



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว

Coconut Product Research and Development

ชื่อหัวหน้าโครงการ

นางวิไลวรรณ ทวิชศรี

Mrs. Wilaiwan Twishsri

ปี พ.ศ. 2562



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว

Coconut Product Research and Development

ชื่อหัวหน้าโครงการ

นางวิไลวรรณ ทวิชศรี

Mrs. Wilaiwan Twishsri

ปี พ.ศ. 2562

## คำปรารภ

การทำงานร่วมกับหน่วยงานภายนอก แม้ว่าจะคิดนอกกรอบ ออกนอกกรอบที่ผู้บริหารวางไว้ แต่เราได้มองข้ามอุปสรรคเหล่านั้น เพื่อให้งานวิจัยสำเร็จ ในการดำเนินการวิจัย แม้ว่าข้าพเจ้าจะวางแผนวิจัยไว้ดี แต่หากขาดการสนับสนุนและการประสานงานที่ดี งานคงไม่สำเร็จ และที่โครงการวิจัยนี้ สำเร็จลงได้ ด้วยความอนุเคราะห์และประสานความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอก ไม่ว่าผู้ร่วมวิจัยจะอาศัยความพยายาม ความสามัคคีส่วนตัว และความไว้น้ำใจกันของเพื่อน หรือแม้แต่โชคชะตา บุญกุศลใด ที่ทำให้เราได้พบกัลยาณมิตรก็ตาม

ในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากมะพร้าวกะทินั้น เราทำงานร่วมระหว่าง 2 หน่วยงาน คือ สถาบันวิจัยพืชสวน และ คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร ต้องบอกว่าข้าพเจ้า กับอาจารย์สมลักษณ์ คงเมืองและคุณมอค (ผู้ช่วยวิจัยของอาจารย์) มิได้รู้จักมักคุ้นกันมาก่อน แต่ได้มีโอกาสพบกัน และด้วยมีทัศนคติที่ตรงกัน เคยมีประสบการณ์และความประทับใจจากการทำงานวิจัยแล้วขยายผลถ่ายทอดบรรมให้เกษตรกรจนเขานำไปประกอบเป็นอาชีพได้ จึงทำให้เรามีจิตวิญญาณของนักวิจัยและความมุ่งมั่นที่จะใช้ความรู้และศักยภาพของนักวิจัย ที่จะทำงานวิจัยเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร เรามีเจตคติตรงกันว่า หากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม จะนำไปสู่รายได้ที่เพิ่มขึ้นของเกษตรกรในอนาคต จึงเป็นที่มาที่เราได้ร่วมกันวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากมะพร้าวกะทินี้

และในการวิจัยสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ และเพื่อเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้จากการแปรรูปมะพร้าวอ่อน ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธิดิมา วงษ์ชีรี และ อ.ดร.พรพรรณ สิริมนต์ จาก มจร. บางมดและราชบุรี ที่ให้คำแนะนำ แบ่งปันประสบการณ์วิจัย และให้ความอนุเคราะห์ให้สกัดสารแทนนินในช่วงแรก แต่มีเหตุขัดข้องเชิงเทคนิค มิได้ทำหนังสือแจ้งการใช้ห้องปฏิบัติการกับต้นสังกัดของนักวิจัย ทำให้นักวิจัยไม่สามารถให้บริการจนจบโครงการ ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.รชา เทพธร อาจารย์ มธ. รังสิต ที่กรุณาให้อนุเคราะห์ในการสกัดสารแทนนินในช่วงต่อมา และอนุเคราะห์ให้ผู้ร่วมวิจัยของข้าพเจ้าใช้บริการห้องปฏิบัติการของท่าน จนได้สารสกัดมาทดสอบในการวิจัย

การทำวิจัยในโครงการนี้ เป็นเวลา 4 ปี ทำให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้และเพิ่มประสบการณ์ ทั้งในและนอกตำรา ข้าพเจ้าในฐานะหัวหน้าโครงการ ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน และ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เจตคติและความมุ่งมั่นที่จะทำให้งานสำเร็จ จะอยู่กับท่าน และพัฒนาศักยภาพนักวิจัยเพื่อเป็นกำลังสำคัญของกรมวิชาการเกษตรต่อไป

วิไลวรรณ ทวีศรี  
หัวหน้าโครงการวิจัย

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	2
บทนำ	3
บทคัดย่อ	4
Abstract	7
กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบมะพร้าว	11
การทดลองที่ 1.1 การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเครื่องสำอางจากของเหลือ ในมะพร้าวกะทิ	11
การทดลองที่ 1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมจากมะพร้าวกะทิ	21
กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้จากการแปรรูปมะพร้าว	61
การทดลองที่ 2.1 ศึกษาสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน	61
การทดลองที่ 2.2 ศึกษาการใช้ประโยชน์จากสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าว ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูมะพร้าว และผลกระทบกับแมลงศัตรู ธรรมชาติ	74
การทดลองที่ 2.3 การศึกษาประสิทธิภาพของสารแทนนินที่สกัดได้จากเปลือกมะพร้าว ในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว	84
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	103
บรรณานุกรม	105
ภาคผนวก	108

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยและทีมงานวิจัยได้รับความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย ทั้งฝ่ายจัดเตรียมวัสดุดิบ ฝ่ายประสานงาน และ ฝ่ายวิจัยปฏิบัติการ ตลอดจนคำแนะนำจาก คุณปิยนุช นาคะ ในฐานะหัวหน้าชุดโครงการวิจัยและพัฒนามะพร้าว เมื่อครั้งเสนอโครงการนี้ ท่านเป็นผู้ที่ผลักดันและกระตุ้นให้นักวิชาการของสถาบันวิจัยพืชสวนทำงานอย่างแข็งขัน และคอยให้คำชี้แนะแนวทางการจัดการเมื่อประสบอุปสรรคระหว่างการวิจัย และขอขอบคุณ คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการของสถาบันวิจัยพืชสวน ที่ได้ให้คำวิจารณ์เป็นแนวทางในการพัฒนาการปฏิบัติในการวิจัย

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยศิลปากร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต และศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จ.สุราษฎร์ธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัย และบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชสวน ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย ผู้อำนวยการกลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชสวน หัวหน้ากลุ่มงานพืชสวนอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้สนับสนุนการวิจัยโครงการนี้ และขอขอบคุณพนักงานราชการ พนักงานจ้างเหมา ตลอดจนพนักงานขับรถยนต์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้ ผู้วิจัยและทีมงานวิจัยซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

นางวิไลวรรณ ทวีศรี  
หัวหน้าโครงการวิจัย

ผู้วิจัย  
โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว  
Coconut Product Research and Development

วิไลวรรณ ทวิชศรี <sup>1/</sup>	ปาริชาติ พจนศิลป์ <sup>1/</sup>	สุภาพร ชุมพงษ์ <sup>2/</sup>
Wilaiwan Twishri	Parichart Potchanasin	Supaphon Chumpong
เสรี อยู่สถิตย์ <sup>2/</sup>	หยกทิพย์ สุดารีย์ <sup>2/</sup>	ปริญดา หรุนหีม <sup>2/</sup>
Seree Usathit	Yokthip Sudaree	Parinda Hrunheem
ทิพย์ ไกรทอง <sup>2/</sup>	ดารากร เผ่าชู <sup>2/</sup>	สมลักษณ์ คงเมือง <sup>3/</sup>
Tippaya Kraitong	Darakorn Powchoo	Somlak Kongmuang
โกเมศ สัตยาวุธ <sup>4/</sup>	พัชรวิวรรณ จงจิตเมตต์ <sup>5/</sup>	
Komate Satayawut	Patchareewan Chongchitmate	

---

<sup>1/</sup> สถาบันวิจัยพืชสวน

<sup>2/</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร

<sup>3/</sup> คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

<sup>4/</sup> กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

<sup>5/</sup> สำนักวิจัยพัฒนาอรรถกษาพืช

## บทนำ

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว เป็นหนึ่งใน 5 โครงการวิจัย ภายใต้ชุดโครงการวิจัยและพัฒนา มะพร้าว ซึ่งต่อมาเมื่อกรมฯ ได้จัดให้มี 32 แผนงานวิจัย เมื่อปี 2561 จึงได้ปรับชื่อเป็นชุดโครงการเป็นชุดโครงการ พัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีในการเพิ่มผลผลิตมะพร้าวให้เพียงพอต่อความต้องการ ภายใต้แผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชสวนอุตสาหกรรม การวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ ยุทธศาสตร์ มะพร้าวเพื่ออุตสาหกรรม ระยะที่ 1 พ.ศ.2561-2564 ซึ่ง 1 ใน วัตถุประสงค์ของยุทธศาสตร์ฉบับนี้ คือ ส่งเสริมให้เกิดการแปรรูปมะพร้าวหลากหลายรูปแบบสร้างโอกาสทางการค้าและสร้างมูลค่าเพิ่ม

การวิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาการเพิ่มมูลค่าเพิ่มหรือใช้ประโยชน์จากน้ำ มะพร้าวของมะพร้าวกะทิ โดยมุ่งพัฒนาเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวดังกล่าว เพื่อรองรับผลผลิตที่จะ ออกมาในอนาคต หลังจากที่เกษตรกรปลูกพันธุ์มะพร้าวกะทิลูกผสมของกรมฯ ที่ได้รับการรับรองพันธุ์เมื่อปี 2554 และ ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้จากการแปรรูปมะพร้าวผลอ่อน โดยเฉพาะเปลือกมะพร้าว ที่เหลือจากการแปรรูปตัดแต่ง โดยศึกษาการสกัดสารแทนนินเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมี การส่งออกมะพร้าวอ่อนในจำนวนและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และ การส่งออกมะพร้าวน้ำหอมสดเป็นผลแช่เย็นไป ยังตลาดต่างประเทศนั้น จะมีเปลือกมะพร้าวอ่อนเหลือทิ้งจำนวนมากกว่า 10 ตันต่อวัน โดยเฉลี่ยโรงงานผลิตไฟฟ้า ชีวมวล รับซื้อได้เพียง 2 คันรถบรรทุกต่อวัน การสกัดสารแทนนินที่อยู่ในเปลือกมะพร้าวเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มและได้ศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์ โดยได้นำแทนนินที่สกัดได้ ไปทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้ง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าว

ผลการวิจัยในช่วง 4 ปีที่ผ่านมา (2559-2562) ได้สูตรต้นตำรับของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสม ของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวกะทิจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ โลชัน แชมพู สบู่เหลว และ เจลล้างหน้า และได้วิธีสกัดสาร แทนนิน และผลการทดสอบการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งในส่วนนี้ยังต้องมีการพัฒนาต่อไป

## บทคัดย่อโครงการ

โครงการนี้มี 2 กิจกรรม ปีที่ 1 (ปีงบประมาณ 2559) ดำเนินการวิจัยกิจกรรมที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบมะพร้าว โดยเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวกะทิ ที่แปลงผลิตพันธุ์มะพร้าวลูกผสมคันธูลี นำตัวอย่างเนื้อและน้ำมะพร้าวกะทิ มาเตรียมการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร และวิเคราะห์ปริมาณความหวาน ไขมัน และความเป็นกรด-ด่าง ได้ส่งตัวอย่างน้ำมะพร้าวไปวิเคราะห์ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล จากการทดลองสรุปได้ว่า น้ำมะพร้าวที่มีลักษณะข้นหนืดไม่เหมาะจะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เนื่องจากมีน้ำตาลและความหวานมากกว่าน้ำมะพร้าวปกติ เอื้อให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ง่ายกว่า

ปีที่ 2-4 ของการวิจัย (ปีงบประมาณ 2560-2562) ได้ศึกษาการใช้น้ำมะพร้าวไปเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง โดยใช้มะพร้าวพันธุ์มะพร้าวลูกผสมกะทิน้ำหอม จากสวนผลิตพันธุ์มะพร้าวลูกผสมคันธูลี เพื่อเป็นวัตถุดิบ และได้ศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นองค์ประกอบผลที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ทดลองทำเครื่องสำอางที่ คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้นำน้ำของมะพร้าวกะทิพันธุ์นี้ ไปเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง 4 ชนิด โดยศึกษาสูตรพื้นฐาน แล้วพัฒนาเป็นตำรับเครื่องสำอาง โดยได้ทำการทดลอง 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบ (ทางด้านสมบัติทางกายภาพ เช่น ผล pH และความหนืดของน้ำมะพร้าว) 2) พัฒนาสูตรตำรับพื้นฐาน 3) คัดเลือกตำรับที่ดี และประเมินสูตรตำรับ เป็นระยะเวลา 1 ปี ได้ 3 ผลิตภัณฑ์แต่เจลล้างหน้าต้องพัฒนาต่อ ในขั้นนี้ ได้ทดลองหาร้อยละที่เหมาะสมของการใช้น้ำมะพร้าวในตำรับที่คัดเลือกแล้ว 4) ศึกษาอายุการใช้ผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบความสามารถของสารกันบูดในตำรับที่มีการคัดเลือกแล้ว ผลการศึกษาเรื่อง challenge test ณ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า ทุกตำรับที่มีการพัฒนาแล้ว ผ่านเกณฑ์เรื่องของการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ได้ ตามมาตรฐาน USP41 chapter51; Antimicrobial Effectiveness testing และผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดคาดว่าอายุการใช้งาน 2 ปี และได้ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า สัดส่วนของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวกะทิที่สามารถนำไปเป็นส่วนผสมของสูตรต้นตำรับ สูตรแชมพู สูตรสบู่เหลว สูตรโลชั่น และ สูตรเจล ล้างหน้า คือ ร้อยละ 20 โดย มีคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางกายภาพที่ดี และทดสอบเชื้อที่ปลอดภัย โดยมีความคงตัวที่ดี และเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้จากการทดสอบความพึงพอใจ

ในปีงบประมาณ 2561 ได้เพิ่มการวิจัยในโครงการนี้ การดำเนินกิจกรรมที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้จากการแปรรูปมะพร้าว โดยได้หาวิธีการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน โดยทำการสกัดตัวอย่างเปลือกมะพร้าวอ่อนที่แบ่งเป็นเปลือกส่วนนอกและเปลือกส่วนใน โดยใช้ตัวอย่างเปลือกมะพร้าวอ่อน ขนาด 1-2 เซนติเมตร และผ่านการอบด้วยเตาอบให้มีความชื้นน้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ ในการสกัดใช้อัตราส่วนเปลือกมะพร้าวต่อเอทานอลในอัตรา 1 : 6 โดยปริมาตร ทำการสกัดด้วยสารละลายเอทานอล เข้มข้นร้อยละ 10, 25, 50, 75, และ 95 ที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง นำสารละลายที่ผ่านการกรองมาทำการระเหยเอทานอล โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง และวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนินทั้งหมดโดยให้สารที่สกัดได้ทำปฏิกิริยากับสารละลายฟอลิน-ซีโอเคลทู รีเอเจนต์แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี – วิสเปิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งพบว่า การสกัดสารแทน



นิน-จะมีปริมาณสารแทนนินเฉลี่ยในเปลือกส่วนนอกของมะพร้าวอ่อน มีค่าอยู่ในช่วง 84.9 ถึง 209.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเปลือกส่วนในของมะพร้าวอ่อน มีค่าอยู่ในช่วง 40.9 ถึง 104.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยการสกัดด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 75 สามารถสกัดปริมาณสารสกัดแทนนิน จำนวน 207.6 กรัมต่อกิโลกรัมในเปลือกส่วนนอก และ 104.0 กรัมต่อกิโลกรัมในเปลือกส่วนในของมะพร้าวอ่อน

ต่อมาในปีงบประมาณ 2562 ได้นำสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวไปศึกษาการใช้ประโยชน์ 2 ทาง

- 1) นำมาศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ หนอนหัวดำมะพร้าว และแมลงดำหนามมะพร้าว เปรียบเทียบกับสารสกัดแทนนินจากมันสำปะหลัง พร้อมทั้งศึกษาผลกระทบของสารสกัดแทนนินต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ แตนเบียนโกนีโอซิส และแตนเบียนอะซีโคเดส ดำเนินการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช โดยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวที่ใช้ในการทดสอบนี้มีปริมาณสารออกฤทธิ์เท่ากับ 248.89 กรัม/1 กิโลกรัมเปลือกมะพร้าว ในตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 95% โดยก่อนนำมาทดสอบได้ปรับค่าให้ได้ตามสัดส่วนความเข้มข้นที่ต้องการตามแต่ละกรรมวิธีแล้วจึงนำมาทดสอบโดยวิธีการ spraying กับหนอนหัวดำมะพร้าว และวิธีการ dry film กับแตนเบียนโกนีโอซิส และแตนเบียนอะซีโคเดส ทำการตรวจสอบผลการเปลี่ยนแปลงของแมลงทั้ง 4 ชนิด ทุกวันจนกว่าแมลงจะตาย ผลการทดสอบ พบว่า ไม่มีผลกระทบต่อแตนเบียนทั้ง 2 ชนิดนี้ ดังนั้นถ้าต้องการใช้สารสกัดแทนนินควบคุมแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดนี้ ควรต้องปรับเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ให้สูงขึ้น ทั้งนี้ผลงานวิจัยนี้ยังไม่ได้ผลการควบคุมแมลงศัตรูมะพร้าว แต่ได้ทราบเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยการพัฒนาสารสกัดพืช โดยเฉพาะสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อไปในอนาคต

และ 2) ได้นำมาศึกษาประสิทธิภาพของสารแทนนินที่สกัดได้จากเปลือกมะพร้าวอ่อนในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้ง และนำสารสกัดแทนนินไปทำการทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งที่มาจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวและน้ำทิ้งชุมชน มีวางแผนการทดลองแบบ CRD 5 กรรมวิธี ได้แก่ (1) ไม่เติมสารสกัดแทนนิน (วิธีควบคุม) (2) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 1000 (3) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 100 (4) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 50 และ (5) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 20 ผลการทดสอบการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว พบว่า สารสกัดแทนนินมีผลต่อการบำบัดคุณภาพน้ำ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ระยะเวลาบำบัดที่ 4 ชั่วโมง และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาบำบัดที่ 6 ชั่วโมง สีของน้ำใสขึ้น และมีกลิ่นที่ลดลง น้ำทิ้งมีการตกตะกอน มีค่า pH ที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนบำบัดอย่างมีนัยสำคัญ (pH = 6.6 – 6.92) มีสภาพความเป็นกลางมากขึ้น มีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด อัตราส่วนระหว่างสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง ในอัตราส่วน 1 : 100 คือ มีความขุ่นของน้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 215 NTU ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีความขุ่น 273 NTU อย่างมีนัยสำคัญ ค่า DO สูงสุด เท่ากับ 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 1.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD ต่ำที่สุดเท่ากับ 1,247 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 2,150 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดเท่ากับ ร้อยละการบำบัด 40 สำหรับผลการทดสอบบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชน ที่ระยะเวลาบำบัด 6 ชั่วโมง พบว่า ค่า pH ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง ในอัตราส่วน 1 : 100 คือ มีความขุ่นของน้ำ

ต่ำที่สุดเท่ากับ 75 NTU ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีความขุ่นเท่ากับ 92 NTU ค่า DO สูงสุด เท่ากับ 6.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 2.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD ต่ำที่สุดเท่ากับ 57.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 104 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดเท่ากับ ร้อยละ

41

## Abstract

There are 2 parts in this project; 1) study on create a value to Maphrao Kathi by focus on utilization of liquid endosperm for possibility to be a part of cosmetic formula and 2) study on possibility to create value for by-product (coconut husk) by focus on tannin extraction and utilization of extracted tannin. The study of first activity took 4 years and the second activity just 2 years. The details of them as follows:

The first year project (Oct.2016- Sep.2017) study on properties of liquid endosperm since it was focus to utilize as a part of cosmetic product. The harvested Maphrao Kathi nuts from Khanthulee coconut plantation was opened and taken out the liquid and solid endosperm. The sweetness of liquid endosperm was determined by using Hand refractometer. Then the samples were carried to Chumphon Horticultural Research Center (CHRC) from initial preparation. The liquid endosperm were examined and grouped into 3 groups; normal, turbid and jelly endosperm. Those 3 sample types were sent to analyzed sugar content at Central Laboratory (Thailand) Co. Ltd., Bangkok. While the soft coconut meat of each nut were analysed for fat content at CHRC laboratory. The result showed that jelly endosperm of Maphrao Kathi may not suit for cosmetic products due to sugar content and sweetness of itself.

The second to fourth year project (Oct.2017- Sep.2019) study on cosmetic formula with many trial of set up ratio of cosmetic product that added liquid endosperm of Maphrao Kathi from hybrid variety. at 5, 10,15 and 20 % in formula of 4 products such as lotion, bath gel, shampoo and facial gel. The experiments were set up at Faculty of Pharmacy, Silpakorn University, Nakhon Prathom province. There were 4 steps of experiment; 1) study on basic formula 2) develop formula of 4 products (shampoo, bath gel, lotion and facial gel) to compare physical and such as pH and viscosity in each formula 3) select the best formula which gave the cosmetic products in good physical appearance, optimum viscosity, pH before and after storage for long term study for one year. In this step (during the third year), the 3 of 4 products were developed and passed all physical and microbial evaluations except the facial gel needed to be studied more for the improvement and it was succeed in the last year of project. 4) the product's formula was continued study on the optimum of liquid endosperm to be in formula. The result showed that the maximum of 20%w/w in the formula was accepted. . For the shelf-life in term of microbial contamination of each product was determined by Challenge test (antimicrobial activities for a preservative with Standard of USP41 chapter51; Antimicrobial Effectiveness testing) at faculty of Pharmacy, Mahidol University. The result of the challenge test showed that all

cosmetic formula had a shelf life of 2 years. The product samples were taken to Horticulture Research Institute for sensory evaluation. The results of the sensory test were shown to be satisfied.

While the first activity goes on, the second activity was approved and added in this project in the 3<sup>rd</sup> year of project. In second activity composed of 3 experiments. In 1<sup>st</sup> experiment focus on extraction of tannins in the coconut husk in which this is an alternative way to utilize the young coconut husk as a by-product from the young coconut cutting process for export. The study aims to find out the optimum conditions for tannin extraction of young coconut husk. Then in following year, study on utilization the extracted tannin focusing on coconut pest control and waste water treatment.

