



# การประชุมวิชาการ วิศวกรรมอาหารแห่งชาติ

ครั้งที่ 11  
ประจำปี 2568

*“Transforming Thailand’s  
Food Industry: AI-Powered  
Solutions”*

13 – 14 กุมภาพันธ์ 2568

ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม



การประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ  
ครั้งที่ 11 ประจำปี 2568

วันที่ 13 – 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568

ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

จัดโดย

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

## สารนจากคณบดี



ปัจจุบัน อุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยกำลังเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่จากแรงผลักดันของเทคโนโลยีดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ซึ่งได้กลายเป็นกุญแจสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถของการผลิตอาหาร ตั้งแต่การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต การลดของเสีย การพัฒนาคุณภาพสินค้า ไปจนถึงการตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของผู้บริโภค

ในนามของคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผมมีความยินดีและเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่ได้ส่งสารนี้ในโอกาสที่เป็น เจ้าภาพในการจัดการประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ประจำปี 2568 ภายใต้หัวข้อ "Transforming Thailand's Food Industry: AI-Powered Solutions" ซึ่งสะท้อนถึงความมุ่งมั่นที่จะขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอาหารของไทยให้สามารถแข่งขันได้ในระดับโลกผ่านการนำ AI มาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนา ไม่เพียงแต่เพื่อเสริมสร้างศักยภาพของธุรกิจในปัจจุบัน แต่ยังเพื่อสร้างรากฐานที่มั่นคงสำหรับอนาคต

ผมขอขอบคุณคณะผู้จัดงานและผู้สนับสนุนทุกท่านที่ร่วมกันสร้างเวทีแห่งความรู้ในครั้งนี้ และขอชื่นชมทุกท่านที่นำเสนอผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่สำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารไทย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการประชุมในครั้งนี้จะสร้างแรงบันดาลใจและเปิดโอกาสให้เกิดความร่วมมือระหว่างภาคการศึกษา ภาคอุตสาหกรรม และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อร่วมกันเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมอาหารของไทยให้ก้าวไกลและยั่งยืน



รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ดอนเจดีย์  
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

## คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ด้านทรัพยากรอาหาร และมีอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารที่สำคัญเป็นจำนวนมาก ความเจริญก้าวหน้าในงานวิจัย นวัตกรรม และเทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยเฉพาะในสาขาวิศวกรรมอาหาร มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารของประเทศ การนำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร ช่วยยกระดับประสิทธิภาพการทำงาน ลดการใช้ทรัพยากร เพิ่มความแม่นยำและความปลอดภัยในระบบการผลิต อีกทั้งยังสามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภคได้ดียิ่งขึ้น

วิศวกรรมอาหารเป็นศาสตร์ที่บูรณาการความรู้ทางด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อการพัฒนาเครื่องจักร กระบวนการผลิต และการบริหารจัดการการผลิตอาหาร โดยมุ่งเน้นให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้งหมดนี้ส่งเสริมให้อุตสาหกรรมอาหารของไทยมีความแข็งแกร่ง สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง และมีความสามารถในการแข่งขันในระดับนานาชาติ

การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมอาหารแห่งชาติได้ถูกจัดขึ้นครั้งแรกที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2557 ภายใต้ความร่วมมือจากสถาบันการศึกษาชั้นนำในด้านวิศวกรรมอาหาร 5 สถาบันได้แก่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งต่อมามีสถาบันเครือข่ายเข้าร่วมเพิ่มเติมอีก 2 สถาบันคือมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมอาหารแห่งชาติได้ถูกจัดอย่างต่อเนื่อง โดยในปีนี้มีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพในการจัดงานการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมอาหาร แห่งชาติปีที่ 11 ในวันที่ 13 ถึง 14 กุมภาพันธ์ 2568 โดยมุ่งเน้นการนำเสนอผลงานวิจัยและนวัตกรรมในด้านวิศวกรรมอาหาร วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมถึงสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องโดยครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่มีบทบาทต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ เครื่องจักรกลทางอาหาร, เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร, หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในกระบวนการแปรรูปอาหาร, ปัญญาประดิษฐ์และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในอุตสาหกรรมอาหาร รวมถึงหัวข้อที่เกี่ยวข้องในด้านเทคโนโลยีอาหารและวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังมีการจัดให้มีการแข่งขันชิงงานนวัตกรรมวิศวกรรมอาหารเชิงสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาาร่วมกันระหว่างนิสิตและคณาจารย์ที่เข้าร่วมในการประชุมวิชาการฯในครั้งนี้

ท้ายนี้คณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการฯหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การประชุมครั้งนี้จะเป็นเวทีสำคัญสำหรับนิสิต คณาจารย์ นักวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอาหาร ในการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อร่วมกันขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอาหารไทยให้ก้าวสู่นาคตที่มั่นคงและยั่งยืนต่อไป

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

## กำหนดการ

งานประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 11 ประจำปี 2568  
วันที่ 13 – 14 กุมภาพันธ์ 2568  
ณ ห้องประชุม แส่นปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์ และ ห้องตากุ้ง แส่นปาล์ม เทรนนิ่ง โฮม  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน จ.นครปฐม

วันพฤหัสบดีที่ 13 กุมภาพันธ์ 2568

ณ ห้องประชุม แส่นปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์

เวลา	หัวข้อ	สถานที่
11.00 – 12.00 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมแข่งขันนวัตกรรมวิศวกรรมอาหารเชิงสร้างสรรค์ พร้อมรับประทานอาหารว่าง	ห้องประชุม แส่นปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	ห้องอาหาร ปาล์มแคมเปญ & ปาล์มเชอร์รี่
13.00 – 13.30 น.	เตรียมความพร้อมสำหรับผู้เข้าร่วมการแข่งขัน	ห้องประชุม แส่นปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์
13.30 – 15.00 น.	ทำการแข่งขัน	
15.00 – 16.00 น.	ทำแบบประเมินงาน ประกาศรางวัล พร้อมถ่ายภาพรวมทีม	
16.00 – 17.30 น.	เข้าที่พัก พักผ่อนตามอัธยาศัย (หรือเข้าชมถ่ายภาพมุมพุ่มพันธุ์ทิพย์ในม.เกษตร)	ห้องพัก / ม.เกษตร
17.30 – 22.00 น.	เข้าร่วมงานเลี้ยงต้อนรับ พร้อมมอบรางวัล	ห้องประชุม แส่นปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์

วันศุกร์ที่ 14 กุมภาพันธ์ 2568

ณ ห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์ และ ห้องตาลกิง แสนปาล์ม เทรนนิง โฮม

เวลา	หัวข้อ	สถานที่
08.00 – 08.30 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมงานประชุมวิชาการฯ	ห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์
08.30 – 09.00 น.	พิธีเปิดงานประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 11 รศ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน กล่าวต้อนรับผู้เข้าร่วมงานประชุมวิชาการ รศ.ดร.สุกัญญา วิชชุกิจ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอาหาร กล่าว รายงานงานประชุมวิชาการ รศ. นายสัตวแพทย์ ดร.อนุชัย ภิญโญภูมิมินทร์ รองอธิการบดีวิทยาเขต กำแพงแสน กล่าวเปิดงานประชุมวิชาการ ถ่ายภาพร่วมกัน พร้อมมอบของที่ระลึกให้วิทยากรรับเชิญและเจ้าภาพ ร่วม และมอบเกียรติบัตรแก่ผู้สนับสนุนงาน	
09.00 – 10.00 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง "Transforming Thailand Food Industry: AI-Powered Solutions" จากวิทยากรรับเชิญ (keynote speaker) ดร.สมาน จันทวรรณ ผู้อำนวยการโครงการด้านนวัตกรรมองค์กร บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)	
10.00 – 10.15 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
10.15 – 12.00 น.	การนำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยาย ระดับชาติ และระดับ ปริญญาตรี	ห้องตาลกิง
	การนำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยาย ระดับปริญญาตรี	ห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์
10.15 – 12.00 น.	การนำเสนอผลงานวิชาการภาคนิทรรศน์	หน้าห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	ห้องอาหาร ปาล์มแชมเปญ & ปาล์มเชอร์รี่
13.00 – 14.30 น.	การนำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยาย ระดับปริญญาตรี	ห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์
13.00 – 14.30 น.	การนำเสนอผลงานวิชาการภาคนิทรรศน์	หน้าห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์
14.30 – 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง และทำแบบประเมินงาน	ห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์
	คณาจารย์ประชุมเครือข่าย	ห้องตาลกิง
15.00 – 17.00 น.	ประกาศและมอบรางวัล พร้อมถ่ายภาพร่วมกัน รศ.ดร.สุกัญญา วิชชุกิจ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอาหาร กล่าวปิด การประชุมวิชาการ	ห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์

## กำหนดการนำเสนอผลงานวิชาการ ภาคบรรยาย

### การประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 11

#### The 11Th National Food Engineering Conference (FENETT 2025)

#### คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

วันศุกร์ที่ 14 กุมภาพันธ์ 2568

ระดับชาติ และระดับปริญญาตรี (นำเสนอ 12 นาที ตอบคำถาม 3 นาที)

สถานที่ : ห้องประชุม ตาลกิ่ง

จำนวน 5 เรื่อง

เวลา : 10.15 – 12.00 น.

ประธาน : รศ. ดร.เชาว์ อินทร์ประสิทธิ์

เวลา	เรื่อง	รหัส ผลงาน
10.15 - 10.30 น.	ผลของการปรับสภาพต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ ผู้นำเสนอ: ชุตติกา แก้วระวัง, กิตติยาพร ทับสกุล และ ญัฐพร ชัชวาลชาติตรี	FE-N01
10.30 - 10.45 น.	การประยุกต์ใช้เครื่องเทราเอิร์ตซ์สเปกโทรสโกปีในการตรวจหาไบโอฟิล์มบนพื้นผิว ของผักเคล ผู้นำเสนอ: ฤกษ์สรดา อำนวยโภชน, พงษ์บัณฑิต ประสานพันธ์, ณรงค์วัฒน์ มุลศรีแก้ว และ วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน	FE-O11
10.45 - 11.00 น.	การออกแบบห้องแปรรูปเครื่องในแดงสุกร ผู้นำเสนอ: ชญาดา ปุราถาณัง และ สมัคร รักแม่	FE-O12
11.00 - 11.15 น.	การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตซูปปูพร้อมบริโภคสู่เชิงพาณิชย์ ผู้นำเสนอ: ชมเพลิน เลิศโสภาเจริญ, ปาลิน ชูใจ, ฤกษ์วรรณ ชาวโพรงพาง และ สมัคร รักแม่	FE-O13
11.15 - 11.30 น.	ความเป็นไปได้ของการคัดแยกเนื้อนอยหน้าพันธุ์เพชรปากช่อง ผู้นำเสนอ: บุศราภรณ์ ดีสวน, ธนพร นอกพุดชา, วีรกุล มีกลางแสน, เพลงพิน เพียรภูมิพงศ์, จันทนา สันตพัฒน์, ปิยะมาศ จานนอก, นัยวัฒน์ สุขทั้ง และ นาฏชนก ปรางปรุ	FE-O14

## กำหนดการนำเสนอผลงานวิชาการ ภาคบรรยาย

### การประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 11

### The 11Th National Food Engineering Conference (FENETT 2025)

### คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

วันศุกร์ที่ 14 กุมภาพันธ์ 2568

ระดับปริญญาตรี (นำเสนอ 12 นาที ตอบคำถาม 3 นาที)

สถานที่ : ห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์

จำนวน 5 เรื่อง

เวลา : 10.15 – 12.00 น.

ประธาน : รศ. ดร.รณฤทธิ์ ฤทธิธิธ

เวลา	เรื่อง	รหัส ผลงาน
10.15 - 10.30 น.	การพัฒนาระบบการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์โดยใช้แพลตฟอร์ม Line Notify ผู้นำเสนอ: นกนันท ภาคแก้ว, อริศรา สัจจกรูณา และ จิตรลดา อันสีแก้ว	FE-O01
10.30 - 10.45 น.	การพัฒนาระบบวิเคราะห์ภาพถ่ายเพื่อระบุพิกัดแนวสาหร่ายสำหรับหุ่นยนต์แขนกล ปอกเปลือกทุเรียน ผู้นำเสนอ: ธนธรณ์ ชอบใหญ่, ธนพร ชอบใหญ่, จตุรภัทร วาฤทธิ, ชวกร ศรีเงินยวง และ มุกริน หนูคง	FE-O02
10.45 - 11.00 น.	ระบบติดตามซ่อมบำรุงที่ช่วยประหยัด ผู้นำเสนอ: ดวงหทัย นันตะ และ อุบลรัตน์ แพงทรัพย์	FE-O03
11.00 - 11.15 น.	การวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการเพื่อออกแบบสายการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ใหม่ ผู้นำเสนอ: นฤมล ณ พัทลุง และ สมัคร รักแม่	FE-O07
11.15 - 11.30 น.	การพัฒนาอุปกรณ์ต้นทุนต่ำสำหรับศึกษาภาพถ่ายความร้อนของพื้นผิวอาหารในเตา ไมโครเวฟ ผู้นำเสนอ: ภคพล จันคำ, ภูฟ้า โรจน์ประชานาถ, วงศ์ผกา วงศ์รัตน์ และ พิเชษฐ์ สืบสายพรหม	FE-O09



**กำหนดการนำเสนอผลงานวิชาการ ภาคนิเทศน์**  
**การประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 11**  
**The 11Th National Food Engineering Conference (FENETT 2025)**  
**คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน**

-----  
วันศุกร์ที่ 14 กุมภาพันธ์ 2568

ระดับปริญญาตรี (ประจำหน้าบอร์ด และนำเสนอไม่เกิน 5 นาที พร้อมตอบข้อซักถามไม่เกิน 5 นาที)

สถานที่ : หน้าห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์

จำนวน 5 เรื่อง

เวลา : 10.15 – 12.00 น.

ลำดับที่	เรื่อง	รหัส ผลงาน
1	การใช้รังสียูวีซีร่วมกับกระบวนการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ต่อคุณภาพของพริกแห้ง ผู้นำเสนอ: นัยวัฒน์ สุขทั้ง, วีรกุล มีกลางแสน, ปิยะมาศ จานนอก, นาฏชนก ปรางปรุ, สุวคนธ์ สายพิมพ์พงษ์, จันทนา สันตพัฒน์ และ เพ็ญพิณ เพียรภูมิพงศ์	FE-P01
2	การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดของบรรจุภัณฑ์สำหรับการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์ซอสปรุงรส ผู้นำเสนอ: สุระเชษฐ์ อินทร์วงศ์, ชวิศ น้อยวิเศษ, สิวพงษ์ สัจจะวัฒนวิมล และ จิตติเมณฑน์ วงศ์ษา	FE-P02
3	การประเมินความหวานแดงโมโดยใช้ข้อมูลเสี่ยงจากการเคาะด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก ผู้นำเสนอ: ภณิดา ทรัพย์ไพฑูรย์, ธัญจิรา ทองมุกดา และ อมรเดช พุทธิพิพัฒน์ขจร	FE-P03
4	การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับบีบเส้นขนมจีนแบบชนิด ผู้นำเสนอ: นาฏชนก ปรางปรุ, ณภัทรศิริ อาศัยกุล, อภิญา กิสน์เทียะ, พัธกอ พางาม, วีรกุล มีกลางแสน, นัยวัฒน์ สุขทั้ง, ปิยะมาศ จานนอก, จันทนา สันตพัฒน์ และ เพ็ญพิณ เพียรภูมิพงศ์	FE-P04
5	การศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาด้วยกระบวนการกลั่นแบบน้ำและไอน้ำ ผู้นำเสนอ: พิมพ์สิรี สุวรรณ, ภาณุเดช รักสวน, ณพมาศ หันน้ำเที่ยง และ อาริลักษณ์ งานสูง	FE-P05

## กำหนดการนำเสนอผลงานวิชาการ ภาคบรรยาย

### การประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 11

### The 11Th National Food Engineering Conference (FENETT 2025)

### คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

วันศุกร์ที่ 14 กุมภาพันธ์ 2568

ระดับปริญญาตรี (นำเสนอ 12 นาที ตอบคำถาม 3 นาที)

สถานที่ : ห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์

จำนวน 5 เรื่อง

เวลา : 13.00 – 14.30 น.

ประธาน : รศ. ดร.มนต์ทิพย์ ชำชอง

เวลา	เรื่อง	รหัส ผลงาน
13.00 - 13.15 น.	<b>Electrogel formation of low methoxyl pectin for divalent cations removal from water</b> ผู้นำเสนอ: Natussawan Chuaisat, Natcha Wadwonga, Phatteera Baramee, Maythaporn Binsorleah, Kanitta Boonfueng, Nathamol Chindapan and Kobsak Kanjanapongkul	FE-O04
13.15 - 13.30 น.	<b>การพัฒนาผลิตภัณฑ์แอมเบอร์กแพลนต์เบสจากหัวปลี</b> ผู้นำเสนอ: ณัฐนิชาห์ ธรรมวงษ์ ปิยวัฒน์ กนกวรกาญจน์ ศักดิ์นรินทร์ เสือคำราม และ กฤษณ์นัท มะลิทอง	FE-O05
13.30 - 13.45 น.	<b>ผลของสารเคลือบผิวชนิดใหม่จากกลบข้าวร่วมกับน้ำมันหอมระเหยต่อคุณภาพของมะม่วง</b> ผู้นำเสนอ: พรพิมล เจียชะรัมย์, เพชรงาม วงศ์สมบัติ, จิตรวดี มีราศรี, น้ำฝน สามสาลี และ รังสิณี ไสธรรวิทย์	FE-O06
13.45 - 14.00 น.	<b>การใช้คลื่นความถี่สูงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำส้มสายชูจากหัวแค้นตะวัน</b> ผู้นำเสนอ: ชุตติกานต์ อ่อนสีดา, อีสริยา สมมุติรัมย์, ปุณณิศา พันโกคา, พิทยาภรณ์ โอตรีรัมย์, อธิราพร จุลยุเสน, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน และ เจนวิทย์ วรรณพิระ	FE-O08
14.00 - 14.15 น.	<b>การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ สำหรับการควบคุมระดับน้ำการละลายปลาทูน่าแช่แข็งเพื่อลดพื้นที่เปียก</b> ผู้นำเสนอ: รุ่งรวี มีตัวตน, อภิสิทธิ์ พรหมนติ, นพวิชญ์ สมผิว และ กาญจนา นาคประสม	FE-O10

**กำหนดการนำเสนอผลงานวิชาการ ภาคนิเทศน์**  
**การประชุมวิชาการวิศวกรรมอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 11**  
**The 11Th National Food Engineering Conference (FENETT 2025)**  
**คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน**

วันศุกร์ที่ 14 กุมภาพันธ์ 2568

ระดับปริญญาตรี (ประจำหน้าบอร์ด และนำเสนอไม่เกิน 5 นาที พร้อมตอบข้อซักถามไม่เกิน 5 นาที)

สถานที่ : หน้าห้องประชุม แสนปาล์ม คอนเวนชัน ฮอลล์

จำนวน 5 เรื่อง

เวลา : 13.00 – 14.30 น.

