำมาทดสอบการดึง (tensile test) ได้ เนื่องจากฟิล์มเกิดการแตกหักในขั้นตอนการจับยึด (grip) จากการศึกษาโครงสร้างของ PLA ภายใต้การดึงของ Lee et al. (2001) โดยเตรียมฟิล์มด้วย กระบวนการกดอัด (compression molding) แล้วทำการดึงฟิล์มด้วยเครื่องทดสอบการดึงที่อัตราการดึงต่าง ๆ พบว่า ที่อัตราการดึงสูงจะทำให้เกิดการจัดเรียงตัวตามแนวแรง (orientation) สูง

เมื่อทำการขึ้นรูป PLA/NR10 ด้วยกระบวนการกดอัดเพื่อเตรียมแผ่นฟิล์ม พบว่า กรณีฟิล์มบางจากการกดอัดจะมีความ เหนียว ดึง พับ บิดได้ หากเป็นแผ่นแข็ง (ความหนา 0.20 มิลลิเมตร) จะมีความเหนียวน้อยกว่า บิดได้ แต่จะ หักเมื่อพับ (ความหนามีบทบาทต่อสมบัติเชิงกล) นอกจากประเด็นเรื่องความหนา ฟิล์มที่ได้จากกระบวนการ กดอัดยังแตกหักยากกว่าที่ได้จากการกระบวนการรีดมาก ความแตกต่างของสมบัติของฟิล์มที่เกิดขึ้นจาก สองกระบวนการนี้น่าจะมาจากในกระบวนการกดอัด สายโซ่พอลิเมอร์มีเวลาในการเข้าสู่สมดุล เกิดการ จัดเรียงตัวที่ดีกว่าในกระบวนการรีดซึ่งเมื่อพอลิเมอร์หลอมไหลผ่านหัวรีด ผ่าน take-up roll ที่อุณหภูมิห้อง สายโซ่พอลิเมอร์มีเวลาไม่เพียงพอจะเข้าสู่สมดุลก็เกิดการแข็งตัว (solidify) แล้ว หากทำการอบอ่อน (annealing) พร้อมกับการดึงฟิล์ม (stretching) ภายหลังการรีดฟิล์มอาจช่วยทำให้สมบัติเชิงกลสูงขึ้นได้ แม้กระบวนการกดอัดจะให้ฟิล์มที่มีสมบัติที่ดีกว่า อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปกระบวนการกดอัดไม่ใช่กระบวนการเพื่อขึ้นรูป ฟิล์มในระดับอุตสาหกรรม

4.3.1.3กระบวนการเป่าฟิล์ม (Film-blowing process)

เมื่อนำ PLA มาขึ้นรูปด้วยเครื่องเป่าฟิล์มนี้ พบว่า สามารถขึ้นฟิล์มที่เสถียรได้เมื่อใช้ความเร็วรอบ ของสกรูเท่ากับ 120 รอบต่อนาที และอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส สำหรับการขึ้นรูป PLA/NR10 โดย ปรับความเร็วรอบสกรูและอุณหภูมิที่ใช้ในการขึ้นรูปค่าต่าง ๆ พบว่า ที่ 200 และ 320 รอบต่อนาที (สูงกว่าที่ใช้กับ PLA) และอุณหภูมิ 150 และ 150 องศาเซลเซียส (ต่ำกว่าที่ใช้กับ PLA) ตามลำดับ สามารถขึ้นรูป PLA/NR นี้เป็นฟิล์มที่เสถียรได้ กรณีฟิล์ม PLA/NR ที่เสถียรสามารถใช้ความเร็วรอบสูงขึ้น และอุณหภูมิต่ำกว่า PLA ได้ นั่นคือ ให้อัตราการผลิตสูงและใช้พลังงานความร้อนน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ที่เตรียมได้

4.3.2.1สมบัติการดึง (Tensile properties) ฟิล์ม PLA/NR10 ที่ได้จากการเป่ามีความหนาที่ไม่สม่ำเสมอ เมื่อนำมาทดสอบสมบัติการดึงจึงเลือก ชิ้นทดสอบจากบริเวณที่หนาและบาง โดยตัดชิ้นทดสอบทั้งตามแนวยาว (machine direction, MD) และ แนวขวาง (transverse direction, TD) ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สมบัติการดึงของฟิล์ม PLA/NR10 จากการเป่า

ฟิล์ม PLA/NR	ความหนา[a] (mm)	ความแข็งแรงดึง (MPa)	ความเครียดที่จุดขาด	(%) มอดุลัส (GPa)	ความเหนียว (MPa)
MD_หนา	0.178-0.312	18.33 ±43.37	2.98 ± 0.35	1.88 ± 0.35	58.47 ± 17.88
MD_บาง	0.092-0.117	28.65 ± 1.33	31.51 ± 3.04	2.64 ± 0.29	918.82± 82.09
TD_หนา	0.219-0.292	17.81 ± 1.04	2.22 ± 0.41	2.02 ± 0.20	36.32 ± 7.09
TD_บาง	0.082-0.106	23.92 ± 1.25	14.41 ± 1.18	2.55 ± 0.36	346.56± 14.68