The tannin extraction was studied, coconut samples was included green husk (exocarp) and white soft husk (mesocarp) of young coconut nut (approximately 7 months) which samples size approximately 1-2 cm. and less than 6 percent of moisture. The extraction was carried out for 24 hours at room temperature by using 10, 25, 50, 75, 95 % (v/v) ethanol as an extraction solvent. Ratio of the material to ethanol was 1 : 6 g/ml. The filtered solution was boiled for 6 hours at 60 degrees Celsius for removing ethanol. The determination of total tannin by using reaction with Folin – Denis reagent and the absorbance was measured at 760 nm by UV – Vis spectrophotometer. The results showed that the extraction yields of tannin from green husk of young coconut husk achieved was 84.9 – 209.0 mg/kg and white soft husk of young coconut husk achieved was 40.9 – 104.0 mg/kg. The highest concentration of tannins compounds was found in the extraction by using 75% (v/v) ethanol, it showed 207.6 mg/kg in green husk of young coconut husk and 104.0 mg/kg in white soft husk of young coconut husk.

The extraction of tannin from coconut husk was studied the efficacy to inhibit the growth of 2 coconut insect pests, which are black headed caterpillar; *Opisina arenosella* and coconut leaf beetle; *Brontispa longissima* in comparison with the tannin extracts from cassava. The effects of tannin extracts were also studied on the natural enemies of coconut insect pests; *Goniosus nephantidis* and *Asecodes hispinarum*. The tests were conducted at the Entomology and Zoology Laboratory, Plant Protection Research and Development Office, from October 2018 to September 2019. The tannin extraction from coconut husk used in this experiment contained the active ingredient content of 248.89 g/1 kg. of coconut husk in 95% ethyl alcohol solvent. Before testing, the extracts were adjusted the concentration according to each treatment and the treatments were tested by spraying method on *Opisina arenosell* and *Brontispa longissima* and dry film method on *Goniosus nephantidis* and *Asecodes hispinarum*. The results of growth of all 4 insect

species were checked every day until the insects die or being adult. The results showed that tannin extracts had no effects on *Opisina arenosella* and *Brontispa longissima* growing and developing into adults as normal and these extracts also had no effect on *Goniosus nephantidis* and *Asecodes hispinarum*. Therefore, Using tannin extract for controlling 2 insect pests of coconut may be necessary to increase the amount of active ingredients. However, this research had not been received the results for controlling coconut insect pests but had been known as a preliminary data for further development of research on plant extract development especially the tannin extract from coconut for the future.

Study on the efficiency of a tannin extracts from coconut husk for wastewater treatment is an alternative way to utilize and value added for the young coconut husk as a by-product from the young coconut cutting process. The study was determined at Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, from January to September, 2019. The tannin extracted solutions results from dry coconut husk which it was carried out for 24 hours at room temperature by using 75% (v/v) ethanol as an extraction solvent (ratio of the material to ethanol was 1 : 6 g/ml) and the filtered solution was boiled for 6 hours at 60 degrees Celsius for removing ethanol. Continually, the experiments of efficiency of wastewater treatment were observed in 2 sources of wastewater which collected from coconut processing factory and household. The experiments arrangement was a completely randomized design (CRD) with 5 treatments as follow: (1) without application of tannin extracts (control), (2) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:1000, (3) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:100, (4) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:50, and (5) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:20. The results of efficiency of tannin extracts in wastewater from coconut processing factory showed that the tannin extracts is able to treat pH and turbidity of water at 4 hours after treatment which significantly different from without application of tannin extracts. Further, the results showed at 6 hours after treatment which the application of tannin extracts is causing substance in wastewater to be deposited then the wastewater is getting clearly. The application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:100 had the high efficiency to be able treat wastewater. This treatment shows (1) the lowest of the turbidity of 215 NTU significantly compare with the control treatment (273 NTU) (2) the highest of DO of 3.30 mg./l. while the control treatment was 3.30 mg./l (3) the lowest of BOD of 1,245 mg./l. while the control treatment was 2,150 mg./l. and the efficiency of BOD at after treatment were 40 percent. Furthermore, the results of efficiency of tannin extracts at 6 hours after treatment in wastewater from household showed that pH has no significant difference. The application of tannin extracts

to wastewater at the ratio of 1:100 had the high efficiency to be able treat wastewater. This treatment shows (1) the lowest of the turbidity of 75 NTU compare with the control treatment (92 NTU) (2) the highest of DO of 6.05 mg./l. while the control treatment was 2.80 mg./l (3) the lowest of BOD of 57.2 mg./l. while the control treatment was 104 mg./l. and the efficiency of BOD at after treatment were 41 percent.

**กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบมะพร้าว**  
**การทดลองที่ 1.1 การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเครื่องสำอางจากของเหลวในมะพร้าวกะทิ**  
**Study on possibility of making cosmetic products from jelly endosperm of Maphrao Kathi**

วิไลวรรณ ทวิชศรี<sup>1/</sup>

Wilaiwan Twishsri

เสรี อยู่สถิตย์<sup>2/</sup>

Seree Usathit

ทิพยา ไกรทอง<sup>2/</sup>

Tippaya Kraitong

หยกทิพย์ สุดารีย์<sup>2/</sup>

Yokthip Sudaree

สุภาพร ชุมพงษ์<sup>2/</sup>

Supaphon Chumpong

ปริญดา หรุนหีม<sup>2/</sup>

Parinda Hrunheem

**คำสำคัญ :** มะพร้าวกะทิ, น้ำมะพร้าว

**Keyword :** makapuno, Liquid endosperm

### บทคัดย่อ

เก็บเกี่ยวผลมะพร้าวกะทิ ที่แปลงผลิตพันธุ์มะพร้าวลูกผสมคันจูลี นำตัวอย่างเนื้อและน้ำมะพร้าวกะทิ มาเตรียมการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ได้วิเคราะห์ปริมาณความหวาน ไขมัน และกรด ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลได้ส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้น รวมถึงปริมาณน้ำหนักรวมและน้ำต่อผล จากนั้นได้ทดลองเก็บรักษาน้ำมะพร้าวกะทิในตู้เย็น และในช่องแช่แข็ง จากการทดลองสรุปได้ว่า น้ำมะพร้าวที่มีลักษณะข้นหนืดไม่เหมาะสมจะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เนื่องจากมีน้ำตาลและความหวานมากกว่าน้ำมะพร้าวปกติ เอื้อให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ง่ายกว่า จึงควรพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มอย่างอื่น หรือหากจะพัฒนาต่อต้องหาวิธีป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ด้วย ในเบื้องต้นได้นำตัวอย่างน้ำมะพร้าวกะทิที่เก็บไว้ในช่องแช่แข็งมาทดลองทำผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำ สบู่เหลว และโลชั่น ขณะนี้อยู่ระหว่างการทดลองเบื้องต้น และต้องศึกษาการพัฒนาสูตรต้นแบบในการทดลองที่ 1.2 ในปี 2560

รหัส 01-56-59-03-00-00-01-59

<sup>1/</sup> สถาบันวิจัยพืชสวน เขตจตุจักร จ.กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0 2940 5484

<sup>2/</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อ.สวี จ.ชุมพร 86140 โทร. 0 7755 6026

### Abstract

The harvested Maphrao Kathi nuts from Khanthulee coconut plantation was opened and taken out the liquid and solid endosperm. The sweetness of liquid endosperm was determined by using Hand refractometer. Then the samples were carried to Chumphon Horticultural Research Center (CHRC) from initial preparation. The liquid endosperm were examined and grouped into 3 groups; normal, turbid and jelly endosperm. Those 3 sample types were sent to analyzed sugar content at Central Laboratory (Thailand) Co. Ltd., Bangkok. While the soft coconut meat of each nut were analysed for fat content at CHRC laboratory. The result showed that jelly endosperm of Maphrao Kathi may not suit for direct utilization as ingredient of cosmetic products due to sugar content and sweetness of itself.



## บทนำ

มะพร้าวกะทิ (Maphrao Kathi) หรือที่เรียกกันว่า มาคาปุโน (Makapuno) คือมะพร้าวที่ผลมีเนื้อหนากว่าปกติ มีลักษณะนิ่ม อ่อนนุ่ม พูปานกลางหรือฟูเต็มกะลา ผิวหน้าของเนื้ออาจมีลักษณะขรุขระคล้ายผิวมะกรูด อ่อนนุ่ม ชุ่มน้ำ หรือเหลวเป็นครีม และน้ำมะพร้าวภายใน (liquid endosperm) ต่างจากน้ำมะพร้าวทั่วไป คือ ชุ่มชั้นเล็กน้อยถึงชั้นเหนียว เนื้อกะทิอาจหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร มีรสชาติหวานมัน (กรมวิชาการเกษตร, 2555) มะพร้าวกะทิมีจำหน่ายในท้องตลาดไม่มากนักและตลาดยังมีความต้องการอีกมาก เนื่องจากสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ มะพร้าวกะทิที่จำหน่ายในซูเปอร์มาเก็ต ในรูปผลผ่าครึ่งซีกและหุ้มด้วยพลาสติก ราคาชั้นละ 90 บาท การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส สามารถอยู่ได้นาน 2-3 สัปดาห์ (Horticulture Research Institute, 1999) ในประเทศฟิลิปปินส์มีการนำไปผลิตไอศกรีม และขนมพาย (Pastries industry) โดย Julibee Food Cooperation เป็นผู้ผลิตรายใหญ่ และประเทศฟิลิปปินส์ได้ส่งออกมะพร้าวกะทิไปยังต่างประเทศมา 10 กว่าปีแล้ว (Twishsri, 2013)

การใช้ประโยชน์จากมะพร้าวกะทิมีหลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะกาแลคโตแมนแนน (galactomannan) ซึ่งเป็นสารจำพวก non-starch water-soluble polysaccharide ที่มีอยู่มากในมะพร้าวกะทิมีการแปรรูปเป็นมะพร้าวกะทิกาแลคโตแมนแนน ที่เรียกว่า Makapuno galactomannan ใช้เป็นสารเติมแต่ง (Food additive) ในอุตสาหกรรมอาหาร ในการให้ความหนืด (thickener) ในรูปผงใช้ในการผลิตยาสีฟัน เป็นสารช่วยยึดเกาะ (binder) ในการผลิตยาเนื่องจากทำเป็นแคปซูลเจลนุ่ม ๆ ได้ และสารช่วยขยายตัว (extender) จึงใช้เป็นสารก่อเจล (gelling agent) ตัวเชื่อมประสานให้เป็นเนื้อเดียวกัน (emulsifier) และสารให้ความคงตัว (stabilizer) นอกจากนี้ยังใช้เป็นอาหารเสริมประเภทเส้นใย (dietary fibre supplement) เป็นอาหารทางเลือกสำหรับผู้รับประทานมังสวิรัติเพื่อทดแทนเจลาตินจากสัตว์ (vegetarian alternative for animal base gelatin) และผลิตเป็นฟิล์มห่อหุ้มชนิดรับประทานและย่อยสลายได้ (edible/biodegradable film) ใช้ในการห่อหุ้มอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ส่วนการใช้มะพร้าวกะทิไปเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางนั้น เนื่องจากกาแลคโตแมนแนนในมะพร้าวกะทิเป็นพวก biopolymer with natural hydrating function จึงสามารถใช้เป็นสารให้ความชุ่มชื้น (moisturizing) และใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางนานาชนิด เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบของครีมที่ใช้เฉพาะที่ เช่น ครีมทาแก้ไฟไหม้น้ำร้อนลวก (functional cream) น้ำยาล้างมืออนามัย (hand sanitizer) ครีมทาผิว (body cream) ยาสระผม (shampoo) และ ครีมปรับสภาพผม (hair conditioner) เป็นต้น (Albay Research Center, มปป)

ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ สมชายและคณะ (2551) ได้รายงานว่า มะพร้าวลูกผสมกะทิชุมพร 84-2 มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ เช่น แคลเซียม ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส ในปริมาณ 83.3, 2.13, และ 0.03% ตามลำดับ และมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ในปริมาณ 0.98, 9.24 และ 10.69 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ เพ็ญพรรณ (2556) ซึ่งรายงานว่าน้ำมะพร้าวมีโปรตีนต่ำ ส่วนเนื้อมะพร้าวมีโปรตีน 3-8% โดยมีโปรตีนหลัก คือ globulins ที่มีชื่อว่า Cocosin ซึ่งโปรตีนมะพร้าวประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งชนิดจำเป็นและไม่จำเป็นหลายชนิดโดยมี glutamic acid และ arginine มากเป็นอันดับหนึ่งและสองตามลำดับ และ เพ็ญพรรณ (2556) ยังรายงานว่า น้ำ

มะพร้าวมีชนิดของกรดอะมิโนหลักคือ arginine ในขณะที่ วิไลวรรณและคณะ (2554) พบว่าในเนื้อมะพร้าวมีกรดอะมิโนพวก aspartic acid, histidine, phenylalanine และ isoleucine มากกว่าในน้ำมะพร้าว และ พบว่าเนื้อมะพร้าวลูกผสมกะทิน้ำหอมผลแก่อายุ 12 เดือน มีทั้งกรดอะมิโนที่จำเป็นและไม่จำเป็น (essential and non-essential amino acids) ส่วนในน้ำที่มีลักษณะเป็นเจลของมะพร้าวกะทิผลแก่นั้นมีกรดอะมิโน glutamine, arginine, alanine และ tryptophan เท่ากับ 206.2, 157.4, 109.4 และ 145.8 มก./100 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ Sison (1971) อ้างโดย Paengkha (2003) รายงานว่า ในน้ำมะพร้าว มี ascorbic acid 2.2-3.7 มก./มล. และมี glutamic acid 14.5% ของกรดอะมิโนทั้งหมด ส่วนชนิดของกรดอะมิโนในน้ำกะทิ หัวกะทิ หางกะทิ ไม่แตกต่างจากเนื้อมะพร้าว (เพ็ญพรรณ, 2556) ปัจจุบันโปรตีนจากมะพร้าวถูกนำไปใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมอาหาร อาหารเสริม และเป็นอาหารสัตว์ ในทางการแพทย์พบว่าโปรตีนจากมะพร้าวมีฤทธิ์ควบคุมระดับน้ำตาล ซีรัม และไตรกลีเซอไรด์ และมีฤทธิ์ปกป้องหัวใจ (เพ็ญพรรณ, 2556)

นอกจากแร่ธาตุ ไชมัน โปรตีนแล้วในน้ำมะพร้าวยังมีน้ำตาลซูโครส กลูโคส และ ฟรุคโตส เป็น 9.18, 7.25 และ 5.25 มก./มล. ตามลำดับ และมีกรดมาลิก 34.31 มิลลีสมมูล/มก. และ กรดซิตริก 0.37 มิลลีสมมูล/มก. (Raghavan (1976) อ้างโดย Paengkha (2003) ได้ศึกษามะพร้าวผลอ่อนของศรีลังกา พบว่า มะพร้าวผลอ่อนอายุ 7-8 เดือน มีปริมาณน้ำตาลกลูโคส  $2.41 \pm 0.102$  มก./100 มล. น้ำตาลฟรุคโตส  $2.10 \pm 0.091$  มก./100 มล. และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total) เท่ากับ  $5.00 \pm 0.071$  มก./100 มล. (Ranasinghe and other, 2009) และ น้ำมะพร้าวยังประกอบด้วย phytohormones (เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน และ 1,3-diphenylurea) มีเอนไซม์ และ มี growth promoting factors Manisha and Shyamapada (2011) จึงมีการใช้น้ำมะพร้าวมาเป็นส่วนผสมของอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วย

เนื่องจากในน้ำมะพร้าวมีทั้งน้ำตาลและกรดอะมิโน จึงน่าจะศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เนื่องจาก sugar amino acid condensate ที่จัดเป็นสารให้ความชุ่มชื้นตามธรรมชาติ (natural moisturizing factor หรือ NMF) สารประกอบเชิงซ้อน ของน้ำตาลและกรดอะมิโนหลายชนิดรวมกัน จะมีคุณสมบัติละลายน้ำดี รักษาความชุ่มชื้นและความยืดหยุ่นแก่ผิวได้ดี ใช้ในผลิตภัณฑ์ชะลอความแก่ หรือลดรอยเหี่ยวย่นของผิวหนัง ดังนั้น จึงควรวิจัยหาสารประกอบเชิงซ้อนที่มีคุณสมบัติเป็น natural moisturizing factor (NMF) ในน้ำมะพร้าวกะทิ (liquid endosperm) เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่อไป ส่วนเนื้อมะพร้าวกะทิมีไขมันเป็นองค์ประกอบถึง 10.69 กรัม/100 กรัม อีกทั้งในเนื้อยังมีกรดอะมิโน ดังนั้น ความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเช่นกัน และที่ผ่านมา ในประเทศไทยยังไม่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องสำอางจากมะพร้าวกะทิมาก่อน จึงควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ในด้านนี้ เนื่องจากสินค้าประเภทเครื่องสำอางมีราคาสูง หากมีการนำสินค้าเกษตรไปผลิตหรือเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางได้ จะช่วยให้เกษตรกรขายสินค้าได้ในราคาอีกระดับหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้มีการปลูกมะพร้าวกะทิมากขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย และตามที่กรมวิชาการเกษตรได้พัฒนาพันธุ์มะพร้าวกะทิลูกผสมเพื่อให้เกษตรกรปลูกไปแล้ว จึงคาดว่าในอนาคตจะมีผลผลิตมะพร้าวกะทิออกสู่ตลาดเพิ่มขึ้น ด้วยคุณสมบัติของมะพร้าวกะทิดังที่กล่าวมาแล้ว ประกอบกับราคามะพร้าวกะทิที่สูงกว่ามะพร้าวธรรมดา การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มโดยการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์

เครื่องสำอางครั้งนี้ จะช่วยรองรับวัตถุดิบมะพร้าวกะทิที่จะออกสู่ตลาดในอนาคต และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากมะพร้าวกะทิจะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ออกสู่ตลาดด้วย

## ระเบียบวิธีวิจัย

### อุปกรณ์

1. มะพร้าวกะทิ
2. สารเคมี ที่เป็นส่วนประกอบของสูตรต้นตำรับ
3. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง pH Meter
4. เครื่องวัดความหวาน Hand reflxotometer
5. ถูพลาสติก กล่องพลาสติก ขวดพลาสติก และกล่องโฟม สำหรับเก็บตัวอย่าง
6. เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในการไตเตรต หาปริมาณกรด
7. เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

### วิธีการ

ไม่มีการวางแผนการทดลองทางสถิติ แต่ได้ปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. เก็บตัวอย่างของเหลวในมะพร้าวกะทิ ทั้งที่มีลักษณะเป็นเจล (Jelly endosperm) และ ไม่เป็นเจล จากสวนผลิตพันธุ์มะพร้าวลูกผสมคันธูลี วัดปริมาณความหวาน หรือของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid) ด้วยเครื่อง Hand reflectometer และวิเคราะห์ความชื้นและหาไขมันในเนื้อมะพร้าวกะทิ
2. นำขวดที่บรรจุของเหลวไปแช่เย็นในกล่องโฟมที่ใส่น้ำแข็ง เพื่อนำตัวอย่างมาเก็บรักษา และทดสอบที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร วิเคราะห์หาปริมาณกรดโดยการไตเตรต และวัดความเป็นกรดต่างด้วยเครื่อง pH meter
3. ส่งตัวอย่างไปตรวจหาชนิดและปริมาณน้ำตาล และปริมาณกรดในตัวอย่างน้ำมะพร้าวกะทิที่ห้องปฏิบัติการกลาง กทม.
4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีและกายภาพ เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาแตกต่างกัน และตรวจสอบตัวอย่าง 4 สัปดาห์

### เวลาและสถานที่

เวลา เริ่ม ตุลาคม 2558 – สิ้นสุด กันยายน 2559

สถานที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร และสวนผลิตพันธุ์มะพร้าวลูกผสมคันธูลี

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการเก็บตัวอย่างมะพร้าวกะทิ ที่สวนฯ คั้นรู้ลี ผ่าผลเพื่อเก็บเอมบริโอไปเพาะเลี้ยง พบว่า เนื้อมะพร้าวสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เนื้อนุ่มแต่ผิวเรียบเหมือนมะพร้าวปกติ (gentle soft) และเนื้อนุ่มมาก (very soft) ผลที่เนื้อนุ่มๆ มีน้ำหนักมากที่สุด 820 กรัม และน้อยสุด 610 กรัม และน้ำหนักเฉลี่ย 705.8 กรัม ส่วนผลที่มีเนื้อนุ่มมาก น้ำหนักมากที่สุด 900 กรัม และน้อยสุด 520 กรัม และน้ำหนักเฉลี่ย 666.0 กรัม การวิเคราะห์ความชื้นและไขมันของตัวอย่างเนื้อมะพร้าวทั้งสองแบบ พบว่า มะพร้าวกะทิเนื้อนุ่มๆ ความชื้น 62.9% (หรืออยู่ในช่วง 57.2 - 72.0) และมีไขมัน 21.3% (หรืออยู่ในช่วง 17.7 - 27.9) ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากมะพร้าวกะทิเนื้อนุ่มมาก ที่มีความชื้น 64.0% (หรืออยู่ในช่วง 58.4 - 73.9) และมีไขมัน 21.9% (หรืออยู่ในช่วง 16.8 - 27.5) ตามลำดับ

การวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมะพร้าวกะทิ 3 ชนิด พบว่า ความหวานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความหนืดของน้ำมะพร้าวกะทิ โดยน้ำมะพร้าวแบบใสมีความหวานเฉลี่ย 4.7 °Brix น้ำมะพร้าวแบบเหลวมีความหวาน 5.2 °Brix และน้ำมะพร้าวแบบหนืดลักษณะคล้ายเจลมีความหวานมากที่สุด 6.8 °Brix ส่วน pH เป็นกรดเล็กน้อย มีค่าเฉลี่ย 6.1, 6.3 และ 6.5 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์น้ำตาล พบว่า ตัวอย่างน้ำมะพร้าวมีน้ำตาลทั้งหมด 3.2, 3.4 และ 3.5 % ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่าความหวานและลักษณะของน้ำดั่งที่กล่าวข้างต้น และตัวอย่างน้ำมะพร้าวกะทิแต่ละชนิดมีน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งน้อยมากหรือตรวจไม่พบ ในขณะที่พบน้ำตาลอินเวิร์ตบ้างในปริมาณต่ำ เช่นเดียวกับปริมาณน้ำตาลกลูโคสและซูโครส แต่ไม่พบน้ำตาลมอลโตส และแลคโตส ดังแสดงในตารางที่ 1