ลำดับที่	เรื่อง	รหัส ผลงาน
6	ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารฟีนอลิกในน้ำตรีผลาระหว่างการเก็บรักษา ผู้นำเสนอ: พชรพรรณ ผดุงถิ่น, ปาลิตา เพิ่มประยูร และ อภินันท์ วัลภา	FE-P06
7	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้ ผู้นำเสนอ: พกษา สวาทสุข, วชิรญาณ เชาวนเพชร, ณัฐธิดา วงษ์พา, อนุวัฒน์ พันธ์ และ พิมพ์สิริ สุวรรณ	FE-P07
8	ระบบตรวจวัดโฟตอนด้วย Spectral Color และ Raspberry Pi ผู้นำเสนอ: อภิสิทธิ์ จรรย์วัฒน์ชัย, ประมินทร์ นาดี และ วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน	FE-P08
9	การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมฟักเชื่อม ผู้นำเสนอ: พนิดา มิ่งแก้ว, ปานไพลิน พูลศรี, กุลจิรา หังสนตร, สุพรรณษา ขำเจริญ, ชยาภรณ์ สามคุ้มพิมพ์ และ ธิติพงศ์ โพธิ์สุทธิ	FE-P09
10	การออกแบบระบบวัดปริมาตรน้ำมันดิบด้วยเซนเซอร์วัดระยะแบบอัลตราโซนิก ผู้นำเสนอ: กัญญารัตน์ จันทะเสน, ขนิษฐา แก้ววิศิษฐ์, จิรัตดา สุพล, ญาณิศา พิมพ์พาด, สุนิตา วงษ์สิงห์, ธิราพร จุลยุเสน, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน และ เจนวิทย์ วรรณพิระธิ	FE-P10

## สารบัญ

### บทความภาคบรรยายระดับชาติ

- 2 ผลของการปรับสภาพต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่  
ชุตติกา แก้วระวีง, กิตติยาพร ทับสกุล และ ณัฐพร ชัชวาลชาตรี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

### บทความภาคบรรยายระดับปริญญาตรี

- 10 การพัฒนาระบบการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์โดยใช้แพลตฟอร์ม Line Notify  
ณนันท ภาควัสดุ, อริศรา สัจจกรูณา และ จิตรลดา อันสีแก้ว  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- 11 การพัฒนาระบบวิเคราะห์ภาพถ่ายเพื่อระบุพืชผักแนวสาหร่ายสำหรับหุ่นยนต์แขนกลปลูกปลีอกทุเรียน  
ธนธรณ์ ชอบใหญ่, ธนพร ชอบใหญ่, จตุรภัทร วาฤทธิ์, ชวกร ศรีเงินยวง และ มุกริน หนูคง  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- 13 ระบบติดตามซ่อมบำรุงที่ช่วยประหยัด  
ดวงหทัย นันตะ และ อุบลรัตน์า แพงทรัพย์  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- 14 Electrogel formation of low methoxyl pectin for divalent cations removal from water  
Natussawan Chuaisat, Natcha Wadwonga, Phatteea Baramee, Maythaporn Binsorleah, Kanitta Boonfueng, Nathamol Chindapan and Kobsak Kanjanapongkul  
Kasetsart University Kamphaengsean Campus
- 21 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมเบิร์กแพลนต์เบสจากหัวปลี  
ณัฐณิชา ธรรมวงษ์ ปิยวัฒน์ กนกกรกาญจน์ ศักดิ์รินทร์ เสือคำราม และ กฤษณันท์ มะลิทอง  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- 23 ผลของสารเคลือบผิวชนิดใหม่จากแอลกอฮอล์ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยต่อคุณภาพของมะม่วง  
พรพิมล เจียชะรัมย์, เพชรงาม วงศ์สมบัติ, จิตรวดี มีราศรี, น้ำฝน สามสาลี และ รังสิณี โสธรวิทย์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- 25 การวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการเพื่อออกแบบสายการผลิตแบบกึ่งสำเร็จรูปใหม่  
นฤมล ณ พัทลุง และ สมัคร รักแม่  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 26 การใช้คลื่นความถี่สูงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำส้มสายชูจากหัวแค้นตะวัน  
ชุตติกานต์ อ่อนสีดา, อัสริยา สมมุติรัมย์, ปุณณิศา พันโกคา, พิทยาภรณ์ โอตรีรัมย์, อธิพร จุลยุเสน, พยงค์ศักดิ์ จุลยุเสน และ เจนวิทย์ วรรณพีระ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 27 การพัฒนาอุปกรณ์ต้นทุนต่ำสำหรับศึกษาภาพถ่ายความร้อนของพื้นผิวอาหารในเตาไมโครเวฟ  
ภคพล จันทำ, ภูฟ้า ไรจน์ประชาภาณ, วงศ์ภา วงศ์รัตน์ และ พิเชษฐ์ สืบสายพรหม  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- 28 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ สำหรับการควบคุมระดับน้ำการละลายปลาทุ่นน้ำแช่แข็งเพื่อลดพื้นที่เปียก  
รุ่งรวี มีตัวตน, อภิสิทธิ์ พรหมนิต, นพวิชัย สมผิว และ กาญจนา นาคประสม  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

- 29 การประยุกต์ใช้เครื่องเทราเฮิร์ตซ์สเปกโทรสโกปีในการตรวจหาไบโอฟิล์มบนพื้นผิวของผักเคล  
ลภัสรดา อำนวยโภชน, พงษ์บัณฑิต ประสานพันธ์, ณรงค์วัฒน์ มูลศรีแก้ว และ วีระศักดิ์ เลิศลิธิโยธิน  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 31 การออกแบบห้องแปรรูปเครื่องในแดงสุกร  
ชญาดา ปุราถาณัง และ สมัคร รักแม่  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 32 การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตซูปปูพร้อมบริโภคสุกึ่งพาสเจอร์  
ชมเพลิน เลิศโสภาเจริญ, ปาลิน ชูใจ, ลภัสวรรณ ชาวโพธิ์พวง และ สมัคร รักแม่  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 33 ความเป็นไปได้ของการคัดแยกเนื้อน้อยหน้าพันธุ์เพชรปากช่องด้วยเหียงหนีศูนย์กลางและแรงดึง  
บุศราภรณ์ ดีสวน, ธนพร นอกพุดชา, วีรกุล มิกกลางแสน, เพลงพิน เพียรภูมิพงศ์, จันทนา สันตพัฒน์พร้อม,  
ปิยะมาศ จานนอก, นัยวัฒน์ สุขทั้ง และ นาฏชนก ปรางปรู  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

### บทความภาคนิทัศน์ระดับปริญญาตรี

- 35 การใช้รังสีวิทยุร่วมกับกระบวนการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ต่อคุณภาพของพริกแห้ง  
นัยวัฒน์ สุขทั้ง, วีรกุล มิกกลางแสน, ปิยะมาศ จานนอก, นาฏชนก ปรางปรู, สุวคนธ์ สายพิมพ์พงษ์,  
จันทนา สันตพัฒน์พร้อม และ เพลงพิน เพียรภูมิพงศ์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
- 36 การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดของบรรจุภัณฑ์สำหรับการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์ของสปรูกรอส  
สุระเชษฐ์ อินทร์วงศ์, ชวิศ น้อยวิเศษ, สิวพงษ์ ลัจจะวัฒนวิมล และ จิตติมณฑน์ วงศ์ษา  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี
- 37 การประเมินความหวานแดงไม้โดยใช้ข้อมูลเสี่ยงจากการเคาะด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก  
ภณิดา ทรัพย์ไพฑูรย์, ธัญจิรา ทองมุกดา และ อมรเดช พุทธิพิพัฒน์ขจร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- 39 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับบีบเส้นขนมจีนแบบหนีต  
นาฏชนก ปรางปรู, ณภัทรศิริ อาศัยกุล, อภิญญา กิลันเทียะ, พัชกร พางาม, วีรกุล มิกกลางแสน, นัยวัฒน์ สุขทั้ง,  
ปิยะมาศ จานนอก, จันทนา สันตพัฒน์พร้อม และ เพลงพิน เพียรภูมิพงศ์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
- 40 การศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาด้วยกระบวนการกลั่นแบบน้ำและไอน้ำ  
พิมพ์ลรี สุวรรณ, ภาณุเดช รักสวน, ณพมาศ หันน้ำเที่ยง และ อาริลักษณ์ งานสูง  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- 41 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารฟีนอลิกในน้ำตรีผลา  
ระหว่างการเก็บรักษา  
พชรพรรณ ผดุงถิ่น, ปาลิดา เพิ่มประยูร และ อภินันท์ วัลภา  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- 42 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกโกโก้  
พฤกษา สวาทสุข, วชิรญาณ เขาวนเพชร, ณัฐธิดา วงษ์พา, อนุวัฒน์ พันธ และ พิมพ์ลรี สุวรรณ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- 43 ระบบตรวจวัดโฟตอนด้วย Spectral Color และ Raspberry Pi  
อภิสิทธิ์ จรรย์วัฒน์ชัย, ประมินทร์ นาคี และ วีระศักดิ์ เลิศลิธิโยธิน  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- 44 การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมฟักเชื่อม  
พนิดา มิ่งแก้ว, ปานไพลิน พูลศรี, กุลจิรา ทังสนตร, สุพรรณษา ขำเจริญ, ชยาภรณ์ สามคุ้มพิมพ์ และ  
ธิดิพงศ์ โพธิ์สุทธี  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- 45 การออกแบบระบบวัดปริมาตรน้ำมันดิบด้วยเซนเซอร์วัดระยะแบบอัลตราโซนิก  
กัญญารัตน์ จันทะเสน, ขนิษฐา แก้ววิศิษฐ์, จิสดา สุกผล, ญาณิศา พิมพ์าต, สุนิศา วงษ์สิงห์, อธิพร จุลยุเสน,  
พยุงค์กดิ์ จุลยุเสน และ เจนวิทย์ วรรณพีระธิ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**บทความภาคบรรยาย**

**ระดับชาติ**

FE-N01

## ผลของการปรับสภาพต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไวน์ มะม่วงหาวมะนาวโห่

### Effects of pretreatment on physicochemical properties and sensory characteristics of Karanda wine product

ชุตติกา แก้วระวัง<sup>1</sup> กิตติยาพร ทับสกุล<sup>1</sup> ณัฐพร ชัชวาลธาดรี<sup>1\*</sup> และ ขจรเดช ลาบุตร<sup>2</sup>

Chutigra Kaewrawang<sup>1</sup>, Kittiyaphon Tabsakul<sup>1</sup>, Natthaporn Chatchavanthatri<sup>1\*</sup> and  
Kajondet Labut<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะนวัตกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.นครราชสีมา

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและระบบกระบวนการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of  
Technology Isan, Nakhon Ratchasima, THAILAND

<sup>2</sup>School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: Natthaporn.ct@rmu.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปรับสภาพต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยทำการศึกษาตัวอย่างควบคุม (Control) ตัวอย่างที่ผ่านการปรับสภาพด้วยความดันที่ความดัน 15 psi เป็นเวลา 15 และ 20 min (PA-15, PA-20) ตัวอย่างที่ผ่านการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟที่กำลังไมโครเวฟ 500 และ 700W เป็นเวลา 5 min (PM-MD, PM-H) ทั้งนี้ตัวอย่างไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ถูกนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ความเป็นกรดต่าง ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สี ความแตกต่างของสี และการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการหมักไวน์ และสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ไวน์ อย่างไรก็ตามการปรับสภาพไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ทั้งนี้การใช้ความร้อนร่วมกับความดันและไมโครเวฟมีผลต่อความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด อีกทั้งยังมีผลทำให้ค่าสี ( $L^* a^* b^*$ ) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) รวมถึงค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ( $p < 0.05$ ) นอกจากนี้ผู้ทดสอบชิมมีความชอบด้านความใส รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไวน์ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยความดันมากที่สุด

คำสำคัญ: การปรับสภาพด้วยไมโครเวฟ, ผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่, สมบัติทางเคมีกายภาพ, การทดสอบทางประสาทสัมผัส

#### Abstract

The purpose of this research was to study the Effects of pretreatment of Karanda wine product on physicochemical properties and sensory characteristics. The study samples included a control sample (Control), Karanda treated with heating at 15 psi for 15 and 20 minutes (PA-15, PA-20) and Karanda treated with heating at 500 and 700W for 5 minutes (PM-MD, PM-H). The wine samples were analyzed for quality parameters such as pH value, alcohol content, total soluble solids, antioxidant activity, total phenolic compounds, color, color differences, and sensory evaluation. The results indicated that alcohol content correlated with the fermentation period and was consistent with the decrease in total soluble solids in the wine products. However, pretreatment did not affect to alcohol content or total soluble solids in Karanda wine products. Nevertheless, microwave heating and pressure influenced the antioxidant activity and total phenolic compounds of the wine product. Additionally, there were statistically significant changes in color values ( $L^* a^* b^*$ ). The color difference ( $\Delta E$ ) also showed a clear increasing trend ( $p < 0.05$ ). Sensory panelists preferred the clarity, taste, and overall acceptance of the wine product treated with heating and microwave the most ( $p < 0.05$ ).

**Keyword:** Pretreatment, Karanda wine product, physicochemical properties, sensory evaluation



## คำนำ

มะม่วงหาวมะนาวโห่ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas* L. มีชื่อสามัญว่า Carandas-plum มะม่วงหาวมะนาวโห่ประกอบด้วยสารสำคัญแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบทั้งในดอกและในผล ให้สีแดง น้ำเงิน ม่วง ละลายน้ำได้ดีและเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ สารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจากการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทำให้แอนโทไซยานินมีหน้าที่สำคัญในการป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ โรคเมเร็ง โรคเบาหวาน เป็นต้น การใช้ประโยชน์ของมะม่วงหาวมะนาวโห่ผลสุกสามารถรับประทานได้ มีสารต่อต้านอนุมูลอิสระ และนำมาใช้ประโยชน์ได้เกือบทุกส่วนของต้น อย่างไรก็ตามการบริโภคผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สดอาจมีข้อจำกัดในส่วนของอายุการบริโภคที่สั้นและความนิยมของผู้บริโภคเฉพาะกลุ่ม หากนำผลสดมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทหมักดอง เช่น ผลิตภัณฑ์ไวน์ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าและเกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในวงกว้างมากขึ้น

ผลิตภัณฑ์ไวน์ (Wine product) เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายด้าน เช่น ช่วยกระตุ้นการหลั่งน้ำย่อยช่วยให้เจริญอาหาร ช่วยทำให้หลอดเลือดขยายตัวทำให้ระบบหมุนเวียนโลหิตทำงานเป็นปกติ และช่วยในการขับปัสสาวะแต่ควรดื่มในปริมาณที่พอเหมาะ ในไวน์จะประกอบไปด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ วิตามินและแร่ธาตุต่างๆหลากหลายชนิด

การปรับสภาพวัตถุดิบนั้นมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำลายโครงสร้างที่แข็งแรงและช่วยกำจัดลิกนินที่ห่อหุ้มเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส เนื่องจากลิกนินเป็นตัวหลักในการขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายเซลลูโลส ซึ่งการปรับสภาพวัตถุดิบทางเคมีโดยใช้ด่างนั้นเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้พลังงานมาก อีกทั้งยังช่วยลดโครงสร้างแบบผลึก (crystalline structure) ของเซลลูโลส และช่วยเพิ่มความเป็นรูพรุนให้กับผิวของวัตถุดิบมีผลทำให้เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายเซลลูโลสสามารถแทรกเข้าไปทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Mosier et al., 2005) อย่างไรก็ตามการปรับสภาพวัตถุดิบด้วยด่างในสภาวะที่มีความรุนแรงต่ำอาจจะช่วยกำจัดลิกนินได้เพียงบางส่วนหรือในสภาวะที่มีความรุนแรงสูงเกินไปอาจไปทำลายเซลลูโลสบางส่วนทำให้ได้ผลผลิตน้ำตาลกลูโคสในปริมาณต่ำกว่าที่ควร หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดลิกนินออกและลดการทำลายเซลลูโลสลงโดยการปรับสภาพวัตถุดิบด้วยด่างที่มีความเข้มข้นต่ำและระยะเวลาสั้น จึงควรเลือกใช้วิธีการให้ความร้อนที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การใช้คลื่นไมโครเวฟเป็นวิธีการหนึ่งที่จะสามารถทำให้เกิดความร้อนภายในวัตถุดิบได้อย่างรวดเร็วและทำให้โครงสร้างผลึกของเซลลูโลสเปิดมากขึ้น ส่งผลทำให้ลิกนินที่แทรกตัวอยู่ภายในโครงสร้างระหว่างสายเซลลูโลสถูกแยกออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การใช้คลื่นไมโครเวฟยังช่วยลดระยะเวลาของการปรับสภาพส่งผลทำให้ลดการทำลายเซลลูโลสลงได้อีกด้วย (Zhu et al., 2006; Hu and Wen, 2008) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปรับสภาพต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมวัตถุดิบ

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ (ผลสุกและผลดิบ) ที่ผ่านการแยกเมล็ดออกถูกนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด และฆ่าเชื้อด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaClO) ที่ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 15 min ก่อนนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 – 3 รอบ จากนั้นนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มาปั่นให้ละเอียดโดยใช้อัตราส่วนเนื้อวัตถุดิบต่อน้ำสะอาด เท่ากับ 1:1 ก่อนนำมาบรรจุในภาชนะปิดสนิทที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเพื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อรอเข้าสู่การเตรียมผลิตภัณฑ์ไวน์ในขั้นตอนต่อไป

### การทำผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่

บรรจุวัตถุดิบในภาชนะปิดสนิทที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 15 min ก่อนนำมาผ่านการปรับสภาพด้วยความดัน โดยใช้ความดันที่ 15 psi เป็นเวลา 15 และ 20 min (PA-15, PA-20) และปรับสภาพด้วยไมโครเวฟที่ กำลังไมโครเวฟ 500 และ 700W เป็นเวลา 5 min (PM-MD, PM-H) จากนั้นรอต้อย่างให้เย็นตัวที่อุณหภูมิห้อง โดยมีการควบคุมปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) ให้อยู่ในช่วง 22 – 24 °Brix และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ที่ 4.5 ก่อนนำมาเติมยีสต์ผงสำเร็จรูป *S. cerevisiae* ซึ่งใช้อัตราส่วนน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 1000 mL ต่อ ยีสต์ผงสำเร็จรูปปริมาณ 1.5 g ทำการเขย่าผสมให้ตัวอย่างเข้ากันทั้งหมดก่อนทำการหมักตัวอย่างที่อุณหภูมิ 25 – 30°C เป็นเวลา 72 h โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดทุก ๆ 12 h ก่อนนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เพื่อหยุดการทำงานของยีสต์ จากนั้นนำตัวอย่างไวน์มาบ่มเพื่อทำให้ของแข็งตกตะกอน ที่อุณหภูมิ 4 – 8°C เป็นเวลา 1 week และทำการแยกส่วนที่เป็นของเหลวและของแข็งออกด้วยเครื่อง Centrifuge (Consul 22 R, Ortoalresa, Spain) เพื่อนำส่วนที่เป็นของเหลวไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และทางประสาทสัมผัส ซึ่งสามารถแบ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ แต่ละสูตร ดังแสดงใน

Table 1

Table 1 Karanda wine product treatments

Treatment	Detail
Control	Control
PA-15	Karanda treated with heating at 15 psi for 15 minutes
PA-20	Karanda treated with heating at 15 psi for 20 minutes
PM-MD	Karanda treated with heating at 500W for 5 minutes
PM-H	Karanda treated with heating at 700W for 5 minutes

#### การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง

ตัวอย่างถูกวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter (Lab 855, SI Analytics, Xylem, Inc, USA) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

#### การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids, °Brix)

นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ (Refractometer) (Bellingham + Stanley, eclipse, United Kingdom) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเนื่องจากการทำงานของยีสต์ที่ใช้ในกระบวนการหมักไวน์)

#### การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ (Alcohol content, % v/v)

ตัวอย่างถูกวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วย (Hand refractometer) (RHW – 22BE ATC, Chase) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

#### การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) ด้วยวิธี DPPH และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound)

ตัวอย่างถูกนำมาวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) ด้วยวิธี 2, 2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH radical scavenging activity assay) ที่ความเข้มข้น 0.1 mM โดยวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) (Libra S6+, biohrom LTB, United Kingdom) เพื่อคำนวณหาปริมาณจากกราฟสารละลายมาตรฐาน Trolox และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric มีสารตัวทำละลายเป็นโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ที่ความเข้มข้น 7% และวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 nm ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) (Libra S6+, biohrom LTB, United Kingdom) เพื่อคำนวณหาปริมาณจากกราฟสารละลายมาตรฐาน Gallic acid (Chatchavanthatri et al., 2021) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

#### การวิเคราะห์ค่าสีและความแตกต่างของสี (Color values and color difference)

นำตัวอย่างมาวิเคราะห์สีด้วยเครื่องวัดสี (ColorFlex EZ, Hunter Associates Laboratory, Inc., VA, USA) ในระบบ CIE ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ) และค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) เพื่อใช้เป็นดัชนีในการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไวน์จากมะม่วงหาวมะนาว โดยค่า  $L^*$  หมายถึงค่าความสว่าง (Lightness) ค่า  $a^*$  หมายถึงค่าความเป็นสีแดง (Redness) และค่า  $b^*$  หมายถึงค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

#### การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

ตัวอย่างถูกนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale ซึ่งให้คะแนนตั้งแต่ 1 - 9 (1 หมายถึงชอบน้อยที่สุดไปถึง 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) ในด้านสี กลิ่นรส รสชาติที่ค้างในปาก และความชอบโดยรวม สำหรับผู้ทดสอบบุคคลทั่วไปจำนวน 15 คน

#### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Statistical analysis)

การศึกษาผลของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely randomized design (CRD) โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's honestly significant different (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยใช้โปรแกรม Minitab® 17 (Minitab Inc., USA)

## ผลการทดลองและวิจารณ์

สมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่

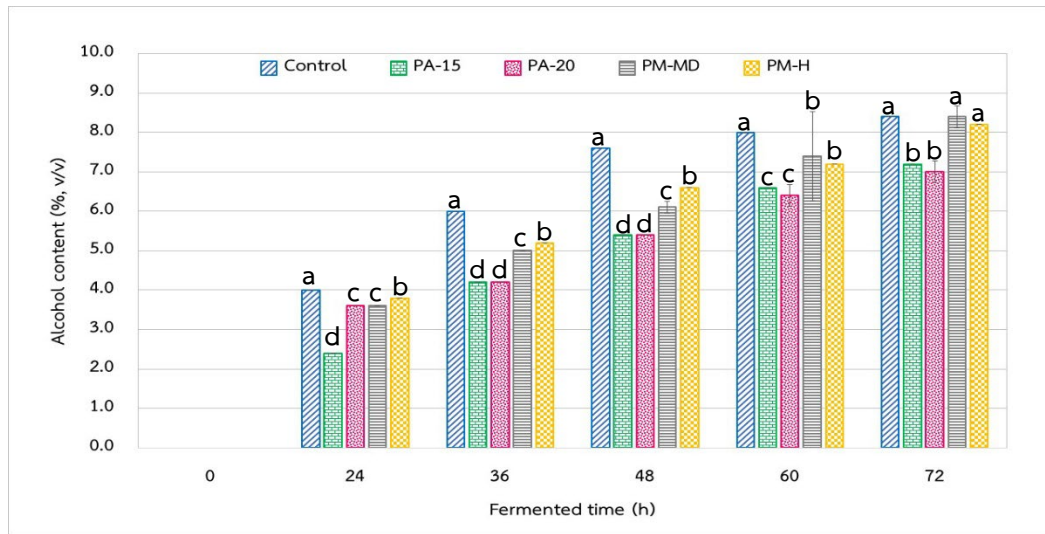


Figure 1 Alcohol content of Karanda wine product after fermented for 72 h. The values are the mean of two replications  $\pm$  standard deviations. Different letters in each bar denote statistically significant differences among treatments ( $p < 0.05$ )