หมายเหตุ ฟิล์มเป่าที่มีความหนาตั้งแต่ 0.075 mm จัดเป็นฟิล์มหนา

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่า สมบัติการดึงของฟิล์มในสองทิศทางแตกต่างกัน โดยสมบัติตามแนวยาว (MD) จะมีค่าสูงกว่าตามแนวขวาง (TD) ซึ่งน่าจะเป็นผลจากการจัดเรียงตัวตามแนวแรงที่สูงกว่าตามแนวยาว ฟิล์มบางจะทนต่อการดึงสูงกว่าฟิล์มหนา อย่างไรก็ตาม ทั้งฟิล์มบางและหนาในที่นี้ต่างจัดว่าเป็นฟิล์มแข็ง (ไม่ยืดหยุ่น) (เปรียบเทียบกับฟิล์มจาก PP, LDPE และ HDPE)

4.4 ผลการยับยั้งแบคทีเรียของกระดาษเคลือบส่วนผสม PLA/NR ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยข่า

จากการทดสอบความต้านทานแบคทีเรียของกระดาษเคลือบส่วนผสม PLA/NR ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยข่าโดยทำการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันหอมระเหย 5 ระดับ คือความเข้มข้น 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 4.00 และ 8.00% ตามลำดับ พบว่ากระดาษเคลือบส่วนผสม PLA/NR ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยข่าความเข้มข้น 2% ขึ้นไปสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *E. coli* TISTR 887, *S. aureus* TISTR 517 and *S. typhimurium* TISTR 292 ได้อย่างสมบูรณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 บริเวณการยับยั้งแบคทีเรียของกระดาษที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ผสมน้ำมันหอมระเหยข่า

ความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)		
	E. coli TISTR 887	*S. aureus* TISTR 517	*S. typhimurium* TISTR 292
200,000	21.50	18.33	21.83
100,000	8.33	7.67	8.50
50,000	-	-	-
25,000	-	-	-
12,500	-	-	-
6,250	-	-	-

– mean could not inhibit the growth of microorganism

4.6 **ผลการทดสอบการประยุกต์ใช้กระดาษที่ทาด้วยพอลิเมอร์ผสมที่ผลิตได้ ห่อหุ้มกุ้งแช่แข็งและศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษา เปรียบเทียบกับการเก็บรักษากุ้งแช่แข็งห่อหุ้มด้วยถุงพลาสติกทางการค้าทั่วไป**

จากการศึกษาอายุการเก็บของกุ้งแช่แข็งด้วยบรรจุภัณฑ์ต่างๆ กัน 3 ชนิด โดยใช้ปริมาณ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็นเกณฑ์ในการตัดสินอายุในการเก็บรักษาของกุ้งแช่แข็ง พบว่า อายุการ เก็บรักษากุ้งแช่แข็งหลังการละลายครั้งแรกที่ห่อด้วยกระดาษขาวเคลือบพอลิเมอร์ผสม PLA/NR ที่ผสมน้ำมันข่าความเข้มข้น 2% และฟิล์มพอลีโพรพิลีน สามารถยืดอายุการเก็บรักษาหลังการละลายครั้งแรกได้นานที่สุดเป็นระยะเวลา 6 รอบ ดังแสดงใน ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการยืดอายุการเก็บรักษากุ้งแช่แข็งด้วยกระดาษเคลือบพอลิเมอร์ผสมน้ำมันหอมระเหย 2%

การทดสอบ	Shelf life (cycles)
1. Frozen shrimp wrapped in polypropylene film	2
2. Frozen shrimp wrapped in paper and polypropylene film	2
3. Frozen shrimp wrapped in paper coated with galangal oil at 2% (v/v) and polypropylene film	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

น้ำมันหอมระเหยข่าด้วยวิธี hydro-distillation ได้น้ำมันหอมระเหยข่า 0.435% โดยน้ำหนักข่า เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันข่าด้วย GC/MS พบว่ามีสารองค์ประกอบหลักได้แก่ 1,8-cineole (53.482%), 5-t-butyl-3-hexa-3,5-dien-2-one (13.485%) และ dl-limonene (4.849%) น้ำมันหอมระเหยข่าที่ความเข้มข้น 45 µl/ml สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli*, *S. aureus* และ *S. typhimurium* โดยแสดงบริเวณยับยั้งกว้าง 0.24, 0.12 and 0.1 mm, ตามลำดับ และน้ำมันหอมระเหยข่ามีค่า MIC ที่สามารถยับยั้งการเติบโตของ *E. coli*, *S. aureus* and *S. Typhimuriu*, มีค่าเท่ากับ 0.78, 1.56, and 0.78 µl/ml, ตามลำดับ