ได้ทดลองทำผลิตภัณฑ์เจลทำความสะอาดใบหน้า (Facial cleansing gel) ที่มีน้ำมะพร้าวธรรมชาติ (ของเหลวใส) และน้ำมะพร้าวกะทิ (น้ำข้นหนืดปานกลาง) แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีคุณภาพไม่ดี และต้องปรับสูตรหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมต่อไป รวมทั้งการทำผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มอีก 3-4 ชนิด ซึ่งจะได้ดำเนินการในการหาสูตรต้นตำรับในการทดลองที่ 1.2 ต่อไป ในปี 2560

การทดลองเก็บรักษาตัวอย่างน้ำมะพร้าวชนิดข้นหนืด ด้วยการใส่ในขวดพลาสติกปิดฝา แล้วนำไปแช่ในตู้เย็น โดยเปรียบเทียบระหว่างแช่ในช่องธรรมดากับช่องแช่แข็ง พบว่า หลังจากเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 1 เดือน ตัวอย่างน้ำมะพร้าวที่เก็บในช่องธรรมดา พบเชื้อราขึ้นบริเวณผิวหน้าของบางตัวอย่าง และเมื่อนำมาวัด pH พบว่ามีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หรือ pH ลดลงจากเดิมเหลือ (pH=5.7) ส่วนตัวอย่างที่เก็บในช่องแช่แข็งไม่พบการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 1 ค่าที่วัดได้จากน้ำมะพร้าวกะทิ 3 ชนิด

น้ำมะพร้าวกะทิแบบใส	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
	6/7/59		
pH	5.9	6.2	6.1
ความหวาน (°Brix)	4.8	4.6	4.7
Invert sugar (g/100g) <sup>3</sup>	3.02	2.74	-
Reducing sugar (g/100g) <sup>4</sup>	1.36	Not detected	-
Total sugar [HPLC] (g/100g) <sup>5</sup>	3.55	2.79	3.2
Glucose	1.61	1.25	-
Sucrose	1.21	1.54	-
Fructose	0.73	<0.05	-
Maltose	Not detected	Not detected	-
Lactose	Not detected	Not detected	-
ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (%)	0.033	-	-

น้ำกะทิแบบขุ่นเหลว	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
	6/7/59		
pH	6.1	6.5	6.3
ความหวาน (°Brix)	5.0	5.3	5.2
Invert sugar (g/100g) <sup>4</sup>	4.13	3.73	-
Reducing sugar (g/100g) <sup>5</sup>	Not detected	Not detected	-
Total sugar [HPLC] (g/100g) <sup>6</sup>	3.57	3.23	3.4
Glucose	1.37	1.33	-
Sucrose	2.20	1.90	-
Fructose	Not detected	Not detected	-
Maltose	Not detected	Not detected	-
Lactose	Not detected	Not detected	-
ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (%)	0.054	-	-

<sup>3</sup> วิธีทดสอบ compendium of methods for food analysis (2003) p.2-84 to 2-86

<sup>4</sup> วิธีทดสอบ compendium of methods for food analysis (2003) p.2-84 to 2-86

<sup>5</sup> วิธีทดสอบ In-house method based on compendium of method for food analysis (2003) p 2-80 to p 2-81

น้ำกะทิแบบชั้นหนืด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
	6/7/59		
pH	6.4	6.6	6.5
ความหวาน (°Brix)	7.0	6.6	6.8
Invert sugar (g/100g) <sup>4</sup>	4.33	10.41	-
Reducing sugar (g/100g) <sup>5</sup>	1.63	Not detected	-
Total sugar [HPLC] (g/100g) <sup>6</sup>	4.76	2.33	3.5
Glucose	1.57	0.80	-
Sucrose	2.59	1.53	-
Fructose	0.60	Not detected	-
Maltose	Not detected	Not detected	-
Lactose	Not detected	Not detected	-
ปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ (%)	0.033	-	-

ตัวอย่างผลมะพร้าวกะทิ ที่นำมาใช้ในการทดลองแต่ละผลจะต้องนำเอ็มบริโอไปเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ แล้วจึงนำน้ำและเนื้อมาใช้ในการทดลองนี้



ภาพที่ 1 เตรียมส่วนผสมเพื่อทดลองทำเจลล้างหน้าจากน้ำมะพร้าวกะทิ

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติของน้ำมะพร้าวกะทิ เพื่อเป็นแนวทางในการคัดเลือกชนิดของน้ำมะพร้าวกะทิเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง จากการทดลองสรุปได้ว่า น้ำมะพร้าวที่มีลักษณะขุ่นหนืดไม่เหมาะจะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เนื่องจากมีน้ำตาลและความหวานมากกว่าน้ำมะพร้าวปกติ เอื้อให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ง่ายกว่า จึงควรพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มอย่างอื่น หรือหากจะพัฒนาต่อ ต้องหาวิธีป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ด้วย



## การทดลองที่ 1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมจากมะพร้าวกะทิ

### Study on Cosmetic Formula included liquid endosperm of Maphrao Kathi

วิไลวรรณ ทวิชศรี <sup>1/</sup>	สมลักษณ์ คงเมือง <sup>2/</sup>	ทิพยา ไกรทอง <sup>3/</sup>
Wilaiwan Twishsri	Somlak Kongmuang	Tippaya Kraitong
สุภาพร ชุมพงษ์ <sup>3/</sup>	เสรี อยู่สถิตย์ <sup>3/</sup>	หยกทิพย์ สุดารีย์ <sup>3/</sup>
Supaphon Chumpong	Seree Usathit	Yokthip Sudaree

**คำสำคัญ:** สูตรเครื่องสำอาง, มะพร้าวกะทิ, โลชั่น, เจลล้างหน้า, สบู่เหลว, ยาสระผม

**Keyword:** Cosmetic formula, Makapuno, Lotion, Facial gel, Bath gel, Shampoo

#### บทคัดย่อ

ได้ศึกษาการใช้น้ำมะพร้าวไปเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง เป็นเวลา 3 ปี (ต.ค.2560 – ก.ย.2562) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทดลองและพัฒนาสูตรเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมจากมะพร้าวกะทิ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าและเพิ่มการใช้ประโยชน์จากมะพร้าวกะทิ และนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนอุตสาหกรรมต่อเนื่องให้มีการแปรรูปในระดับชุมชน เพื่อเป็นการเพิ่มมูลมะพร้าว โดยได้ดำเนินการเก็บเกี่ยวมะพร้าวกะทิพันธุ์มะพร้าวลูกผสมกะทิน้ำหอม จากสวนผลิตพันธุ์มะพร้าวลูกผสมพันธุ์ดี เพื่อเป็นวัตถุดิบในการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นองค์ประกอบผล และได้ดำเนินการทดลองทำเครื่องสำอางที่ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้นำน้ำของมะพร้าวกะทิพันธุ์นี้ ไปเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง 4 ชนิด โดยศึกษาสูตรพื้นฐาน แล้วพัฒนาเป็นตำรับเครื่องสำอาง โดยได้ทำการทดลอง 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบ (องค์ประกอบผล pH และความหนืดของน้ำมะพร้าว) 2) พัฒนาสูตรตำรับพื้นฐาน โดยเปรียบเทียบสารลดแรงตึงผิวและสารเคมีในตำรับที่แตกต่างกันในการทำผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด 3) คัดเลือกตำรับที่ดี ตรวจสอบคุณภาพโดยสังเกตจากลักษณะทางกายภาพ วัดความหนืด วัดความเป็นกรด-ด่าง เปรียบเทียบก่อนและหลังการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และประเมินสูตรตำรับ ได้ 3 ผลิตภัณฑ์แต่เจลล้างหน้าต้องพัฒนาต่อ ในขั้นนี้ ได้ทดลองหาร้อยละที่เหมาะสมของการใช้น้ำมะพร้าวในตำรับที่คัดเลือกแล้ว 4) ศึกษาอายุการใช้ผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบความสามารถของสารกันบูดในตำรับที่มีการคัดเลือกแล้ว ผลการศึกษาเรื่อง challenge test พบว่า ทุกตำรับที่มีการพัฒนาแล้ว ผ่านเกณฑ์เรื่องของการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ได้ ตามมาตรฐาน USP41 chapter51; Antimicrobial Effectiveness testing และผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดมีอายุการใช้งาน 2 ปี และ 5) ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ จากการศึกษา

รหัส 01-56-59-03-00-00-02-60

<sup>1/</sup> สถาบันวิจัยพืชสวน เขตจตุจักร จ.กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0 2940 5484

<sup>2/</sup> คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร จ.นครปฐม 73000 โทร. 034 255 800

<sup>3/</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อ.สวี จ.ชุมพร 86140 โทร. 077 556 023

ครั้งนี้พบว่า การผสมน้ำมะพร้าวไปในสูตรเครื่องสำอาง 4 ชนิด ในปริมาณ ร้อยละ 5 10 15 และ 20 พบว่า สัดส่วนของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวกะทิที่สามารถนำไปเป็นส่วนผสมของสูตรต้นตำรับ สูตรแชมพู สูตรสบู่เหลว สูตรโลชั่น และ สูตรเจลล้างหน้า คือ ร้อยละ 20 โดยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางเคมีและกายภาพ ยังมีความคงตัว และเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้จากการทดสอบความพึงพอใจ

## Abstract

The study was done during October 2017- September 2019 with aim of utilizing coconut water of Makapuno as one ingredient in cosmetic formula. Value addition and increasing Makapuno utilization would be one of supporting community base production. In this research, Makapuno hybrid was collected from Khanthulee coconut seed garden, Surat Thani province for basic study such as nut component and total soluble solid of coconut water. Then the cosmetic fomular trial were set up at Faculty of Pharmacy, Silpakorn University, Nakhon Prathom province with many trial of set up ratio of cosmetic product that added liquid endosperm of Maphrao Kathi from hybrid variety at 5, 10,15 and 20 % in formula of 4 products such as lotion, bath gel, shampoo and facial gel. There were 4 steps of experiment; 1) study on basic formula 2) develop formula of 4 products (shampoo, bath gel, lotion and facial gel) to compare physical and such as pH and viscosity in each formula 3) select the best formula which gave the cosmetic products in good physical appearance, optimum viscosity, pH before and after storage for long term study for one year. In this step (during the third year), the 3 of 4 products were developed and passed all physical and microbial evaluations except the facial gel needed to be studied more for the improvement and it was succeed in the last year of project. 4) the product's formula was continued study on the optimum of liquid endosperm to be in formula. The result showed that the maximum of 20%w/w in the formula was accepted. . For the shelf-life in term of microbial contamination of each product was determined by Challenge test (antimicrobial activities for a preservative with Standard of USP41 chapter51; Antimicrobial Effectiveness testing) at faculty of Pharmacy, Mahidol University. The result of the challenge test showed that all cosmetic formula had a shelf life of 2 years. The product samples were taken to Horticulture Research Institute for sensory evaluation. The results of the sensory test were shown to be satisfied.

## บทนำ

มะพร้าวกะทิ เป็นสินค้าเกษตรที่มีราคาสูงเนื่องจากค่อนข้างจะหายาก แต่ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้มีการพัฒนาพันธุ์มะพร้าวกะทิลูกผสม ที่ได้รับการรับรองพันธุ์ ทั้ง 2 พันธุ์ (มะพร้าวกะทิลูกผสมชุมพร 84-1 และชุมพร 84-2) ซึ่งในอนาคตหากมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมากขึ้น จะมีผลผลิตมะพร้าวกะทิออกสู่ตลาดมากขึ้น และเกษตรกรที่ปลูกมะพร้าวกะทินั้นมีโอกาสมีรายได้เพิ่มขึ้น ปัจจุบันการเพิ่มมูลค่ามะพร้าวกะทิมิเพียงนำไปเป็นส่วนผสมในขนมหวานและไอศกรีมเพื่อเพิ่มมูลค่าเท่านั้น จึงได้มีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม ประเภทเครื่องสำอางได้ เนื่องจากสินค้าประเภทเครื่องสำอาง จะมีราคาสูง หากมีการนำสินค้าเกษตรไปผลิต หรือเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางได้ จะช่วยให้เกษตรกรขายสินค้าได้ในราคาอีกระดับหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้มีการปลูกมะพร้าวกะทิ ให้มากขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย ในโครงการนี้ ในปีแรก (ปีงบประมาณ 2559) ได้ดำเนินการทดลอง ที่ 1.1 เรื่องศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเครื่องสำอางจากของเหลือในมะพร้าวกะทิ ในปีที่ 2 (ปีงบประมาณ 2559) จะดำเนินการทดลอง ที่ 1.2 เรื่อง ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นตำรับโดยมีเป้าหมายที่จะถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไปยังกลุ่มเกษตรกร วิชาทกิจชุมชน หรือผู้ประกอบการ การวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางครั้งนี้ จะช่วยรองรับวัตถุดิบมะพร้าวกะทิที่จะออกสู่ตลาดในอนาคต และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากมะพร้าวกะทิจะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ออกสู่ตลาดและสร้างรายได้ที่ยั่งยืนให้เกษตรกร

ในปีงบประมาณ 2560-62 (3 ปี) จึงได้ดำเนินการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากของเหลือในมะพร้าวกะทิ (Jelly endosperm) และพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมจากมะพร้าวกะทิ จากการทำโครงการ ได้สูตรต้นตำรับ เครื่องสำอาง 4 ชนิด ได้แก่ 1. แชมพู สบู่เหลว โลชั่น และเจลล้างหน้า ที่ได้ผ่านการทดสอบความปลอดภัยและตรวจปริมาณจุลินทรีย์เพื่อทราบอายุการเก็บรักษา และได้ถ่ายทอดให้กลุ่มเป้าหมายแล้ว 1 ครั้ง

## ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการ มีดังนี้

1. ศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของของเหลวในมะพร้าวกะทิ เช่น ความหนืด ค่าความเป็นกรด ต่าง ปริมาณน้ำตาล และไขมัน

2. นำของเหลวในมะพร้าวกะทิ มาผสมในสูตรเครื่องสำอางที่ทำการศึกษา ในอัตราส่วน และปริมาณต่าง ๆ กันเพื่อทดสอบคุณสมบัติที่ดีของแต่ละชนิดของเครื่องสำอาง ทั้งทางกายภาพและเคมี

3. ศึกษาทดสอบความคงตัวของสูตรตำรับที่คัดเลือก อายุการเก็บรักษา เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการบรรจุและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

4. คัดเลือกสูตรต้นตำรับ

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เตรียมน้ำมะพร้าวกะทิ จากศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร โดยการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ (อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที) และแบ่งตัวอย่างเก็บรักษาไว้เพื่อตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ในตัวอย่างน้ำของมะพร้าวกะทิ ก่อนนำไปทำผลิตภัณฑ์ และระหว่างเก็บรักษา

2. ศึกษาการนำของเหลวในมะพร้าวกะทิไปเป็นส่วนผสมในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้ ที่คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

3. พัฒนาตำรับgel โดยพัฒนาจากสูตรตำรับมาตรฐาน เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสม ทั้งนี้จะมีการศึกษาถึงปริมาณ และอัตราส่วนต่างๆของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในสูตรเครื่องสำอางชนิดนั้น ๆ

4. เมื่อได้สูตรต้นตำรับที่เหมาะสม แล้วนำผลิตภัณฑ์ต้นแบบไปประเมินคุณภาพทางกายภาพและเคมี เช่น ความหนืด การทดสอบการเกิดฟอง เป็นต้น รวมถึงการศึกษาด้านความคงตัว ในสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ตำรับที่มีความคงตัวดี รวมถึงประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

5. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ก่อนและหลังการเก็บรักษา เช่น ด้านเคมี จุลินทรีย์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 478-2526

6. ศึกษาประสิทธิภาพและบทบาทในการเป็นสารเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิวหนัง ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำบนผิวหนัง เช่น เครื่อง corneometer เป็นต้น

7. ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

### อุปกรณ์

1. Hot plate (บริษัทแล็บเมนเทอร์ กรุงเทพฯ ประเทศไทย)

2. เครื่องชั่ง (Analytical balance) (ยี่ห้อ Sartorius บริษัทไซแอนติฟิก กรุงเทพฯ ประเทศไทย)

3. ตู้เย็น อุณหภูมิ ประมาณ 4 – 7 องศาเซลเซียส (ยี่ห้อ SHARP รุ่น 3J – D58L-GY บ. กรุงเทพการไฟฟ้าจำกัด กรุงเทพฯ ประเทศไทย)

4. เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น Beaker, cylinder, เครื่องแก้ว

5. เครื่องวัดความเป็นกรด – ต่าง (ยี่ห้อ scotth บริษัท ไซแอนติฟิก กรุงเทพฯ ประเทศไทย)

6. เครื่องวัดความหนืด Brookfield Viscometer (Clone & plate) ยี่ห้อ Brookfield engineering รุ่น DV III ULTRA made in USA
7. ตู้อบไอร้อน (hot air oven)

### วิธีการ

1. การสังเกตลักษณะทั่วไปของมะพร้าวกะทิ ได้แก่ น้ำหนักของมะพร้าวกะทิ ความเป็นกรด-ต่าง และความหนืด
2. การพัฒนาสูตรตำรับ 4 ตำรับ คือ แชมพู โลชั่น สบู่เหลว และเจลล้างหน้า
3. การประเมินสูตรตำรับที่พัฒนา
  - 3.1 การสังเกตลักษณะทางกายภาพ เช่น การทดสอบความคงตัวเมื่อผ่านสภาวะเร่ง การทดสอบ ฟอง สี กลิ่น ความชุ่ม-ใส และความหนืด
  - 3.2 การประเมินคุณสมบัติทางเคมี เช่น ความเป็นกรด-ต่าง
4. คัดเลือกตำรับที่นำมาทดสอบหาร้อยละที่เหมาะสมในการใช้น้ำมะพร้าวกะทิในตำรับ
  - 4.1 ทดลองตำรับที่เลือก ทำซ้ำ หาร้อยละที่เหมาะสมของการใช้น้ำมะพร้าวกะทิในตำรับ
  - 4.2 การประเมินสูตรตำรับที่ดี โดยเลือกมาจากการพัฒนาสูตร 1 ตำรับ

### ขั้นตอนการทดลอง

1. การสังเกตลักษณะทั่วไปของมะพร้าวกะทิ
  - 1.1 นำลูกมะพร้าวกะทิที่ปอกเปลือกแล้วไปชั่งน้ำหนัก โดยการชั่งทั้งลูก แล้วผ่าเอาน้ำออก และบันทึกน้ำหนักน้ำและผลมะพร้าวหลังผ่า
  - 1.2 นำน้ำมะพร้าวกะทิที่ได้มาวัดค่าความเป็นกรด-ต่าง
  - 1.3 แบ่งน้ำมะพร้าวกะทิปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปวัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดชนิด Brookfield Viscometer (Clone & plate)
2. การพัฒนาสูตรตำรับ
  - 2.1 ทดสอบสูตรตำรับพื้นฐาน เปรียบเทียบสารลดแรงตึงผิวและสารเคมีในตำรับที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ คือ แชมพู โลชั่น สบู่เหลว และเจลล้างหน้า

การเตรียมตำรับแชมพูพื้นฐาน

  1. ผสมสารชำระล้างกับน้ำจำนวนหนึ่ง (ประมาณ 2/3 ของน้ำที่ต้องใช้ทั้งหมด) คนให้เข้ากัน
  2. เติมสารเพิ่มฟองและคนให้เข้ากันจนสารละลายมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น
  3. เติมสารปรับสภาพเส้นผม
  4. ละลายเกลือแกงในน้ำจำนวนหนึ่ง แล้วเติมลงไปในส่วนผสม คนให้เข้ากัน
  5. ปรับ pH
  6. เติมสารกันเสีย
  7. เติมน้ำส่วนที่เหลือ เพื่อปรับปริมาตรจนได้ปริมาณ

การเตรียมตัวรับโลชั่นพื้นฐาน

1. ผสมสารให้ชื้นกับน้ำทั้งหมด คนให้เข้ากันจนชั้นหนืด
2. เติมน้ำมัน และน้ำมัน (oil) คนให้เข้ากัน

การเตรียมตัวรับสบูะเหลวพื้นฐาน

1. ขั้นตอนการเตรียมคล้ายกับการเตรียมแชมพู

การเตรียมตัวรับเจลล้างหน้า

1. ผสมสารก่อเจลกับน้ำจำนวนหนึ่ง
  2. ถ้าในตำรับมีเกลือแกง ให้แบ่งน้ำจำนวนหนึ่งมาละลาย
  3. ผสมสารชำระล้างกับน้ำ คนให้เข้ากัน แล้วเติมน้ำมันเพิ่มฟอง สารกันเสีย ฯลฯ
  4. ผสมสารข้อ 1 ลงในข้อ 3 แล้วเติมน้ำมันในข้อ 2 ลงไป คนให้เข้ากัน ปรับปริมาตรจนได้ปริมาณ
- 2.2 ทำการทดสอบโดยการเปรียบเทียบร้อยละที่เหมาะสมในการใช้น้ำมะพร้าวกะทิในสูตรตำรับ

3. การสังเกตลักษณะทางกายภาพ และประเมินสูตรตำรับที่พัฒนา

3.1 ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ โดยสังเกตจากลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ ดังนี้

- ลักษณะเนื้อ สังเกตลักษณะเนื้อ โดยใช้คำอธิบายลักษณะ ดังนี้ ของเหลว เนื้อละเอียด

หยาบ มันวาว

- สี สังเกตสีของผลิตภัณฑ์ว่าเป็นสีขาว เหลือง หรืออื่น ๆ

- กลิ่น โดยการดมกลิ่นผลิตภัณฑ์ว่ามีกลิ่นเหม็นหืน ไม่มีกลิ่น หรืออื่น ๆ

- การเจริญของจุลินทรีย์และเชื้อรา โดยสังเกตว่าผลิตภัณฑ์มีจุดดำหรือเส้นใยที่มีขนาด

ใหญ่ขึ้นหรือไม่

- การทดสอบความคงสภาพแบบเร่ง การศึกษาสภาวะปกติจะต้องใช้เวลานาน

การศึกษาโดยการเร่งจะเร็วขึ้นโดยการเพิ่มอุณหภูมิ แสง ความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งจะช่วยร่นระยะเวลาในการศึกษา เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบตำรับเพื่อคัดเลือกตำรับที่ดีที่สุด ทำโดยการเก็บผลิตภัณฑ์ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำซ้ำทั้งหมด 6 รอบ แล้วนำมาประเมินผล