Figure 1 แสดงปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์ไวน์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการหมักเป็นเวลา 72 h จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ของตัวอย่างไวน์ทั้ง 5 สูตรมีค่าอยู่ระหว่าง 7 – 8.4% (v/v) โดยปริมาณดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาที่ใช้ในกระบวนการหมัก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ผ่านการปรับสภาพ (Control, PA-15, PA-20, PM-MD และ PM-H) จะเห็นได้ว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ของตัวอย่าง Control สูงกว่าตัวอย่างที่ผ่านการปรับสภาพทั้งหมดในช่วงระยะเวลาการหมัก 60 h เนื่องจากยีสต์สามารถดึงน้ำตาลไปใช้ในการเจริญได้ดี โดยผลิตเอโนไซม์อินเวอร์เทสออกมาได้มากขึ้นเพื่อย่อยสลายน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ (มัลลัพร และคณะ, 2564) อย่างไรก็ตามการปรับสภาพวัตถุดิบอาจมีผลทำให้ชะลอการทำงานของยีสต์ในระยะเวลาหมักช่วงแรก ทั้งนี้เมื่อผ่านกระบวนการหมักเป็นเวลา 72 h ของตัวอย่าง Control PM-MD และ PM-H จะมีปริมาณแอลกอฮอล์มากขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่าง PA-15 และ PA-20 ( $p < 0.05$ ) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Casassa et al. (2019) พบว่า การปรับสภาพวัตถุดิบด้วยไมโครเวฟมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแอลกอฮอล์

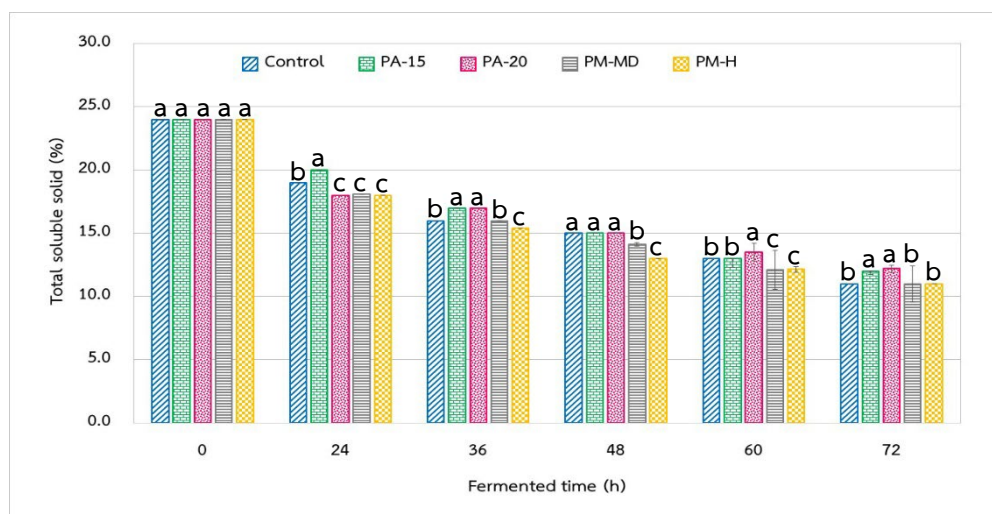


Figure 2 Total soluble solid of Karanda wine product after fermented for 72 h. The values are the mean of two replications  $\pm$  standard deviations. Different letters in each bar denote statistically significant differences among treatments ( $p < 0.05$ )

Table 2 Antioxidant activity and total phenolic compounds of wine products under different treatment

Treatment	Antioxidant activity (DPPH) (mg Trolox/mL sample) <sup>1</sup>	Total phenolic compound (mg GA/mL sample) <sup>2</sup>
Control	3.39 ± 0.34 <sup>a</sup>	0.26 ± 0.03 <sup>a</sup>
PA-15	3.03 ± 1.35 <sup>b</sup>	0.29 ± 0.08 <sup>a</sup>
PA-20	3.37 ± 1.98 <sup>a</sup>	0.27 ± 0.01 <sup>a</sup>
PM-MD	2.08 ± 0.48 <sup>c</sup>	0.28 ± 0.14 <sup>a</sup>
PM-H	2.00 ± 1.12 <sup>c</sup>	0.27 ± 0.45 <sup>a</sup>

<sup>1,2</sup> The values are the mean of five replications ± standard deviations. Different letters in each column denote statistically significant differences among treatments (p<0.05)

Table 2 แสดงความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไวน์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่ พบว่า มีปริมาณอยู่ระหว่าง 2.00 – 3.39 mg Trolox/ mL sample และ 0.26 – 0.29 mg GA/mL sample ตามลำดับ โดยการปรับสภาพด้วยความดัน (PA-20) มีผลต่อความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (p<0.05) เนื่องจากการปรับสภาพสามารถทำลายส่วนที่ซับซ้อนภายในโครงสร้างวัตถุบดลงได้ อีกทั้งช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวส่งผลให้ปลดปล่อยสารที่สำคัญออกมาได้มากขึ้น (Ma et al., 2009) อย่างไรก็ตามการปรับสภาพไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (p>0.05)

Table 3 Color values and difference color of wine products under different treatment

Treatment	Color values <sup>1</sup>			
	L*	a*	b*	ΔE <sup>2</sup>
Control	3.39 ± 0.03 <sup>d</sup>	2.96 ± 0.06 <sup>c</sup>	1.99 ± 0.04 <sup>d</sup>	-
PA-15	5.31 ± 0.01 <sup>c</sup>	2.89 ± 0.04 <sup>c</sup>	4.46 ± 0.06 <sup>a</sup>	3.13 ± 0.00 <sup>c</sup>
PA-20	5.59 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.56 ± 0.05 <sup>d</sup>	4.47 ± 0.04 <sup>a</sup>	3.60 ± 0.03 <sup>b</sup>
PM-MD	3.44 ± 0.04 <sup>d</sup>	3.46 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.38 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.64 ± 0.01 <sup>d</sup>
PM-H	6.28 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.10 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.62 ± 0.05 <sup>b</sup>	3.95 ± 0.00 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> The values are the mean of three replications ± standard deviations. Different letters in each column denote statistically significant differences among treatments (p<0.05)

<sup>2</sup> ΔE calculated from  $\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}$

จาก Table 3 แสดงค่าสีของผลิตภัณฑ์ไวน์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่แตกต่างกันด้วยระบบ L\* (ความสว่าง) a\* (ความเป็นสีแดง) และ b\* (ความเป็นสีเหลือง) และ ΔE (ความแตกต่างของสี) พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 3.39 – 6.28, 1.56 – 5.10, 1.99 – 4.47 และ 0.64 – 3.95 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมกับตัวอย่างที่ผ่านการปรับสภาพจะเห็นได้ว่า มีผลทำให้ค่าสี (L\* a\* b\*) แตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05) รวมถึงค่าความแตกต่างของสี (ΔE) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (p<0.05) ทั้งนี้ระยะเวลาการใช้ความร้อนร่วมกับความดันและการใช้ความร้อนร่วมกับกำลังของไมโครเวฟมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสีและความแตกต่างของสีในผลิตภัณฑ์ไวน์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่

#### การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไวน์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่

จาก Figure 3 แสดงผลของการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ของตัวอย่างควบคุม (Control) ตัวอย่างที่ผ่านการปรับสภาพด้วยความดันที่ความดัน 15 psi

เป็นเวลา 15 และ 20 min (PA-15, PA-20) และตัวอย่างที่ผ่านการปรับสภาพไมโครเวฟที่กำลังไมโครเวฟ 500 และ 700W เป็นเวลา 5 min (PM-MD, PM-H) จากผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 15 คน โดยระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 โดย 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด 5 หมายถึงเฉยๆ และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด จากผลการทดลองพบว่า ผู้ทดสอบชิมมีความชอบด้านสีของตัวอย่าง Control มากที่สุด ด้านความใสของตัวอย่าง PA-15 มากที่สุด อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบชิมมีความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และ ความชอบโดยรวมของตัวอย่าง PA-20 มากที่สุด ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากการปรับสภาพวัตถุดิบด้วยความดันอาจช่วยปลดปล่อยสารที่ส่งผลต่อกลิ่นและรสชาติในผลิตภัณฑ์ไวน์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้

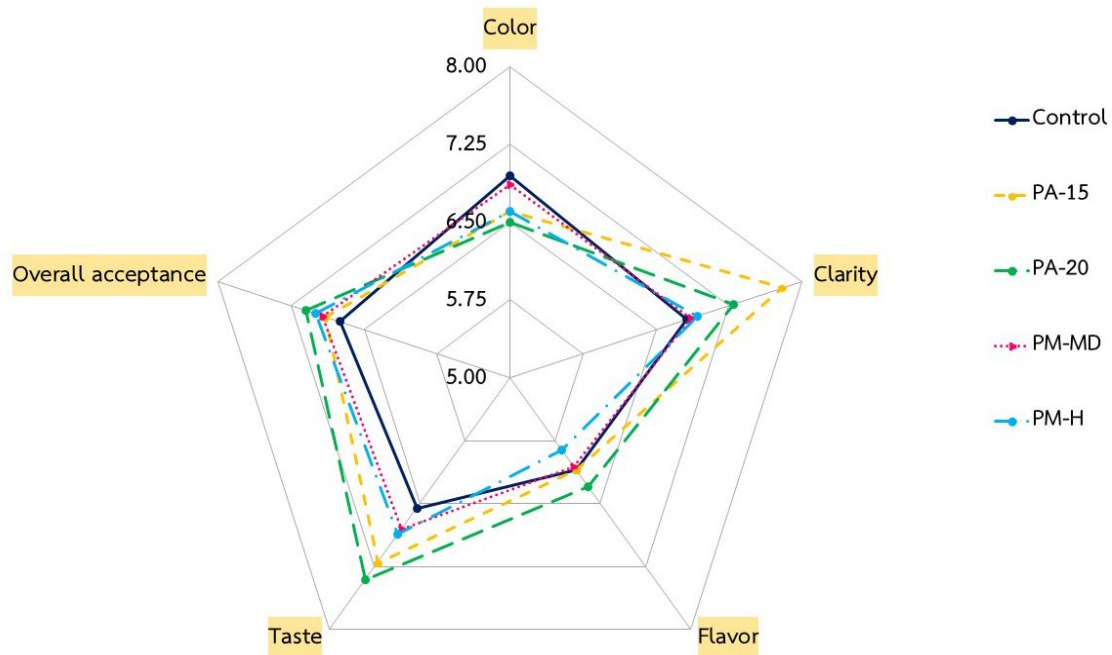


Figure 3 Evaluation of sensory characteristic of wine products. The acceptance of wine products based on a hedonic scale of 9-point (1 = disliked extremely, 5 = neither like nor dislike, 9 = liked extremely) from 15 panelists

### สรุปผลและเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการปรับสภาพต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการหมัก ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ไวน์ อย่างไรก็ตามการปรับสภาพด้วยไมโครเวฟมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ทั้งนี้การปรับสภาพด้วยความดันและไมโครเวฟมีผลต่อความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ อีกทั้งยังมีผลทำให้ค่าสีแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) รวมถึงค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ( $p < 0.05$ ) นอกจากนี้ผู้ทดสอบชิมมีความชอบด้านความใส รสชาติ และ ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไวน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยความดันมากที่สุด

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะนวัตกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่เอื้อเฟื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำการวิจัย



### เอกสารอ้างอิง

- มาลัย วงศ์แก้ว, คัทลียา ใจดี, ญัฐพล อินถา, นันทิยา บุญสุข และพศิน หน่อคำอ้าย. (2564). ผลของแหล่งน้ำตาลซูโครสต่อ จลนศาสตร์การหมักไวน์ส้มเกลี้ยง. วารสารเกษตร 37(1), 109-120.
- มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน. มะม่วงหาวมะนาวโห่. แหล่งข้อมูล: [www.kaset.today.com](http://www.kaset.today.com). เข้าถึงเมื่อ 21 กรกฎาคม 2567.
- ญัฐพงษ์ สิงห์ภูงา และรัตนะ ยศเมธากุล. (2565). การผลิตไวน์เหลืองจากสับปะรดผสมน้ำสั้กั้ดเห็ดถั่งเช่าสีทอง. วารสารเกษตร 39(2), 219-231.
- นุจรี สอนสะอาด, สุภาพร รัฟกั้ชี และวิลาวัลย์ เกสร. (2562). สภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ลำดวนโดยใช้กล้าเชื้อแบบตรังเซลล์. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี 1, 49-61.
- วาสนา สุโยธา และสุรศักดิ์ บุญรุ่ง. (2564). การศึกษาอัตราส่วนเนื้อสละและชนิดของยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 39(2), 156-164.
- Casassa, F. L., Sari, E. S., Bolcato, A. E., and Fanzone, L. M. (2019). Microwave-assisted extraction applied to merlot grapes with contrasting maturity levels: Effects on phenolic chemistry and wine Color. Journal Fermentation 5(15), 1-16.
- Chatchavanthatri, N., Junyusen, T., Arjarn, W., Treeamnu, T., Junyusen, P., Pakawanit, P. (2021). Effects of parboiling and infrared radiation drying on the quality of germinated brown rice. Journal of Food Processing and Preservation. Journal of Food Processing and Preservation 45, e15892.
- Hu, Z. , and Wen, Z. 2008. Enhancing enzymatic digestibility of switchgrass by microwave-assisted alkali pretreatment. Biochemical Engineering Journal 38, 369-378.
- Ma, H., Liu, W.-W., Chen X., Wu Y.J., and Yu, Z.-L. (2009). Enhanced enzymatic saccharification of rice straw by microwave pretreatment. Biomass Technology 100, 1279-1284.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzapple, M., et al. (2005). Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. Bioresource Technology 96, 673-686.
- Zhu, S., Wu, Y., Yu, Z., Wang, C., Yu, F., Jin, S., et al. (2006). Comparison of three microwave/chemical pretreatment process for enzymatic hydrolysis of rice straw. Biosystems Engineering 93, 279-283.

# บทความภาคบรรยาย ระดับปริญญาตรี

FE-O01

## การพัฒนาระบบการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์โดยใช้แพลตฟอร์ม Line Notify Development of a Real-Time Notification System Using Line Notify

ณนันท ภาคแก้ว อริศรา สัจจกรูณา จิตรลดา อันสีแก้ว และ ชนวัฒน์ นิตศน์วิจิตร\*

หลักสูตรวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

\*ผู้รับผิดชอบบทความ n\_chanawat@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์โดยใช้แพลตฟอร์ม Line Notify ร่วมกับ Google App Script, Google Form และ Google Sheet ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการดำเนินงานของแผนกซ่อมบำรุง (Maintenance Division) ซึ่งมีหน้าที่ดูแล ควบคุมการติดตั้ง ซ่อมบำรุง และป้องกันความเสียหายของเครื่องจักร ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของจำนวนเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ส่งผลให้กระบวนการทำงานเกิดความล่าช้าและข้อผิดพลาด ดังนั้น การพัฒนาระบบแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์โดยใช้ Line Notify จึงถูกนำมาใช้ร่วมกับ Google App Script, Google Form และ Google Sheet เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานลดเวลาในการส่งต่อข้อมูล และลดข้อผิดพลาดในการทำงานระบบดังกล่าวสามารถแจ้งเตือนสถานะงานแบบเรียลไทม์ช่วยให้การสื่อสารภายในทีมมีความรวดเร็วและชัดเจน โดยข้อมูลที่บันทึกผ่าน Google Form จะถูกประมวลผลใน Google Sheet ซึ่งช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจอย่างแม่นยำ

**คำสำคัญ:** การแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์, Line Notify, การลดข้อผิดพลาดในการทำงาน, การซ่อมบำรุง

### Abstract

The development of a real-time notification system using Line Notify platform in conjunction with Google AppScript, Google Form, and Google Sheet has been applied to enhance the operational efficiency of the Maintenance Division, which is responsible for overseeing, controlling, installation, maintenance, and prevention of damage to machinery, electrical systems, and various equipment within food industry factories. The increasing number of machines in large industrial factories has resulted in delayed and error-prone work processes. Therefore, the development of a real-time notification system using Line Notify was implemented alongside Google App Script, Google Form, and Google Sheet to improve operational efficiency, reduce information transfer time, and minimize work errors. The system can provide real-time job status notifications, facilitating faster and clearer communication within the team. Data recorded through Google Form is processed in Google Sheet, which aids in precise data analysis and decision-making.

**Keywords:** A real-time notification, Line Notify, Error Reduction in Work Processes



FE-O02

## การพัฒนาระบบประมวลผลภาพถ่ายเพื่อระบุพิกัดแนวสาแหรกสำหรับหุ่นยนต์แขนกลลอกเปลือกทุเรียน Development of Image Processing System to Identify Dehiscence Zone Coordinates for Durian Dehusking Robotics Arm

ธนธรณ์ ขอบใหญ่ ธนพร ขอบใหญ่ จตุรภัทร วาฤทธิ์\* ขวกร ศรีเงินยวง และ มุกกรีน หนูคง

หลักสูตรวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

\*ผู้รับผิดชอบบทความ varithj@ग्maejo.mju.ac.th

### บทคัดย่อ

การลอกเปลือกและแกะเนื้อทุเรียนในปัจจุบันต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญเนื่องจากเปลือกทุเรียนมีความแข็ง หนา และมีหนามแข็งโดยรอบผล โครงการวิศวกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบประมวลผลภาพถ่ายและเครื่องมือในการระบุพิกัดสาแหรกของทุเรียนสำหรับหุ่นยนต์แขนกลสำหรับลอกเปลือกแบบทะลวงแกนกลาง การดำเนินงานแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1. การพัฒนาระบบประมวลผลภาพถ่ายทุเรียนโดยใช้ Machine Learning - YOLO V8 เพื่อตรวจจับแกนสาแหรกทุเรียน และ การพัฒนาระบบพิกัดบนภาพด้วย Python สำหรับแขนกล 6 แกน เพื่อเคลื่อนที่ไปยังพิกัดเป้าหมาย ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ระดับภาคสนามในสถานที่และสภาพแสงที่แตกต่างกัน และทดสอบการวิเคราะห์พิกัดเพื่อระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แขนกลในห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบพบว่าระบบประมวลผลภาพถ่ายสามารถตรวจจับสาแหรกของทุเรียนได้ 100% ในทุกสภาพแสง ประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ในช่วงเย็นจะสูงกว่าช่วงกลางวันที่มีความเข้มของแสงสูง ระบบให้ค่า mAP ที่ IOU [0.5] ใกล้เคียงกับ 0.995 ทุกช่วงเวลา และสำหรับ mAP ที่ IOU [0.50-0.95] มีสูงที่สุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.707 และ 0.690 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนของการทำนายพิกัดเฉลี่ยเท่ากับ 1.20 % ในฐานวางทุเรียนขนาด 30x30 ตารางเซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับแสงควบคุมภายในห้องปฏิบัติการพบว่าค่า mAP ที่ IOU [0.5] ยังคงเท่ากับ 0.995 และ IOU [0.5-0.95] คือ 0.701 สำหรับการทดสอบการเคลื่อนที่แขนกลร่วมกับพิกัดภาพถ่ายในพื้นที่ 30x30 ตารางเซนติเมตร พบว่าคลาดเคลื่อนในแนว X และ Y เท่ากับ 3.47% และ 2.01% ตามลำดับ จากผลลัพธ์จากโครงการนี้ สามารถนำมาพัฒนาต่อยอดร่วมกับเครื่องลอกเปลือกทุเรียนแบบอัตโนมัติที่ต้องการความแม่นยำสูงต่อไป

**คำสำคัญ:** ระบบประมวลผลภาพถ่าย, การเรียนรู้ของเครื่อง, ทุเรียน, แนวสาแหรก, แขนกลหุ่นยนต์

### Abstract

At present, peeling and coring durian flesh requires skilled labor because the durian peel is hard, thick, and has hard thorns around the fruit. The purpose of this engineering project is to develop an image analysis system and to identify the coordinates of durian dehiscence zone for a robotic arm for core peeling. The project was developed in two main parts: 1) A durian image processing system using Machine Learning - YOLO V8 to detect durian dehiscence zone, and 2) An image coordinate system using Python to guide a 6-axis robotic arm to move to target coordinates. Data collection and analysis were conducted under various lighting conditions in the field. The system was also tested in a laboratory setting to integrate the coordinate analysis into the control system of the robotic arm's movement. Results showed that the image analysis system achieved 100% accuracy in detecting the durian dehiscence zone under all lighting conditions. The analysis efficiency in the evening was found to be higher than during midday, where light intensity is high. The mAP at IOU [0.5] was consistently close to 0.995 across all time periods, while the mAP at IOU [0.50-0.95] from a maximum of 0.707 to a minimum of 0.690. The average prediction error for coordinates was 1.20 %, based on a 30x30 square centimeter durian

placement. When compared to controlled lighting in a laboratory environment, the mAP at IoU [0.5] was 0.995, and the mAP at IoU [0.5-0.95] was 0.701. From testing robotic arm movements integrated with photo coordinates within a 30x30 square centimeter range, the deviations in the X and Y axes were 3.47% and 2.01%, respectively. These results indicate that this project can be further developed for integration with automated durian peeling machines, which require high precision.

**Keywords:** Image Processing System, Machine Learning, Durian Fruit, Dehiscence Zone, Robotic Arm

## ระบบติดตามซ่อมบำรุงที่ช่วยประหยัด MN SAVE TRACK

ดวงหทัย นันตะ และ อุบลรัตน์ แผงทรัพย์

หลักสูตรวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

### บทคัดย่อ

โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการผลิตอย่างต่อเนื่อง การหยุดทำงานของเครื่องจักรจากปัญหาเบรกดาวน์ ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนการดำเนินงาน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลและติดตามการซ่อมบำรุงจากรูปแบบออฟไลน์เป็นระบบออนไลน์ผ่าน Google Sheet ซึ่งช่วยให้การจัดการข้อมูลมีความสะดวก รวดเร็ว และลดปัญหาการสูญหายของเอกสาร ระบบใหม่นี้ นำแนวคิดการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) มาประยุกต์ใช้ โดยวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานจริงของเครื่องจักรเพื่อจัดลำดับความสำคัญของอุปกรณ์ที่ต้องบำรุงรักษาและกำหนดรอบการเปลี่ยนอะไหล่ที่เหมาะสม ผลการใช้งานระบบออนไลน์แสดงให้เห็นว่าการบันทึกข้อมูลมีความเป็นระเบียบมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ ลดเวลาการค้นหาเอกสาร และเพิ่มความสะดวกในการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร การวิเคราะห์ข้อมูลรอบการเปลี่ยนอะไหล่ เช่น ปะเก็นของไลน์ผลิตภัณฑ์กระป๋อง พบว่าการปรับรอบการเปลี่ยนตามการใช้งานจริงช่วยยืดอายุการใช้งานของอะไหล่และลดค่าใช้จ่ายได้ 14.21% สรุปได้ว่าระบบติดตามและซ่อมบำรุงที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ ลดต้นทุน และสนับสนุนการบำรุงรักษาเชิงรุกในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน, การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์, การจัดการข้อมูลออนไลน์, การลดต้นทุนการบำรุงรักษา

### Abstract

For industrial factories with continuous production, machine downtime due to breakdowns affects production efficiency and operating costs. This research aims to develop a maintenance tracking and data recording system by transforming it from an offline format to an online system through Google Sheet, making data management more convenient, faster, and reducing document loss issues. This new system applies the concept of Predictive Maintenance by analyzing actual machine usage data to prioritize equipment requiring maintenance and determine appropriate parts replacement cycles. The results of implementing the online system show that data recording has become more organized, users can access information in real-time, reducing document search time and increasing convenience in monitoring machine performance. Analysis of parts replacement cycles, such as gaskets in the can production line, found that adjusting replacement cycles based on actual usage helped extend parts lifetime and reduced costs by 14.21%. In conclusion, this developed tracking and maintenance system effectively improves management efficiency, reduces costs, and supports proactive maintenance in industrial factories.