แผ่นฟิล์มจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดกับยางธรรมชาติที่มีปริมาณยาง 10% โดยน้ำหนัก สามารถเตรียมได้ด้วยกระบวนการรีดและกระบวนการเป่า โดยสภาวะที่ใช้ในการขึ้นรูปที่เหมาะสม ในการรีด พบที่อุณหภูมิหัวรีด 147 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 3 รอบต่อนาที และอัตราส่วนการดึงเท่ากับ 1 โดยฟิล์มที่ได้มี ลักษณะเปราะ ส่วนสภาวะที่เหมาะสมในการเป่า พบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบสูงสุดที่ 320 รอบต่อนาที ฟิล์มบางตามแนวเครื่อง (MD) แสดงค่ามอดูลัสและความเครียดที่จุดขาดสูงที่สุด และฟิล์มหนาตามแนวขวาง (TD) แสดงค่าดังกล่าวต่ำที่สุด

การศึกษาประสิทธิภาพของการยืดอสยุการเก็บรักษากุ้งแช่แข็งหลังการละลายครั้งแรกและเก็บรักษาในช่องแช่แข็งในตู้เย็นพบว่ากระดาษที่เคลือบด้วยส่วนผสมPLA/NR ที่ผสมน้ำมันหอมระเหยข่าความเข้มข้น 2% (v/v) สามารถยืดอายุการเน่าเสียได้ 6 รอบหรือ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

ผลงาน	ระบุรายละเอียดให้ชัดเจน	จำนวน	ปีที่คาดว่าจะสำเร็จ
1. การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ(Publications)			
■ การประชุม / สัมมนา ระดับนานาชาติ (International Conference)	นำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ในประชุมวิชาการระดับนานาชาติ	1	2558
■ วารสาร ระดับนานาชาติ (International Journal)	ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับ	1	2559
■ วารสาร ระดับชาติ (National Journal)	ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติที่เป็นที่ยอมรับ	1	2559
■ การประชุม / สัมมนา ระดับชาติ (National Conference)	นำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ในประชุมวิชาการระดับชาติ	1	2559
2. การผลิตบัณฑิต			
■ ป.ตรี/โท/เอก			
3. ต้นแบบ กรุณาระบุระดับของต้นแบบ ดังนี้			
■ พร้อมใช้ (ผลิตภัณฑ์) (Product)			
■ ระดับภาคสนาม (Field Prototype)			
■ ระดับห้องปฏิบัติการ (Lab Prototype)	ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และสูตรผสม	1	2558
4. ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property)			
■ สิทธิบัตร (Patent)			
■ อนุสิทธิบัตร (Petty Patent)	ขอยื่นจดอนุสิทธิบัตร	1	2559
■ ลิขสิทธิ์ เช่น ซอฟต์แวร์ เป็นต้น (Copyright, e.g. Software etc.)			
■ เครื่องหมายทางการค้า (Trademark)			
5. ผลงานสร้างสรรค์ศิลปะ			
6.การถ่ายทอดเทคโนโลยีต่างๆ (ระบุประเภท และจำนวนครั้ง / จำนวนคนที่คาดว่าจะเข้าร่วม เช่น ฝึกอบรมเรื่อง .... จำนวน จัดสัมมนา อบรมเชิงปฏิบัติการ เป็นต้น)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จันทิมา ดีประเสริฐกุล. 2554. การศึกษาสมบัติทางความร้อน สมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเมอร์แลกติกแอซิดกับยางธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

บัณฑิต คันธา., ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย., ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น. 2550. ผลการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิง 5 ชนิดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aspergillus flavus*. คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สถาบันวิจัยยางพาราแห่งประเทศไทย. ปริมาณการผลิต ส่งออก การใช้ สต๊อก และปริมาณนำเข้ายางของประเทศไทย. สืบค้นจาก http://www.thainr.com. 20 มกราคม 2557.

สมหมาย ผิวสอาด, สรพงษ์ ภวสุปรีย์, ภูริทัต ใจหลัก, อุบล อินทร์ศวร, และวีราภรณ์ ผวิสอาด. 2554. การเตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลคติกแอซิด พอลิบิวธิลีนซัคซิเนตโคอะดิเพทและพอลิบิวทิลีนอดิเพท เทอเลพทาเลท (PBAT) เพื่อใช้ในอตุสาหกรรมเป่าฟิล์ม. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ศศิกานนต์ ประสงค์สม. 2548. การทดสอบฤทธิ์ของสารกันเสียและสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella typhiimurium*.ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.