- การทดสอบฟองแชมพู โดยการนำตัวอย่างแชมพู 0.5 กรัม ใส่ในกระบอกตวงปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 25 มิลลิลิตร เขย่ากระบอกตวง กลับ-ไปมา จำนวน 10 ครั้ง อ่านปริมาตรจากฟองที่เกิดขึ้นที่เวลา 0 และ 5 นาที นำปริมาตรที่ได้หักลบจากจำนวนน้ำกลั่น จะได้ค่าของฟองแชมพู

3.2 ประเมินคุณสมบัติทางเคมี โดยทดสอบความเป็นกรด-ด่างหลังเตรียมเสร็จใหม่ ๆ และผ่านกระบวนการทดสอบความคงตัวแล้ว 6 รอบ

4. การคัดเลือกตำรับที่ดี นำมาทดสอบหาร้อยละที่เหมาะสมในการใช้น้ำมะพร้าวกะทิในตำรับ โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว มาทำซ้ำ โดยทดลองร้อยละการใช้น้ำมะพร้าวกะทิที่

แตกต่างกันในแต่ละตำรับ จากนั้นนำตำรับที่คัดเลือกมาประเมินคุณลักษณะทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมี และทดสอบสภาวะเร่ง

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มต้น ปี 2560 สิ้นสุด ปี 2562

สถานที่ มหาวิทยาลัยศิลปากร จ.นครปฐม



## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ได้ศึกษาพัฒนาการของผลเพื่อทราบว่าเนื้อมะพร้าวจะเปลี่ยนเป็นเนื้อที่มีลักษณะนิ่มและฟูในช่วงพัฒนาการของผลเดือนใด การศึกษาพัฒนาการของผลมะพร้าวกะทิ ได้ตัดผลมะพร้าวจากต้นมะพร้าวกะทิ 100% (ผลแก่ทุกผลเป็นมะพร้าวกะทิ) โดยสุ่มตัดมาทะเลาะละ 2 ผล ตั้งแต่อายุ 5-11 เดือน นำมาผ่าดูเนื้อ และพัฒนาการของเนื้อมะพร้าวกะทิ โดยพบว่า เนื้อมะพร้าวจะนิ่มและฟูมากช่วงเดือนที่ 10-11

เนื่องจากวัตถุดิบน้ำมะพร้าวมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และน้ำมะพร้าวกะทิ มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน จึงได้เก็บตัวอย่างผลมะพร้าวกะทิลูกผสม จากสวนผลิตพันธุ์มะพร้าวลูกผสมคันธูลี ตรวจสอบวัดความหวานของน้ำมะพร้าว และศึกษาองค์ประกอบของผล เช่น น้ำหนักผลรวมเปลือก ผลปอกเปลือก น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักน้ำ แล้ววิเคราะห์ตัวเลขข้อมูลองค์ประกอบของผลมะพร้าวกะทิด้วยโปรแกรมสถิติ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ เป็นดังนี้

1) ความหวานของน้ำมะพร้าว ซึ่งวัดด้วยเครื่อง Hand reflexometer ในรูปร้อยละของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids) พบว่า ความหวานโดยเฉลี่ยของมะพร้าวลูกผสมน้ำหอมกะทิ เป็น 5.0% ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์กะทิลูกผสมอีก 4 พันธุ์ ได้แก่ พุงเคล็ดกะทิ เวสท์อัฟริกันกะทิ มลายูสีเหลืองกะทิ และมลายูสีแดงกะทิ ซึ่งมีความหวานของน้ำมะพร้าวเฉลี่ย 5.6, 6.3, 5.8 และ 5.7 กรัม ตามลำดับ

2) น้ำหนักผลแก่มีเปลือก โดยเฉลี่ยของมะพร้าวลูกผสมกะทิมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเรียงลำดับน้ำหนัก (กก.ต่อผล) และระดับความแตกต่างได้เป็น เวสท์อัฟริกันกะทิ 2.57a พุงเคล็ดกะทิ 2.34ab น้ำหอมกะทิ 2.07c มลายูสีเหลืองกะทิ 2.14bc และมลายูสีแดงกะทิ 1.78d ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักของผลปอกเปลือก (dehusked nut) น้ำมะพร้าว เนื้อมะพร้าว และความหวาน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติสำหรับตัวอย่างมะพร้าวที่เก็บมาศึกษาในชุดนี้

3) น้ำหนักของผลปอกเปลือก (dehusked nut) โดยเฉลี่ยของมะพร้าวลูกผสมน้ำหอมกะทิ เป็น 1.30 กิโลกรัมต่อผล ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์กะทิลูกผสมอีก 4 พันธุ์ ได้แก่ พุงเคล็ดกะทิ เวสท์อัฟริกันกะทิ มลายูสีเหลืองกะทิ และมลายูสีแดงกะทิ ซึ่งมีน้ำหนักเนื้อมะพร้าวเฉลี่ย 1.34, 1.22, 1.38 และ 1.08 กิโลกรัมต่อผล ตามลำดับ

4) น้ำหนักน้ำ (coconut water) โดยเฉลี่ยของมะพร้าวลูกผสมน้ำหอมกะทิ เป็น 109 กรัมต่อผล ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์กะทิลูกผสมอีก 4 พันธุ์ ได้แก่ พุงเคล็ดกะทิ เวสท์อัฟริกันกะทิ มลายูสีเหลืองกะทิ และมลายูสีแดงกะทิ ซึ่งมีน้ำหนักของน้ำมะพร้าว เฉลี่ย 300, 220, 310 และ 190 กรัม ตามลำดับ และ

5) น้ำหนักเนื้อ (coconut meat) โดยเฉลี่ยของมะพร้าวลูกผสมน้ำหอมกะทิ เป็น 222.5 กรัมต่อผล ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์กะทิลูกผสมอีก 4 พันธุ์ ได้แก่ พุงเคล็ดกะทิ เวสท์อัฟริกันกะทิ มลายูสีเหลืองกะทิ และมลายูสีแดงกะทิ ซึ่งมีน้ำหนักเนื้อมะพร้าวเฉลี่ย 687.1, 563.5, 647.5 และ 441.5 กรัมต่อผล ตามลำดับ และได้วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน ในเนื้อมะพร้าวกะทิ พบว่า มะพร้าวลูกผสมน้ำหอมกะทิ มีปริมาณไขมันเฉลี่ย ร้อยละ 43.9 ส่วนมะพร้าวกะทิลูกผสมพันธุ์ พุงเคล็ดกะทิ เวสท์อัฟริกันกะทิ มลายูสีเหลืองกะทิ และมลายูสีแดงกะทิ มีปริมาณไขมันเฉลี่ย ร้อยละ 38.9, 44.3, 45.7, และ 42.9 ตามลำดับ ทั้งนี้ยังไม่ได้วิเคราะห์ผลทางสถิติ

### 1. การศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบมะพร้าวกะทิที่ส่งไปวิเคราะห์ที่คณะเกษตร ม.ศิลปากร

การสังเกตลักษณะทั่วไปของมะพร้าวกะทิ พบว่า มีลักษณะภายนอกเหมือนมะพร้าวทั่วไป มีเพียงภายในของผลที่แตกต่างจากมะพร้าวพันธุ์อื่น คือ มีเนื้ออ่อน นิ่ม พุคคล้ายผิวมะกรูด เนื้อมีความหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร แล้วแต่ความแก่-อ่อนของมะพร้าวแต่ละลูก มีรสชาติหวานมัน น้ำภายในผลมีน้อยและมีลักษณะข้นเหนียว สีขาวใส บางผลมีสีขุ่นขาว มีเนื้อชั้น ๆ ปนเล็กน้อย

มะพร้าวกะทิ 1 ผล มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเนื้อติดกะลา และน้ำหนักน้ำ คิดเป็นร้อยละ 89.1 และ 10.9 ต่อ น้ำหนักผล (ตารางที่ 1) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.47 และมีค่าความหนืด 15008.81 cps (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 น้ำหนักผลและน้ำมะพร้าวกะทิ

ผลที่	มะพร้าวกะทิทั้งผล	น้ำหนักเนื้อติดกะลา		น้ำหนักน้ำมะพร้าวกะทิ	
	(กรัม)	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
1	757.36	694.14	91.65	63.22	8.35
2	1,253.70	1,084.71	86.52	168.98	13.48
3	928.70	838.03	90.24	90.67	9.76
4	1,093.60	945.94	86.50	147.63	13.50
5	982.12	884.43	90.05	97.69	9.95
6	995.03	882.55	88.69	112.48	11.30
7	995.10	896.10	90.05	99.00	9.95
เฉลี่ย	1000.80	889.41	89.10	111.38	10.90

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง (pH) และความหนืดของน้ำมะพร้าวกะทิแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่างที่	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ค่าความหนืด (cps)
1	6.50	36,056.00
2	6.69	8,871.67
3	6.54	23,870.67
4	6.46	11,322.33
5	6.49	7,542.67
6	6.38	8,043.34
7	6.25	9,355.00
เฉลี่ย	6.47	15,008.81

\*cps คือ centipoise

## 2. การพัฒนาสูตรตำรับ

การทดสอบสูตรตำรับพื้นฐาน ได้เปรียบเทียบสารลดแรงตึงผิวและสารเคมีในตำรับที่แตกต่างกันในการทำ 4 ผลิตภัณฑ์ คือ แชมพู โลชัน สบู่เหลว เจลล้างหน้า ได้ผลดังนี้

1. **ตำรับแชมพู** ได้ทดลองเตรียมแชมพูโดยใช้สารเคมีและสารลดแรงตึงผิวที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบปริมาณน้ำมะพร้าวกะทิในตำรับร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 พบว่า แชมพูตำรับที่ 3 ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด และร้อยละของน้ำมะพร้าวกะทิที่ใช้ ใช้ได้ถึงร้อยละ 20 ไม่พบการเปลี่ยนแปลงใด ๆ โดยมีช่วงความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ย 8.2 (ตารางที่ 3 และ 4)

2. **ตำรับโลชัน** ได้ทดลองเตรียมโลชันโดยใช้สารเคมีที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบปริมาณน้ำมะพร้าวกะทิในตำรับร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 พบว่า โลชันตำรับที่ 1 ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด และร้อยละของน้ำมะพร้าวกะทิที่ใช้ ใช้ได้ถึงร้อยละ 20 ไม่พบการเปลี่ยนแปลง โดยมีช่วงความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ย 6.6 (ตารางที่ 5 และ 6)

3. **ตำรับสบู่เหลว** ได้ทดลองเตรียมสบู่เหลวโดยใช้สารเคมีที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบปริมาณน้ำมะพร้าวกะทิในตำรับร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 พบว่า สบู่เหลวตำรับที่ 1 ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด และร้อยละของน้ำมะพร้าวกะทิที่ใช้ ใช้ได้ถึงร้อยละ 15 ไม่พบการเปลี่ยนแปลง โดยมีช่วงความเป็นกรด-ด่างหลังเตรียมเสร็จเฉลี่ย 5.8 ผ่านการศึกษาความคงตัว เป็นเวลา 45 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง เฉลี่ย 3.85 (ตารางที่ 7 และ 8)

4. **ตำรับเจลล้างหน้า** ได้ทดลองเตรียมตำรับเจลล้างหน้าโดยใช้สารเคมีที่แตกต่างกัน คือ carbopol, poloxamer และ sodium chloride เป็นสารก่อเจล และใช้น้ำมะพร้าวกะทिर้อยละ 5 ในตำรับ พบว่า เจลล้างหน้าตำรับที่ 3 ที่ใช้ sodium chloride เป็นสารก่อเจล ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี โดยมีช่วงความเป็นกรด-ด่างหลังเตรียมเสร็จ เฉลี่ย 5.8 ผ่านการศึกษาความคงตัว เป็นเวลา 45 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 3.85 (ตารางที่ 9 และ 10)

## 3. การคัดเลือกตำรับที่ดี จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพ และประเมินสูตรตำรับที่พัฒนา

3.1 **การคัดเลือกตำรับที่ดี** จากการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ พบว่า ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีจำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ คือ แชมพู โลชัน และสบู่เหลว ส่วนตำรับเจลล้างหน้าจะต้องมีการพัฒนาต่อไป โดยผลการทดลองตำรับที่ดีที่สุดของแชมพู โลชัน และสบู่เหลว คือ สูตรที่ 3, 3 และ 3 ตามลำดับ และได้เพิ่มสาร mineral oil ลงในตำรับโลชันเพื่อให้เนื้อโลชันเนียนขาวขึ้น (ตารางที่ 11)

3.2 **การทดลองหาร้อยละที่เหมาะสม** ในการใช้น้ำมะพร้าวในตำรับที่ได้คัดเลือกมาแล้ว โดยการนำผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตำรับมาทำซ้ำ โดยใช้น้ำมะพร้าวกะทिर้อยละ 50, 70, 80, 90 และ 100 โดยทดสอบทั้งน้ำมะพร้าวแบบขุ่น และแบบใส ซึ่งผ่านการพาสเจอร์ไรส์มาแล้ว พบว่า ได้ตำรับที่ดีของผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ชนิด คือ แชมพู โลชัน และสบู่เหลว ส่วนเจลล้างหน้าได้เปลี่ยนสารก่อเจล

3.2.1 **ตำรับแชมพู** จากการทดลองได้คัดเลือกตำรับแชมพูสูตร 3 มาทำซ้ำ พบว่า ร้อยละของปริมาณน้ำมะพร้าวไม่มีผลต่อตำรับ ลักษณะทางกายภาพหลังผ่านการทดสอบความคงตัวไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 8.10 (ตารางที่ 12-16)

**3.2.2 ตำรับโลชั่น** จากการทดลองได้คัดเลือกตำรับโลชั่นสูตร 1 มาทำซ้ำ พบว่า ร้อยละของปริมาณน้ำมะพร้าวไม่มีผลต่อตำรับ ลักษณะทางกายภาพหลังผ่านการทดสอบความคงตัวไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 6.96 (ตารางที่ 17-21)

**3.2.3 ตำรับสบู่เหลว** จากการทดลองได้คัดเลือกตำรับสบู่เหลวสูตร 1 มาทำซ้ำ โดยทดลองร้อยละการใช้ น้ำมะพร้าวกะทิ ทดสอบแบบขุ่น และแบบใส พบว่า น้ำมะพร้าวที่มีความขุ่น ใส หรือความหนืดไม่เท่ากันไม่มีผลต่อตำรับ ลักษณะทางกายภาพหลังผ่านการทดสอบความคงตัว ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 5.00 (ตารางที่ 22 และ 23)

**3.2.4 ตำรับเจลล้างหน้า** จากผลการทดลองเตรียมตำรับเจลล้างหน้าโดยใช้ HEC เป็นสารก่อเจล และใช้น้ำมะพร้าวกะทิในตำรับที่ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี โดยมีช่วงความเป็นกรด-ด่างหลังเตรียมเสร็จ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.5 ผ่านการศึกษาความคง เป็นเวลา 45 วัน มีค่าความเป็นกรด - ด่าง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง pH เท่ากับ 6

การเปรียบเทียบความหนืดของเจลล้างหน้าโดย 1. การทดสอบแบบสภาวะเร่ง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนืดระหว่างรอบทั้ง 6 รอบแล้วไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 27 (ค่า p-value มากกว่า 0.05) 2. การตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนืดทั้ง 8 สัปดาห์แล้ว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 29 (ค่า p-value มากกว่า 0.05) และค่า pH ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 30 (ค่า p-value มากกว่า 0.05)

### ตารางที่ 3 สูตรตำรับแชมพูพื้นฐาน

#### แชมพูสูตรที่ 1

สูตรตั้งต้น	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
น้ำมะพร้าว	5	10	15	20
SLES N 28	50	50	50	50
Cocomine ME	5	5	5	5
Preservative	2.4	2.4	2.4	2.4
Glycerine	2	2	2	2
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100
pH	8.2	8.2	8.2	8.2

## แชมพูสูตรที่ 2

สูตรตั้งต้น	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
น้ำมะพร้าว	5	10	15	20
Texapon AE-3ST	50	50	50	50
Cocomine ME	5	5	5	5
Preservative	2.4	2.4	2.4	2.4
Glycerine	2	2	2	2
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100
pH	7.4	7.4	7.6	7.6

## แชมพูสูตรที่ 3

สูตรตั้งต้น	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
น้ำมะพร้าว	5	10	15	20
Sodium Lauryl Sulphate	50	50	50	50
SLES N 28	25	25	25	25
Cocomine ME	3	3	3	3
NaCl	2.4	2.4	2.4	2.4
Cetiol HE	3	3	3	3
Bronidox L	0.2	0.2	0.2	0.2
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100
pH	8.2	8.2	8.2	8.2

ตารางที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของตำรับแชมพูพื้นฐาน

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก	
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน
ตัวอย่างที่ 1	8.2	ของเหลวสีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย มีเศษของเนื้อมะพร้าวปนเล็กน้อย	สารละลายแยก 3 ชั้น ชั้นล่างตกตะกอน ชั้นกลางใสสีเหลืองอ่อน ชั้นบนเป็นแผ่นวุ้น
ตัวอย่างที่ 2	8.2	ของเหลวสีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย มีเศษของเนื้อมะพร้าวปนเล็กน้อย	สารละลายแยก 3 ชั้น ชั้นล่างตกตะกอน ชั้นกลางใสสีเหลืองอ่อนมากกว่า ตัวอย่างที่ 1 ชั้นบนเป็นแผ่นวุ้น
ตัวอย่างที่ 3	8.2	ของเหลวสีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย มีเศษของเนื้อมะพร้าวปนเล็กน้อย	สารละลายแยก 3 ชั้น ชั้นล่างตกตะกอน ชั้นกลางใสสีเหลืองอ่อนมากกว่า ตัวอย่างที่ 1, ตัวอย่างที่ 2 ชั้นบนเป็นแผ่นวุ้น
ตัวอย่างที่ 4	8.2	ของเหลวสีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย มีเศษของเนื้อมะพร้าวปนเล็กน้อย	สารละลายแยก 3 ชั้น ชั้นล่างตกตะกอน ชั้นกลางใสสีเหลืองอ่อนมากกว่า ตัวอย่างที่ 1, ตัวอย่างที่ 2, ตัวอย่างที่ 3 ชั้นบนเป็นแผ่นวุ้น

\*ตัวอย่างเสียหลังเก็บไว้ 45 วัน

## แชมพูสูตรที่ 2

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก	
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน
ตัวอย่างที่ 1	7.4	ของเหลวใส มีฟองเล็กน้อย	สารละลายแยก 3 ชั้น ชั้นล่างตกตะกอน ชั้นกลางใส ชั้นบนเป็นแผ่นวุ้น
ตัวอย่างที่ 2	7.4	ของเหลวสีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟอง สีเหลืองอ่อนมากกว่า ตัวอย่างที่ 1
ตัวอย่างที่ 3	7.4	ของเหลวสีขาวขุ่นมากกว่า ตัวอย่างที่ 1, ตัวอย่างที่ 2 มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟอง สีเหลืองอ่อนมากกว่า ตัวอย่างที่ 1, ตัวอย่างที่ 2
ตัวอย่างที่ 4	7.4	ของเหลวสีขาวขุ่นมากกว่า ตัวอย่างที่ 1 แต่น้อยกว่า ตัวอย่างที่ 2, ตัวอย่างที่ 3 มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟอง สีเหลืองอ่อนมากกว่า ตัวอย่างที่ 1, ตัวอย่างที่ 2, ตัวอย่างที่ 3

## แชมพูสูตรที่ 3

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก		pH
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน	
ตัวอย่างที่ 1	8.2	ของเหลวใส มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟอง	8.0
ตัวอย่างที่ 2	8.2	ของเหลวใส มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟอง	8.0
ตัวอย่างที่ 3	8.2	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟอง	8.0
ตัวอย่างที่ 4	8.2	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟอง	8.0

## ตารางที่ 5 สูตรตำรับโลชันพื้นฐาน

## โลชันสูตรที่ 1

สูตรตั้งต้น (%)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
น้ำมะพร้าว	5	10	15	20
Sepigel 305	2	2	2	2
Paraben cone	2	2	2	2
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100
pH	6.6	6.6	6.6	6.6

## โลชั่นสูตรที่ 2

สูตรตั้งต้น (%)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
น้ำมะพร้าว	5	10	15	20
Multicare Am.50 KC	2	2	2	2
Paraben cone	2	2	2	2
H <sub>2</sub> O qs to	91	86	81	76
pH	6.6	6.6	6.6	6.6

## โลชั่นสูตรที่ 3

สูตรตั้งต้น (%)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
น้ำมะพร้าว	5	10	15	20
Sepiplus S	2	2	2	2
Paraben cone	2	2	2	2
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100
pH	6.6	6.6	6.6	6.6

## ตารางที่ 6 ลักษณะทางกายภาพของตำรับโลชั่นพื้นฐาน

## โลชั่นสูตรที่ 1

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก		pH
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน	
ตัวอย่างที่ 1	6.6	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น หนืด ไหลเล็กน้อย	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น หนืดไหลได้เล็กน้อยสีไม่เปลี่ยน	6.6
ตัวอย่างที่ 2	6.6	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น หนืด ไม่ไหล	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น ความหนืดลดลงเล็กน้อย	6.6
ตัวอย่างที่ 3	6.6	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น หนืด ไหลเล็กน้อย	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น ความหนืดลดลงเล็กน้อย	6.5
ตัวอย่างที่ 4	6.6	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น หนืด ไม่ไหล	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น ความหนืดลดลงเล็กน้อย	6.6



ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก	
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน
ตัวอย่างที่ 1	6.6	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น หนืด ไหลเล็กน้อย	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น ความลดลง สีไม่เปลี่ยน
ตัวอย่างที่ 2	6.6	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น หนืด ไม่ไหล	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น ความหนืดลดลง มีสีเหลืองเล็กน้อย
ตัวอย่างที่ 3	6.6	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น หนืด ไหลเล็กน้อย	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น ความหนืดลดลง มีสีเหลืองเล็กน้อย
ตัวอย่างที่ 4	6.6	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น หนืด ไม่ไหล	เนื้อครีมกึ่งเจล ขาวขุ่น ความหนืดลดลง มีสีเหลืองมากกว่า EX1,2,3