**Keywords:** Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Online Data Management, Cost Reduction in Maintenance

FE-O04

## Electrogel formation of low methoxyl pectin for divalent cations removal from water

Natussawan Chuaisat<sup>1</sup>, Natcha Wadwonga<sup>1</sup>, Phatteea Baramee<sup>1</sup>, Maythaporn Binsorleah<sup>1</sup>,  
Kanitta Boonfueng<sup>1</sup>, Nathamol Chindapan<sup>2</sup>, and Kobsak Kanjanapongkul<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsean, Kasetsart University, Kamphaengsean Campus,  
Nakorn Pathom, THAILAND

<sup>2</sup> Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bang Wa, Phasi Charoen, Bangkok, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: fengkska@ku.ac.th

### Abstract

This study explored electrogel formation using low methoxyl pectin (LMP) to remove divalent cations from water, focusing on calcium as a model ion. Electrogel formation experiments were conducted in a custom-designed cell under varying pectin concentrations (2–4% w/v), applied voltages (4–12 V), and treatment times (2.5–120 minutes). Varying electric field strengths and pectin concentrations revealed enhanced gel formation rates with increased voltage or pectin concentration. The electrogel process offered two distinct advantages: it allowed for pectin concentrations as low as 2% w/v and provided faster gel formation. The electrogel formation initiates at the interface between pectin and calcium solutions and exhibits interface-driven gel growth progressing towards the cathode. Elemental analysis confirmed calcium capture in the gel, while light microscopic images showed dense calcium deposition at the gel-pectin solution interface. The calcium removal kinetics aligned with pseudo first and second-order equations. These findings highlight electrogel formation as an effective, eco-friendly method for water treatment.

**Keyword:** Divalent cations removal, electrogel formation, low methoxyl pectin, gelation kinetics, water treatment.

### Introduction

Metal ion pollution from industries and human activities like mining, agriculture, and waste disposal threatens aquatic ecosystems and human health (Alsafran et al., 2021; Wang et al., 2022). Numerous efforts have been made to treat water through physical and chemical absorption processes (Al-Rashdi et al., 2011; Deshwal et al., 2023; Gupta et al., 2021; Saleh et al., 2022). Among these methods, the use of biomaterials in water treatment has gained long-term interest due to their renewable, biodegradable, and environmentally friendly nature (Senanu et al., 2023).

Low methoxyl pectin (LMP), a plant-derived polysaccharide, is valued for its ability to form ionic bridges with divalent cations, creating a three-dimensional network (Grant et al., 1973). This makes LMP a promising material for removing heavy metal ions from water. However, natural gelation is slow and lacks control, prompting interest in electric fields to enhance gelation efficiency. Studies have shown that electric fields accelerate and control gelation by influencing charged particles' movement and interactions (Gargava et al., 2019; Chinnabutr et al., 2020). Applying 1–4 V direct current via electrodeposition coating induced agar molecules to form a gel layer on coconut meat surfaces. The study showed that the electric field affects the mobility and orientation of charged particles, influencing the formation and structure of the gel. This process significantly reduced the processing time and resulted in a more uniformly thick gel layer compared to the coating process without an electric field.

This study explored the potential of electrogel formation in removing divalent cations from water, employing LMP as the gelation material and calcium as the representative metal ions. The research systematically investigated the impact of different electric field strengths, pectin concentrations and durations on the calcium

removal capability of LMP gels, aiming to gain fundamental insights into LMP gelation under a mild direct electric field.

## Material and methods

### Material

Commercial low methoxyl pectin (degree of esterification = 16%) was purchased from UV holding (Thailand). All chemical reagents used in this research were analytical grade.

### Electrogel formation experiment

The fundamental configuration of the electro-treatment system comprised the following components: (1) a power supply, (2) a rectangular electro-treatment cell constructed from polymethylmethacrylate, and (3) two cylindrical graphite electrodes with a diameter of 10 mm. The dimensions of the cell were 2.5×5×9 cm<sup>3</sup>, and the electrodes were positioned on the left and right sided of the cell (refer to Figure 1). In order to prevent unwanted mixing between the pectin and calcium chloride solutions, two frames made of polymethylmethacrylate were employed. Each frame featured a 15 mm×30 mm rectangular window at the center, which was fitted with a 400-mesh stainless steel plate. One frame was positioned 30 mm away from the left wall of the cell, while another was situated 30 mm from the right wall. The left and right electrodes were respectively linked to the negative and positive terminals of the power supply. The experiment was executed by introducing 15 mL of freshly prepared pectin solution into the left section of the cell, alongside approximately 30 mL of 0.1 mol/L calcium chloride solution into the right section. The mentioned volumes were selected based on the size of the electrolysis cell. The electro-process commenced once the electric current was introduced into the solution sample. The experimental conditions were listed in Table 1. Throughout the procedure, the electric current and voltage were measured using a digital multimeter. After the procedure, the gel deposited on the stainless mesh of the left frame and the water in the center section were carefully collected and kept in a refrigerator at about 5°C for further investigation.

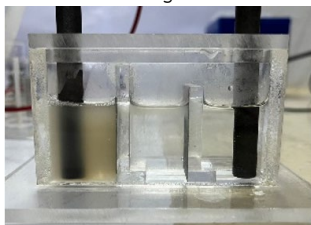


Figure 1. Arrangement of the electro-treatment system

**Table 1** Electro-treatment conditions

Pectin concentration (%w/v)	2 and 4
Voltage (V)	4, 8 and 12
Time (min)	2.5, 5, 10, 20, 40, 80 and 120

### Determination of calcium content in electro-treated water

The calcium content in the electro-treated water sample was determined using the titration method with EDTA solution (Ntailianas and Whitney, 1963). The indicator used was eriochrome black T (EBT). For sample testing, 1 mL of the sample was diluted to 10 mL, followed by adding 2 mL of the pH 10 buffer solution and about 2 mg of powdered EBT. This resulted in a transformation of the solution into a reddish-purple color. Titration was conducted using the standard EDTA solution until reaching the endpoint. The calcium concentration in the electro-treated water ( $[Ca_{water}]$  in mol/L), and the calcium removal from water ( $Ca_{removed}$  in mg) can be calculated using Equation 1 and 2:

$$[Ca_{water}] = [EDTA] \times V_{EDTA} / V_{sample} \quad (1)$$

$$Ca_{removed} = ([Ca_{water}]_0 - [Ca_{water}]) \times 30 \times MW_{Ca} \quad (2)$$

where  $[EDTA] = 0.01 \text{ mol/L}$ ,  $V_{EDTA}$  and  $V_{sample}$  were the volumes of the EDTA solution and the water sample used in titration (mL),  $[Ca_{water}]_0$  was the initial concentration of the calcium in the water (mol/L), the number 30 was total volume of the calcium chloride solution and  $MW_{Ca}$  was the molecular weight of calcium (g/mol).

### ***Determination of calcium content in the electrogel***

To analyze calcium captured in the pectin electrogel, moisture was initially removed from the furnace by preheating at  $105^\circ\text{C}$  for 3 hours. Subsequently, the gel was transferred to a pre-weighed crucible and subjected to heating in a muffle furnace at  $550^\circ\text{C}$  for 6 hours or until the sample turned into white ash. After cooling in a sealed container with silica gel to prevent moisture reabsorption, the remaining sample was weight, ground and sieved through a 40-mesh screen. All samples subsequently underwent energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) analysis using a scanning electron microscope (Tescan, Mira3, Czech Republic) coupled with an EDAX Element EDS system (USA) to determine their elemental composition. Calcium content in the gel was the primary focus, while the pectin powder and electrode powder were also analyzed to provide a reference point for comparison and ensure no contaminants from either source influenced the gel analysis.

### ***Experimental design and statistical analysis***

A full factorial design was used in this study. All experiments involved three independent replicates. Analysis of variance was conducted to assess the significance of the factors in influencing differences between the means. Duncan's new multiple range test was used to compare among means at a confidence level of 0.95 ( $\alpha = 0.05$ ). The results from the experiments were recorded as the mean  $\pm$  SD.

## **Results and discussion**

### ***Electro-treated gel formation***

The electro-gel experiment began by determining suitable pectin and calcium concentrations. Preliminary rheology confirmed that a 5% w/v pectin solution could form a gel with calcium ions (data not shown). However, the minimum pectin concentration required for gelation under an electric field remained unknown. It was hypothesized that the electric field would drive negatively charged pectin molecules toward the positive electrode, increasing their local concentration and enabling gelation at initial concentrations below 5% w/v. Preliminary experiments tested this hypothesis (Figure 2-left), focusing on gelation behavior at the pectin-calcium interface, concentration ranges for gelation, and required time without an electric field. A glass container was filled with pectin solution, and calcium chloride was gently added to avoid mixing. No gel formed when the calcium concentration was below  $0.01 \text{ mol/L}$ . At  $0.01\text{--}0.1 \text{ mol/L}$ , a thin gel layer rapidly formed at the interface, with gel strength increasing alongside calcium concentration. Lower regions gelled slowly, becoming apparent after overnight incubation. The gelation rate also depended on pectin concentration. Solutions below 2% gelled only at the upper layer, while concentrations of 4% or higher exhibited complete gelation, though the process took hours or overnight without an electric field. This aligns with Han et al. (2017), who reported slow natural LMP gelation, particularly in the initial stages. Based on the initial findings, the calcium concentration was set at  $0.1 \text{ mol/L}$ , with pectin concentrations of 2% w/v and 4% w/v. To minimize gravitational effects and improve operation, the cell was redesigned (Figure 2, right). Gel formation occurred much faster under a direct electric field of  $0.5\text{--}1.5 \text{ V/cm}$  compared to no field. The resulting gel

was light yellow, uniformly thick, sturdy enough for handling, and formed within 5–10 minutes. The gel thickness increased with time, while its surface area, equal to the 400-mesh stainless plate (Figure 3), remained constant. Gel formation began on the stainless plate's surface (pectin side) and expanded toward the cathode at rates depending on conditions. These results validated the hypothesis that the electric field concentrated negatively charged pectin molecules near the positive electrode, enabling gelation even at initial pectin concentrations below 5% w/v.

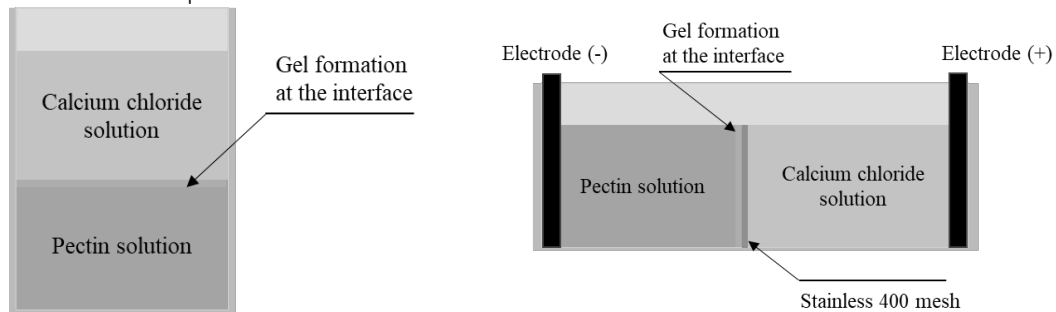


Figure 2. Gel formation of pectin with calcium ions (left) without and (right) with an electric field

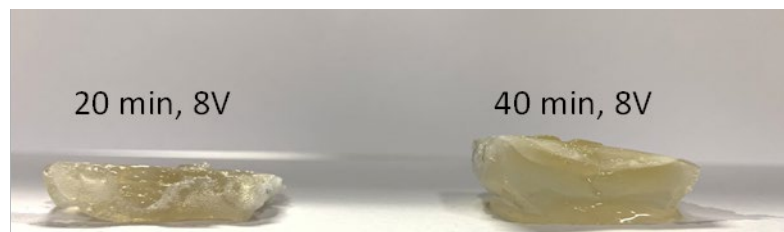


Figure 3. Appearance of electrogels formed at the pectin-calcium solution interface when the pectin concentration was 4%w/v

#### *Calcium ions removed from the electro-treated water*

Figure 4 illustrates the amount of calcium removed from water when 2 %w/v and 4 %w/v pectin solutions were employed. It was evident that the applied voltage had a significant impact on the process ( $p=0.017$ ). This effect was consistent with the explanation provided in the previous section, where an increase in voltage resulted in enhanced electric forces that accelerate calcium ions towards the pectin solution, facilitating the removal of calcium ions from water. However, the removal rate appeared to slow down when the processing time exceeded 20 minutes. For the samples treated at 12 V, the operation time was limited to 80 minutes, as it was observed that burn marks began to form on the electrode surface when the time exceeded 80 minutes.

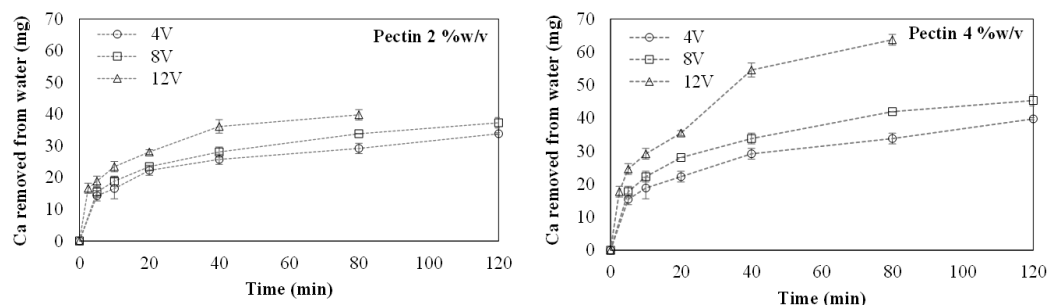


Figure 4. Calcium removal during electrogel formation process using 2% w/v and 4 %w/v pectin solutions and a 0.1 mol/L calcium chloride solution.

To elucidate why the removal rate decreased with prolonged processing times, it was essential to simultaneously consider both the driving force and any obstacles affecting the removal rate. As discussed earlier, the gel became larger and stiffer with the longer processing time. This indicated that the accumulated pectin molecules and calcium ions increased with processing time. In the electrogel process, the pectin solution in



proximity to the stainless wire mesh exhibited increased viscosity as a result of elevated calcium and pectin contents. Consequently, the formed gel became stiffer, potentially intensifying the drag force opposing calcium migration towards the cathode and slowing down the speed of calcium ions. This phenomenon could contribute to a reduction in the rate of calcium removal from water. The observed increase in viscosity and stiffening of the gel in the electrogel process, attributed to higher calcium content, aligns with our findings in the inaugural year of studying calcium's impact on toddy palm cake. In both instances, elevated calcium levels resulted in altered physical properties, with the gel becoming stiffer and toddy palm cake hardness showing significant elevations compared to samples with lower or no calcium content (Wichchukit et al., 2023). The removal rates exhibited an increase when the pectin concentration was raised to 4% w/v in comparison to the scenario with a 2% pectin concentration, irrespective of the applied voltage. As previously noted, the elevation in pectin concentration contributed to a reduction in the overall resistance of the pectin solution and an augmentation in the electric field across the calcium solution. This, in turn, heightened the driving force propelling calcium ions toward the cathode, resulting in an increased amount of calcium being removed.

### *Calcium content accumulated in the electro-gel*

Figure 5 depicts the calcium incorporation into the gel. The results indicated that the total calcium collected in the gel increased with an increase in either pectin concentration or voltage. As the voltage rises, calcium ions experience accelerated movement toward the cathode. Upon traversing the pectin solution, these ions form bonds with ionized carboxyl groups within the pectin chains. Elevating the pectin concentration enhances the density of pectin molecules in the solution, thereby augmenting the likelihood of calcium ions being captured and forming a gel with pectin molecules.

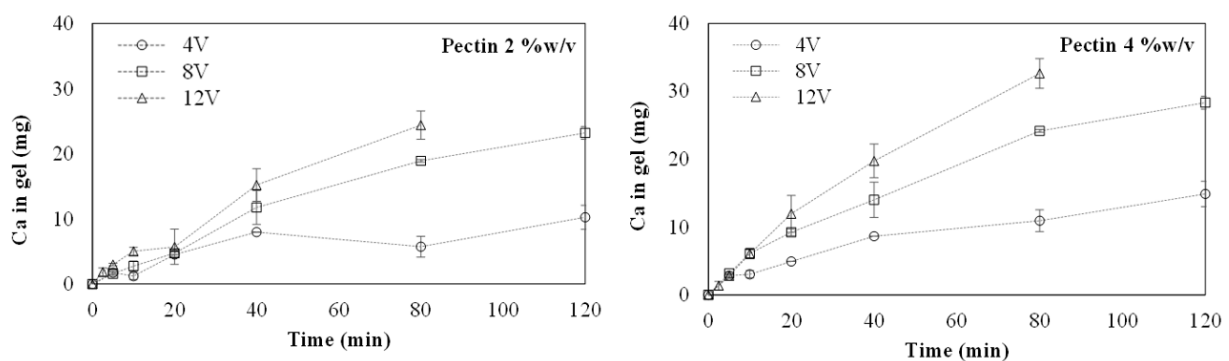


Figure 5. Calcium incorporation in electrogel from 2% or 4% pectin and 0.1 mol/L calcium chloride.

Figure 6 displays images of the electro-gel prepared using a 4% w/v pectin solution at 8V. The primary location where calcium was absorbed in the gel was at the boundary between the gel layer and the pectin solution. While the gel solidified throughout, it exhibited the most pronounced solidification at this boundary, preventing calcium ions from moving through and leading to continuous deposition. Over time, the area with absorbed calcium expanded.



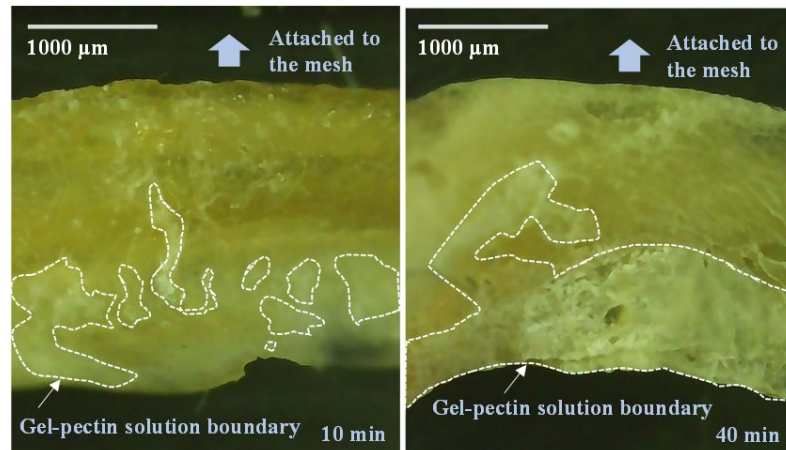


Figure 6. Light microscope images of freshly formed electrogel from 4% w/v pectin at 8V for 10 and 40 minutes, showing calcium concentration at the gel-solution boundary (dotted line marks absorbed calcium).

### Conclusion

This study investigated the potential of electrogel formation using LMP as a method to remove divalent cations from water, focusing on calcium as a model ion. The research systematically explored varying electric field strengths and pectin concentrations to understand the calcium removal capability of LMP gels under a mild direct electric field. The investigation unveiled that electrogel formation with LMP rapidly occurs within a few minutes, facilitating the removal of calcium ions from water through this mechanism. The study conclusively demonstrates that variations in voltage and pectin concentration significantly influence the rate at which calcium is removed from water. Specifically, increases in either voltage or pectin concentration result in a higher removal rate of calcium ions. Elemental analysis further validated the capture and deposition of calcium ions in the gel, particularly at the gel-pectin solution interface. This interface-driven gel growth, initiated at the interface and progressing towards the cathode, provided valuable insights into efficient metal ion capture. However, it was observed that as the gel stiffness increased, the removal rate of calcium ions tended to decrease. More research may be needed to determine the optimal gel properties for efficiently removing divalent cations. Additionally, investigating the influence of cell design on the removal efficiency of divalent cations would also be valuable in optimizing the electrogel process. Lastly, an outstanding advantage of the electrogel process was that it allowed for the use of pectin concentrations lower than those in the standard process while maintaining rapid gel formation. This implies cost savings, particularly in raw material costs. Overall, the findings underscore the effectiveness and potential of electrogel formation as a novel and eco-friendly approach for water treatment, highlighting its speed, safety, and eco-friendliness without the use of chemicals.

### Acknowledgement

This project was funded by the National Research Council of Thailand (NRCT) through the Research Team Promotion Grant/Senior Research Scholar (Grant No. N42A650552). The role of the sponsor was limited to providing funding and did not involve any influence on the study design, data collection, analysis, interpretation, writing of the report, or decision to submit the article for publication.