อมรรัตน์ เลิศวรสิริกุล. 2554. พอลิแลกติกแอซิด พอลิเอสเทอร์จากทรัพยากรที่สร้างทดแทนใหม่ได้. ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 77น.

Asrar, J. andK. J. Gruys.2002. **Biodegradable Polymer**. In: Doi, Y., Steinbuchel, A. (Eds.), Biopolymers, vol. 4.Wiley-VCH, Weinheim, pp. 53-84.

Boonfaung P., P. Wasutchanon., and A. Somwangthanaroj. 2011. Development of Packaging Film from Bioplastic Polylactic Acid (PLA) with Plasticizers. Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.

Chudiwal A., D. Jain and R. Somani. 2010. *Alpinia galangal* Willd- An overview on phyto-pharmacological properties. **Indian Journal of Natural Product and Resources**. 1:143-149.

Geanne K., K. Dutrab., R. Barrosa., C. Câmarab., D. Lira., N. Gusmãoc., D. Navarroa. 2012. Essential oils from *Alpinia purpurata* (Zingiberaceae): Chemical composition, oviposition deterrence, larvicidal and antibacterial activity. **Industrial Crops and Products**. 40:254-260.

Ginocchio, C., S.B.Olmsted, C.L. Wells and J.E.Galán. 2007. Contact with epithelial cells induces the formation of surface appendages on *Salmonella typhimurium*. Cell.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7(4):717-724.

Halijah I., A. Nazif., D. Rosmy., N. Azah., M. Mohtar., R. Mat., K. Awang. 2009. Essential oils of *Alpinia conchigera* Griff.and their antimicrobial activities. **Food Chemistry**.113:575 – 577.

Lee J.K., K.H. Lee, B.S. Jin 2001. Structural development and biodegradability of uniaxially stretched poly(l-lactide). **Eur Polym J** 37: 907–14.

Leopold J., G. Buchaueri., M. Pottachola and N. Leela. 2003. Analysis of the essential oils of the leaves, stems, rhizomes and roots of the medicinal plant *Alpinia galanga* from southern India. **Acta Pharm**. 53:73–81.

Okamoto, H., M. Nakano, and A. Usuki. 2006. Toughening of polylactide by melt blending with natural rubber (2) – effect of PLA crystallization. **Polymer Preprints**. 55(1):2256.

Okazaki, K. and S. Oshima. 1952. Antibacterial activity of higher plants. Antimicrobial effect ofessential oils.Clove oil and eugenol.**J. Pham Soc Japan**. 72:558-60.

Oonmetla-aree, J., T. Suzaki, P. Gasaluck, and G. Eumkeb. 2006. Antimicrobial properties and action of galangal (*Alpinia galangal* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. **LWT**. 39:1214-1220.

Parulekar, Y. and A. K. Mohanty. 2006. Biodegradable toughened polymers from renewable resources: blends of polyhydroxybutyrate with epoxidized natural rubber and maleated polybutadiene. **Green Chemistry**.8:206-213.

Pathum A., A. Supapipat, and C. Rachtanapun. 2006. Antimicrobial Activity of Essential Oils from Thai Herbs Against Foodborne Pathogenics and Spoilage Microorganisms. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University.

Randall, J.,R. Ryan, C. M. Lunt, J. Hartmann, and M. Henry. 1995. Impact modified melt-stable lactide polymer compositions and processes for manufacture thereof. **United States Patent** 5714573.

Ramesh K., G. Mishra, P. Singh, K. Jha, and R. Khosa. 2011. *Alpinia galanga* – An Important Medicinal Plant: A review. **Der Pharmacia Sinica**. 2:142-154.

Ratnam, C. T., M. Nasir, A. Baharin, and K. Zaman. 2001. The effect of electron beam irradiation on the tensile and dynamic mechanical properties of epoxidized natural rubber. **Eur Polym J**.37:1667-1676.

Ratnam, C. T., S. Kamaruddin, Y. Sivachalam, M. Talib, and N. Yahya. 2006. Radiation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

crosslinking of rubber phase in poly(vinyl chloride)/epoxidized natural rubber blend: Effect on mechanical properties.Polymer Testing.25:475-480.

Ratnam, C. T., M. Nasir, A. Baharin and K. Zaman.2000. Electron beam irradiation of epoxidized natural rubber: FTIR studies. **Polym Int**. 49: 1693-1701.

Reddy, C. S.K., R. Ghai, Rashmi, and V.C. Kalia. 2003. Polyhydroxyalkanoates: an overview. **Bioresource Technology**. 87:137-146.

Somdee P., Suksut B., and Deeprasertkul C. 2009. Physical Study on Toughening of Polylactic acid with Natural Rubber," Proceedings of The Pure and Applied Chemistry International Conference 2009 (PACCON 2009), Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, January 14-16,2009.