\*ตัวอย่างเสียหลังเก็บไว้ 45 วัน

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก	
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน
ตัวอย่างที่ 1	6.6	สารละลายยาก เป็นเนื้อเจลมากก ว่าครีม หนืดมาก	เป็นเนื้อเจลละเอียด ข้นหนืด
ตัวอย่างที่ 2	6.6	สารละลายยาก เป็นเนื้อเจลมากก ว่าครีม หนืดมาก	เป็นเนื้อเจลละเอียด ข้นหนืด สีออกเหลือง เล็กน้อย
ตัวอย่างที่ 3	6.6	สารละลายยาก เป็นเนื้อเจลมากก ว่าครีม หนืดมาก	เป็นเนื้อเจลละเอียด ข้นหนืด มีเชื้อราขึ้น สี เปลี่ยน มีสีเหลืองเล็กน้อย
ตัวอย่างที่ 4	6.6	สารละลายยาก เป็นเนื้อเจลมากก ว่าครีม หนืดมาก	เป็นเนื้อเจลละเอียด ข้นหนืด มีเชื้อราขึ้นสี เปลี่ยน มีสีเหลืองเข้ม

\*ตัวอย่างเสียหลังเก็บไว้ 45 วัน

ตารางที่ 7 สูตรตำรับสบู่เหลวพื้นฐาน

สูตรตั้งต้น	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
น้ำมะพร้าว	5	10	15
Sodium lauryl ether sulfate N 28	50	50	50
Comperlan KD	4	4	4
Dimethicone	1	1	1
Cetiol HE	3	3	3
Glycerine	0.5	1	1.5
Sodium chloride	0.5	0.5	0.5
Citric acid	0.5	0.5	0.5
MP:PP (10:1)	0.2	0.2	0.2
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100
pH	5.8	5.8	5.8

ตารางที่ 8 ลักษณะทางกายภาพของตำรับสบู่เหลวพื้นฐาน

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก		pH
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน	
ตัวอย่างที่ 1	5.8	สารละลายสีขาวขุ่นเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย	สารละลายสีขาวขุ่นเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย	3.94
ตัวอย่างที่ 2	5.8	สารละลายสีขาวขุ่นเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย	สารละลายสีขาวขุ่นเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย	3.69
ตัวอย่างที่ 3	6.6	สารละลายสีขาวขุ่นเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย	สารละลายสีขาวขุ่นเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย	3.93

**ตารางที่ 9** สูตรเจลล้างหน้าพื้นฐาน

สูตรที่ใช้ carbopol เป็นสารก่อเจล	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
น้ำมะพร้าว	5	5	5	5
Ammonium lauryl ether sulfate	30	35	30	35
Carbopol 940	1	1	2	2
Triethanolamine	1	1	1	1
Cocamido propyl betain	1	1	1	1
Cocamide	1	1	1	1
Propylene	2	2	2	2
Glycerine	2	2	2	2
MP:PP (10:1)	2	2	2	2
H <sub>2</sub> O qs to	100%	100%	100%	100%
pH	6.5	6.5	6.5	6.5

สูตรที่ใช้ poloxamer เป็นสารก่อเจล	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
น้ำมะพร้าว	5	5	5	5
Ammonium lauryl ether sulfate	30	35	30	35
Poloxamer	2	2	4	4
Cocamido propyl betain	3	3	3	3
Cocamide ME	1	1	1	1
Propylene	2	2	2	2
Glycerine	2	2	2	2
MP:PP (10:1)	qs	qs	qs	qs
H <sub>2</sub> O qs to	100%	100%	100%	100%
pH	5.5	5.5	5.5	5.5

สูตรที่ใช้ NaCl เป็นสารก่อเจล	ตัวอย่างที่ 1
น้ำมะพร้าว	20
Ammonium lauryl ether sulfate	30
NaCL	2
Cocamido propyl betain	3
Cocamide ME	1
Propylene	2
Glycerine	2
MP:PP (10:1)	0.2
H <sub>2</sub> O qs to	100%

### ตารางที่ 10 ลักษณะทางกายภาพของตำรับเจลล้างหน้าพื้นฐาน

#### เจลล้างหน้าสูตรที่ 1

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก		pH
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน	
ตัวอย่างที่ 1	6.5	เจลสีขาวขุ่นเล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง	เจลสีเหลืองอ่อนขุ่นเล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง เนื้อเจลเริ่มเป็นน้ำ	7.47
ตัวอย่างที่ 2	6.5	เจลสีขาวขุ่นเล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง	เจลสีเหลืองอ่อนขุ่นเล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง เนื้อเจลเริ่มเป็นน้ำ	5.36
ตัวอย่างที่ 3	6.5	เจลสีขาวใสมีฟองอากาศแทรก มีความหนืดมาก ไม่ไหลเมื่อเอียง	เจลสีขาวขุ่นเล็กน้อย ใส มีฟองอากาศแทรก มีความหนืดมาก ไม่ไหลเมื่อเอียง ฟองคงตัว	5.79
ตัวอย่างที่ 4	6.5	เจลสีขาวใสมีฟองอากาศแทรก มีความหนืดมาก ไม่ไหลเมื่อเอียง	เจลสีขาวขุ่นเล็กน้อย ใส มีฟองอากาศแทรก มีความหนืดมาก ไม่ไหลเมื่อเอียง ฟองคงตัว	5.25

เจลล้างหน้าสูตรที่ 2

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก		pH
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน	
ตัวอย่างที่ 1	5.5	เจลสีขาวใส ไม่หนืด ไหลได้เมื่อเอียง	เจลสีขาวใส ไม่หนืด ไหลได้เมื่อเอียง	6.07
ตัวอย่างที่ 2	5.5	เจลสีขาวใส ไม่หนืด ไหลได้เมื่อเอียง	เจลสีขาวใส ไม่หนืด ไหลได้เมื่อเอียง	5.36
ตัวอย่างที่ 3	5.5	เจลสีขาวใส หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง	เจลสีขาวใส หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง	5.79
ตัวอย่างที่ 4	5.5	เจลสีขาวใส หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง	เจลสีขาวใส หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง	5.25

เจลล้างหน้าสูตรที่ 3

ตัวอย่าง	pH	ลักษณะที่มองเห็นภายนอก		pH
		หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน	
ตัวอย่างที่ 1	6.0	เจลสีขาวใส หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง	เจลสีขาวใส หนืดเล็กน้อย ไหลได้เมื่อเอียง	6.0

ตารางที่ 11 สูตรตำรับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือก

1. แชมพู

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
น้ำมะพร้าว	20
Sodium lauryl sulphate	5
SLES N 28	25
Cocomine ME	3
NaCl	2.4
Cetiol HE	3
Bronidox L	0.2
H <sub>2</sub> O qs to	100

## 2. สบู่เหลว

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
น้ำมะพร้าว	20
Sodium lauryl ether sulphate N 28	5
Comperlan KD	4
Dimethicone	1
Cetiol HE	3
Glycerine	0.5
Sodium chloride	0.5
Citric acid	0.5
MP:PP (10:1)	0.2
H <sub>2</sub> O qs to	100

## 3. โลชั่น

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
น้ำมะพร้าว	20
Sepigel 305	3
Paraben cone 10:2	2
Mineral oil	10
H <sub>2</sub> O qs to	100

## 4. เจลล้างหน้า

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
Coconut juice	20
Ammonium lauryl ether sulphate	30
NaCl	2
Cocamido propyl betain	3
Cocamide ME	1
Propylene	2
Glycerine	2
MP:PP (1:10)	0.2
H <sub>2</sub> O qs to	100

**ตารางที่ 12** การทดสอบร้อยละของปริมาตรน้ำมะพร้าวกะทิในตำรับแชมพู

น้ำมะพร้าวขุ่น	100	90/10	80/20	70/30	50/50
น้ำมะพร้าว	20	20	20	20	20
Sodium lauryl sulphate	5	5	5	5	5
SLES N 28	25	25	25	25	25
Cocomine ME	3	3	3	3	3
NaCl	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Cetiol HE	3	3	3	3	3
Bronidox L	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100	100

น้ำมะพร้าวใส	100	90/10	80/20	70/30	50/50
น้ำมะพร้าว	20	20	20	20	20
Sodium lauryl sulphate	5	5	5	5	5
SLES N 28	25	25	25	25	25
Cocomine ME	3	3	3	3	3
NaCl	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Cetiol HE	3	3	3	3	3
Bronidox L	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100	100

**ตารางที่ 13** ค่าความหนืดของตำรับแชมพูที่ใช้ น้ำมะพร้าวที่ร้อยละต่าง ๆ

รายการ	100%		90%		80%		70%		50%	
	ตย.1	ตย.2	ตย.1	ตย.2	ตย.1	ตย.2	ตย.1	ตย.2	ตย.1	ตย.2
RPM	3	3	3	3	3.5	3	3	3	3	3
Torque (ALM)	10	13	11	26	10	16	30	13	11	20
ค่าวัดหนืด	1795	2347	2054	4626	1598	2796	5247	2261	1985	3556

**ตารางที่ 14** ค่าความหนืดของตำรับแชมพูที่ใช้ น้ำมะพร้าวกะทิจร้อยละ 20 ในตำรับ ที่อัตราส่วนต่าง ๆ

รายการ	100(1)	100(2)	90/10	80/20	70/30	50/50
RPM	3	3	3	3	3	3
Torque (ALM)	12	12	16	26	29	24
ค่าวัดหนืด	4427	2106	2865	4926	5478	4315

ตารางที่ 15 ลักษณะทางกายภาพของตำรับแชมพูที่ใช้น้ำมะพร้าวกะทิในตำรับที่อัตราส่วนต่าง ๆ

สูตร	ลักษณะภายนอกที่สังเกตได้	
	หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน
100 (1)	ของเหลวใส มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟองกันขวด
100 (2)	ของเหลวใส มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟองกันขวด
90/10	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟองกันขวด
80/20	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟองกันขวด
70/30	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟองกันขวด
50/50	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวใส ไม่มีฟองกันขวด
100 (1)	ของเหลวใส มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย
90%	ของเหลวใส มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย
80%	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย
70%	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย
50%	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย
100 (2)	ของเหลวใส มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย
90%	ของเหลวใส มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย
80%	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย
70%	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย
50%	ของเหลวใส สีขาวขุ่น มีฟองเล็กน้อย	ของเหลวสีเหลืองเล็กน้อย มีความหนืดเล็กน้อย



ตารางที่ 16 ค่าความเป็นกรด-ด่างของตำรับแอมพุที่ใช้ปุ๋ยน้ำมะพร้าวกะทิในตำรับที่อัตราส่วนต่าง ๆ

สูตร	หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน
100 (1)	8.0	8.11
100 (2)	8.0	8.27
90/10	8.0	8.27
80/20	8.0	8.16
70/30	8.0	8.41
50/50	8.0	8.34
100 (1)	8.0	8.08
90%	7.98	8.01
80%	8.0	8.01
70%	8.0	8.00
50%	7.9	7.96
100 (2)	7.98	8.05
90%	7.88	7.97
80%	8.00	8.00
70%	8.00	8.00
50%	7.88	7.99
เฉลี่ย	7.98	8.10

**ตารางที่ 17** ค่าการทดสอบฟองตำรับแชมพูที่ใช้น้ำมะพร้าวกะทิที่ร้อยละต่าง ๆ

แชมพู	0 นาที	5 นาที	ปริมาตร ฟองที่ได้	ลักษณะภายนอก
<b>ตัวอย่างที่ 1</b>				
100%	45	40	10	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
90%	45	41	16	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
80%	46	40	15	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
70%	47	39	14	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
50%	53	45	20	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
<b>ตัวอย่างที่ 2</b>				
100%	60	50	25	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
90%	65	57	32	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
80%	60	57	32	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
70%	55	48	23	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
50%	51	48	23	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
<b>ตัวอย่างที่ 3</b>				
100% (1)	60	51	56	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
100% (2)	62	43	18	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
90/10	52	48	23	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
80/20	55	45	20	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
70/30	45	40	15	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง
50/50	57	50	25	ฟองละเอียด มีคราบฟองเกาะติดตามขอบกระบอกตวง

**ตารางที่ 18** การทดสอบร้อยละของน้ำมะพร้าวกะทิในตำรับโลชั่น

โลชั่น ตัวอย่าง 1.2

ส่วนประกอบ	1	2
น้ำมะพร้าว	20	20
Sepigel 305	2	3
Paraben cone	2	2
Mineral oil	10	10
H <sub>2</sub> O qs to	100	100

โลชั่น ตัวอย่าง 1.3

ส่วนประกอบ	100(1)	100(2)	90/10	80/20	70/30	50/50
น้ำมะพร้าว	20	20	20	20	20	20
Sepigel 305	3	3	3	3	3	3
Paraben 10:2	2	2	2	2	2	2
Mineral oil	10	10	10	10	10	10
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100	100	100

โลชั่น ตัวอย่าง 1.4

ส่วนประกอบ	100(1)	90%	80%	70%	50%
น้ำมะพร้าว	20	20	20	20	20
Sepigel 305	3	3	3	3	3
Paraben 10:2	2	2	2	2	2
Mineral oil	10	10	10	10	10
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100	100

โลชั่น ตัวอย่าง 1.5

ส่วนประกอบ	100(2)	90%	80%	70%	50%
น้ำมะพร้าว	20	20	20	20	20
Sepigel 305	3	3	3	3	3
Paraben 10:2	2	2	2	2	2
Mineral oil	10	10	10	10	10
H <sub>2</sub> O qs to	100	100	100	100	100

ตารางที่ 19 ค่าความหนืดของตำรับโลชั่นที่ใช้ส่วนผสมที่ร้อยละต่าง ๆ

รายการ	100%		90%		80%		70%		50%	
	ตย.1	ตย.2	ตย.1	ตย.2	ตย.1	ตย.2	ตย.1	ตย.2	ตย.1	ตย.2
รอบต่อนาที	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
แรงบิด (ALM)	21	10	20	15	22	10	28	12	33	14
ค่าวัดหนืด	11,109	5,437	10,501	7,500	1,005	5,333	14,602	6,265	16,500	7,506

ตารางที่ 20 ค่าความหนืดของตำรับโลชันที่ใช้น้ำมันมะพร้าวกะทิร้อยละ 20 ในตำรับ ที่อัตราส่วนต่าง ๆ

รายการ	100(1)	100(2)	90%	80%	70%	50%
รอบต่อนาที	1	1	1	1	1	1
แรงบิด (ALM)	33	24	28	24	26	22
ค่าความหนืด	17560	12630	14730	12805	13039	11650

ตารางที่ 21 ค่าความเป็นกรด-ด่างของตำรับโลชันที่ใช้น้ำมันมะพร้าวกะทิในตำรับที่อัตราส่วนต่าง ๆ (อัตราส่วนของน้ำมันมะพร้าวกะทิแบบชุน:น้ำมันมะพร้าวกะทิแบบใส)

	หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน
100 (1)	6.85	7.1
100 (2)	7.05	7.02
90/10	6.83	6.78
80/20	6.85	7.15
70/30	6.81	6.75
50/50	6.85	7.02
100 (1)	6.82	7.09
90%	6.84	7.02
80%	6.80	6.78
70%	6.84	7.15
50%	6.80	6.76
100 (2)	6.80	7.09
90%	6.84	7.02
80%	6.80	6.78
70%	6.82	7.15
50%	6.83	6.76
เฉลี่ย	6.83	6.96

**ตารางที่ 22** ผลของความหนืดหลังการทดสอบสภาวะเร่งของตำรับโลชั่น

การทดสอบสภาวะเร่งโลชั่น ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สลับ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสทุก 48 ชม.

รอบที่	ความหนืด (cps.)				แรงบิด (Torque) (%)			pH			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	1	2	3	เฉลี่ย
0	4049	3925	3324	3766	39.1	37.9	32.1	6.97	7.00	6.98	6.98
1	3480	3739	3539	3586	33.6	36.1	34.1	6.97	6.96	6.97	6.96
2	4422	4474	3946	4281	42.7	43.2	38.1	6.96	7.01	7.00	6.99
3	3894	3790	3583	3756	37.6	36.6	34.6	7.01	7.00	7.00	7.00
4	3413	3927	3374	3571	-	-	-	6.98	6.99	6.99	6.98
5	2320	2755	3573	2883	22.4	26.6	34.5	7.01	7.02	7.00	7.01
6	4412	4318	3801	4177	42.6	41.7	36.7	7.00	7.00	7.03	7.01

\*cps = centipoise

**การทดสอบแบบสภาวะการเก็บรักษาจริง ที่อุณหภูมิห้อง**

รอบที่	ความหนืด (CP.)				แรงบิด (Torque) (%)			pH			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	1	2	3	เฉลี่ย
0	3801	3573	3262	3545	36.7	34.5	31.5	6.97	6.96	6.97	6.96
1	4370	3200	4391	3987	42.2	30.9	42.4	7.00	7.00	6.98	6.99
2	3210	3687	3500	3466	31.0	35.6	33.8	6.97	7.00	6.99	6.98
3	3692	3478	3216	3462	-	-	-	6.98	6.99	6.97	6.98
4	3562	3480	3293	3445	34.4	33.6	31.8	6.96	6.98	6.98	6.97
8	2775	3449	3562	3262	26.8	33.3	34.4	6.96	6.96	6.98	6.96
12	2465	3335	3210	3003	23.8	32.2	31	6.95	6.94	6.99	6.96

**ตารางที่ 23** การทดสอบน้ำมะพร้าวกะทิทั้งแบบชุ่น และแบบใสในตำรับสบู่เหลว

สบู่เหลว ตัวอย่างที่ 1.1	100 (1)	100 (2)
น้ำมะพร้าว	20	20
Sodium lauryl ether sulfat N 28	50	50
Comperlan KD	4	4
Dimenthicone	1	1
Cetiol HE	3	3
Glycerine	0.5	0.5
Sodium chloride	0.5	0.5
Citric acid	0.5	0.5
MP:PP (10:1)	0.2	0.2
H <sub>2</sub> O qs to	100	100
pH	5.8	5.5
pH หลังผ่านการทดสอบ	5.0	4.99

**ตารางที่ 24** แสดงค่าความเป็นกรด-ด่างในตำรับสบู่เหลว

สูตร	หลังเตรียมเสร็จ	45 วัน
ตัวอย่างที่ 1 100(1)	5.8	5
ตัวอย่างที่ 2 100(2)	5.5	4.99
เฉลี่ย	5.65	5.00

## สูตรเจลล้างหน้าที่พัฒนาเพื่อทำการศึกษาความคงตัว

น้ำมะพร้าว	20
Ammonium lauryl ether sulfate	30
SLES N 28	10
HEC	1.5
Cocamido propyl betain	2
Cocamide DEA	2
Propylene	2
Glycerine	2
MP:PP (1:10) + phenoxyethanol	2
pH	6.5

ตารางที่ 25 คุณลักษณะทางกายภาพของตำรับเจลล้างหน้า ที่ผ่านการทดสอบความคงตัวแบบสภาวะเร่ง ที่ความร้อน 45 องศาเซลเซียส ความเย็น 4 องศาเซลเซียสทุก 48 ชั่วโมง จำนวน 6 รอบ

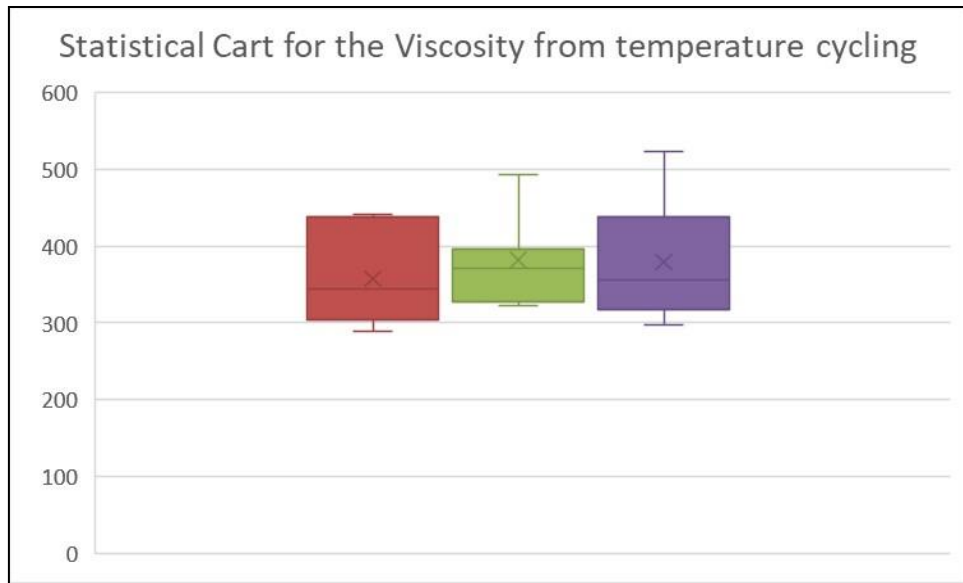
รอบที่	ความหนืด (cps)				แรงบิด (Torque) (%)			pH			
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	1	2	3	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
0	440.5	395.8	437.5	424.60	-	-	-	6.15	6.15	6.09	6.13
1	437.3	364.2	374	391.83	76.00	76.00	76.00	6.10	6.12	6.15	6.12
2	344.6	493.1	522.4	453.37	59.9	59.9	85.7	6.10	6.12	6.10	6.11
3	352.1	395.8	352.4	366.77	61.2	68.8	61.2	6.05	6.1	6.12	6.09
4	303.8	322.8	297.2	307.93	52.8	56.1	47.1	6.08	6.07	6.05	6.07
5	289.4	371.7	356.1	339.07	50.3	64.6	61.9	6.04	6.00	6.00	6.01
6	334.3	326.8	317.6	326.23	58.1	56.8	55.2	6.04	6.04	6.01	6.03

หมายเหตุ ใช้หัววัด CP 51 speed 90 rpm

\*cps = centipoise

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบความหนืดของเจลล้างหน้าโดยการทดสอบแบบสภาวะเร่ง

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2502.251	2	1251.1257	0.2928	0.7496	3.5546
Within Groups	76910.21	18	4272.78952			
Total	79412.46	20				



ภาพที่ 1 กราฟเชิงสถิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความหนืดกับจำนวนรอบของการศึกษา