## References

- Al-Rashdi, B., Somerfield, C., Hilal, N. (2011). Heavy metals removal using adsorption and nanofiltration techniques. *Separation & Purification Reviews* 40(3), 209-259.
- Alsafran, M., Usman, K., Rizwan, M., Ahmed, T., Al Jabri, H. (2021). The carcinogenic and non-carcinogenic health risks of metal(oid)s bioaccumulation in leafy vegetables, A consumption advisory. *Frontiers in Environmental Science* 380.
- Chinnabutr, S., Thong-ngam, S., Thepmala, P., Kanjanapongkul, K. (2020). Agar Coating on Coconut Meat Surface Using Electrostatic Coating Technique (In Thai). *Journal of Food Technology, Siam University* 15(1), 53–63.
- Deshwal, N., Singh, M.B., Bahadur, I., Kaushik, N., Kaushik, N.K., Singh, P., Kumari, K. (2023). A review on recent advancements on removal of harmful metal/metal ions using graphene oxide, Experimental and theoretical approaches. *Science of The Total Environment* 858, 159672.
- Gargava, A., Ahn, S., Bentley, W.E., Raghavan, S.R. (2019). Rapid Electroformation of Biopolymer Gels in Prescribed Shapes and Patterns, A Simpler Alternative to 3-D Printing. *ACS Applied Materials & Interfaces* 11 (40), 37103-37111.
- Grant, G.T., Morris, E.R., Rees, D.A., Smith, P.J.C., Thom, D. (1973). Biological interactions between polysaccharides and divalent cations, the egg-box model. *FEBS Letters* 32(1), 195–198.
- Gupta, K., Joshi, P., Gusain, R., Khatri, O. P. (2021). Recent advances in adsorptive removal of heavy metal and metalloid ions by metal oxide-based nanomaterials. *Coordination Chemistry Reviews* 445, 214100.
- Han, W., Meng, Y., Hu, C., Dong, G., Qu, Y., Deng, H., Guo, Y. (2017). Mathematical model of Ca<sup>2+</sup> concentration, pH, pectin concentration and soluble solids (sucrose) on the gelation of low methoxyl pectin. *Food Hydrocolloids* 66, 37-48.
- Ntalianas, H.A. and Whitney, R.McL. (1963). Direct Complexometric Determination of the Calcium and Magnesium in Milk (Eriochromeblack T Method). *Journal of Dairy Science* 46(12), 1335-1341.
- Saleh, T. A., Mustaqeem, M., Khaled, M. (2022). Water treatment technologies in removing heavy metal ions from wastewater, A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management* 17, 100617.
- Senanu, L.D., Kranjac-Berisavljevic, G., Cobbina, S.J. (2023). The use of local materials to remove heavy metals for household-scale drinking water treatment, A review. *Environmental Technology & Innovation* 29, 103005.
- Wang, X., Teng, Y., Ji, C., Wu, H., Li, F. (2022). Critical target identification and human health risk ranking of metal ions based on mechanism-driven modeling. *Chemosphere* 301, 134724.
- Wichchukit, S., Fuengfoo, M., Thongkaew, C., Chantaratephimakul, S., Roichimplee, C., Choomchuboon, S., Kanjanapongkul, K. (2023). Application of low methoxyl pectin powder derived from palmyra palm pulp wash water to enhance toddy palm cake quality. *Agriculture and Natural Resources* 057 (6), 12.

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมเบิร์กแพลนต์เบสจากหัวปลี

### Product Development of Plant-based Hamburg Banana blossom

ณัฐนิชา ธรรมวงษ์ ปิยวัฒน์ กนกวรกาญจน์ ศักดิ์นรินทร์ เลือคำราม และ กฤษณันท์ มะลิทอง\*

Nutnicha Thammawong, Piyawat Kanokwarakarn, Saknarin Suekamram and Kritsanun Malithong\*

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsean, Kasetsart University, Kamphaengsean Campus,

Nakorn Pathom, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: kritsanun.m@ku.th

#### บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์แฮมเบิร์กแพลนต์เบสเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะปรากฏ รสชาติ และเนื้อสัมผัสคล้ายแฮมเบิร์กแพลนต์ที่ทำจากเนื้อสัตว์ โดยในท้องตลาดมีผลิตภัณฑ์แฮมเบิร์กแพลนต์เบสที่มีส่วนผสมหลักเป็นโปรตีนเกษตรและหมี่กึ่งขายอยู่ แต่ราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมเบิร์กแพลนต์เบสที่มีส่วนผสมของหัวปลีต้ม โดยการปรับอัตราส่วนวัตถุดิบระหว่างโปรตีนเกษตร หมี่กึ่ง และหัวปลีต้ม ในน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม ซึ่งการทดลองที่ 1 เป็นการปรับอัตราส่วนระหว่างโปรตีนเกษตรกับหมี่กึ่ง ขณะที่ปริมาณหัวปลีต้มคงที่ และการทดลองที่ 2 เป็นการนำสูตรที่เลือกจากการทดลองที่ 1 มาปรับอัตราส่วนหัวปลีต้มเพื่อหาปริมาณหัวปลีต้มที่เหมาะสม โดยทั้งสองการทดลองจะมีการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวิเคราะห์ Texture profile Analysis เทียบกับผลิตภัณฑ์แฮมเบิร์กแพลนต์เบสที่ได้รับความนิยมในท้องตลาด และผลิตภัณฑ์จากการทดลองที่ 2 จะนำมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดค่าแรงตัด การยอมรับของผู้บริโภค และต้นทุนการผลิตต่อชิ้นด้วย ผลการศึกษาพบว่า การทดลองที่ 1 ได้สูตรที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับแฮมเบิร์กแพลนต์เบสที่ได้รับความนิยม มีปริมาณโปรตีนเกษตรและหมี่กึ่งเท่ากับ 35 กรัม และ 25 กรัม และการทดลองที่ 2 พบว่า สูตรที่เหมาะสมที่สุดคือ สูตรที่ใส่หัวปลีต้ม 15 กรัม มีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับแฮมเบิร์กแพลนต์เบสในท้องตลาดและได้รับการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด โดยมีปริมาณโปรตีน 23% และต้นทุนการผลิตเฉพาะราคาวัตถุดิบเท่ากับ 12.3 บาท/ชิ้น

คำสำคัญ: แฮมเบิร์กแพลนต์เบส, เนื้อเทียมจากพืช, หมี่กึ่ง, โปรตีนเกษตร, หัวปลี

#### Abstract

Plant-based hamburgs are products designed to mimic the texture, flavor, and appearance of traditional meat hamburgers. Currently, the market features various plant-based hamburger options primarily made from textured soy protein and gluten (mee kung). However, the price of these plant-based hamburgs tends to be higher than that of meat hamburgs. The objective of this research was to develop plant-based hamburger products using boiled banana blossom. The approach involved adjusting the ratios of raw materials, specifically textured soy protein, mee kung, and boiled banana blossom, within a product weight of 100 grams. This adjustment aims to create a more cost-effective and appealing plant-based alternative. The first experiment focused on adjusting the ratio between textured soy protein and mee kung, while keeping the quantity of boiled banana blossoms constant. The second experiment utilized the formula selected from the first experiment and adjusted the ratio of boiled banana blossoms to determine the appropriate amount needed. In both experiments, texture characteristics were compared using Texture Profile Analysis against popular plant-based hamburger products available in the market. Subsequently, the plant-based hamburgers from the second experiment were analyzed to assess moisture content, free water content, color value, textural properties (measured by cutting force), consumer acceptability, and cost per unit. The results of the study indicated that the first experiment produced a formula with a texture similar to the popular plant-based hamburgs, with the amounts of protein from textured soy protein and mee kung being 35 grams and 25 grams, respectively. In the second experiment, the most suitable formula was identified as the recipe containing 15 grams of boiled banana blossom, which achieved a texture comparable to the plant-based hamburgers available in the market and garnered the highest consumer

acceptance. This optimal formula has a protein content of 23% by weight, while the production cost was 12.3 Baht per piece, based solely on raw material prices.

**Keyword:** Plant-based hamburg, Plant-based meat, Mee Kung, Textured soy prot

FE-O06

## ผลของสารเคลือบผิวชนิดใหม่จากกลบข้าวร่วมกับน้ำมันหอมระเหยต่อคุณภาพของมะม่วง Novel coating from rice husk incorporated with essential oil on quality of mango

พรพิมล เจียชะรัมย์<sup>1</sup>, เพชรงาม วงศ์สมบัติ<sup>1</sup>, จิตรวดี มีราศรี<sup>2</sup>, น้ำฝน สามสาลี<sup>3</sup> และ รังสิณี โสธรวิทย์<sup>1\*</sup>  
Pornpimon Jiacharam<sup>1</sup>, Pechngam Wongsombat<sup>1</sup>, Jitrawadee Meerasri<sup>2</sup>, Namfon Samsalee<sup>3</sup>  
and Rungsinee Sothornvit<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

<sup>2</sup>ศูนย์เครื่องมือวิจัยเพื่อความเป็นเลิศ งานเครื่องมือกลาง กองบริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยมหิดล

<sup>3</sup>สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsean, Kasetsart University, Kamphaengsean Campus, Nakhon Pathom 73140, THAILAND

<sup>2</sup> Mahidol University Frontier Research Facility, Mahidol University, Salaya, Nakhon Pathom 73170, THAILAND

<sup>3</sup>Department of Applied Biology, Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima 30000, THAILAND

### บทคัดย่อ

กลบข้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการสีข้าวซึ่งสามารถนำมาสกัดเป็นเส้นใยเซลลูโลส และสังเคราะห์เป็นนาโนเซลลูโลส เพื่อนำมาใช้ร่วมกับสารละลายไคโตซาน และน้ำมันหอมระเหย ในรูปของสารเคลือบผิวชนิดใหม่แบบแอคทีฟ ในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยในสารเคลือบผิวต่อคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C โดยมีสารเคลือบผิวจากสารละลายไคโตซานร่วมกับนาโนเซลลูโลสจากกลบข้าว และสารเคลือบผิวร่วมกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้เทียบกับการไม่ได้เคลือบผิว จากผลการทดลองพบว่ามะม่วงที่ไม่ได้เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนัก และมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและทางเคมีมากที่สุด สำหรับมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยสารละลายไคโตซานร่วมด้วยนาโนเซลลูโลสช่วยชะลอการสูญเสีย น้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่า pH ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกรวม และเมื่อเติมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้สามารถชะลอลักษณะปรากฏจากการเน่าเสีย แต่ไม่พบความแตกต่างทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของมะม่วงเมื่อเทียบกับสารเคลือบผิวที่ไม่ได้เติมน้ำมันหอมระเหย แสดงให้เห็นว่าสารเคลือบจากกลบข้าวร่วมกับน้ำมันหอมระเหยช่วยชะลอการเน่าเสียของมะม่วงเมื่อเทียบกับมะม่วงที่ไม่ได้เคลือบผิวอย่างน้อย 9 วัน ดังนั้นกลบข้าวสามารถนำมาพัฒนาเป็นสารเคลือบผิวผัก ผลไม้ จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้ง และลดการสูญเสียผลผลิตทางการเกษตร จึงเป็นการพัฒนางานวิจัยที่ตอบสนองเป้าหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

**คำสำคัญ:** กลบข้าว, สารเคลือบผิว, พอลิเมอร์ชีวภาพ, มะม่วง, น้ำมันหอมระเหย

### Abstract

Rice husk, a byproduct of rice milling, can be extracted into cellulose fibers and synthesized into nanocellulose for use in combination with chitosan solution and essential oil as an innovative active coating material. This study investigated the effects of essential oil incorporated into coating solutions on the quality of Nam Dok Mai Sithong mangoes during storage at 25 °C. The coating treatments included coatings made of chitosan solution combined with nanocellulose extracted from rice husk and coatings with added lemongrass essential oil, compared to uncoated. It was found that uncoated mangoes showed the highest weight loss and the most significant physical and chemical changes. Mangoes coated with chitosan-nanocellulose solutions reduced weight loss and slower changes in total soluble solids, pH, antioxidant activity, and total phenolic content. The addition of lemongrass essential oil to the coating delayed visual spoilage appearance; however, it did not significantly impact the chemical properties or antioxidant activity compared to the coating without essential oil. The findings suggest that coatings derived from rice husk incorporated with essential oil significantly delayed mango spoilage compared to uncoated mangoes, extending their shelf life at least 9 days. This study highlights the potential of utilizing rice husk to develop fruit and vegetable coatings, adding value to agricultural

waste and reducing post-harvest losses. Such advancements align with sustainable development goals and can benefit stakeholders and relevant industries.

**Keyword:** rice husk, coating, biopolymer, mango, essential oils

FE-O07

## การวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการเพื่อออกแบบสายการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปใหม่ Process Analysis and Improvements for Designing a New Instant Noodle Production Line

นฤมล ณ พัทลุง และ สมัคร รักแม่ \*

Naruemon Na-pattalung and Samak Rakmae \*

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Department of Food Engineering, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: samak.ra@kmitl.ac.th

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยของ บริษัท วนไทยอุตสาหกรรมอาหาร จำกัด เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงและใช้ออกแบบสายการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปใหม่ที่ทาง บริษัทมีแผนที่จะสร้างในอนาคตเพื่อป้องกันปัญหาและลดความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การดำเนินงานเริ่มจากการเก็บข้อมูล กระบวนการผลิตปัจจุบัน ในสายการผลิตที่ 11 และ 14 มีกำลังการผลิต 360 และ 330 ถ้วย/นาที ตามลำดับ พร้อมทั้งวิเคราะห์ สาเหตุของการสูญเสีย ความล่าช้าหรือหยุดรอในการผลิต พร้อมเสนอแนวทางแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่าปัญหาหลักที่ก่อปัญหาบะหมี่ เกิดการแตกหักเป็นเศษชิ้นขนาดเล็กในหลายจุด สาเหตุเกิดจากกลไกเครื่องจักรและระบบลำเลียงก่อนบะหมี่สร้างแรงกระแทกที่รุนแรงเกินไป การแก้ปัญหาดังกล่าวต้องทำการปรับกลไกและออกแบบชุดอุปกรณ์ให้เหมาะสม ติดตั้งแผ่นซับแรงกระแทกหรือกลไก ที่ช่วยลดแรงกระแทกในบริเวณที่ก่อนบะหมี่ออกจากเครื่องจักรหรือบริเวณที่ก่อนบะหมี่เปลี่ยนทิศทาง นอกจากนี้ยังพบว่าในขั้นตอน บรรจุเครื่องปรุงมีการสูญเสียโอกาสในการผลิตสูงถึง 3.87 ล้านบาท/เดือน มีการบรรจุซ้ำ (repack) สูงถึง 1.8 หมื่นถ้วย/วัน ใน ขั้นตอนหุ้มฟิล์มห่อเพื่อแพค 6 ชิ้น ส่วนใหญ่เกิดจากการออกแบบ ตั้งค่าหรือดูแลรักษาเครื่องจักรไม่เหมาะสม ผลการศึกษาที่ได้จะใช้ออกแบบและแก้ไขปัญหาสำหรับสายการผลิตใหม่ต่อไป

คำสำคัญ: บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป, การปรับปรุงกระบวนการผลิต, การสูญเสียในการผลิต

### Abstract

This study analyzes and proposes solutions to problems in the cup-type instant noodle production process of Wan Thai Foods Industry Co., Ltd. The findings will be used to improve and guide the design of a new instant noodle production line that the company plans to develop in the future, aiming to prevent problems and reduce future losses. Data were first collected from the current production lines, Line 11 and Line 14, which operate at rates of 360 cups/minute and 330 cups/minute respectively. The data were then examined to identify causes of production losses, delays, and downtime, followed by recommendations for problem-solving. The results show that the main issue is that the noodle blocks frequently break into small fragments at various stages of the process. The cause is the strong impact forces generated by the machine mechanisms and the noodle block conveying system. To resolve this, the machine mechanisms and equipment must be adjusted or redesigned to deliver appropriate force levels. In addition, shock-absorbing plates or mechanisms should be installed at points where noodle blocks leave the machinery or change direction. It was also found that the seasoning-filling stage suffers from a production-opportunity loss of up to 3.87 million baht per month. Moreover, the repacking process in the shrink-film wrapping stage, where six cups are bundled together, can reach as high as 18,000 cups per day. The main reasons are inappropriate machine design, setting or maintenance. The results will be utilized in designing and resolving issues for the new production line.

**Keyword:** instant noodles, process improvement, production losses.



FE-O08

## การใช้คลื่นความถี่สูงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำส้มสายชูจากหัวแก่่งตะวัน Application of Ultrasound to Enhance the Efficiency of Vinegar Production from Jerusalem Artichoke

ชุติกานต์ อ่อนสีดา<sup>1</sup> อิศริยา สมมุติรัมย์<sup>1</sup> ปุญญिता พันโศกา<sup>1</sup> พิชยาภรณ์ โอธรรมย์<sup>1</sup> อธิราพร จุลยุเสน<sup>1\*</sup>  
พยุ้งศักดิ์ จุลยุเสน<sup>1</sup> และ เจนวนิทย์ วรณพีระ<sup>1</sup>

Chutikan Aonseed<sup>1</sup>, Itsariya Sommuttiram<sup>1</sup>, Punyisa Panpoka<sup>1</sup>, Phichayaphon Odram<sup>1</sup>,  
Tiraporn Junyusen<sup>1\*</sup>, Payungsak Junyusen<sup>1</sup> and Janewit Wannapeera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา

<sup>1</sup>School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: tirapo@sut.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงต่อกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากหัวแก่่งตะวัน และออกแบบถังหมักน้ำส้มสายชูขนาด 50 ลิตรโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS ในการทดลองนี้ ไวน์หัวแก่่งตะวันที่ใช้สำหรับหมัก น้ำส้มสายชูมีปริมาณแอลกอฮอล์ 6.68%, pH 3.73, สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) 0.137 mg GA/mL และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH 0.174 mg TE/mL การทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ การใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (VU) และการไม่ใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (VN) ก่อนเติมเชื้อ Acetobacter pasteurianus TISTR 102 และหมักเป็นเวลา 4 วัน โดยวิเคราะห์ ปริมาณกรดน้ำส้ม, ค่า pH, TPC และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ผลการทดลองแสดงว่า หลังจากหมักน้ำส้มสายชู เป็นเวลา 4 วัน น้ำส้มสายชูหมัก VU มีปริมาณกรดน้ำส้ม 1.50% ซึ่งสูงกว่าน้ำส้มสายชูหมัก VN ที่มีค่า 1.26% อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) นอกจากนี้ ค่า pH ของ VU มีค่า 3.39 ซึ่งต่ำกว่า VN ที่มีค่า 3.42 อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) อย่างไรก็ตาม TPC และ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ลดลงทั้งสองตัวอย่างตลอดระยะเวลาการหมัก โดยในน้ำส้มสายชูหมัก VU มีค่า TPC เท่ากับ 0.122 mg GA/mL และ DPPH เท่ากับ 0.096 mg TE/mL ซึ่งใกล้เคียงกับ VN ที่มีค่า TPC เท่ากับ 0.121 mg GA/mL และ DPPH เท่ากับ 0.093 mg TE/mL การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การใช้คลื่นเสียงความถี่สูงก่อนการหมักน้ำส้มสายชูสามารถเพิ่ม ปริมาณกรดน้ำส้มและลดค่า pH ของน้ำส้มสายชูหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: น้ำส้มสายชูหมัก, หัวแก่่งตะวัน, คลื่นเสียงความถี่สูง, สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

### Abstract

This study investigates the effects of ultrasound treatment on vinegar production from Jerusalem artichoke tuber and designs a 50-liter fermentation tank using SOLIDWORKS software. The Jerusalem artichoke wine used for fermentation had an alcohol content of 6.68%, a pH of 3.73, total phenolic compounds (TPC) of 0.137 mg GA/mL, and antioxidant activity (DPPH) of 0.174 mg TE/mL. The experiment consisted of two groups: one treated with ultrasound (VU) and the other without ultrasound (VN) prior to the inoculation with Acetobacter pasteurianus TISTR 102. The fermentation was conducted over four days, and the vinegar was analyzed for acetic acid content, pH, TPC, and DPPH antioxidant activity. The results showed that after four days of fermentation, the vinegar treated with ultrasound (VU) had a significantly higher acetic acid content (1.50%) than the untreated vinegar (VN), which had 1.26% ( $p < 0.05$ ). Additionally, the pH of the vinegar treated with ultrasound was significantly lower (3.39) compared to the untreated vinegar (3.42) ( $p < 0.05$ ). However, both TPC and DPPH antioxidant activity decreased under both conditions over the fermentation period. The TPC and DPPH values for the ultrasound-treated vinegar were 0.122 mg GA/mL and 0.096 mg TE/mL, respectively, which were comparable to the untreated vinegar, with values of 0.121 mg GA/mL and 0.093 mg TE/mL, respectively. This study demonstrates that the application of ultrasound before vinegar fermentation can effectively enhance acetic acid production and reduce the pH of vinegar fermented from Jerusalem artichoke tuber.

**Keyword:** Fermented vinegar, Jerusalem artichoke tuber, ultrasound, total phenolic compounds



FE-O09

## การพัฒนาอุปกรณ์ต้นทุนต่ำสำหรับศึกษาภาพถ่ายความร้อนของพื้นผิวอาหารในเตาไมโครเวฟ Development of a low-cost device for studying thermal images of food surfaces in a microwave oven.