Someya, Y., A. Kobayashi, and K. Kubota. 2001. Isolation and Identification of trans-2 and trans-3-Hydroxy-1,8-ciniole Glucosodase from *Alpinia galangal*. Bioscience, Biotechnology, Biochemistry. 65(4):950-953.

Teamsinsungvon A., Y. Ruksakulpiwat, K. Jarukumjorn. 2012. Mechanical and morphological properties of poly(lactic acid)/poly(butylene adipate-coterephalate)/calcium carbonate composite. School of Polymer Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand.

Tweed E.C., Stephens H.M., Riegert T.E. 2006. Polylactic acid blown film and method of manufacturing same. US Patent Application 2006/0045940A1.

Waranee P., S. Klayraung and S. Okonogi. 2011. Bactericidal action of *Alpinia galanga* essential oil on food-borne bacteria. Drug Discoveries & Therapeutics. 5(2):84-89.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เอกสารหลักฐานอ้างอิงของผลผลิต

บทคัดย่อ ที่นำเสนอผลงานทางวิชาการภาคโปสเตอร์เรื่อง Antioxidant activity of *Alpinia galangal* oil on the lipid containing food and its antibacterial activity on food-borne bacteria ในการประชุมวิชาการนานาชาติ 7th Biennial Meeting of Society for Free Radical Research-Asia: Advance Oxidative Stress Research for Health Benefits and Well-beings

SFRR-Asia 2015

Advance Oxidative Stress Research for Health Benefits and Well-beings

November 29-December 2, 2015

Letter of Acceptance

Dear Researcher

I am pleased to inform you that your paper entitled "**Antioxidant activity of Alpinia galangal oil on the lipid containing food and its antibacterial activity on food-borne bacteria.**", has been accepted for poster presentation at 7th Biennial Meeting of Society for Free Radical Research-Asia (SFRR-Asia 2015), Chiang Mai, Thailand. The space allocated for the poster will be 1m × 1m.

Please ensure that you register and pay your registration fees on time before the conference. Thank you if you have already done so.

You will be informed about the details of the presentation nearer to the date of the conference.

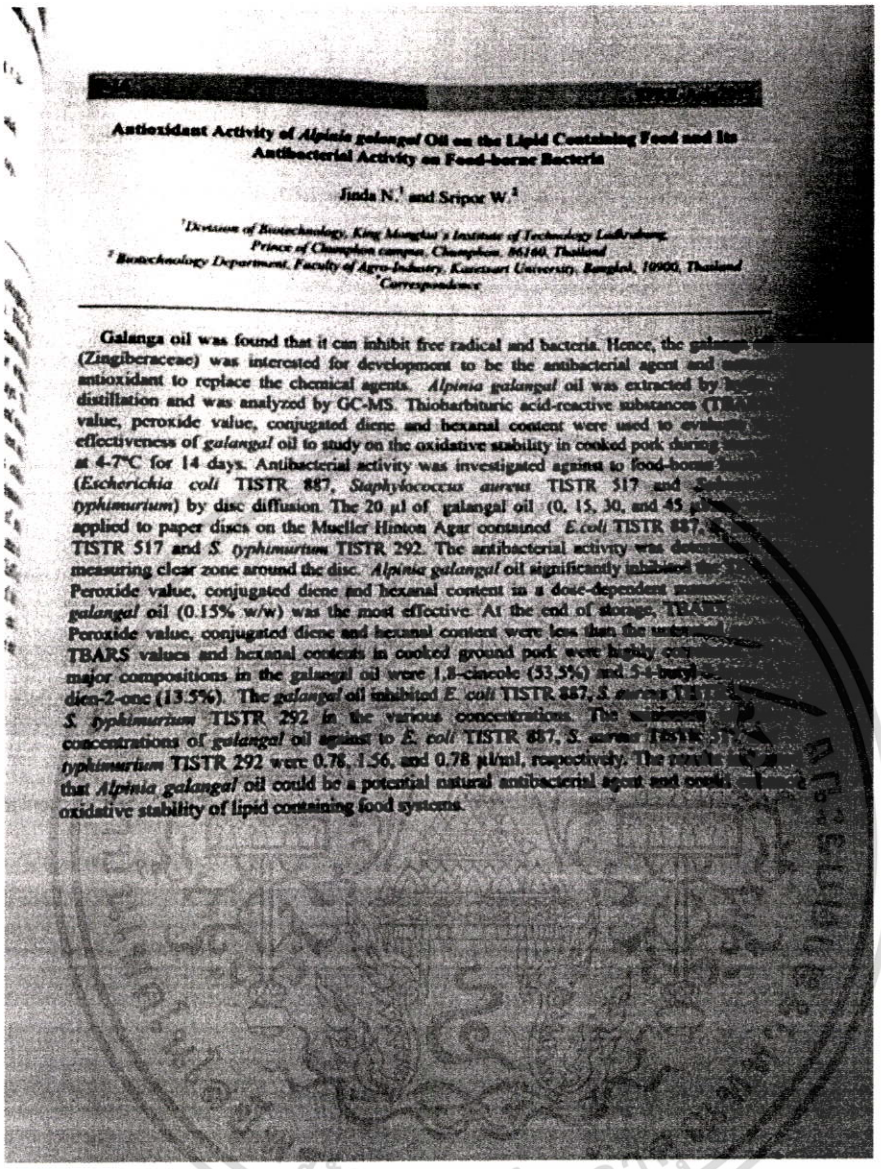
Any queries, please feel free to contact us.