ตารางที่ 27 คุณลักษณะทางกายภาพของตำรับเจลล้างหน้าที่ผ่านการทดสอบความคงตัวแบบสภาวะเร่งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สัปดาห์ ที่	ความหนืด (cps)				แรงบิด (Torque) (%)			pH			
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	1	2	3	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
0	440.5	395.8	437.5	424.60	-	-	-	6.05	6.09	6.06	6.07
1	254.3	336.6	441.9	344.27	44.2	58.5	76.8	6.12	6.12	6.13	6.12
2	507.4	497.7	341.2	448.77	88.2	86.5	59.3	6.1	6	6.1	6.07
3	398.1	364.1	358.9	373.70	69.2	63.3	62.3	6.05	6.1	6.12	6.09
4	345.8	425.2	420.6	397.20	60.1	73.3	73.1	6.09	6.07	6.05	6.07
8	340	338.9	371.1	350.00	59.1	58.9	64.5	6.04	6.02	6.01	6.02

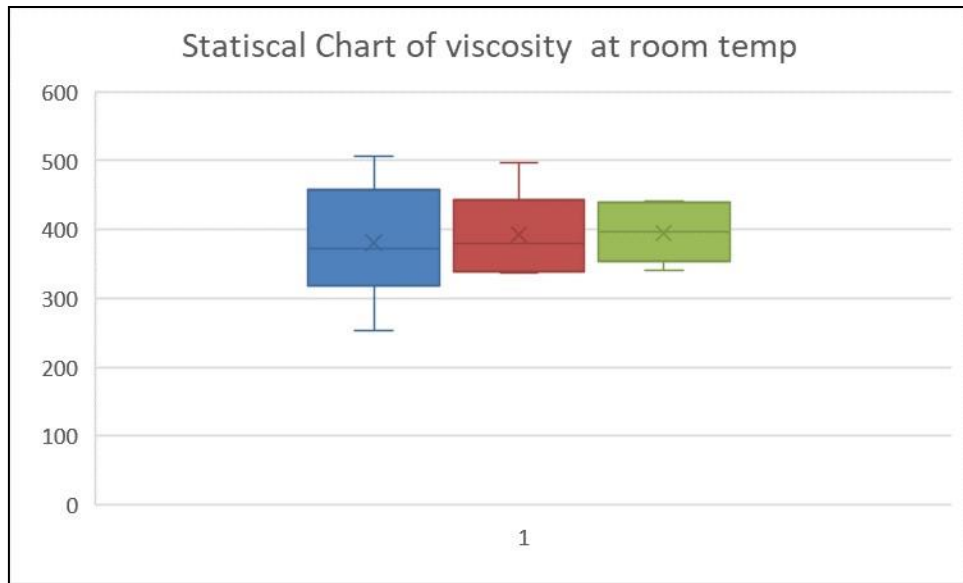
\*cps = centipoise

ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบความหนืดของเจลล้างหน้า ทดสอบโดยการตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	701.18	2.00	350.59	0.08	0.93	3.68
Within Groups	67162.12	15.00	4477.47			
Total	67863.3	17				



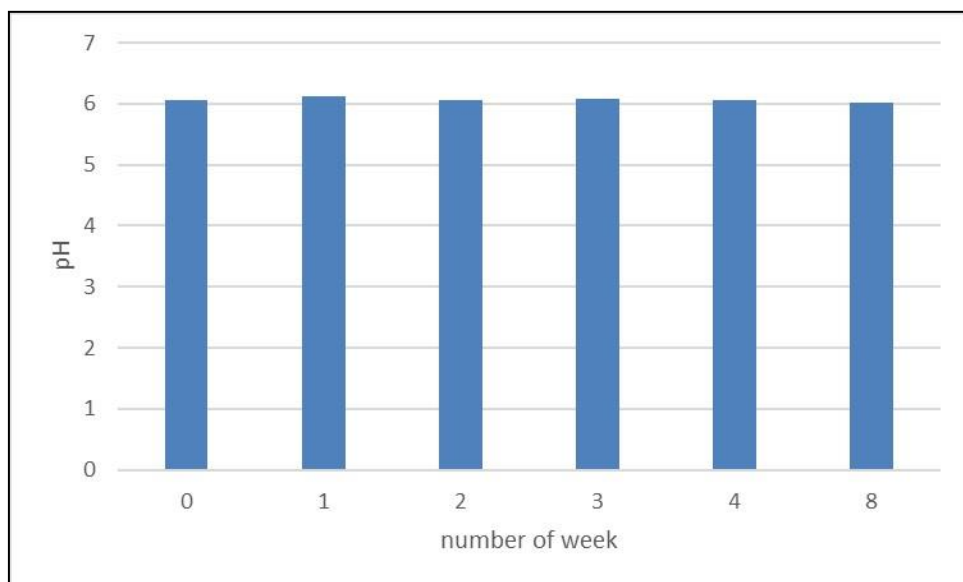


ภาพที่ 2 กราฟเชิงสถิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของความหนืดกับระยะเวลาของการศึกษาที่อุณหภูมิต่ำ

ตารางที่ 29 จากการเปรียบเทียบค่า pH ของเจลล้างหน้า ทดสอบโดยการตั้งไว้ที่อุณหภูมิต่ำ







ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	701.18	2.00	350.59	0.08	0.93	3.68
Within Groups	67162.12	15.00	4477.47			
Total	67863.3	17				









ภาพที่ 3 ค่า pH ของตำรับเจลล้างหน้า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 - 8

ตารางที่ 30 คุณสมบัติทางกายภาพของเจลล้างหน้าที่ศึกษา

สูตร	pH	หลังเตรียมเสร็จ (29 ม.ค. 62)	รูปภาพ	45 วัน (18 ก.พ. 62)	pH	รูปภาพ
EX1	6.15	เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง		เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย ความหนืดลดลง เล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง ด้านล่าง ขูดหนืดมากกว่า ด้านบน	6.05	
EX2	6.15	เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง		เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย ความหนืดลดลง เล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง ด้านล่าง ขูดหนืดมากกว่า ด้านบน	6.05	
EX3	6.09	เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง		เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย ความหนืดลดลง เล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง ด้านล่าง ขูดหนืดมากกว่า ด้านบน	6.05	

ตารางที่ 31 คุณสมบัติทางกายภาพของเจลล้างหน้าที่ศึกษา

สูตร	pH	หลังเตรียมเสร็จ (29 ม.ค. 62)	รูปภาพ	45 วัน (26 มี.ค. 62)	pH	รูปภาพ
EX1	6.15	เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง		เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย ความหนืดลดลง เล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง ด้านล่าง ขูดหนืดมากกว่า ด้านบน	6.05	
EX2	6.15	เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง		เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย ความหนืดลดลง เล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง ด้านล่าง ขูดหนืดมากกว่า ด้านบน	6.05	
EX3	6.09	เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย หนืดเล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง		เจลใสสีเหลือง เล็กน้อย ความหนืดลดลง เล็กน้อย ไหลได้ เมื่อเอียง ด้านล่าง ขูดหนืดมากกว่า ด้านบน	6.05	

#### 5. การทดสอบด้านความสามารถของสารกันบูดในตำรับที่ได้รับการคัดเลือก

ผลการศึกษา เรื่อง challenge test พบว่าทุกตำรับที่มีการพัฒนาแล้วผ่านเกณฑ์เรื่องของการควบคุมเชื้อได้ตามมาตรฐาน USP 41 chapter 51 : Antimicrobial Effectiveness Testing ทั้งนี้ส่งตรวจในห้องปฏิบัติการที่มาตรฐานตาม ISO 17025 ณ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ผลการศึกษา ดังตารางที่ 33-36

ตารางที่ 32 ผลการศึกษา challenge test ของตำรับแชมพู

เชื้อทดสอบ	แชมพู			
	14 วัน		28 วัน	
	ค่าเฉลี่ย (CFU/mL)	Log <sub>10</sub> Reduction	ค่าเฉลี่ย (CFU/mL)	Log <sub>10</sub> Reduction
<i>Escherichia coli</i>				
ATCC 8739 1.0 × 10 <sup>7</sup>	<10	>2	<10	>2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				
ATCC 9027 9.5 × 10 <sup>6</sup>	<10	>2	<10	>2
<i>Staphylococcus aureus</i>				
ATCC 6538 5.5 × 10 <sup>6</sup>	<10	>2	<10	>2
<i>Aspergillus brasiliensis</i>				
ATCC 16404 2.0 × 10 <sup>5</sup>	<10	>2	<10	>2

ตารางที่ 33 ผลการศึกษา challenge test ของตำรับสปู้อาบน้ำ

เชื้อทดสอบ	สปู้อาบน้ำ			
	14 วัน		28 วัน	
	ค่าเฉลี่ย (CFU/ML)	Log <sub>10</sub> Reduction	ค่าเฉลี่ย (CFU/ML)	Log <sub>10</sub> Reduction
<i>Escherichia coli</i>				
ATCC 8739 1.0 × 10 <sup>7</sup>	<10	>2	<10	>2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				
ATCC 9027 9.5 × 10 <sup>6</sup>	<10	>2	<10	>2
<i>Staphylococcus aureus</i>				
ATCC 6538 5.5 × 10 <sup>6</sup>	<10	>2	<10	>2
<i>Aspergillus brasiliensis</i>				
ATCC 16404 2.0 × 10 <sup>5</sup>	<10	>2	<10	>2

ตารางที่ 34 ผลการศึกษา challenge test ของตำรับเจลล้างหน้า

เชื้อทดสอบ	เจลล้างหน้า			
	14 วัน		28 วัน	
	ค่าเฉลี่ย (CFU/ML)	Log <sub>10</sub> Reduction	ค่าเฉลี่ย (CFU/mL)	Log <sub>10</sub> Reduction
<i>Escherichia coli</i>				
ATCC 8739 1.0 × 10 <sup>7</sup>	<10	>2	<10	>2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				
ATCC 9027 9.5 × 10 <sup>6</sup>	<10	>2	<10	>2
<i>Staphylococcus aureus</i>				
ATCC 6538 5.5 × 10 <sup>6</sup>	<10	>2	<10	>2
<i>Aspergillus brasiliensis</i>				
ATCC 16404 2.0 × 10 <sup>5</sup>	<10	>2	<10	>2

ตารางที่ 35 ผลการศึกษา challenge test ของตำรับโลชั่น

เชื้อทดสอบ	โลชั่น			
	14 วัน		28 วัน	
	ค่าเฉลี่ย (CFU/mL)	Log <sub>10</sub> Reduction	ค่าเฉลี่ย (CFU/mL)	Log <sub>10</sub> Reduction
<i>Escherichia coli</i>				
ATCC 8739 $1.0 \times 10^7$	<10	>2	<10	>2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				
ATCC 9027 $9.5 \times 10^6$	<10	>2	<10	>2
<i>Staphylococcus aureus</i>				
ATCC 6538 $5.5 \times 10^6$	<10	>2	<10	>2
<i>Aspergillus brasiliensis</i>				
ATCC 16404 $2.0 \times 10^5$	<10	>2	<10	>2

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าสูตรที่นำไปตรวจสามารถมีอายุการใช้งานได้อย่างน้อย 2 ปี แต่ทั้งนี้จะขึ้นกับขั้นตอนการเตรียมที่มีมาตรฐานเดียวกัน หากมีปัจจัยอื่นอาจส่งผลต่อความคงสภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางแต่ละชนิดได้

#### 6. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์ที่คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร แล้วนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โลชั่น และเจลอาบน้ำ (bath gel) และแชมพูสระผม ไปทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้ โลชั่น 91 คน และเจลอาบน้ำและแชมพูสระผม อย่างละ 77 คน โดยให้ตอบแบบสอบถาม ผลการทดสอบ เป็นดังนี้

- i) ผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โลชั่นที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวจากพันธุ์มะพร้าวลูกผสมน้ำหอมกะทิ พบว่า ผู้ทดสอบพึงพอใจต่อโลชั่นสีขาวมาก (ร้อยละ 71.4) และพึงพอใจต่อเนื้อสัมผัส ร้อยละ 54.9 และเพียงร้อยละ 37.4 ของผู้ทดสอบที่พอใจมากกับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง นั้นแสดงว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์โลชั่นต้องปรับปรุงกลิ่น
- ii) ผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าวจากพันธุ์มะพร้าวลูกผสมน้ำหอมกะทิ พบว่า ผู้ทดสอบค่อนข้างพึงพอใจในเนื้อสัมผัส (ร้อยละ 39.0) และ

ขอบสีของผลิตภัณฑ์เจลอาบน้ำ แต่ผู้ทดสอบ (ร้อยละ 50.6) ยังไม่รู้สีที่ขอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง จึงต้องพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม

- iii) ผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์แชมพูสระผมที่มีส่วนผสมของน้ำมันมะพร้าวจากพันธุ์มะพร้าวลูกผสมน้ำหอมกะทิ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ประมาณยังรู้สึกเฉยๆ ต่อสี กลิ่น และ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง จึงต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยปรับปรุงสูตรต้นตำรับ

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

จากการทดลอง นำน้ำมันมะพร้าวจากมะพร้าวกะทิ พันธุ์ที่ได้รับการรับรองจากกรมฯ มาพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่า โดยนำไปเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง 4 ชนิด ในปริมาณ ร้อยละ 5 10 15 และ 20 พบว่า สัดส่วนของน้ำมันมะพร้าวจากมะพร้าวกะทิที่สามารถนำไปเป็นส่วนผสมของสูตรต้นตำรับ สูตรแชมพู สูตรสบู่เหลว สูตรโลชั่น และ สูตรเจลล้างหน้า คือ ร้อยละ 20 โดยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางเคมีและกายภาพ ยังมีความคงตัว โดยคาดการณ์ว่ามีอายุการใช้งานนาน 2 ปีสืบเนื่องจากการทดสอบ challenge test และการทดสอบทางกายภาพ ทั้งนี้ยังเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้จากการทดสอบความพึงพอใจ

ได้นำผลจากการทดลองนี้ (สูตรต้นตำรับ) ไปจัดทำคู่มือ/เอกสารประกอบการอบรม จัดอบรมแล้ว 1 ครั้ง เพื่อส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์/การแปรรูปในระดับชุมชนเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่ามะพร้าว

จากการประเมินผลการอบรม พบว่ามีผู้สนใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถนำไปถ่ายทอดให้ผู้ประกอบการรายย่อยทำได้

#### ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นเรื่องของการประยุกต์พื้นฐานของการนำไปใช้โดยหวังว่าสามารถเป็นส่วนประกอบได้ ยังไม่ได้คาดหวังผลของประสิทธิภาพ ทั้งนี้หากต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ จะต้องทำการทดลองในมนุษย์ และต้องผ่านคณะกรรมการจริยธรรมในการทดลองในมนุษย์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก



กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้จากการแปรรูปมะพร้าว  
การทดลองที่ 2.1 ศึกษาการสกัดสารแทนนิน จากเปลือกมะพร้าวอ่อน  
Study on Extraction of Tannin from Young Coconut Husk

ปาริชาติ พจนศิลป์ <sup>1/</sup>	วิไลวรรณ ทวิชศรี <sup>1/</sup>	โกเมศ สัตยาวุธ <sup>2/</sup>
Parichart Potchanasin	Wilaiwan Twishsri	Komate Satayawut
ทิพยา ไกรทอง <sup>3/</sup>	หยกทิพย์ สุดารีย์ <sup>3/</sup>	
Tippaya Kraitong	Yokthip Sudaree	

**คำสำคัญ:** สารแทนนิน, เปลือกมะพร้าว

**Keyword:** tannins, coconut husk

### บทคัดย่อ

การสกัดสารแทนนินที่อยู่ในเปลือกมะพร้าวเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากเปลือกมะพร้าวอ่อนที่เป็นผลพลอยได้จากการกระบวนการตัดแต่งมะพร้าวอ่อนเพื่อส่งออก การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน โดยทำการสกัดตัวอย่างเปลือกมะพร้าวอ่อนที่แบ่งเป็นเปลือกส่วนนอกและเปลือกส่วนใน อัตราส่วนเปลือกมะพร้าวต่อเอทานอลในอัตรา 1 : 6 โดยปริมาตร ทำการสกัดด้วยสารละลายเอทานอล เข้มข้นร้อยละ 10, 25, 50, 75, และ 95 ที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง นำสารละลายที่ผ่านการกรองมาทำการระเหยเอทานอล โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง และวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนินทั้งหมดโดยให้สารที่สกัดได้ทำปฏิกิริยากับสารละลายฟอลิน-ซีโอเคลทู รีเอเจนต์แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี – วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งพบว่า ปริมาณแทนนินจากการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ขนาด 1-2 เซนติเมตร และผ่านการอบด้วยเตาอบให้มีความชื้นน้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณสารแทนนินเฉลี่ยในเปลือกส่วนนอกของมะพร้าวอ่อน (green husk or exocarp) มีค่าอยู่ในช่วง 84.9 ถึง 209.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเปลือกส่วนในของมะพร้าวอ่อน (white soft husk or mesocarp) มีค่าอยู่ในช่วง 40.9 ถึง 104.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยการสกัดด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 75 สามารถสกัดปริมาณสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนให้ปริมาณแทนนินเฉลี่ยในปริมาณที่มาก จำนวน 207.6 กรัมต่อกิโลกรัมในเปลือกส่วนนอก และ 104.0 กรัมต่อกิโลกรัมในเปลือกส่วนในของมะพร้าวอ่อน

รหัส 01-56-59-03-02-00-01-61

<sup>1/</sup>สถาบันวิจัยพืชสวน เขตจตุจักร จ.กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0 2940 5484

<sup>2/</sup>กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร เขตจตุจักร จ.กรุงเทพฯ โทร. 0 2940 6362-3

<sup>3/</sup>ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อ.สวี จ.ชุมพร 86140 โทร. 0 7755 6026

### Abstract

The extraction of tannins in the coconut husk is an alternative way to utilize the young coconut husk as a by-product from the young coconut cutting process for export. The study aims to find out the optimum conditions for tannin extraction of young coconut husk. Coconut samples were included green husk (exocarp) and white soft husk (mesocarp) of young coconut nut (approximately 7 months) which samples size approximately 1-2 cm. and less than 6 percent of moisture. The extraction was carried out for 24 hours at room temperature by using 10, 25, 50, 75, 95 % (v/v) ethanol as an extraction solvent. Ratio of the material to ethanol was 1 : 6 g/ml. The filtered solution was boiled for 6 hours at 60 degrees Celsius for removing ethanol. The determination of total tannin by using reaction with Folin – Denis reagent and the absorbance was measured at 760 nm by UV – Vis spectrophotometer. The results showed that the extraction yields of tannin from green husk of young coconut husk achieved was 84.9 – 209.0 mg/kg and white soft husk of young coconut husk achieved was 40.9 – 104.0 mg/kg. The highest concentration of tannins compounds was found in the extraction by using 75% (v/v) ethanol, it showed 207.6 mg/kg in green husk of young coconut husk and 104.0 mg/kg in white soft husk of young coconut husk.

## บทนำ

ผลิตภัณฑ์มะพร้าวเป็นสินค้าที่มีศักยภาพสูงชนิดหนึ่งในสินค้าส่งออกของประเทศไทย โดยเฉพาะมะพร้าวอ่อนในปี 2560 มีปริมาณการส่งออกมะพร้าวอ่อน จำนวน 118 ล้านตัน มูลค่า 3,011 ล้านบาท มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างเท่าตัวเมื่อเทียบกับข้อมูลในระยะ 5 ปีที่ผ่านมา จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561) ระบุว่า ในปี พ.ศ. 2555-2559 ประเทศไทยมีการส่งออกมะพร้าวอ่อนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปริมาณเฉลี่ย 68.2 ล้านตัน มูลค่าเฉลี่ย 1,509 ล้านบาทต่อปี และมีรายงานว่า การส่งออกมะพร้าว น้ำหอมสดเป็นผลแช่เย็นไปยังตลาดต่างประเทศนั้น จะมีเปลือกมะพร้าวอ่อนเหลือทิ้งจำนวนมากกว่า 10 ตันต่อวัน ซึ่งปัจจุบันเปลือกมะพร้าวอ่อนเหลือทิ้งจากแต่ละโรงงานแปรรูปตัดแต่งผล ที่ตากแห้งแดดกองไว้ จะขายให้โรงงานผลิตไฟฟ้าชีวมวล โดยเฉลี่ยโรงงานรับซื้อได้เพียง 2 คันรถบรรทุกต่อวัน เนื่องจากมีข้อจำกัดของกำลังการผลิตของเครื่องย่อย จะมีผู้ที่สนใจมารับไป การใช้ประโยชน์เช่นที่ผ่านมา งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นทางด้านวัสดุศาสตร์ที่มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนานำเปลือกมะพร้าวผลอ่อนไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น วัสดุเพาะกล้า วัสดุปลูก หรือ บรรจุภัณฑ์ เช่น วัสดุกันกระแทก หรือการนำไปใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิง เป็นต้น

ดังนั้นการสกัดสารสำคัญที่อยู่ในเปลือกมะพร้าวเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มและเป็นแนวทางในการขยายผลการใช้ประโยชน์ต่อไป ในเปลือกมะพร้าวมีสารสำคัญ คือ แทนนิน (tannin) ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนพวกฟีนอลิก มีโมเลกุลใหญ่และมีโครงสร้างซับซ้อนแบ่งออกเป็น ไฮโดไลซ์เซเบิลแทนนิน (hydrolysable tannin) แทนนินชนิดนี้สามารถละลายในกรดหรือน้ำย่อย พบมากในส่วนของใบพืช ผัก และ คอนเดนส์แทนนิน (condensed tannins) เป็นชนิดแทนนินที่มีโมเลกุลใหญ่และซับซ้อนมากกว่า ไม่สามารถไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือด่าง แต่ละลายได้ดีในน้ำร้อน แอลกอฮอล์ และอะซิโตน พบได้ในส่วนเปลือกต้น เปลือกไม้ และแก่นไม้ เป็นต้น สารแทนนินมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน มีรสฝาด จึงเป็นสารที่ให้ความฝาดในพืช แทนนินมีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ด้วยแทนนินมีคุณสมบัติช่วยในการตกตะกอนโปรตีนทำให้หนังสัตว์ไม่เน่าเปื่อย จึงมีการใช้สารแทนนินในอุตสาหกรรมการฟอกหนัง และสามารถช่วยยืดอายุในการรักษาผลิตภัณฑ์อีกด้วย แทนนินใช้เป็นตัวเร่งการตกตะกอน ในอุตสาหกรรมทำเหล้าสาเก ทำให้เหล้าใส ทำให้มีรสขาคกลมกล่อม ในทางการแพทย์ พบว่า สารแทนนินสามารถใช้เป็นยารักษาโรคท้องเสียได้ สารแทนนินมีคุณลักษณะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิดได้ (พีรศักดิ์, 2544) แทนนินในพืชบางชนิดมีงานวิจัยว่า ช่วยต้านมะเร็ง ต้านแบคทีเรีย ต้านอนุมูลอิสระ ลดความดันโลหิต ลดไขมันในเลือด เป็นต้น และยังมีการนำสารแทนนินไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น บำบัดน้ำเสีย ขจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เป็นต้น