ภคพล จันคำ<sup>1</sup> ภูฟ้า โรจน์ประชานาถ<sup>1</sup> วงศ์ผกา วงศ์รัตน์<sup>1\*</sup> และ พิเชษฐ์ สืบสายพรหม<sup>2</sup>  
Phakapol Jankam<sup>1</sup>, Pufa Rojprachanart<sup>1</sup>, Wongphaka Wongrat<sup>1\*</sup> and Pichet Suebsaiprom<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

<sup>2</sup>ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsean, Kasetsart University, Kamphaengsean Campus, Nakorn Pathom, THAILAND

<sup>2</sup>Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsean, Kasetsart University, Kamphaengsean Campus, Nakorn Pathom, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: fengkwk@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

ปัญหาการให้ความร้อนอาหารด้วยเตาไมโครเวฟที่ใช้ระดับครัวเรือนทั่วไปคือ การเกิดความร้อนไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นอาหาร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาอุปกรณ์ต้นทุนต่ำสำหรับศึกษาการเกิดความร้อนของพื้นผิวอาหารในเตาไมโครเวฟด้วยภาพถ่ายความร้อน อุปกรณ์ประกอบด้วย เซ็นเซอร์อินฟราเรดรุ่น MLX90640 และบอร์ด Raspberry Pi 5 จำนวน 2 ชุด นำมาพัฒนาและติดตั้งที่เตาไมโครเวฟจำนวน 2 จุดคือ จุดถ่ายภาพความร้อนพื้นผิวอาหารด้านบนและจุดถ่ายภาพความร้อนพื้นผิวอาหารด้านล่างตรงข้ามชุดควบคุมของเตาไมโครเวฟ ผลการทดลองถ่ายภาพความร้อนกลุ่มตัวอย่างอาหารในระหว่างที่ให้ความร้อนในเตาไมโครเวฟ ได้แก่ หมูยอ นม น้ำสลัด ข้าวไก่กระเทียม และแกงส้มชะอมกุ้งพร้อมรับประทาน พบลักษณะการเกิดความร้อนที่พื้นผิวอาหารด้านบนและด้านล่างสองลักษณะคือ ความร้อนเกิดสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ผิวอาหาร และความร้อนเกิดไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ผิวอาหาร โดยปัจจัยเรื่อง ปริมาณอาหาร ส่วนประกอบของอาหาร และเฟสของอาหาร ส่งผลต่อลักษณะการเกิดความร้อนของอาหารในเตาไมโครเวฟ ซึ่งสามารถใช้อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นในการศึกษาแนวทางการพัฒนาการให้ความร้อนอาหารด้วยเตาไมโครเวฟต่อไป

คำสำคัญ: อุปกรณ์ต้นทุนต่ำ, ภาพถ่ายความร้อน, พื้นผิวอาหาร, เตาไมโครเวฟ

### Abstract

A problem with heating food using a household microwave oven is the occurrence of non-uniform heating within the food. Therefore, this research aims to develop a low-cost device for studying the heat generation patterns on the surface of food in a microwave oven using thermal imaging. The device consists of two sets of MLX90640 infrared sensors and Raspberry Pi 5 boards, which were developed and installed at two locations on the microwave oven: one for capturing thermal images of the food surface from the top view, and the other for capturing thermal images of the food surface from the side view, opposite the microwave control unit. The experimental results, which captured thermal images of various food samples during heating in the microwave, including Vietnamese sausage, milk, salad dressing, ready-to-eat garlic chicken rice and shrimp sour soup with acacia omelet, revealed two patterns of heat generation on the food surface from the top and side views: one where the heat was evenly generated across the entire surface of the food, and another where the heat was unevenly generated across the entire surface of the food. Factors such as the quantity, composition and phase of the food affect the heat generation characteristics of food in a microwave oven. The developed device can be used to study methods for improving food heating in a microwave oven in the future.

**Keyword:** low-cost device, thermal image, food surface, microwave oven

FE-O10

## การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ สำหรับการควบคุมระดับน้ำการละลายปลาทูน่าแช่แข็ง เพื่อลดพื้นที่เปียก

### Design and development of equipment for water level control in frozen tuna thawing to reduce wet surface area

รุ่งรวี มีตัวตน<sup>1</sup> อภิสิทธิ์ พรหมนัต<sup>1</sup> นพวิชัย สมผิว<sup>1</sup> และ กาญจนา นาคประสม<sup>2</sup>

Rungrawi Meetuaton<sup>1</sup>, Apisit Promnut<sup>1</sup>, Noppawit Somphio<sup>1</sup> and Kanjana Narkprasom<sup>2</sup>

<sup>1</sup>หลักสูตรวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

<sup>1</sup>Food Engineering Program, Faculty of Engineering and Agro-Industry Maejo University, Chiang mai, Thailand

ผู้รับผิดชอบบทความ aoikanjana63@gmail.com

#### บทคัดย่อ

กระบวนการละลายปลาทูน่าแช่แข็งด้วยระบบน้ำและไฟฟ้าแรงดันสูง High voltage electric field (HVEF) พบปัญหาที่เกิดจากการใช้น้ำมากเกินไปในพื้นที่ทำงาน ส่งผลให้พื้นเปียกและทำให้เกิดการกัดกร่อนวัสดุภายในพื้นที่การผลิต รวมถึงความปลอดภัยในการทำงาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์สำหรับควบคุมระดับน้ำภายในถังละลาย (HVEF) โดยใช้ท่อป้องกันปรากฏการณ์กัลกน้ำต่อเนื่อง (discontinuous siphon pipe) ในการเติมและระบายน้ำ หลังจากนั้นเปรียบเทียบร้อยละพื้นที่เปียกก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์นี้ จากผลการทดลอง พบว่า ร้อยละของพื้นเปียกลดลงร้อยละ 82 แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์นี้ตอบสนองต่อการรักษาระดับน้ำได้ดีและมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การแก้ไขปัญหพื้นเปียกจึงมีความสำคัญต่อความปลอดภัยในการทำงาน ช่วยลดเวลาคนงานในการทำทำความสะอาดพื้นที่เปียก และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตได้

**คำสำคัญ:** การละลายด้วยระบบน้ำและไฟฟ้าแรงดันสูง, ท่อกัลกน้ำ, การลดพื้นที่เปียก, การลดการใช้น้ำ

#### Abstract

The process of thawing frozen tuna using a High Voltage Electric Field (HVEF) system encounter challenges due to excessive water usage in the workspace. This leads to wet floors, resulting in material corrosion within the production area and compromising workplace safety. This research aims to design and develop equipment to control water levels in the HVEF thawing tank using a discontinuous siphon pipe for water filling and drainage. The percentage of wet surface areas before and after installing the equipment was compared. Experimental results showed that the percentage of wet floors was reduced by 82%, demonstrating the effectiveness of the equipment in maintaining water levels efficiently. Therefore, addressing wet floor issues is crucial for ensuring workplace safety, reducing workers' cleaning time, and extending the lifespan of production equipment.

**Keywords:** water and high voltage electric field thawing system, siphon pipe, wet area reduction, and water usage minimization

FE-O11

## การประยุกต์ใช้เครื่องเทราเฮิร์ตซสเปกโทรสโกปีในการตรวจหาไบโอฟิล์มบนพื้นผิวของผักเคล Application of Terahertz Spectroscopy for Detecting Biofilm on the Surface of Kale

ลักษรดา อำนวนโยชน์ , พงษ์บัณฑิต ประสานพันธ์ , ณรงค์วัฒน์ มูลศรีแก้ว , วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน , ครุฑ วาทกิจ  
และ จริญญาศักดิ์ สมพงษ์

Laphatrada Amnuaiphot, Phongbundit Phrasanpan, Narongwat Moonnsrikaew,  
Weerasak Lertsiriyothin, Kata Wathakit and Jaroonsak Sompong

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร , สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา  
School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon  
Ratchasima, THAILAND

Corresponding Author E-mail: lsrytw@g.sut.ac.th

### บทคัดย่อ

ไบโอฟิล์มเป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่เติบโตบนพื้นผิวต่างๆ โดยจะยึดเกาะกับพื้นผิวและเริ่มแบ่งตัวเป็นจำนวนมากและสร้างสารเมือกเพื่อช่วยกักเก็บน้ำ สารอาหาร และป้องกันตัวจากแสงแดด สารปฏิชีวนะ อันตรายต่างๆ จึงยากต่อการกำจัด ทั้งยังเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคต่างๆ เนื่องจากการตรวจหาไบโอฟิล์มยากต่อการสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าหากมีจำนวนน้อยและใช้เวลานานในการแยกประเภทเชื้อแบคทีเรีย จึงได้นำการถ่ายภาพด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ชนิดเทราเฮิร์ตซ มาประยุกต์ใช้ในการตรวจหาไบโอฟิล์ม โดยใช้ช่วงความถี่ประมาณ 0.1 – 2.5 เทราเฮิร์ตซ ในโหมดการส่งผ่าน ซึ่งคลื่นเทราเฮิร์ตซมีข้อดีในการตรวจจับวัสดุและโครงสร้างชีวภาพที่มีความละเอียดสูง และสามารถแทรกผ่านวัสดุได้โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ โดยใช้เชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* DMST8840 และ *P. aeruginosa* TISTR2370 ความเข้มข้นเริ่มต้น 106 CFU/ml โดยประมาณ เพาะเลี้ยงบนใบผักเคลใบหยิก จากนั้นวิเคราะห์ความสามารถในการจำแนกการเกิดไบโอฟิล์มด้วยเทคนิคเทราเฮิร์ตซ จากผลการทดสอบพบว่า เทคนิคเทราเฮิร์ตซสามารถจำแนกความแตกต่างของพื้นที่ผักบริเวณที่เกิดไบโอฟิล์มได้ที่สเปกตรัมความถี่ 1.5-2.5 THz จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก(Principle component analysis, PCA) โดยกลุ่มข้อมูลทั้งหมด 20 ซ้ำ ต่อตัวอย่างแต่ละชนิด ได้แก่ ผักเคล, ผักเคลที่มีไบโอฟิล์มจากเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* DMST8840 และ *P. aeruginosa* TISTR2370 พบว่าสามารถจำแนกความแตกต่างของพื้นที่ผักเคลที่พบและไม่พบเชื้อไบโอฟิล์มได้ โดยมีความแม่นยำมากกว่า 80% และสามารถจำแนกความแตกต่างของไบโอฟิล์มระหว่างเชื้อทั้งสองชนิดที่เกิดบนผักเคลได้ด้วยความแม่นยำ 62%

คำสำคัญ: ผักเคล, สเปกโทรสโกปีเทราเฮิร์ตซ, คำนวณใบหยิก, ไบโอฟิล์ม

### Abstract

Biofilm is a group of microorganisms that grow on various surfaces by adhering to them, rapidly dividing, and secreting extracellular substances that help retain water, nutrients, and protect against sunlight, antibiotics, and other harmful factors, making biofilms challenging to eliminate. Additionally, biofilms serve as a reservoir for pathogens, posing significant health risks. Detecting biofilms with the naked eye is difficult, particularly when present in small quantities, and identifying bacterial species often requires considerable time. This study applied terahertz electromagnetic wave imaging in the transmission mode, utilizing a frequency range of approximately 0.1–2.5 terahertz, to detect biofilms. Terahertz waves are advantageous for detecting materials and biological structures with high resolution and can penetrate materials without causing biological changes. Two bacterial species, *Staphylococcus aureus* DMST8840 and *Pseudomonas aeruginosa* TISTR2370, with an initial concentration of approximately 106 CFU/ml, were cultured on curly kale leaves to analyze biofilm formation. The results demonstrated that terahertz spectroscopy effectively distinguished areas of kale with biofilm formation at a frequency range of 1.5–2.5 THz. Statistical analysis using Principal Component Analysis (PCA) on a dataset of 20 replicates per sample type (kale leaves, kale with biofilm from *S. aureus* DMST8840, and kale with biofilm from

*P. aeruginosa* TISTR2370) demonstrated an accuracy of over 80% in identifying areas of kale with and without biofilm. Furthermore, biofilms from the two bacterial species could be differentiated with an accuracy of 62%.

**Keywords:** Kale, Terahertz spectroscopy, Curly kale, Biofilm

## การออกแบบห้องแปรรูปเครื่องในแดงสุกร Design of a Processing Room for Red Pork Offal

ชญาดา ปุราถานัง และ สมักร รักแม่ \*

Chayada Purathanang and Samak Rakmae \*

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Department of Food Engineering, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: samak.ra@kmitl.ac.th

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบห้องแปรรูปเครื่องในแดงสำหรับโรงงานแปรรูปสุกร ที่มีการแปรรูปสุกร 500 ตัวต่อวันหรือ 80 ตัวต่อชั่วโมง น้ำหนักสุกรเฉลี่ยประมาณ 105 กิโลกรัม/ตัว มีเครื่องในแดงอยู่ร้อยละ 3.47 เพื่อทำการแยกชิ้นส่วน ตับ ขั้วตับ หัวใจ ปอด ม้ามและไต ตามต้องการ และทำการแช่ในน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำบรรจุและปิดผนึก การคัดแยกใช้จำนวนชิ้นและน้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการคัดแยกตามแต่ชนิด เวลาในการแปรรูป การแช่เย็นและการบรรจุมีความแตกต่างกันตามชนิดและขนาดสินค้า ข้อมูลในการออกแบบได้จากการเก็บข้อมูลในสายการผลิตปัจจุบัน และข้อมูลอ้างอิงตามมาตรฐานต่าง ๆ ออกแบบห้องแปรรูปตามหลักการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมภายในห้อง จัดทำแผนผังสำหรับการกำหนดพื้นที่ใช้งาน คำนวณขนาดอุปกรณ์และจำนวนผู้ปฏิบัติงานที่จำเป็นต่อการใช้งาน พื้นที่ของห้องเครื่องในแดงถูกออกแบบมีขนาด 56 ตารางเมตร หลังจากออกแบบแผนผังได้มีการจำลองห้องในรูปแบบ 3 มิติด้วยโปรแกรม SketchUp 2024 พร้อมทั้งจำลองและวิเคราะห์การทำงานในห้องด้วยโปรแกรม Flexsim 2024

คำสำคัญ: การออกแบบ, แปรรูปสุกร, เครื่องในแดง

### Abstract

This project aims to propose a design for a red offal processing room in a pork processing plant that processes 500 pigs per day or 80 pigs per hour. Each pig weighs approximately 105 kilograms, with 3.47% of the weight consisting of red offal. The process involves separating liver, gall bladder, heart, lungs, spleen, and kidneys as required. These parts are then chilled in cold water to reduce their temperature to below 7°C before packaging and sealing. Sorting is based on the number of pieces and weight, depending on the type of product. The processing times of sorting chilling and packaging vary depending on the product's type and size. The design was developed using data collected from the current production line and referenced standards. The room layout was planned using Systematic Layout Planning (SLP) principles to analyze activity relationships within the room and define functional areas. Equipment sizes and the required number of operators were calculated to ensure optimal use of space. The red offal processing room was designed with an area of 56 square meters. After the layout design was completed, a 3D model was created using SketchUp 2024, and the workflow and operations were simulated and analyzed using Flexsim 2024

**Keyword:** design, pork processing, red offal

FE-O13

## การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตซุปร่วมบริโภคสำเร็จรูป Development of the Recipe and Production Process for Ready-to-Eat Crab Soup for Commercialization

ชมเพลิน เลิศโสภาเจริญ<sup>1</sup> ปาลิน ชูใจ<sup>1</sup> ลภัสวรรณ ชาวโพรงปาง<sup>1</sup> และ สมัคร รักแม่<sup>1\*</sup>

Chomploen Lertsopacharoen<sup>1</sup>, Palin Choojai<sup>1</sup>, Lapatsawan Chawpongpan<sup>1</sup> and Samak Rakmae<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: samak.ra@kmitl.ac.th

### บทคัดย่อ

การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตซุปร่วมบริโภค เป็นการต่อยอดเมนูขึ้นชื่อของร้านหงษ์ฟ้าภัตตาคารเพื่อขยายการผลิตสู่เชิงพาณิชย์ โดยผลิตภัณฑ์ถูกบรรจุในถุงขนาด 300 กรัมและผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อแบบสเปรย์น้ำ (water spray retort) การทดลองมุ่งเน้นการปรับสูตรซूपเพื่อพัฒนาความแตกต่างด้านรสชาติ สี ลักษณะปรากฏ และคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรในการทดลอง ได้แก่ ผักบุ้ง กระดุกหมู น้ำ เครื่องเทศ การปรุงก่อนบรรจุ และปริมาณเครื่องเทศต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบคุณภาพหลังการฆ่าเชื้อ การวัดผลประกอบด้วยค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix) ปริมาณเกลือ และการวิเคราะห์สีตามมาตรฐาน CIE Lab เพื่อประเมินความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ตัวแปรที่ควบคุม ได้แก่ ระยะเวลาต้มน้ำซूप ระยะเวลาต้มเครื่องเทศ ปริมาณบรรจุ อุณหภูมิและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าสูตรที่ 12 ให้ลักษณะภายนอกที่ดีที่สุด โดยใช้น้ำซूपจากกระดุกหมู แยกเนื้อปูและเครื่องเทศออกก่อนบรรจุ เพื่อให้ได้น้ำซूपที่ใส สีสม่ำเสมอ และรสชาติยอมรับได้และผ่านเกณฑ์การตัดสินใจของผู้ประกอบการสำหรับการผลิตสู่เชิงพาณิชย์ต่อไป

**คำสำคัญ:** การพัฒนาสูตร, ซุป, เชิงพาณิชย์

### Abstract

The development of the recipe and production process for ready-to-eat crab soup is based on the signature dish of Hong Fa Restaurant, aiming to expand production for commercialization. The product is packaged in 300-gram pouches and sterilized using a water spray retort. The experiment focused on optimizing the soup recipe to enhance taste, color, appearance, and overall quality. Variables included morning glory, pork bones, water, spices, pre-packing preparation, and spice quantities to evaluate quality changes post-sterilization. Measurements included pH, soluble solids (Brix), salt content, and color analysis using the CIE Lab standard to evaluate product stability. Controlled factors included soup boiling time, spices and herbs boiling time, filling volume, and sterilization time and temperature. Results indicated that recipe 12 demonstrated the most desirable characteristics. This recipe utilized pork bone broth, with crab meat and spices separated prior to packing, resulting in a clear soup with consistent color and an acceptable taste that met the decision criteria of the restaurant business owner for further commercialization.

**Keyword:** Recipe development, crab soup, commercialization

FE-O14

## ความเป็นไปได้ของการคัดแยกเนื้ोन้อยหน้าพันธุ์เพชรปากช่องด้วยเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและแรงดึง The Feasibility of Sorting “Phet Pak Chong” Custard Apple Pulp with Centrifugal Force and Tensile Force.

บุศราภรณ์ ดีสวน<sup>1</sup> ธนพร นอกพุตชา<sup>1</sup> วีรกุล มีกลางแสน<sup>1,\*</sup> เพลงพิณ เพียรภูมิพงศ์<sup>1</sup> จันทนา สันทัดพร้อม<sup>1</sup>  
ปิยะมาศ จานนอก<sup>1</sup> นัยวัฒน์ สุขทั้ง<sup>1</sup> และ นาฏชนก ปรางปรู<sup>1</sup>

Bussaraphon Deesuan<sup>1</sup> Thanaporn Nokputsa<sup>1</sup> Weerakul Meeklangsaen<sup>1,\*</sup>

Plengpin Pianpumepong<sup>1</sup> Jantana Suntudprom<sup>1</sup> Piyamart Jannok<sup>1</sup> Naiyawat Sukthang<sup>1</sup> and  
Nartchanok Prangpru<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิศวกรรมนวัตกรรมอาหารและหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

<sup>1</sup>Department of Food and Postharvest Innovations Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, NakhonRatchasima Campus, NakhonRatchasima THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: weerakul.me@rmuti.ac.th

### บทคัดย่อ

ความเป็นไปได้ของการคัดแยกเนื้ोन้อยหน้าเพชรปากช่อง เป็นการประยุกต์ใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางคัดแยกวัสดุ ด้วยสมบัติทางกายภาพที่ต่างกันจากถังเหวี่ยงทรงกระบอกแนวนอน และการประยุกต์ใช้แรงกดและแรงเสียดทานที่ผิวลูกกลิ้งคู่จับ และดึงเนื้ोन้อยหน้าออกจากเมล็ด โดยนำเครื่องฉีกหมักเส้น ลูกกลิ้งผิวเซาะร่องตามยาวลึก 0.5 mm เครื่องรีดใบตอง ลูกกลิ้งผิวเรียบ และเครื่องฉีกหมูเส้นแบบมือหมุน ลูกกลิ้งผิวพิมพ์ วิธีการเริ่มด้วยนำเนื้ोन้อยหน้าระยะสุกงอม มาลอกเปลือก ดึงแกนกลางออก บีบเนื้ोन้อยหน้าให้แตกตัวแล้วนำเข้าเครื่องทดลอง 200 กรัมต่อรอบ ผลจากการทดลองด้วยแรงเหวี่ยงสามารถแยกเมล็ดออกจากเนื้ोन้อยหน้า ด้วยลักษณะทางกายภาพของเนื้ोन้อยหน้าเพชรปากช่องระยะสุกงอมเนื้อเหนียวยึดเกาะกันไม่ยึดติดกับเมล็ด ส่วนการประยุกต์ใช้แรงดึงจากลูกกลิ้งคู่ สำหรับลูกกลิ้งผิวเซาะร่องตามยาวและผิวพิมพ์ลาย เนื้อและเมล็ดถูกลูกกลิ้งดึงเข้าช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งพร้อมกัน เมล็ดถูกบดแตกรวมกับเนื้อผ่านลงด้านล่าง เนื้อและเมล็ดแตกแยกตัวออกจากกัน ด้านลูกกลิ้งผิวเรียบ แรงกดและแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างเนื้ोन้อยหน้ากับผิวลูกกลิ้งมีไม่เพียงพอที่จะดึงเนื้ोन้อยหน้าให้แยกออกจากเมล็ดเนื้ोन้อยหน้าแล้วตกลงด้านล่าง

**คำสำคัญ:** การคัดแยก, น้อยหน้าเพชรปากช่อง, แรงเหวี่ยงคัดแยก, แรงดึงคัดแยก, แรงดึงลูกกลิ้งคู่

### Abstract

The feasibility of sorting Phet Pak Chong custard apple pulp is the application of centrifugal force to separate materials with different physical properties using a horizontal cylindrical centrifuge tank, and the application of pressure and friction on the surface of the double rollers. These two mechanisms would grip and pull the custard apple pulp out of the seeds by equipment using, a line-tearing machine with 0.5 mm. deep longitudinal grooved rollers, a banana leaf smooth surface rolling machine, and a hand-operated shredded pork machine with printed surface roller. The method starts with peeling ripe custard apples, pulling out the core, squeezing the custard apple pulp to break it up, and putting pulp into the machine at 200 grams per sample. The result shown that the centrifugal force could separate the seeds from the custard apple pulp. Based on the physical characteristics of ripe Phet Pak Chong custard apple pulp has sticky texture and did not stick to the seeds. As for the application of tensile force from the double rollers (the longitudinal grooved and printed surface rollers), the pulp and seeds were pulled by the rollers into the gap between the rollers simultaneously. The seeds were crushed together with the pulp and pass down and split from each other. On the smooth surface roller, the pressure and friction between the custard apple pulp and the roller surface were not enough to pull the custard apple pulp apart from the seeds and drop down.