Thank you for your participation.

Yours sincerely,

Chaiyavat Chaiyasut
Secretary General
SFRR-Asia 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Antioxidant Activity of *Alpinia galangal* Oil on the Lipid Containing Food and Its Antibacterial Activity on Food-borne Bacteria

Jinda N.[1] and Sripor W.[2]

[1]*Division of Biotechnology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon campus, Chumphon, 86160, Thailand*
[2] *Biotechnology Department, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand*
*Correspondence

Galanga oil was found that it can inhibit free radical and bacteria. Hence, the galanga (Zingiberaceae) was interested for development to be the antibacterial agent and antioxidant to replace the chemical agents. *Alpinia galangal* oil was extracted by distillation and was analyzed by GC-MS. Thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS) value, peroxide value, conjugated diene and hexanal content were used to evaluate effectiveness of *galangal* oil to study on the oxidative stability in cooked pork during at 4-7°C for 14 days. Antibacterial activity was investigated against to food-borne (*Escherichia coli* TISTR 887, *Staphylococcus aureus* TISTR 517 and *S. typhimurium*) by disc diffusion. The 20 µl of galangal oil (0, 15, 30, and 45 µl) applied to paper discs on the Mueller Hinton Agar contained *E.coli* TISTR 887, *S.* TISTR 517 and *S. typhimurium* TISTR 292. The antibacterial activity was measuring clear zone around the disc. *Alpinia galangal* oil significantly inhibited Peroxide value, conjugated diene and hexanal content in a dose-dependent *galangal* oil (0.15% w/w) was the most effective. At the end of storage, TBARS Peroxide value, conjugated diene and hexanal content were less than the TBARS values and hexanal contents in cooked ground pork were highly major compositions in the galangal oil were 1,8-cineole (33.5%) and 5-4-butyl dien-2-one (13.5%). The *galangal* oil inhibited *E. coli* TISTR 887, *S. aureus* *S. typhimurium* TISTR 292 in the various concentrations. The concentrations of *galangal* oil against to *E. coli* TISTR 887, *S. aureus* TISTR *typhimurium* TISTR 292 were 0.78, 1.56, and 0.78 µl/ml, respectively. The results that *Alpinia galangal* oil could be a potential natural antibacterial agent and oxidative stability of lipid containing food systems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
สรุปค่าใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 2558-A1180-

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำปีงบประมาณ 2558

หน่วยงาน วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

☐ แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) ☑ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ การพัฒนาพอลิเมอร์ชีวภาพผสมระหว่างพอลีแลคติค แอซิดและยางพาราผสมน้ำมันหอมระเหยข่าสำหรับยืดอายุอาหารทะเลแช่แข็ง

The Development of biopolymer blends between polylactic acid and rubber mixed *Alpinia galanga* (L.) Willd essential oil for shelf life extension of frozen seafood

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) ณกัญภัทร จินดา

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 **ถึงวันที่** 15 กันยายน 2558

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2558

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ

งวดที่ 1 70,000.- บาท 100 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน 05/12/57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ หรือเกิน
งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว	-	-	-
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-		
ค่าใช้สอย	51,000.-	51,000.-	0.-
ค่าวัสดุ	19,000.-	19,000-.	0.-
ค่าสาธารณูปโภค	-	-	-
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	70,000.-	70,000.-	0.-

(ผศ.ดร.ณกัญภัทร จินดา)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

20 /ธันวาคม/2558

(นางสาวจีระนันท์ แก้วบังตู)
นักวิชาการเงินและบัญชี

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

20 /12/ 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวณกัญภัทร (ชื่อเดิม จันทนา) จินดา

ชื่อ-นามสกุล(ภาษาอังกฤษ) Miss Nakanyapatthara (Jantana) Jinda

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.บ.	อุตสาหกรรมเกษตร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง	2534
วท.ม.	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2537
ปร.ด.	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (โครงการนานาชาติ)	2547