การศึกษาวิธีการสกัดแทนนินที่ผ่านมา พบว่า ปริมาณแทนนินสูงในส่วนของแก่นไม้และเปลือกไม้ของพืชที่มีอายุมากกว่า 1 ปีจะมีแทนนินสูงกว่าใบที่อายุเพียงปีเดียว และพืชที่มีใบสีเขียวตลอดปีก็มีแทนนินมากกว่าพืชประเภทผลัดใบ (อัญมณี, 2540) ทั้งนี้ สารละลายแทนนินสามารถละลายได้ในน้ำ แอลกอฮอล์ อะซิโตน และไพรีดีน แต่ไม่สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม แต่เมื่ออยู่ในน้ำจะมีสภาพเป็นคอลลอยด์ ซึ่งตัวทำละลายที่สามารถสกัดแทนนินได้นั้นก็ขึ้นอยู่กับชนิดของแทนนินเช่นกัน ส่วนการตรวจสอบสมบัติของแทนนินสามารถทดสอบได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีใช้สารในการทำปฏิกิริยาต่างกัน โดยการตรวจสอบโดย

ใช้วิธี folin-denis ใช้สารละลาย folin-denis reagent เป็นสารทดสอบโดยหลักการคืออาศัยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของหมู่ phenolic hydroxyl โดยหมู่ฟีนอลิกจะไปรีดิวซ์ phosphotungstomolydic acid เกิดเป็นสารเชิงซ้อนสีน้ำเงิน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นประมาณ 700 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยนำไปเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก, กรดแกลลิก หรือแคทีชิน ซึ่งวิธีนี้นิยมใช้เพื่อตรวจสอบหาปริมาณแทนนินในพืช (วรรณวิภางค์, 2554) ซึ่ง โกเมศ และคณะ (2557) รายงานว่าแทนนินเป็นสารสำคัญในการกำหนดคุณภาพในการผลิตไวน์มั่งคุด ความฝาดที่เป็นลักษณะเด่นของแทนนินทำให้คุณภาพของไวน์มั่งคุดมีเอกลักษณ์และเพิ่มมูลค่าสูงขึ้น โดยหากใช้ความร้อนในการสกัดพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณแทนนิน และวิธีวิเคราะห์แทนนินด้วยการใช้ดัชนีเอทานอล โดยแช่ตัวอย่างในเอทานอล 24 ชั่วโมง แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยสารละลายมาตรฐาน Folin-Denis ตกตะกอนด้วย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ให้ผลดี ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวผลอ่อนเพื่อสร้างมูลค่าจากเปลือกมะพร้าวโดยเปลี่ยนจากวัสดุเหลือทิ้งให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น

## ระเบียบวิธีวิจัย

### อุปกรณ์

1. เปลือกมะพร้าวอ่อน (ผลมะพร้าวอายุประมาณ 7 เดือน)
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. เครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง
4. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV-VIS-Spectrophotometer (รุ่น UV2-100)
5. เครื่องสกัดแยกสาร
6. เครื่องระเหยแห้งแบบสุญญากาศ
7. ชุดเครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่จำเป็น เช่น ขวดเก็บสารสกัดสีชา
8. ตู้อบ (Hot air oven)
9. เครื่องปั่น (blender) บดตัวอย่าง
10. สารเคมี
  - เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์
  - กรดแทนนิก (Tannic Acid)
  - สารละลาย 10.0% Folin-ciocalteu phenol reagent
  - สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 7.5 % (7.5 % Sodium carbonate)
  - น้ำกลั่น

### วิธีการ

#### 1. การเตรียมตัวอย่าง

นำเปลือกมะพร้าวอ่อน (ผลมะพร้าวอายุประมาณ 7 เดือน) ทำแยกเปลือกส่วนนอกที่มีสีเขียว (external husk) โดยปาดจากด้านนอกผลเข้ามาประมาณ 1 เซนติเมตร และเปลือกส่วนในที่มีสีขาว (internal husk) จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า ผึ่งให้แห้ง ทำการหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 1-2 เซนติเมตร หลังจากนั้นทำให้แห้งโดยการอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ ประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 วัน ตัวอย่างมะพร้าว มีความชื้นน้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดโดยเครื่องปั่น

#### 2. การสกัดสารแทนนินจากตัวอย่างเปลือกมะพร้าวอ่อนแห้ง

ทำการสกัดสารแทนนินจากตัวอย่างเปลือกมะพร้าวแห้งทั้งเปลือกส่วนนอกและเปลือกส่วนใน โดยนำตัวอย่างเปลือกมะพร้าวที่บดแล้วมาเติมสารละลายผสมระหว่าง น้ำกลั่นและเอทานอลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 10, 25, 50, 75, และ 95 ตามลำดับ โดยใช้อัตราส่วนของเปลือกมะพร้าวแห้งและสารละลายในอัตราส่วน 1 : 6 จากนั้นปั่นโดยใช้เครื่องปั่นความเร็วสูงเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และนำมากรองโดยใช้เครื่องกรองป้อนสุญญากาศ ให้ได้เฉพาะส่วนของสารละลาย และทำการระเหยเอทานอลโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง นำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงเพื่อกำจัดตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4000 rpm เป็นระยะเวลา 15 นาที เก็บตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกมะพร้าวในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

### 3. การวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนินในสารสกัดจากเปลือกมะพร้าว

#### 3.1 เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตอิ่มตัว ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7 โดยเตรียมจากโซเดียมคาร์บอเนตผง 7 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันเก็บที่อุณหภูมิต่ำ

#### 3.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานแทนนิกเข้มข้น 1000 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารละลายมาตรฐานแทนนิกเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำโดยชั่งแทนนิก 0.025 กรัม ละลายในเอทานอล และปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเจือจางสิบเท่าให้ได้สารมาตรฐานแทนนิกเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยการปิเปตมา 2.5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยเอทานอลให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร

#### 3.3 การสร้างกราฟมาตรฐานกรดแทนนิก

นำสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มาเจือจางด้วยเอทานอลให้มีความเข้มข้นเป็น 0, 20, 40, 60 และ 80 มิลลิกรัมต่อลิตร และปิเปตใส่หลอดทดลองปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร โดยแยกแต่ละหลอดทดลอง จากนั้นเติมน้ำทุกหลอดปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร เติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี และเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ในที่มีมืด 90 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแทนนิก มาเขียนกราฟมาตรฐานและหาค่าความชัน (m) เพื่อใช้วิเคราะห์ปริมาณแทนนินในสารสกัด

#### 3.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนินของตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกมะพร้าว (Leite & Dourado, 2013; Lingard & Singlaton, 1977)

เจือจางสารที่สกัดได้ 1000 เท่า ด้วยน้ำกลั่น ปิเปตสารที่สกัดได้ ปริมาตร 0.20 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำปริมาตร 2.50 มิลลิลิตร เติมสารละลายโพลิน-ซีโอเคลทู รีเอเจนต์ ปริมาตร 0.20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มีมืดนาน 60 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี - วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 760 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ในแต่ละตัวอย่างไปเทียบหาปริมาณสารแทนนินกับกราฟมาตรฐานของกรดแทนนิก

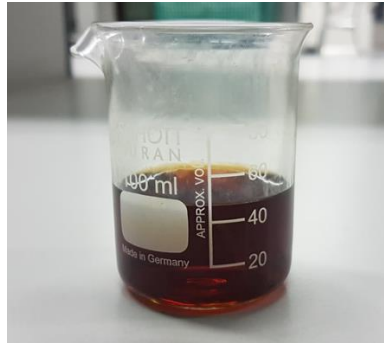
#### เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มต้น กันยายน 2560 สิ้นสุด กันยายน 2561

สถานที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน ห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการสกัดสารประกอบแทนนินจากตัวอย่างแห้งของเปลือกมะพร้าวอ่อนทั้งเปลือกด้านนอกที่มีสีเขียวและเปลือกด้านในที่มีสีขาว โดยทำการสกัดด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 10, 25, 50, 75, และ 95 โดยปริมาตร อัตราส่วนระหว่างตัวอย่างเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อสารละลายเอทานอลในแต่ละความเข้มข้นโดยปริมาตรคือ 1 : 6 ทำการสกัดตามวิธีการสกัด พบว่า สารสกัดจากเปลือกมะพร้าวอ่อนทั้งส่วนด้านนอกและส่วนด้านในภายหลังจากการปั่นเหวี่ยงและกรอง มีลักษณะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเข้ม ใส ไม่มีตะกอน (ภาพที่ 1)



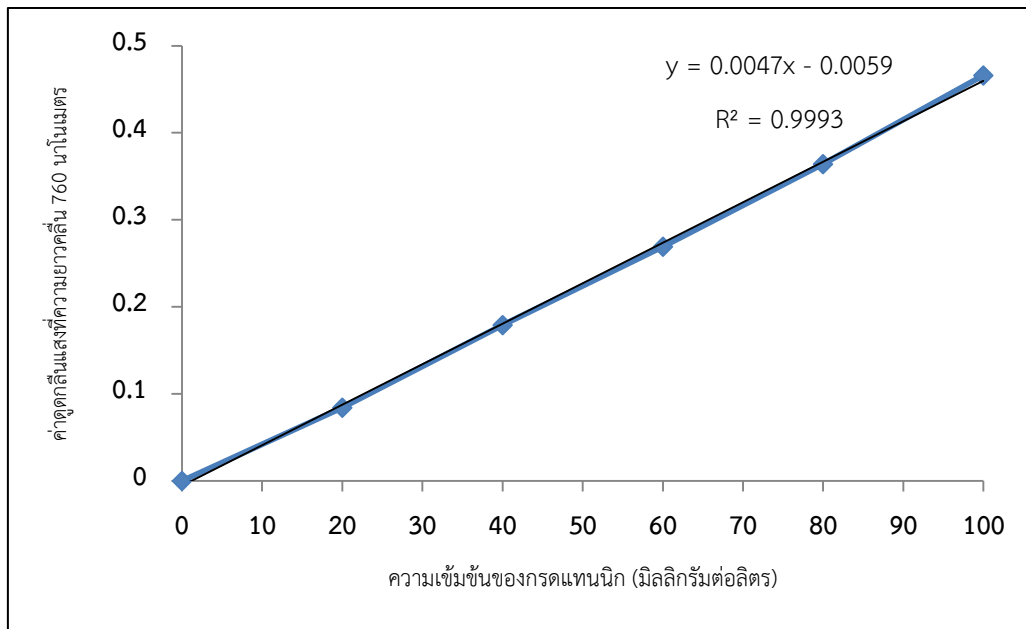
ภาพที่ 1 สารสกัดจากเปลือกมะพร้าวอ่อน (ส่วนนอกและส่วนใน) ภายหลังจากการกรอง

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนินทั้งหมด โดยให้สารที่สกัดได้ทำปฏิกิริยากับสารละลายฟอลิน-ซีโอเคลทู รีเอเจนต์แล้ววัดค่าการดูดกลืนค่าแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี – วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ โดยใช้กรดแทนนิกเป็นสารมาตรฐาน ซึ่งค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร มีค่าเท่ากับ 0, 0.084, 0.179, 0.269, 0.364 และ 0.466 เมื่อความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกเท่ากับ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร
0	0
20	0.084
40	0.179
60	0.269
80	0.364
100	0.466

จากตารางที่ 1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 760 นาโนเมตร สามารถนำไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก

จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณแทนนินในตัวอย่างเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิก (ดัดแปลงจาก Leite & Dourado, 2013; Lingkard & Singlaton, 1977 อ้างถึงใน ณพัฐอร, 2561) ซึ่งปริมาณสารแทนนินในเปลือกมะพร้าวอ่อนที่ทำการสกัดโดยสารละลายเอทานอลแต่ละความเข้มข้นในอัตราส่วนเปลือกมะพร้าวต่อเอทานอลในอัตราส่วน 1 : 6 โดยปริมาตร พบว่า ในเปลือกส่วนนอกของมะพร้าวอ่อนที่สกัดโดยเอทานอลความเข้มข้น ร้อยละ 10, 25, 50, 75, และ 95 มีปริมาณแทนนินเฉลี่ย 84.89, 105.76, 98.36, 207.58 และ 209.00 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และปริมาณแทนนินในเปลือกมะพร้าวอ่อนส่วนใน สกัดโดยเอทานอลความเข้มข้น ร้อยละ 10, 25, 50, 75, และ 95 มีปริมาณแทนนินเฉลี่ย 40.91, 42.33, 29.57, 104.03 และ 38.08 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

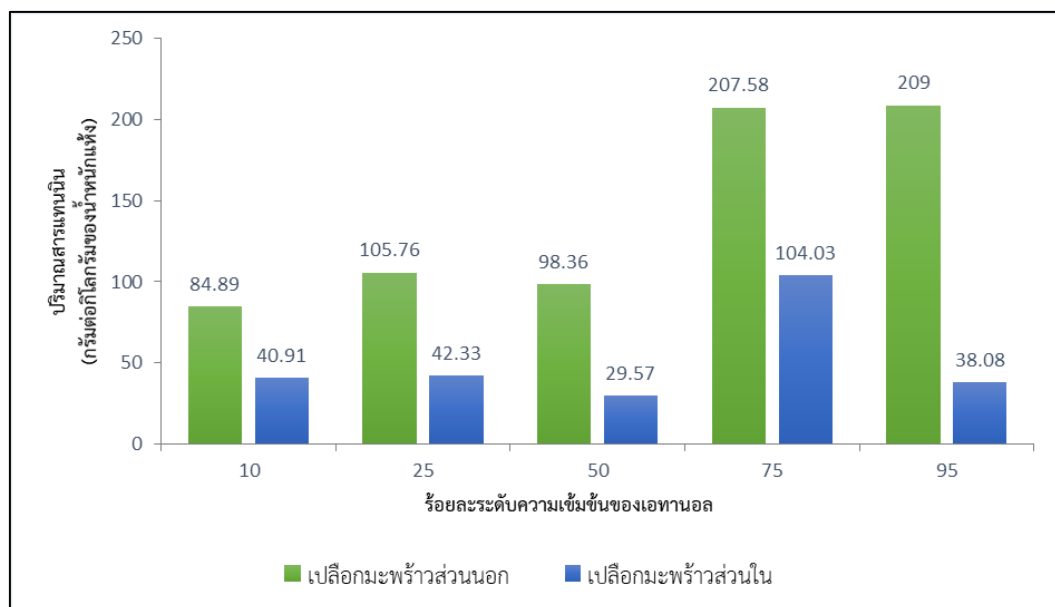


ตารางที่ 2 ปริมาณแทนนินในสารสกัดจากเปลือกมะพร้าวอ่อนส่วนนอก  
(อัตราส่วนเปลือกมะพร้าว 1 กรัม : เอทานอล 6 มิลลิลิตร)

ความเข้มข้น ของเอทานอล (ร้อยละ)	ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ปริมาณแทนนิน (กรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณแทนนินเฉลี่ย (กรัมต่อกิโลกรัม)
10	1	0.030	76.38	84.89±9.75
	2	0.039	95.53	
	3	0.033	82.76	
25	1	0.045	100.82	105.76±6.06
	2	0.043	104.00	
	3	0.047	112.55	
50	1	0.040	97.65	98.36±5.35
	2	0.043	104.04	
	3	0.038	93.40	
75	1	0.081	184.89	207.58±32.21
	2	0.109	244.46	
	3	0.085	193.40	
95	1	0.096	216.80	209.00±11.71
	2	0.095	214.68	
	3	0.086	195.53	

ตารางที่ 3 ปริมาณแทนนินในสารสกัดจากเปลือกมะพร้าวอ่อนส่วนใน  
(อัตราส่วนเปลือกมะพร้าว 1 กรัม : เอทานอล 6 มิลลิลิตร)

ความเข้มข้น ของเอทานอล (ร้อยละ)	ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร	ปริมาณแทนนิน (กรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณแทนนินเฉลี่ย (กรัมต่อกิโลกรัม)
10	1	0.015	44.46	40.91±3.24
	2	0.012	38.08	
	3	0.013	40.21	
25	1	0.015	44.46	42.33±3.68
	2	0.015	44.46	
	3	0.012	38.08	
50	1	0.012	38.08	29.57±9.75
	2	0.009	31.70	
	3	0.003	18.93	
75	1	0.037	91.27	104.03±12.76
	2	0.049	116.80	
	3	0.043	104.04	
95	1	0.007	27.44	38.08±14.89
	2	0.009	31.70	
	3	0.020	55.10	



ภาพที่ 3 ปริมาณแทนนินในส่วนของเปลือกมะพร้าวอ่อน

จากผลการทดลองการสกัดสารแทนนินในเปลือกมะพร้าวอ่อน โดยสารละลายเอทานอลเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนของเปลือกมะพร้าวแห้งและสารละลายในอัตราส่วน 1 : 6 ที่ไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การสกัดโดยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ให้ปริมาณแทนนินเฉลี่ยในปริมาณที่สูงที่สุด 209.0 กรัมต่อกิโลกรัม และสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 75 ที่ให้ปริมาณแทนนินเฉลี่ย 207.58 กรัมต่อกิโลกรัม และการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนส่วนใน โดยใช้สารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 75 มีปริมาณแทนนินเฉลี่ยสูงสุด 104.03 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณสารแทนนินที่ได้มีปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปปรับใช้ประโยชน์ได้ หากเทียบกับปริมาณสารสกัดแทนนินที่ได้จากพืชอื่นที่มีวิธีการสกัดต่างกัน ได้แก่ ใบมันสำปะหลัง ที่ทำการศึกษาโดย กมลชนก และ ปนัดดา (2557) พบว่า การสกัดด้วย อะซิโตนกับน้ำร้อยละ 80 อัตราส่วน 1 : 20 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ได้ปริมาณสารแทนนินสูงที่สุดคือ 644.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการสกัดด้วย เอทานอลกับน้ำร้อยละ 80 อัตราส่วน อัตราส่วน 1 : 20 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ได้ปริมาณสารแทนนินสูงที่สุดคือ 359.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และการสกัดด้วยน้ำกับตัวอย่างในอัตราส่วน 1 : 10 ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 5 ชั่วโมง ได้ปริมาณสารแทนนินสูงที่สุดคือ 236.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม วัลลก และคณะ (2530) ซึ่งศึกษาในมันสำปะหลังเช่นกัน พบว่าสกัดสารแทนนินด้วย อะซิโตน ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ได้สารสกัดแทนนินในปริมาณ 10.833 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และฤทัยรัตน์ (2551) พบว่า สารสกัดที่เหมาะสมที่สามารถสกัดสารแทนนินมากที่สุด คือ อะซิโตน 80 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 5 ชั่วโมง โดยสามารถสกัดสารแทนนินจากใบมันสำปะหลัง 40 กรัม ได้ 8.829 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำกลั่นสามารถสกัดสารแทนนินได้ในปริมาณที่น้อยกว่า คือ 1.111 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาสกัดเท่ากัน ส่วนในลูกตาลสด อัญมณี (2540) พบว่า สารสกัดแทนนินจากเปลือกลูกตาล โดยวิธีการสกัดด้วยน้ำและสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 50 ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสในอัตราส่วนเปลือกลูกตาลต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1 : 10 ระยะเวลา 1 ชั่วโมง สามารถสกัดสารแทนนินได้ร้อยละ 26.64 ของเปลือกลูกตาลสด เมื่อเทียบกับการสกัดด้วยน้ำเป็นตัวทำละลายอย่างเดียว อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสในอัตราส่วนเปลือกลูกตาลต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1 : 10 ระยะเวลา 1 ชั่วโมง สามารถสกัดสารแทนนินได้เพียงร้อยละ 22.57 ของเปลือกลูกตาลสด ชนิษฐา และคณะ (2558) สกัดสารแทนนินจากทับทิม โดยใช้สารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 80 โดยปริมาตร อัตราส่วนระหว่างตัวอย่างทับทิมต่อตัวทำละลาย ในอัตรา 1 : 20 กรัมต่อมิลลิลิตร สกัดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า ส่วนของเปลือกต้นมีปริมาณสารแทนนินเฉลี่ยสูงที่สุด 30.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ในการสกัดสารแทนนินในพืชชนิดเดียวกันในแต่ละครั้งก็อาจทำให้ปริมาณสารแทนนินที่ได้มีความแตกต่างกันด้วย ดังนั้นทุกขั้นตอนในการสกัดมีความสำคัญ เพราะเป็นปัจจัยที่แปรผันตรงกับปริมาณสารสกัดที่ได้

ในการแยกสารสกัดที่ต้องการแยกออกจากส่วนต่างๆ ของพืชนั้น ต้องใช้การสกัดด้วยตัวทำละลายที่มีความเหมาะสมในการสกัดสารแต่ละชนิดเพราะสารแต่ละชนิดจะมีความสามารถละลายในตัวทำละลายต่างกันและละลายได้ในปริมาณต่างกัน โดยหลักสำคัญในการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมนั้น ตัวทำละลายต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี ควรมีราคาถูกและหาได้ง่าย จากการศึกษาที่ผ่านมา Hagerman (1988) พบว่า สารอะซิโตน ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ สามารถสกัดสารแทนนินจากใบ Burr Oak, Sugar Maple และ Shagbark Hickory ได้สูงที่สุด เมื่อเทียบกับการสกัดด้วยสารละลาย เมทานอล และสารละลายกรดไฮโดรคลอริกผสมเมทานอล และใน