**Keywords:** Sorting, “Phet Pak Chong” custard apple pulp, Centrifugal force sorting, Tensile force sorting, Double-roller tensile force



# บทความภาคนิทัศน์ ระดับปริญญาตรี

FE-P01

## การใช้รังสียูวีซีร่วมกับกระบวนการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ต่อคุณภาพของพริกแห้ง UVC Radiation Combined with Sun Drying on the Qualities of Dried Chili Peppers

นัยวัฒน์ สุขทั้ง<sup>1</sup>, วีรกุล มิกกลางแสน<sup>1</sup>, ปิยะมาศ จานนอก<sup>1</sup>, นาฏชนก ปรางปรุ<sup>1</sup>, สุวคนธ์ สายพิมพ์พงษ์<sup>1</sup>,  
จันทนา สันตัตพร้อม<sup>1</sup>, เพลงพิน เพียรภูมิพงศ์<sup>1\*</sup>

Naiyawat Sukthang<sup>1</sup>, Weerakul Meeklangsaen<sup>1</sup>, Piyamart Jannok<sup>1</sup>, Nartchanok Prangpru<sup>1</sup>,  
Suwakon Saipimpong<sup>1</sup>, Jantana Suntudprom<sup>1</sup>, Plengpin Pianpumepong<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิศวกรรมนวัตกรรมอาหารและหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา  
<sup>1</sup>Department of Food and Postharvest Engineering Innovations, Faculty of Engineering and Technology Rajamangala University of  
Technology Isan, Nakhon Ratchasima, THAILAND

\*Corresponding author E-mail: plangpin.pi@rmuti.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้รังสียูวีซีร่วมกับการทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของพริกแห้ง วิธีการทดลองประกอบด้วย 3 ชุดทดลอง ได้แก่ พริกสดทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ (ชุดควบคุม) พริกสดทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และนำไปฉายรังสียูวีซี และ พริกสดฉายรังสียูวีซีแล้วนำไปทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ระยะเวลาการฉายรังสียูวีซี คือ 10 นาที (6.37 kJ/m<sup>2</sup>) พริกแห้งทุกชุดทดลองถูกบรรจุลงถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) ถุงละ 100 กรัม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 90 วัน ผลการศึกษาพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระของพริกแห้งทุกชุดทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) ของชุดควบคุมมีค่าสูงกว่าอีก 2 ชุดทดลอง ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ค่า pH ของทุกชุดทดลองลดลง ซึ่งค่า pH ที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณกรดเพิ่มขึ้น

**คำสำคัญ:** พริกแห้ง, การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์, รังสียูวีซี, คุณภาพทางเคมี, คุณภาพทางกายภาพ

### Abstract

This research aimed to study the effect of UVC radiation combined with sun drying on the physical and chemical qualities of dried chili peppers. Experiment methods consisted of three treatments: fresh chili peppers dried with sunlight (control), fresh chili peppers dried by sunlight and followed by UVC irradiation, and fresh chili peppers irradiated with UVC and followed by sunlight drying. The UVC irradiation time was 10 minutes (6.37 kJ/m<sup>2</sup>). One hundred grams of dried chili peppers of each treatment were packed in polypropylene (PP) plastic bags and stored at room temperature for a period of 90 days. The results showed that as the storage period increased, the moisture content and water activity of dried chili in all treatments tended to increase. Color Difference Value ( $\Delta E$ ) of the control treatment was higher than the other two treatments. The storage time affected the decrease in pH in all treatments, which was related to the increase in acidity.

**Keywords:** Dried chili, Sun drying, UVC radiation, Physical Quality, Chemical Quality

FE-P02

## การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดซองบรรจุภัณฑ์สำหรับการรีโพรเซสผลิตภัณฑ์ซอสปรุงรส Design and Development of a Sachet-cutting Machine for Reprocessing Seasoning Sauces

สุรเชษฐ์ อินทร์วงศ์<sup>1</sup> ชวิต น้อยวิเศษ<sup>1</sup> สีวพงษ์ สัจจะวัฒนวิมล<sup>2</sup> และ จิตติมณฑน์ วงศ์ษา<sup>1\*</sup>

Surachet Inwong<sup>1</sup>, Chawit Noiwiset<sup>1</sup>, Siwapong Satjawattanawimol<sup>2</sup> and Jittimon Wongsas<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรเพื่ออุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี จ.ปทุมธานี

<sup>2</sup>บริษัท เนทีฟ ฟู้ด จำกัด อ.วิหารแดง จ.สระบุรี

<sup>1</sup>Department of Agricultural Engineering for Industry, Faculty of Industrial Technology and Management,  
King Mongkut's University of Technology North Bangkok Prachinburi Campus, Prachinburi, THAILAND

<sup>2</sup>Native Food Co., Ltd., Wihan Daeng, Saraburi, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: jittimon.w@itn.kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

กระบวนการผลิตและการบรรจุผลิตภัณฑ์ซอสปรุงรสชนิดซองมีการตรวจสอบคุณภาพของการบรรจุและบรรจุภัณฑ์ เมื่อพบสินค้าไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเนื่องจากการบรรจุ สินค้าจะถูกตีกลับมารีโพรเซสโดยคนงานตัดซองภาชนะบรรจุซอสปรุงรส แล้วนำน้ำซอสเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อนำมาบรรจุใหม่ ซึ่งการทำงานด้วยแรงงานคนพบปัญหาด้านความเมื่อยล้า ความปลอดภัยในการทำงาน เวลาในการทำงาน รวมถึงต้นทุนเพิ่มด้านค่าแรงงานล่วงเวลา โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดซองบรรจุภัณฑ์สำหรับการรีโพรเซสซึ่งผลิตภัณฑ์ซอสปรุงรสเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เครื่องตัดซองบรรจุภัณฑ์ต้นแบบประกอบด้วยชุดใบมีด ถึงสไลด์ และต้นกำลัง โดยการออกแบบชุดใบมีดตัดแบบแผ่นวงกลมมีคมด้านนอก ติดตั้งบนเพลาทรงกระบอก 2 เพลา หมุนเข้าหากัน ความยาวชุดใบมีด 0.3 เมตร ชุดใบมีดติดตั้งด้านบนของชุดถังสไลด์น้ำซอส ซึ่งประกอบด้วยถังสแตนเลส 2 ชั้น ถึงชั้นในมีลักษณะเป็นรูตะแกรงสำหรับบรรจุของซอสที่ถูกตัดและสามารถยกออกจากเครื่องสไลด์ได้ ถึงชั้นนอกรองรับน้ำซอสที่ถูกเหวี่ยงแยกออกจากถังชั้นใน มีช่องเปิดเพื่อนำน้ำซอสเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อนำมาบรรจุใหม่ เครื่องตัดซองซอสต้นแบบนี้สามารถทำงานทดแทนการใช้แรงงานคนสำหรับการรีโพรเซสซึ่ง โดยช่วยแก้ปัญหาด้านความปลอดภัย ความเหนื่อยล้า ประสิทธิภาพ และต้นทุน

คำสำคัญ: เครื่องตัด, รีโพรเซส, ซองบรรจุภัณฑ์, ซอสปรุงรส

### Abstract

The production and packaging process of sachet seasoning sauce products involves inspecting the quality of the packaging and its contents. Products that fail quality inspection due to packaging defects are returned for reprocessing. Workers manually cut open the sachets, extract the sauce, and reprocess for repackaging. However, this manual method presents worker fatigue, safety risks, prolonged working hours, and increased labor costs due to overtime. This project aims to design and develop a sachet-cutting machine to address these issues and improve the efficiency of reprocessing seasoning sauce products. The prototype machine consists of a blade assembly, centrifugal drum and power system. The blade assembly employs circular blades with sharp outer edges mounted on two cylindrical shafts that rotate toward each other. It is 0.3 meters long and positioned above the centrifugal drum. The centrifugal drum comprises a double-layer stainless steel container. The perforated inner container holds the cut sachets and can be removed for easy handling. The outer container collects the sauce separated from the sachets and features an outlet to transfer the recovered sauce back into the production process for repackaging. The prototype sachet-cutting machine successfully replaces manual labor, addressing the challenges of safety, fatigue, efficiency and costs.

**Keywords:** Cutting machine, Reprocessing, Sachets, Sauces

## การประเมินความหวานแตงโมโดยใช้ข้อมูลเสียงจากการเคาะด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก Evaluation of watermelon sweetness based on acoustic response using deep learning

ภณิดา ทรัพย์ไพฑูรย์<sup>1</sup> ธัญจิรา ทองมุกดา<sup>1</sup> และ อมรเดช พุทธิพิพัฒน์ขจร<sup>1\*</sup>

Panida Sappaitoon<sup>1</sup>, Tunjira Thongmookda<sup>1</sup> and Amordej Puttipipatkajorn<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsean, Kasetsart University, Kamphaengsean Campus, Nakorn Pathom, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: fengadp@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

แตงโมที่มีคุณภาพนอกจากจะมีลักษณะผลที่สมบูรณ์แล้วยังต้องมีรสชาติหรือความหวานที่ดีด้วย ความหวานแตงโมจะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของเสียงที่เกิดจากการเคาะแตงโม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำข้อมูลเสียงที่เกิดจากการเคาะแตงโมมาใช้พัฒนาแบบจำลองในการประเมินความหวานแตงโมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการซื้อขายแตงโมสำหรับการบริโภค การทดลองใช้ไมโครโฟนจำนวน 2 ตัว ติดตั้งที่ด้านบนและด้านข้างของแตงโมเพื่อเก็บข้อมูลเสียงจากการเคาะแตงโมโดยใช้แท่งไม้ที่ปลายหุ้มด้วยพลาสติก PVC หนา 5 mm การทดลองได้เก็บข้อมูลเสียงจากการเคาะแตงโม 4 ตำแหน่ง ห่างกัน 90° ตามแนวเส้นรอบวงของแตงโม ตำแหน่งละ 12 ครั้ง จากแตงโมทั้งหมด 48 ลูก ข้อมูลเสียงทั้งหมดได้ถูกนำมาสร้างเป็นชุดข้อมูลจำนวน 3 ชุด คือข้อมูลเสียงจากไมโครโฟนตัวที่ 1 ข้อมูลเสียงจากไมโครโฟนตัวที่ 2 และข้อมูลเสียงจากไมโครโฟนตัวที่ 1 และ 2 รวมกัน ข้อมูลเสียงแต่ละชุดถูกนำไปใช้เพื่อพัฒนาแบบจำลอง convolution neural network (1D-CNN) สำหรับข้อมูลเสียงแบบหนึ่งมิติ และ 2D-CNN สำหรับข้อมูลเสียงแบบสองมิติโดยใช้โปรแกรม MATLAB สำหรับการจำแนกความหวานแตงโมออกเป็น 2 กลุ่มคือ ความหวานน้อยกว่า 9 °Brix และมากกว่าหรือเท่ากับ 9 °Brix พบว่าข้อมูลชุดที่ 3 ให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกที่ดีที่สุดคือ 99.71% และ 99.57% สำหรับ 1D-CNN และ 2D-CNN ตามลำดับ และสำหรับการจำแนกความหวานแตงโมออกเป็น 4 กลุ่มคือ ความหวานน้อยกว่า 8 °Brix ระหว่าง 8-8.9 °Brix ระหว่าง 9-9.9 °Brix และมากกว่าหรือเท่ากับ 10 °Brix พบว่าข้อมูลชุดที่ 3 ยังคงให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกที่ดีที่สุดคือ 98.70% และ 98.70% สำหรับ 1D-CNN และ 2D-CNN ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการใช้ข้อมูลเสียงจากไมโครโฟน 2 ตัวร่วมกันทำให้สามารถจำแนกความหวานได้ถูกต้องเพิ่มขึ้นประมาณ 1% และ 1D-CNN และ 2D-CNN ให้ผลลัพธ์การจำแนกที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

**คำสำคัญ:** แตงโม, ความหวาน, เสียงจากการเคาะ, การเรียนรู้เชิงลึก

### Abstract

High-quality watermelons are not only visually flawless but also possess a desirable level of sweetness. The sweetness of a watermelon can be correlated with the acoustic response produced when tapping the fruit. Therefore, this study leverages acoustic responses to develop a model that can assess the sweetness of the watermelon, offering valuable insights for its commercial trade. The experiment involved placing two microphones on the top and side of the watermelon to capture the sounds produced by tapping the fruit with a wooden stick, whose end was covered with 5 mm-thick PVC plastic. The experiment collected acoustic responses from tapping watermelons at four positions, 90° apart along the circumference of the watermelons, twelve times per position, from a total of 48 watermelons. The collected acoustic responses were organized into three separate datasets: one from the first microphone, another from the second microphone, and a combined dataset from both microphones. These datasets were then used to develop models using convolution neural network (1D-CNN) for one-dimensional acoustic data, and 2D-CNN for two-dimensional acoustic data (Mel-spectrogram) using MATLAB. In classifying watermelon sweetness into two groups: less than 9 °Brix and greater than or equal to 9 °Brix, Dataset 3 achieved the highest accuracy, with 99.71% for the 1D-CNN and 99.57% for the 2D-CNN. When classifying sweetness into four groups: less than 8 °Brix, between 8 and 8.9 °Brix, between 9 and 9.9 °Brix, and greater than or equal to 10 °Brix, Dataset 3 still yielded the best performance, with an accuracy

of 98.70% for both the 1D-CNN and 2D-CNN, respectively. The results also indicated that using acoustic responses from two microphones together improved classification accuracy by approximately 1%. Moreover, there was no significant difference in classification performance between the 1D-CNN and 2D-CNN models.

**Keywords:** watermelon, soluble solid content, acoustic response, deep learning

## การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับบีบเส้นขนมจีนแบบหนืด

### Design and construction of a prototype machine for squeezing viscous noodles

นาฏชนก ปรางปรุ<sup>1\*</sup>, ณภัทรศิริ อาศัยกุล<sup>1</sup>, อภิญญา กิสน์เหิยะ<sup>1</sup>, พัทธกอ พางาม<sup>1</sup>, ภูเนศ สายสินธุ์<sup>1</sup>,  
วีรกุล มิกกลางแสน<sup>1</sup>, นัยวัฒน์ สุขทั้ง<sup>1</sup>, ปิยะมาศ จานนอก<sup>1</sup>, จันทนา สันตัดพร้อม<sup>1</sup> และ เพ็ญพิณ เพียรภูมิพงศ์<sup>1</sup>  
Nartchanok Prangpru<sup>1</sup>, Napatsiri Arsaikud<sup>1</sup>, Aphinya Kisanthia<sup>1</sup>, Patthakor Pangam<sup>1</sup>,  
Bhoothanast Saisin<sup>1</sup>, Weerakul Meeklangsan<sup>1</sup>, Naiyawat Sukthang<sup>1</sup>, Piyamart Jannok<sup>1</sup>,  
Jantana Suntudprom<sup>1</sup> and Plengpin Pianpumepong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิศวกรรมนวัตกรรมอาหารและหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

<sup>1</sup>Department of Food and Post-Harvest Innovation Engineering, Faculty of Engineering and Technology,  
Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: nartchanok.pr@rmu.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับบีบเส้นขนมจีนแบบหนืดที่สามารถลดแรงกดที่ต้องใช้ ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ และเพิ่มประสิทธิภาพในการบีบเส้นขนมจีนแบบหนืดให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น โดยทำการศึกษเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของกระบอกรีดเส้นขนมจีนแบบทั่วไปที่มีขายตามท้องตลาดกับเครื่องต้นแบบสำหรับบีบเส้นขนมจีนแบบหนืดที่สร้างขึ้นพบว่า กระบอกรีดเส้นขนมจีนแบบทั่วไปที่มีขายตามท้องตลาดจะทำให้เกิดการสูญเสียแป้งเฉลี่ย  $47.17 \pm 4.03$  % มีปริมาณผลผลิตที่ได้เฉลี่ย  $14.08 \pm 3.96$  % และมีประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย  $0.23 \pm 0.02$  kg/min ส่วนเครื่องต้นแบบสำหรับบีบเส้นขนมจีนแบบหนืดที่สร้างขึ้นจะทำให้เกิดการสูญเสียแป้งเฉลี่ย  $2.91 \pm 1.00$  % มีปริมาณผลผลิตที่ได้เฉลี่ย  $75.00 \pm 2.26$  % และมีประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย  $0.44 \pm 0.02$  kg/min นอกจากนี้ยังพบว่า คุณภาพของเส้นขนมจีนที่ได้จากกระบอกรีดเส้นขนมจีนแบบทั่วไปที่มีขายตามท้องตลาดจะมีขนาดความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย  $15.46 \pm 2.54$  และ  $2.33 \pm 0.27$  cm ตามลำดับ ส่วนคุณภาพของเส้นขนมจีนที่ได้จากเครื่องต้นแบบสำหรับบีบเส้นขนมจีนแบบหนืดที่สร้างขึ้นจะมีขนาดความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย  $22.72 \pm 3.72$  และ  $2.11 \pm 0.25$  cm ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่า เครื่องบีบเส้นขนมจีนแบบหนืดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่ากระบอกรีดเส้นขนมจีนแบบทั่วไปที่มีขายตามท้องตลาดอีกทั้งเครื่องต้นแบบสำหรับบีบเส้นขนมจีนแบบหนืดที่สร้างขึ้นยังมีการสูญเสียแป้งน้อยกว่าและมีขนาดความยาวของเส้นขนมจีนมากกว่า

คำสำคัญ: ขนมจีน, เครื่องต้นแบบ, เครื่องบีบเส้นขนมจีน

#### Abstract

This research aimed to design and construct a prototype for squeezing viscous khanom jeen that could reduce the required force, reduce the risk of injury, and increase the efficiency of squeezing viscous khanom jeen to work faster and more safely. A study was conducted to compare the efficiency of the general khanom jeen press cylinders available in the market with the prototype for squeezing viscous khanom jeen. It was found that the general khanom jeen press cylinders available in the market would lose an average of  $47.17 \pm 4.03$  % of flour, have an average yield of  $14.08 \pm 3.96$  %, and have an average efficiency of  $0.23 \pm 0.02$  kg/min. The prototype for squeezing viscous khanom jeen that was constructed would lose an average of  $2.91 \pm 1.00$  % of flour, have an average yield of  $75.00 \pm 2.26$  %, and have an average efficiency of  $0.44 \pm 0.02$  kg/min. It was also found that The quality of the khanom jeen obtained from the general khanom jeen presses available in the market had the average length and diameter of  $15.46 \pm 2.54$  and  $2.33 \pm 0.27$  cm, respectively. The quality of the khanom jeen obtained from the prototype machine for squeezing the viscous khanom jeen that were built had the average length and diameter of  $22.72 \pm 3.72$  and  $2.11 \pm 0.25$  cm, respectively. It can be seen that the developed khanom jeen press machine for squeezing the viscous khanom jeen had better performance than the general khanom jeen presses available in the market. In addition, the prototype machine for squeezing the viscous khanom jeen that were built had less starch loss and had longer khanom jeen lengths.

**Keywords:** Khanom Jeen, Prototype Machine, Squeezing Khanom Jeen Machine

FE-P05

## การศึกษาการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพาด้วยกระบวนการกลั่นแบบน้ำและไอน้ำ Study on the extraction of essential oil from basil (*Ocimum basilicum*) using hydro- and steam- distillation process

พิมพ์สิรี สุวรรณ<sup>1\*</sup>, ภาณุเดช รักสวน<sup>1</sup>, ณพมาศ หันน้ำเที่ยง<sup>1</sup> และ อารีลักษณ์ งานสลุ<sup>1</sup>  
Pimsiree Suwan<sup>1\*</sup>, Panudech Raksuan<sup>1</sup>, Noppamas Hannamthiang<sup>1</sup> and Areelak Ngansalung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี

<sup>1</sup>Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi  
Pathum Thani, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: pimsiree\_s@rmutt.ac.th

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพาโดยใช้กระบวนการกลั่นแบบน้ำและไอน้ำ การทดลองประกอบด้วยการกลั่นใบโหระพาด้วยกระบวนการกลั่นแบบน้ำและไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่าง ๆ ได้แก่ 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ทำการกลั่นในแต่ละช่วงเวลาและวัดปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นในเวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง เท่ากับ 0.25 กรัม, 0.33 กรัม และ 0.32 กรัม ตามลำดับ ร้อยละของผลผลิตน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 0.31%, 0.41% และ 0.40% ตามลำดับ จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการกลั่นเป็นเวลา 4 ชั่วโมงให้ร้อยละของผลผลิตน้ำมันหอมระเหยสูงสุด สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพาด้วยกระบวนการกลั่นแบบน้ำและไอน้ำในการทดสอบต่อไป

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย, โหระพา, กระบวนการกลั่นแบบน้ำและไอน้ำ

### Abstract

This study aimed to determine the optimal conditions for extracting essential oil from basil leaves using steam and hydro-distillation process. The experiment involved distilling basil leaves at a temperature of 100 °C for different durations: 2, 4, and 6 hours. The amount of essential oil obtained in each duration was measured. The results showed that the essential oil yields for 2, 4, and 6 hours of distillation were 0.25 g, 0.33 g, and 0.32 g, respectively, corresponding to yield percentages of 0.31%, 0.41%, and 0.40%, respectively. The findings indicate that distillation for 4 hours produced the highest percentage yield of essential oil. This information can be used as a reference for extracting essential oil from basil leaves using steam and hydro-distillation process in future studies.