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

เทคโนโลยีเอนไซม์ เทคโนโลยีน้ำมันพืชและผลิตภัณฑ์ประเภท non food products และการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2541	การคัดเลือกและศึกษาแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์ไลเปสจากผลปาล์มน้ำมันเสีย	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
2548	การผลิตไบโอดีเซลจากผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันพืช เศรษฐกิจแบบต่อเนื่องด้วยวิธีทางชีวภาพ	AGENDA มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2549	การสกัดสารออกฤทธิ์จากดาวเรืองด้วยเอนไซม์และการใช้ประโยชน์	วช
2548	การเพิ่มปริมาณไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันสบู่ดำดิบด้วยเอนไซม์ไลเปสสำหรับไบโอดีเซล	กระทรวงพลังงาน/ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2553	การสารสกัดใบสบู่ดำยับยั้งการเจริญแบคทีเรียก่อโรคแบบฉวยโอกาสในคนและการใช้ประโยชน์	วช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัย

1.Bhumibhamon, O. and J. Jinda. 1996. Cocoa Fermentation I: Identification and metabolites study of natural cocoa fermentation microorganisms. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 30:64-73.

2.Bhumibhamon, O. and J. Jinda. 1997. Cocoa Fermentation II: Effect of enzyme pectinase on natural cocoa fermentation. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 31:206-212.

3.Bhumibhamon, O. and J. Jinda. 1997. Cocoa Fermentation III: Improvement of cocoa fermentation by inoculated with selected mixed culture in laboratory and farm trial. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 31:327-341.

4.Bhumibhamon, O. and J. Jinda. 1997. Cocoa Fermentation IV: Chemical properties and Sensory evaluation in Mix-culture fermented Cocoa. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 31:491-428.

5.Jinda, J. 2002. Selection and study on lipase-producing bacteria from rotten oil palm fruit. Research Report. Private University Division. Commission on Higher Education. Bangkok. Thailand.

6.Bhumibhamon, O., J. Jinda and S. Fungthong. 2003. Isolation and characterization of Pseudomonas sp. KLB1 lipase from high fat wastewater. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 37:176-185.

7.Jinda, J., O. Bhumibhamon, W. Vanichsriratana, and A. Engkakul. 2003. Sol-gel of rice husk ash: Entrapment of alkaliphilic lipase from Pseudomonas sp. KLB1. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 37:186-196.

8.Jinda, N. 2005. Lipase I: Source and Industrial Utilization. J. of UTCC. 24(3):20-34.

9.Jinda, N. 2006. Effect of Ammonium sulphate concentration on the immobilization of Candida rugosa and Mucor javanicus lipase. Thai Journal of Biotechnology. (In press).

10.Jinda, N. and S. Phunthong. 2006. Lipase: production and physico-chemicals properties. J. of UTCC. 26(2):114-131.

การเสนอผลงานวิชาการ

1.Bhumibhamon, O., J. Jinda. 1993. Production of Cocoa to Earning Income for Farmer. In the 50th Annual Kasetsart Uiniversity Symposium (1- 5 February 1993), Kasetsart Uiniversity, Bangkok.

2.Bhumibhamon, O., J. Jinda, B. Laepet, and P. Naka. 1997. Cocoa Fermentation III: Improvement of cocoa fermentation by inoculated with selected mixed culture in laboratory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and farm trial, p.269. In Abstracts on The proceedings of the 35th Kasetsart University Annual Conference (Subject: Agro-Industry). Kasetsart University, Bangkok.

3.Bhumibhamon, O., B. Laepet, J. Jinda, and P. Naka. 1997. Cocoa Fermentation IV: Evaluation on quality of mixed culture fermentation of cocoa. p.270. Proceedings of the 35th Kasetsart University Annual Conference (Subject: Agro-Industry). Kasetsart University, Bangkok.

4.Bhumibhamon, O., P. Naka, J. Jinda, and B. Laepet. 1998. Improvement of Cocoa Fermentation by Mixed Culture. p. Proceedings of 36nd Kasetsart University Annual Conference (Subject: Agro-Industry). Kasetsart University, Bangkok.

5.Bhumibhamon, O., P. Naka, J. Jinda, and B. Laepet. 1999. Improvement of Cocoa Fermentation by Mixed Micro-organisms. In the 1 st Symposium on Technology to ANDAMAN (19-21 December 1999). Krabi. Thailand.

6.Bhumibhamon, O. and J. Jinda. 2003. Hydrolysis characteristics of alkaline lipase from Pseudomonas sp. KLB1. p. 209-218. Proceedings of 41st Kasetsart University Annual Conference (Subject: Agro-Industry). Kasetsart University, Bangkok.

7.Jinda, J., O. Bhumibhamon, W. Vanichsriratana, A. Ingkakul, and S. Pakpan. 2003. Feasibility of Mucor Javanicus lipase catalyzed replacement in triacylglycerol of crude palm oil with oleic acid, pp. 516-526. Proceedings of the 5th Agro-Industrial Conference THAIFEX & THAIMEX 2003 on Innovation of Health Food Products (Subject:Food Biotechnology/ Fermentation). July 30-31, 2003. King Mongkung Institute of Technology Ladkrabang, BITECH, Bangkok.