**Keywords:** Essential oil, Basil, Steam and hydro-distillation process



FE-P06

## ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารฟีนอลิก ในน้ำตรีผลาระหว่างการเก็บรักษา

### The Effects of Temperature and Storage time on Changes in Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Triphala Beverage During Storage

พชรพรรณ ผดุงถิ่น<sup>1</sup> ปาลิตา เพ็มประยูร<sup>1</sup> และ อภินันท์ วัลภา<sup>1\*</sup>

Pacharapun Phadungthin<sup>1</sup>, Palita Permpayoon<sup>1</sup> and Apinun Wanlapa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี

<sup>1</sup>Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Pathum Thani, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: w\_apinun@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิและระยะเวลาที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิด DPPH และปริมาณสารฟีนอลิกในน้ำตรีผลารวมดื่มบรรจุในขวดแก้วขนาด 180 มิลลิลิตร เก็บรักษาที่สองสภาวะอุณหภูมิแตกต่างกัน คือ 5 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาสามเดือน ตัวอย่างจะถูกนำมาตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกโดยรวมทุกสัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิด DPPH มีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่ยาวนานขึ้น ซึ่งพบว่าสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้การลดลงของค่า DPPH รวดเร็วขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสารฟีนอลิกในน้ำตรีผลาที่เก็บรักษาไว้ทั้งสองสภาวะอุณหภูมิพบว่า สารฟีนอลิกที่ตรวจพบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารฟีนอลิกในเครื่องดื่มตรีผลา แต่ส่งผลต่อปริมาณสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระตัวอื่นที่ไม่ใช่สารฟีนอลิก โดยรูปแบบการลดลงของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในรูปแบบของสมการ  $y = A \cdot e^{-Bt} - Bx + Cy$

คำสำคัญ: น้ำตรีผลา, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, แอนติออกซิแดนซ์, สารฟีนอลิก

#### Abstract

Study on the effects of temperature and storage duration on changes in DPPH antioxidant activity and phenolic content in ready-to-drink triphala beverage stored in 180 mL glass bottles. This study examined the impact of Storage temperatures and times duration on the antioxidant activity (DPPH) and total phenolic content in a ready-to-drink triphala beverage stored under two different temperature conditions: 5°C and 25°C, for a period of 3 months. Samples were analyzed weekly for antioxidant activity and total phenolic content. The results showed that DPPH antioxidant activity decreased over prolonged storage periods, with higher storage temperatures significantly accelerating the reduction in DPPH values ( $P \leq 0.05$ ). When comparing the changes in phenolic content in Triphala beverages stored at the two temperature conditions, no significant differences were observed in the phenolic content ( $P \leq 0.05$ ). This indicates that storage temperature differences did not affect the phenolic content in the beverage but did influence other antioxidant compounds not classified as phenolics. The decline in antioxidant activity followed the equation  $y = A \cdot e^{-Bt} - Bx + Cy$

**Keywords:** Triphala, Antioxidant Activity, Antioxidant, Phenolic Content

FE-P07

## การศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินจากเปลือกโกโก้ A study on optimal extraction process of pectin from cocoa shell

พฤกษา สวาทสุข<sup>1</sup> วชิรญาณ เชาว์เพชร<sup>1</sup> ณัฐธิดา วงษ์พา<sup>1</sup> อนุวัฒน์ พันธ์<sup>1</sup> และ พิมพ์สิริ สุวรรณ<sup>1\*</sup>  
Prueksa Sawardsuk<sup>1</sup>, Washiraya Chaowpetch<sup>1</sup>, Nattida Wongpa<sup>1</sup>, Anuwat Panus<sup>1</sup> and  
Pimsiree Suwan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี

<sup>1</sup>Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi  
Pathum Thani, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: pimsiree\_s@rmutt.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสถานะที่เหมาะสมในการสกัดเพกตินจากเปลือกผลโกโก้ โดยใช้สารละลาย 3 ชนิด ได้แก่ กรดอะซิติกความเข้มข้น 1% กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1% และน้ำกลั่น ตัวอย่างเปลือกโกโก้ถูกเตรียมด้วยการอบแห้งและบดเป็นผง จากนั้นทำการสกัดเพกตินในสถานะควบคุมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที วิเคราะห์ปริมาณเพกตินและร้อยละของผลผลิตที่ได้เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายแต่ละชนิด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การสกัดเพกตินจากเปลือกโกโก้โดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1% กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1% และน้ำกลั่น ให้ปริมาณเพกตินเท่ากับ 0.49 กรัม , 0.16 กรัม และ 0.63 กรัม ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของผลผลิตเท่ากับ 4.9%, 1.6% และ 6.3% ตามลำดับ จากผลการทดลองสรุปได้ว่า น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสกัดเพกตินจากเปลือกผลโกโก้ โดยให้ร้อยละของผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 6.3% ในขณะที่กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1% ให้ผลผลิตต่ำสุด ผลที่ได้จากงานวิจัยสามารถนำไปใช้ในการพัฒนากระบวนการสกัดเพกตินจากเปลือกผลโกโก้เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือจากอุตสาหกรรมโกโก้ได้ในอนาคต  
คำสำคัญ: เพกติน, เปลือกโกโก้, การสกัด

### Abstract

This study aimed to determine the optimal conditions for extracting pectin from cocoa shell using three different solvents: 1% acetic acid, 1% hydrochloric acid, and distilled water. The cocoa shell samples were prepared by drying and grinding into powder. Pectin extraction was performed under controlled conditions at 60 °C for 60 minutes. The amount of pectin extracted and the percentage yield were analyzed to compare the efficiency of each solvent. The results showed that pectin yields obtained using 1% acetic acid, 1% hydrochloric acid, and distilled water were 0.49 g, 0.16 g, and 0.63 g, respectively, corresponding to percentage yields of 4.9%, 1.6%, and 6.3%. The findings conclude that distilled water is the most suitable solvent for extracting pectin from cocoa shell, providing the highest yield at 6.3%, while 1% hydrochloric acid produced the lowest yield. The results of this study can be applied to develop pectin extraction processes from cocoa shell, adding value to cocoa industry by-products in the future.

**Keywords:** Pectin, Cocoa shell, Extraction

## ระบบตรวจวัดโฟตอนด้วย Spectral Color Sensor และ Raspberry Pi Photon measuring system using Spectral Color Sensor & Raspberry Pi

อภิสิทธิ์ จรรย์วัฒน์ชัย<sup>1</sup> ปรมินทร์ นาดี้<sup>1</sup> และ วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน<sup>1,2\*</sup>

Aphisit Chanyawattanachai<sup>1</sup>, Porramin Nadee<sup>1</sup> and Weerasak Lertsiriyothin<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<sup>2</sup>สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Suranaree University of Technology Nakornratchasima, THAILAND

<sup>2</sup>Institute of Research and Development, at Suranaree University of Technology Nakornratchasima, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: journal@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของระบบเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดโฟตอนแสงในโรงเรือนและสร้างระบบตรวจวัดสัญญาณโฟตอนโดยการนำเซ็นเซอร์ AS7341 ต่อกับ Raspberry Pi แล้วนำไปวัดแสงในโรงเรือนเพื่อเก็บค่าแล้วนำค่าที่ได้ไปแปลงเป็นค่า PPFD โดยใช้โค้ดในการแปลงค่า และนำค่าที่ได้มาวัดเพื่อเปรียบเทียบค่ากัน โดยนำค่าที่ได้จาก Sunshine sensor และ as7341 มาพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบค่ากันโดยมีการวัดทั้งหมด 4 ชุด แต่ละชุดทำการวัดซ้ำ 5 ครั้ง เมื่อนำข้อมูลมาพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้จากทั้งสองเครื่องมือ พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ชัดเจน โดยมีสมการความสัมพันธ์คือ  $y = 0.5396x + 5.5716$  และมีค่า  $R^2 = 0.9797$  ซึ่งแสดงถึงความแปรปรวนของค่า PPFD จากเซ็นเซอร์มาตรฐานได้ถึง 97.97% ซึ่งบ่งบอกถึงความแม่นยำที่สูงในการตรวจวัด จากกราฟจะเห็นว่าจุดข้อมูลเรียงตัวเป็นกลุ่มๆ ตามชุดการทดลอง และกระจายตัวใกล้เคียงกับเส้นแนวโน้ม แสดงให้เห็นว่าการวัดมีความเที่ยงตรงและแม่นยำ โดยค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์มาตรฐานด้วยโปรแกรม SunRead จะมีค่าสูงกว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Thonny อย่างเป็นระบบ และความแตกต่างนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าการวัดที่สูงขึ้นและเพิ่มการติดตั้ง hemisphere diffuser lens หน้า sensor ทำชุดยึด sensor ที่เอียงให้หน้า sensor ตั้งฉากกับแนวเอียงหลังคา green house ติดตั้งล้อเพื่อทำ linear motion และ 360° rotation และเพิ่มชุด Raspberry pi board ที่รองรับการควบคุมมอเตอร์หมุนสำหรับหมุน sensor ได้ 360° และเลื่อนแนวยาวด้วยการใช้ ล้อของรถเดินบนราง

### Abstract

The purpose of this project is to study the function of a sensor system for detecting photons in greenhouses and to create a photon signal measurement system. The AS7341 sensor was connected to the Raspberry Pi and then measured in the greenhouse to store the values and then converted the values into PPFD values using the conversion code and take the values obtained to measure and compare the values by taking the values obtained from the Sunshine sensor and AS7341 to plot a graph to compare the values with a total of 4 measurement sets, each set measured 5 times. When the data is plotted on a graph, the relationship between the values measured from both devices is shown. It was found that there was a clear linear relationship. The correlation equation is  $y = 0.5396x + 5.5716$  and  $R^2 = 0.9797$ , From the graph, it can be seen that the data points are arranged in groups according to the experimental set and are distributed close to the trend line. Which represents a 97.97% variation in the PPFD value from the standard sensor, indicating high measurement accuracy. It shows that the measurements are accurate and precision. The measured values from standard sensor using SunRead are systematically higher than developed device using Thonny, This difference tends to increase with higher measurement values, and the installation of a hemisphere diffuser lens in front of the sensor is made, A sensor mounting unit is tilted so that the sensor face is perpendicular to the tilt of the green house, A wheel is installed to enable linear motion and 360° rotation, A set of Raspberry pi boards was added to support rotary motor control for 360° rotation and longitudinal movement by using the wheels of the car walking on the track.

## การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมฟักเชื่อม Study of production processes to increase productivity in the candied winter melon industry

พนิดา มิ่งแก้ว<sup>1</sup>, ปานไพลิน พูลศรี<sup>1</sup>, กุลจิรา หังสเนตร<sup>1</sup>, สุพรรณษา ขำเจริญ<sup>1</sup>, ชยาภรณ์ สามคุ้มพิมพ์<sup>1</sup> และ  
ธิติพงศ์ โพธิสุทธิ์<sup>1\*</sup>

Panida Mingkaew, Panpailin Poolsri, Kunchira Hangsanet, Suphansa Khamcharoen,  
Chayaporn Samkhumphim and Thitipong Phothisoot<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsean, Kasetsart University, Kamphaengsean Campus,  
Nakorn Pathom, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: fengtpp@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

ฟักเชื่อมเป็นขนมที่นิยมใช้ในงานพิธีการต่างๆ โดยเฉพาะในงานมงคล กรรมวิธีการผลิตจะใช้ฟักเชื่อมนำมาหั่นเป็นท่อน และเชื่อมกับน้ำตาลให้แห้งและแข็ง โดยจะเรียกว่าการเชื่อมแห้ง ฟักเชื่อมในประเทศไทยมีการปลูกอยู่ที่ 5,235 ไร่ มีผลผลิตรวม 6,689 ตัน ราคาเฉลี่ยอยู่ที่ 8.28 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อแปรรูปเป็นฟักเชื่อมจะมีราคาเฉลี่ยที่ 80 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีราคาสูงขึ้นถึง 10 เท่า การนำฟักเชื่อมมาแปรรูปเป็นฟักเชื่อมยังสามารถทำให้ฟักเก็บได้นานขึ้น แต่ในการผลิตฟักเชื่อมใช้เวลานานถึง 3 วัน ในงานวิจัยนี้จึงจะทำการศึกษาระบวนการผลิตฟักเชื่อมเพื่อลดระยะเวลาในการผลิต โดยทำการเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอนเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการแช่น้ำปูนใส ใช้อัตราส่วน ฟัก:น้ำ:ปูนขาว เป็น 1.5:4:1 และกระบวนการเชื่อม โดยทดลอง 3 สูตร อัตราส่วน ฟัก:น้ำ:น้ำตาล สูตร A ใช้ 1:1:2.2 สูตร B ใช้ 1:1:2.5 สูตร C ใช้ 1:1:2.8 จากผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่น้ำปูนใสที่เหมาะสมที่สุดคือ 6 ชม. มีความแน่นเนื้อ (Maximum force) อยู่ที่  $19.55 \pm 0.027$  N ใช้เวลาน้อยกว่าเวลาผลิตของโรงงาน 9 ชั่วโมง ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้ในการผลิตฟักเชื่อม พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, TSS) ในฟักเชื่อมสูตร C ที่เวลา 3 ชม. มีค่า  $31.86 \pm 0.153$  ใช้เวลาน้อยกว่าเวลาผลิตของโรงงาน 12 ชั่วโมง

คำสำคัญ: กระบวนการผลิต, การปรับปรุงกระบวนการ, ฟักเชื่อม, อุตสาหกรรมฟักเชื่อม

### Abstract

Candied winter melon is a popular dessert used in various ceremonies, especially auspicious occasions. The production process uses winter melon, cut into pieces and candied with sugar until dry and hard, which is called dry candied. In Thailand, winter melon is grown on 5,235 rai, with a total yield of 6,689 tons. The average price is 8.28 baht per kilogram. And when processed into candied winter melon, the average price is 80 baht per kilogram, which is 10 times higher. Processing winter melon into candied winter melon can also make the winter melon last longer. However, the production of candied winter melon takes a very long time, up to 3 days. Therefore, this research studied the production process of candied winter melon to reduce the production time. Data were collected to find the appropriate conditions for the process of soaking in limewater, using a ratio of winter melon: water: limewater of 1.5:4:1, and the candied process, by experimenting with 3 formulas: ratio of winter melon: water: sugar, Formula A used 1:1:2.2, Formula B used 1:1:2.5, and Formula C used 1:1:2.8. The experimental results found that, the most suitable time for soaking in limewater was 6 hours with a maximum force of  $19.55 \pm 0.027$  N, which was 9 hours less than the factory's production time. The concentration of syrup used in the production of syrup showed that the total soluble solid (TSS) in syrup Formula C at 3 hours was  $31.86 \pm 0.153$ , which was 12 hours less than the factory's production time.

**Keywords:** candied winter melon industry, manufacturing process, process improvement, winter melon

FE-P10

## การออกแบบระบบวัดปริมาตรนํ้านมดิบด้วยเซนเซอร์วัดระยะแบบอัลตราโซนิก Design of a Raw Milk Volume Measurement System Using Ultrasonic Sensor

กัญญารัตน์ จันทะเสน<sup>1</sup> ขนิษฐา แก้ววิศิษฐ์<sup>1</sup> จิลัดดา สุพจน์<sup>1</sup> ญาณิศา พิมพาต<sup>1</sup> สุนิตา วงษ์สิงห์<sup>1</sup>

ธีราพร จุลยุเสน<sup>1</sup> เจนวิทย์ วรรณพิริยะ<sup>1</sup> และ พยุงศักดิ์ จุลยุเสน<sup>1</sup>

Kanyarat Janthasen<sup>1</sup>, Kanittha Kaewvisit<sup>1</sup>, Jiladda Suphon<sup>1</sup>, Yanisa Phimphat<sup>1</sup>, Sunita Wongsing<sup>1</sup>

Tiraporn Junyusen<sup>1</sup>, Janewit Wannapeera<sup>1</sup>, and Payungsak Junyusen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา

<sup>1</sup>School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, THAILAND

\*Corresponding Author E-mail: tirapo@sut.ac.th

### บทคัดย่อ

โรงงานแปรรูปนมพบปัญหาการวัดปริมาตรนํ้านมดิบที่ไม่แม่นยำสำหรับการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์รสช็อกโกแลต ส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่คงที่ โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของนํ้านมดิบและส่วนผสมของนมรสช็อกโกแลตก่อนการพาสเจอร์ไรส์ 2. ออกแบบระบบวัดปริมาตรนํ้านมดิบด้วยเซนเซอร์วัดระยะแบบอัลตราโซนิกที่เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino จากการวิเคราะห์สมบัติของนํ้านมดิบเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า นํ้านมดิบมีความหนืด 3.27 mPa.s แต่ส่วนผสมของนมรสช็อกโกแลตมีความหนืด 4.5 mPa.s ซึ่งสูงกว่านํ้านมดิบอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) นมทั้งสองชนิดแสดงพฤติกรรมการไหลแบบนิวโตเนียน นํ้านมดิบมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 12.45% – 14.45% และ pH 6.61 – 6.84 ขณะที่ส่วนผสมนมรสช็อกโกแลตมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 17.57% – 20.46% โดยสัปดาห์ที่ 5 และ 6 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่าของสัปดาห์ที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) และ pH 6.72 – 6.85 ผลการออกแบบระบบวัดปริมาตรนํ้านมดิบแสดงให้เห็นว่า เมื่อถึง สเตนเลสที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm และความสูง 30 cm ถูกนำมาใช้เป็นแบบจำลองของถังผสม ปริมาตรนํ้านมดิบในถังคำนวณจากความสูงของนํ้านมดิบ เนื่องจากการเติมนํ้านมดิบใส่ถังทำให้เกิดฟองและการกระเพื่อมของนํ้านม ดังนั้นฝาถังถูกติดตั้งท่อสเตนเลสสำหรับการวัดความสูงของนํ้านมในถัง นํ้านมจะไหลเข้าท่อนี้จากทางด้านล่างอย่างสม่ำเสมอ เซนเซอร์วัดระยะมีมุมกว้างการวัด 15 deg ดังนั้นท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.62 cm และความยาว 24 cm จึงถูกเลือกใช้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการตรวจวัดที่ผนังท่อ ทำให้เซนเซอร์วัดระยะสามารถวัดความสูงของนํ้านมได้อย่างแม่นยำ

คำสำคัญ: นํ้านมดิบ, นมพาสเจอร์ไรส์รสช็อกโกแลต, สมบัติทางเคมีและกายภาพ, ระบบวัดปริมาตร, เซนเซอร์วัดระยะแบบอัลตราโซนิก

### Abstract

The dairy plant has encountered issues with inaccurate raw milk volume measurements to produce pasteurized chocolate-flavored milk, resulting in inconsistent formulations and product quality. This project aims to: (1) analyze the chemical and physical properties of raw milk and the chocolate milk mixture before pasteurization, and (2) design a raw milk volume measurement system using an ultrasonic distance sensor connected to an Arduino board. From the analysis of raw milk properties over six weeks, it was found that raw milk has a viscosity of 3.27 mPa.s, while the chocolate milk mixture has a significantly higher viscosity of 4.5 mPa.s ( $p < 0.05$ ). Both types of milk demonstrated Newtonian flow behavior. The total solids content of raw milk ranged from 12.45% to 14.45%, with a pH of 6.61 – 6.84, while the chocolate milk mixture had total solids content of 17.57% – 20.46% and a pH of 6.72 – 6.85. Notably, the total solids content in weeks 5 and 6 was significantly higher than in week 3 ( $p < 0.05$ ). The design of the raw milk volume measurement system demonstrates that using a stainless steel tank with a diameter of 30 cm and a height of 30 cm as a model mixing tank allows the milk volume to be calculated based on its height. As the raw milk is poured into the tank, turbulence and foam formation occur, affecting the measurement. To address this, a stainless steel pipe was installed on the tank lid to facilitate accurate height measurement. Milk flows consistently into the pipe from the bottom, minimizing disturbances. The ultrasonic distance sensor, with a measurement angle of 15 degrees,

requires a pipe diameter of 7.62 cm and a length of 24 cm to prevent errors caused by reflections from the pipe walls. This design ensures the sensor accurately measures the milk height within the tank.

**Keywords:** Raw milk, pasteurized chocolate-flavored milk, chemical and physical properties, volume measurement system, ultrasonic distance measurement sensor

## รายชื่อคณะกรรมการพิจารณาบทความ

ศาสตราจารย์ ดร.รังสินี ไสธรวีทย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ ชำของ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.เชาว์ อินทร์ประสิทธิ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา วิชชุกิจ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.กอบศักดิ์ กาญจนางค์กุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.รณฤทธิ ฤทธิธรรณ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ธัญญา ประเมษฐานุวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัชร นายศิริโชติ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.จตุรภัทร วาฤทธิ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ อมรเดช พุทธิพิพัฒน์ขจร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วงศ์ผกา วงศ์รัตน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพลงพิน เพียรภูมิพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พุกษา สวาทสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ วัลภา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์สิทธิ์ สุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทวรัตน์ ตรีอำนรรค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิราพร จุลยุเสณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรดา วาทกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติเมณฑน์ วงศ์ษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวณิต อิชยาวณิษฐ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ ชาวเมือง	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ ศรีธรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มธุรา จิโนรส	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นักรบ นาคประสม	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เมลดา เพ็ญฟู	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีรกุล มีกลางแสน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.กฤษณ์นัท มะลิทอง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ ดร.สยมพร รัตนพันธ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ ดร.นาฏชนก ปรางปรุ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.จินทนา สันต์ดพ้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.ปิยะมาศ จานนอก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.นัยวัฒน์ สุขทั้ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ โสฬส จิวนวงศ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ ธิติพงศ์ โพธิ์สุทธิ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



## ขอขอบคุณ

ผู้ให้การสนับสนุน



ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เลขที่ 1 หมู่ 6 ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

โทรศัพท์ : 080-8235072

---