8.Bhumibhamon, O., J. Jinda, W. Vanichsriratana, and A. Ingkakul. 2003. The catalysis of the lipase from *Pseudomonas* sp. KLB1 for the acidolysis of crude palm oil and oleic acid. p.205. Proceedings of Symposium on The BioThailand 2003: Technology for Life (Subject: Enzyme and protein technology). Pattaya. Thailand.

9.Jinda, N. 2005. Effect of Ammonium Sulphate Concentration on the Immobilization of *Candida rugosa* and *Mucor javanicus* Lipase. p.152. Proceedings of the 1st International Conference on Fermentation Technology for Value Added Agricultural Products proceeding: oral presentation. March 22-25, 2005. Khon Kaen. Thailand.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.Jinda, N. and T. Inpuk. 2005. Silica Content in Husk and Husk Ash from Variety Rice. p. 152. Proceeding of the 1st Conference on Research for North Eastern Part of Thailand. September 1-2, 2005. Mahasarakham University. Mahasarakham, Thailand.

11.Jinda, N. 2005. Effect of oil palm leaf ash and extract on the activity of lipase from Mucor javanicus. p.109. Proceedings of the 31st Congress on Science and technology of Thailand. October 18-20, 2005. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima. Thailand.

12.Jinda, N., O. Bhumibhamon, and A. Ingkakul. 2005. Immobilization of Pseudomonas sp. KLB1 Lipase on Rice Husk Ash and on Rice Husk Ash Xerogel. p. 156. Proceedings of International Symposium on The BioThailand 2005: Innovative Biotechnology (Subject: Enzyme and protein technology). November 2-5, 2005. Queen Sirikit National Convention Center. Bangkok. Thailand.

13.Jinda, N., N. Chantrarak, and S. Chunhakan. 2006. Antimicrobial Extract from *Jatropha curcus* L. In Kasetsart Symposium "On Research Road, Kasetsart University". January 27-February 4, 2006. Kasetsart University. Bangkok. Thailand.

14. Jinda, N., and C. Chaipattanapuk. 2006.Extraction of Xanthophyll Carotenoids and Pyretrin from Marigold by Cellulase. In The 7th National Seminar on Pharmaceutical Biotechnology "Innovation:Applications of Nanotechnology in Pharmaceuticals, Cosmetics and Natural Products". 9- 11 August 2006. Chaing Mai University, Chaing-Mai, Thailand.

15. Jinda, N., P. Chunhapimon, and C. Chaipattanapruk. 2007. Xanthophylls from marigold by cellulose and lipase extraction. p.90. Proceedings of the 2nd International Conference on Fermentation Technology for Value Agricultural Products proceeding: Poster presentation. May 23-26, 2007. Khon Kaen. Thailand.

16. เกสรี วารีรัตนนุกูล, จันจิรา จันทร์โฉม, พรพรรณ ศรีพงษ์พันธุ์กุล, และ ณกัญภัทร จินดา* .2550. ไตรกลีเซอไรด์และสมบัติไบโอดีเซลบางประการจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำดิบ. โปสเตอร์หมายเลข P05. ใน การประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1. 9-30 พฤษภาคม 2550. มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

17. Jinda, N., N. Chantrarak, and P. Chunhapimol. 2007. Antimicrobial activity of *Jatropha curcus* extract. P. 379. Proceeding of The 21st Pacific Science Congress, PSC "Diversity

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Change: Challenges and Opportunities for Managing Natural and Social Systems in Asia-Pacific"Proceeding: Poster No. 4-8-4. 12-18 June 2007. Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan.

18. Chunhakant, S., N. Jinda, and W. Chavasiri. 2007. Antibacterial Activity of The Extracts from Jatropha curcas Linn. Proceeding of The 5th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. p. 77. Nov. 1-3, 2007 .Khon Kaen University, Nong Khai Campus, Nong Khai, Thailand.

19. Chunhakant,S., N. Jinda, and W. Chavasiri. 2007. Antibacterial Activity of The Extract from the Leaf of *Jatropha curcas* against Livestock Dermatosis. Proceeding of The 12th Biological Sciences Graduate Congress. University of Malaya, 17- 19 December 2007. Malaysia.

20. Jinda, N., S. Ngamprasit, C. Chanchom, P. Sripongpankul, K. Wareeratananukul, and T. Mulika. 2008. Oil and Fatty acid content, Triacylglycerol Distribution, and Its Ester Produced by Methanolysis Catalyzed by Lipase. Proceeding of The Methyl BIT's 1st Annual World Congress of ibio-2008, p. 278.. May 18-21, 2008. Hangzhou, China.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้