การศึกษาการสกัดแทนนินในใบพืช เช่น สกัดสารแทนนินจากเปลือกไม้โกงกางด้วยน้ำเป็นตัวทำละลาย (ประเชิญ, 2530) ในมันสำปะหลัง พบว่า สารสกัดที่สามารถสกัดสารแทนนินได้ในปริมาณสูงสุด คือ อะซิโตน ที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาสกัด 2 ชั่วโมง ส่วนสารสกัดแทนนินที่สกัดด้วย อะซิโตน 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเอทิลแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ จะให้สารสกัดแทนนินที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (วัลลภ และคณะ, 2530) ซึ่งหากเทียบตัวทำละลายระหว่าง อะซิโตนกับน้ำ ฤทัยรัตน์ (2551) รายงานว่า สกัดสารแทนนินจากใบสำปะหลังด้วย อะซิโตน 80 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 5 ชั่วโมง ได้ปริมาณสารสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลัง 40 กรัม ได้ 8.829 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย สามารถสกัดสารแทนนินได้ในปริมาณที่น้อยกว่า คือ 1.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาสกัดเท่ากัน ส่วนในเปลือกเงาะ สุรวงศ์ (2535) รายงานว่า การสกัดสารแทนนินจากเปลือกเงาะโดยใช้สารละลายเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพสูงกว่าการสกัดด้วยน้ำมาก และระบบสกัดครั้งเดียวมีการกวนผสมจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าระบบสกัดครั้งเดียวที่ไม่มีการผสมกวน เนื่องจากการใช้อะซิโตนในการสกัดมีความเสี่ยงต่อมนุษย์และอะซิโตนเป็นสารอันตรายไม่เหมาะแก่การนำการสกัดใช้จริง สำหรับในการวิจัยครั้งนี้จึงได้เลือกเอทานอลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายเท่านั้น โดยทำการสกัดสารแทนนินในเปลือกมะพร้าวอ่อนโดยใช้เอทานอลแอลกอฮอล์ในระดับความเข้มข้นต่างกัน ซึ่งจากผลการทดลอง เห็นได้ว่าการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนทั้งส่วนนอกและส่วนใน การใช้เอทานอลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 75 ให้ปริมาณแทนนินเฉลี่ยในปริมาณที่สูง (207.58 กรัมต่อกิโลกรัม และ 104.03 กรัมต่อกิโลกรัม) ดังนั้นในการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน โดยสารละลายเอทานอลเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 75 เหมาะสมที่สุด เนื่องจากหาได้ง่ายและในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะศึกษาถึงวิธีการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ซึ่งต้องเป็นวิธีการที่เหมาะสม สะดวก และสามารถนำไปถ่ายทอดและใช้ประโยชน์ได้จริง

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนทั้งเปลือกส่วนนอกและเปลือกส่วนใน พบว่า ปริมาณสารแทนนินเฉลี่ยในเปลือกส่วนนอกของมะพร้าวอ่อนมีค่าอยู่ในช่วง 84.89 ถึง 209.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเปลือกส่วนในของมะพร้าวอ่อนมีค่าอยู่ในช่วง 40.91 ถึง 104.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า สารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 75 เป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สามารถสกัดปริมาณสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนให้ปริมาณแทนนินเฉลี่ยในปริมาณที่มาก จำนวน 207.58 กรัมต่อกิโลกรัมในเปลือกส่วนนอก และ 104.03 กรัมต่อกิโลกรัมในเปลือกส่วนในของมะพร้าวอ่อน

### ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาการนำสารสกัดแทนนินไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อตอบสนองการผลิตสินค้าอแกนิก

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาการใช้ประโยชน์จากสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อการยับยั้งการเจริญเติบโต  
ของแมลงศัตรูมะพร้าว และผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ

Tannin extract from coconut husk on inhibition the growth of coconut insect pests  
and their parasitoids

พัชรวิวรรณ จงจิตเมตต์ <sup>1/</sup>	ปาริชาติ พจนศิลป์ <sup>2/</sup>	วิไลวรรณ ทวิชศรี <sup>2/</sup>
Patchareewan Chongchitmate	Parichart Potchanasin	Wilaiwan Twishsri
ดารากร เผ่าชู <sup>3/</sup>		
Darakorn Powchoo		

**คำสำคัญ:** สารแทนนิน, เปลือกมะพร้าว, แมลงศัตรูมะพร้าว, แมลงศัตรูธรรมชาติ

**Keyword:** tannins, coconut husk, coconut insect pests, parasitoids

#### บทคัดย่อ

การสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวแล้วนำมาศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ หนอนหัวดำมะพร้าว และแมลงดำหนามมะพร้าว เปรียบเทียบกับสารสกัดแทนนินจากมันสำปะหลัง พร้อมทั้งศึกษาผลกระทบของสารสกัดแทนนินต่อแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนหัวดำมะพร้าวและแมลงดำหนามมะพร้าว ได้แก่ แตนเบียนโกนีโอซิส และแตนเบียนอะซีโคเดส ดำเนินการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือนกันยายน 2563 โดยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวที่ใช้ในการทดสอบนี้มีปริมาณสารออกฤทธิ์เท่ากับ 248.89 กรัม/1 กิโลกรัมเปลือกมะพร้าว ในตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 95% โดยก่อนนำมาทดสอบได้ปรับค่าให้ได้ตามสัดส่วนความเข้มข้นที่ต้องการตามแต่ละกรรมวิธีแล้วจึงนำมาทดสอบโดยวิธีการ spraying กับหนอนหัวดำมะพร้าว และวิธีการ dry film กับแตนเบียนโกนีโอซิส และแตนเบียนอะซีโคเดส ทำการตรวจสอบผลการเปลี่ยนแปลงของแมลงทั้ง 4 ชนิด ทุกวันจนกว่าแมลงจะตาย ผลการทดสอบพบว่า หนอนหัวดำมะพร้าว และหนอนแมลงดำหนามมะพร้าว ยังคงเจริญเติบโตพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้เป็นปกติ สำหรับการทดสอบสารสกัดแทนนินกับแตนเบียนโกนีโอซิส พบว่า ไม่มีผลกระทบต่อแตนเบียนทั้ง 2 ชนิดนี้ ดังนั้นถ้าต้องการใช้สารสกัดแทนนินควบคุมแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดนี้ ควรต้องปรับเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ให้สูงขึ้น ทั้งนี้ผลงานวิจัยนี้ยังไม่ได้ผลการควบคุมแมลงศัตรูมะพร้าว แต่ได้ทราบเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยการพัฒนาสารสกัดพืช โดยเฉพาะสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อไปในอนาคต

รหัส 01-56-59-03-02-00-02-62

<sup>1/</sup> สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช เขตจตุจักร จ.กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0 2579 4115

<sup>2/</sup> สถาบันวิจัยพืชสวน เขตจตุจักร จ.กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0 2940 5484

<sup>3/</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อ.สวี จ.ชุมพร 86140 โทร. 077-556073

## Abstract

The extraction of tannin from coconut husk was studied the efficacy to inhibit the growth of 2 coconut insect pests, which are black headed caterpillar; *Opisina arenosella* and coconut leaf beetle; *Brontispa longissima* in comparison with the tannin extracts from cassava. The effects of tannin extracts were also studied on the natural enemies of coconut insect pests; *Goniosus nephantidis* and *Asecodes hispinarum*. The tests were conducted at the Entomology and Zoology Laboratory, Plant Protection Research and Development Office, from October 2018 to September 2019. The tannin extraction from coconut husk used in this experiment contained the active ingredient content of 248.89 g/1 kg. of coconut husk in 95% ethyl alcohol solvent. Before testing, the extracts were adjusted the concentration according to each treatment and the treatments were tested by spraying method on *Opisina arenosell* and *Brontispa longissima* and dry film method on *Goniosus nephantidis* and *Asecodes hispinarum*. The results of growth of all 4 insect species were checked every day until the insects die or being adult. The results showed that tannin extracts had no effects on *Opisina arenosella* and *Brontispa longissima* growing and developing into adults as normal and these extracts also had no effect on *Goniosus nephantidis* and *Asecodes hispinarum*. Therefore. Using tannin extract for controlling 2 insect pests of coconut may be necessary to increase the amount of active ingredients. However, this research had not been received the results for controlling coconut insect pests but had been known as a preliminary data for further development of research on plant extract development especially the tannin extract from coconut for the future.

## บทนำ

ประเทศไทยส่งออกมะพร้าวผลอ่อนตัดแต่งได้มากขึ้น จึงมีเปลือกมะพร้าวผลอ่อนเป็นส่วนเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมจำนวนมาก และอาจยิ่งเพิ่มมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ด้วยความต้องการน้ำมันมะพร้าวในตลาดโลกเพิ่มขึ้น นั่นหมายถึงมีปริมาณเปลือกมะพร้าวตัดแต่ง เหลือทิ้งเพิ่มขึ้นไปด้วย หากมะพร้าวผลอ่อนแต่ละผลมีเปลือกที่ถูกตัดแต่งออก 0.5 กก. ในปี 2558 เท่ากับว่าจะมีเปลือกเหลือทิ้งมากถึง 35 ล้านกิโลกรัม ซึ่งหากนำไปสกัดแทนนินจะได้มากถึง 2 ล้านกว่ากิโลกรัม (เปลือกมะพร้าวอ่อน มีแทนนิน 6.03 %) และอาจลดปริมาณการนำเข้าแทนนินได้ด้วย ดังนั้นการศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มมูลค่าจากเปลือกมะพร้าวจึงเป็นอีกช่องทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่ามะพร้าวเพื่อให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากกว่าเดิม ปัจจุบันบางโรงงานต้องหาที่ทิ้งเปลือกหรือนำไปถมที่ดิน ซึ่งที่ผ่านมาแม้ว่าจะมีการนำเปลือกมะพร้าวผลอ่อนเหล่านี้ไปทำเป็นเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น วัสดุปลูก วัสดุกันกระแทก หรือบรรจุภัณฑ์ หรือการนำไปใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงบ้างก็ตาม ซึ่งเป็นการศึกษาด้านวัสดุศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการนำไปใช้ประโยชน์ให้กว้างขวางมากขึ้น เช่นเดียวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารสกัดแทนนินจากหมากของจีน ซึ่งมีทั้งชนิดน้ำและชนิดเม็ด หากมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มมูลค่าจากเปลือกมะพร้าวเหล่านี้ จะเป็นอีกช่องทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่ามะพร้าว และมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากกว่าเดิม ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่จากเปลือกมะพร้าวและสร้างมูลค่าและแก้ปัญหาสิ่งเหลือทิ้งได้ในอนาคต ประกอบกับในปัจจุบันผู้ปลูกมะพร้าวยังเผชิญกับปัญหาการระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าวทั้งแมลงดำหนามมะพร้าวและหนอนหัวดำมะพร้าว การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำสารสกัดแทนนินไปกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวดังกล่าว จึงได้นำสกัดสารแทนนินในเปลือกมะพร้าวมาศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิด เปรียบเทียบกับสารสกัดแทนนินจากมันสำปะหลัง พร้อมทั้งศึกษาผลกระทบของสารสกัดแทนนินต่อแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนหัวดำมะพร้าวและแมลงดำหนามมะพร้าวด้วย



## ระเบียบวิธีวิจัย

### - อุปกรณ์

1. สารสกัดจากเปลือกมะพร้าว (แทนนิน)
2. สารสกัดแทนนินจากมันสำปะหลัง (ผลิตภัณฑ์การค้า)
3. หนอนหัวดำมะพร้าววัย 3 (*Opisina arenosella*)
4. หนอนแมลงค้ำหนามมะพร้าววัย 3 (*Brontispa longissima*)
5. ตัวเต็มวัยแตนเบียนโกนีโอซัส (*Goniozus nephantidis*)
6. ตัวเต็มวัยแตนเบียนหนอนอะซีโคเดส (*Asecodes hispinarum*)
7. ใบมะพร้าว (ใบแก่ และใบอ่อน)
8. กล่องพลาสติกขนาด 6.5×8.5×4 เซนติเมตร ที่ฝาติดตะแกรงระบายอากาศ
9. ตะแกรงลวดขนาด 5×9 เซนติเมตร
10. พู่กัน เบอร์ 3
11. ปากคีบ
12. หัวฉีดสเปรย์ขนาดท่อสเปรย์ 2 มิลลิเมตร
13. หลอด ependorf
14. น้ำกลั่น
15. บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
16. บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
17. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
18. แท่งแก้วคนสาร
19. ไมโครปิเปต และทิป

### - วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี (ทดสอบกับแมลงศัตรูมะพร้าว ได้แก่ หนอนหัวดำมะพร้าว แมลงค้ำหนามมะพร้าว และทดสอบกับแมลงศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ แตนเบียนโกนีโอซัส และแตนเบียนอะซีโคเดส) ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุมโดยใช้น้ำเปล่า
- กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวความเข้มข้น 75 mg/L
- กรรมวิธีที่ 3 สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวความเข้มข้น 150 mg/L
- กรรมวิธีที่ 4 สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวความเข้มข้น 300 mg/L
- กรรมวิธีที่ 5 สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวความเข้มข้น 600 mg/L
- กรรมวิธีที่ 6 สารสกัดแทนนินจากมันสำปะหลังความเข้มข้น 10 mg/L

### การทดสอบสารสกัดแทนนินกับหนอนหัวดำมะพร้าวและหนอนแมลงค้ำหนามมะพร้าวด้วยวิธี spraying method

1. เตรียมหนอนหัวดำมะพร้าววัย 3 จำนวน 3 ตัว ใส่ลงในกล่องพลาสติกขนาด 6.5×8.5×4 เซนติเมตร ที่พื้นกล่องรองด้วยตะแกรงเพื่อวางใบแก่มะพร้าวที่ทำความสะอาดและตัดให้ได้ขนาด 5 ซม. จำนวน 2 ใบ/กล่อง จากนั้นปิดฝาให้สนิท ทำเช่นเดียวกับการทดสอบกับหนอนแมลงค้ำหนามมะพร้าววัย 3 แต่ใช้ใบอ่อนมะพร้าว วางกล่องทดสอบบนชั้นเลี้ยงแมลงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. เตรียมสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าว ความเข้มข้น 75, 150, 300 และ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารสกัดแทนนินจากมันสำปะหลังความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. เตรียมสารสกัดในแต่ละกรรมวิธีบรรจุใส่หลอด eppendorf หลอดละ 600 ไมโครลิตร ฟันสาร โดยใช้หัวสเปรย์ จุ่มปลายหลอดลงในหลอด eppendorf แล้วฟันสารให้ทั่วใบมะพร้าวทั้ง 2 ด้าน จากนั้นปิดฝากล่องให้สนิท วางกล่องทดสอบบนชั้นเลี้ยงแมลงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส
4. สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของหนอนหัวดำมะพร้าว และหนอนแมลงค้ำหนามมะพร้าว ทุกวัน จนกว่าแมลงตายหมดหรือพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย

### วิธีการทดสอบสารสกัดแทนนินกับแตนเบียนโกนิโอซิส และแตนเบียนหนอนอะซีโคเดสด้วยวิธี dry film method

1. นำสารสกัดแทนนินที่เตรียมไว้แต่ละความเข้มข้นใส่ในหลอดทดลองแต่ละหลอด ๆ ละ 20 มล. แล้วกลั่นให้ทั่วหลอดทดลองขนาดยาว 15 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางปากหลอด 1.5 ซม. เป็นเวลา 5 วินาที แล้วเทสารสกัดออกทิ้ง คว่ำหลอดทดลองผึ่งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. ป้ายน้ำผึ้งลงบนกระดาษทิชชู และติดภายในหลอดทดลอง จากนั้นใช้ฟู่กันปิดแตนเบียนโกนิโอซิส จำนวน 5 ตัว/หลอด อย่างเบามือ ทำเช่นเดียวกันกับแตนเบียนหนอนอะซีโคเดสจำนวน 10 ตัว/หลอด
3. ปิดปากหลอดด้วยผ้าไนลอน และมัดด้วยหนังยาง ตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส
4. สังเกตและจดบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของแตนเบียนทุกวัน จนกว่าแมลงตาย

- เวลาและสถานที่

เดือนตุลาคม 2561 - เดือนกันยายน 2562

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวที่ใช้ในการทดสอบนี้มีปริมาณสารออกฤทธิ์เท่ากับ 248.89 กรัม/1 กิโลกรัมเปลือกมะพร้าว ในตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 95% โดยก่อนนำมาทดสอบได้ปรับค่าให้ได้ตามสัดส่วนความเข้มข้นที่ต้องการตามแต่ละกรรมวิธีแล้วจึงนำมาทดสอบโดยวิธีการ spraying กับหนอนหัวด้ามะพร้าว และวิธีการ dry film กับแตนเบียนโกนีโอซิส และแตนเบียนอะซีโคเดส ทำการตรวจสอบผลการเปลี่ยนแปลงของแมลงทั้ง 4 ชนิด ทุกวันจนกว่าแมลงจะตาย

ผลการทดลองพบว่า หนอนหัวด้ามะพร้าวตายที่เวลา 2 3 4 และ 7 วันหลังพ่นสารสกัด ในกรรมวิธีที่ 3 1 4 และ 2 จำนวนกรรมวิธีละ 8.33% ตามลำดับ ซึ่งเป็นการตายโดยธรรมชาติ และเมื่อตรวจนับถึง 22 วัน พบว่าหนอนที่เหลือทั้งหมดพัฒนาเป็นดักแด้และผีเสื้อได้ตามปกติ ส่วนหนอนแมลงดำหนามมะพร้าวตายที่เวลา 9 วันหลังพ่นสารสกัด ในกรรมวิธีที่ 2 5 และ 6 จำนวน 16.67 25 และ 8.33% ตามลำดับ ที่เวลา 10 วันหลังพ่นสารสกัด ในกรรมวิธีที่ 1 3 4 และ 6 จำนวน 16.67 8.33 25 และ 8.33% ตามลำดับ และที่เวลา 13 วันหลังพ่นสารสกัด ในกรรมวิธีที่ 2 และ 3 จำนวน 8.33 และ 8.33% ตามลำดับ ซึ่งเป็นการตายโดยธรรมชาติ และเมื่อตรวจนับถึง 15 วัน หนอนที่เหลือทั้งหมดพัฒนาเป็นดักแด้และออกเป็นตัวเต็มวัยแมลงดำหนามมะพร้าวได้เป็นปกติ (ตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณสารออกฤทธิ์แทนนิน 248.89 กรัม จากเปลือกมะพร้าว 1 กิโลกรัม มีฤทธิ์ไม่สูงพอสำหรับการทำลายหนอนหัวด้ามะพร้าว และหนอนแมลงดำหนามมะพร้าว โดยแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดยังคงเจริญเติบโตพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้เป็นปกติ ดังนั้นอาจจำเป็นต้องปรับเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ให้สูงขึ้นหากต้องการใช้กำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดนี้

สำหรับการทดสอบสารสกัดแทนนินกับแตนเบียนโกนีโอซิสพบว่า แแตนเบียนเริ่มตายตั้งแต่วันแรกหลังเริ่มทดสอบ และตายครบ 100% ที่เวลา 8-10 วัน ในแต่ละกรรมวิธีรวมถึงกรรมวิธีควบคุม ส่วนแตนเบียนอะซีโคเดสเริ่มตายตั้งแต่วันแรกหลังเริ่มทดสอบ และตายครบ 100% ที่เวลา 3-4 วัน ในแต่ละกรรมวิธีรวมถึงกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 2) ดังนั้นสารสกัดแทนนินที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ไม่มีผลกระทบต่อแตนเบียนทั้ง 2 ชนิดนี้ ทั้งนี้เนื่องจากแมลงศัตรูธรรมชาติทั้ง 2 ชนิดนี้มีระยะเวลาของตัวเต็มวัยสั้น ตัวเต็มวัยแตนเบียนโกนีโอซิสมีอายุเฉลี่ยประมาณ 7-40 วัน สำหรับแตนเบียนอะซีโคเดสมีอายุเฉลี่ยประมาณ 3-7 วัน

ซึ่งการทดลองนี้อาจไม่สอดคล้องกับรายงานของ ไชยรัตน์ (2555) ที่อ้างถึง รศ.ดร.วัลลภ อารีรบ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รายงานว่าสารแทนนินเป็นสารทุติยภูมิที่มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ Condensed tannin เช่น Catechin และ Hydrolyzed tannin เช่น Gallotannin ในการสกัดสารแทนนิน เขาได้ศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณแทนนินในใบมันสำปะหลังแห้ง พบว่าสารตัวทำละลาย 50% acetone และ 80% ethylalcohol ที่อัตราส่วน 1 : 1 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ระดับ 5 พบว่าสามารถสกัดสารแทนนินออกมาได้สูงสุดที่ 11.88 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งใบมันสำปะหลัง หรือที่ความเข้มข้นของสารแทนนินประมาณ 325 มิลลิกรัมต่อลิตร และได้แสดงคุณสมบัติของ antioxidants ได้ดีกว่าสารสกัดแทนนินจากตัวทำละลายเดี่ยว คือ acetone และ ethylalcohol เมื่อนำมาทดลองใช้ควบคุมเพลี้ยแป้ง พบว่าสารสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลังความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถฆ่าเพลี้ยแป้งได้ 7.4% และมีแนวโน้มที่ส่งผลให้การ

เข้าทำลายส่วนอื่นของพืชลดลงที่ 32.52% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม การทดลองการขับไล่เพลี้ยแป้งในสภาพไร่ พบว่าการใช้สารสกัดที่ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยให้ต้นมันสำปะหลังสะอาด มีเพลี้ยแป้งน้อย แดกยอด แดกทรงพุ่มได้ดี ไม่หงิกงอ ลำต้นยืดยาวได้เป็นปกติ เมื่อนำไปทดลองในแปลงปลูก โดยใช้ฉีดพ่นกับมันสำปะหลังระยะแรกของการแตกใบ (1 เดือน) ซึ่งเป็นระยะที่ง่ายต่อการเข้าทำลายของแมลงปากดูดชนิดต่างๆ เช่น เพลี้ยแป้ง ไรแดง และ แมลงหวี่ขาว โดยพ่นระยะห่าง 7 วันต่อครั้ง และ 30 วันต่อครั้งในเดือนถัดมา โดยพ่นถึงอายุ 3 เดือน ผลปรากฏว่าไม่มีแมลงปากดูดเข้าทำลาย แต่แปลงของเกษตรกรซึ่งอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน มีทั้งไรแดง และเพลี้ยแป้งเข้าทำลาย

และอาจไม่สอดคล้องกับรายงานของ จุฑาลักษณ์ วงศ์ชัยชนะ ศูนย์สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการเกษตร และการจัดการทรัพยากร ร่วมกับภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้วิจัยการสกัดสารแทนนินจากใบมันสำปะหลัง แล้วนำไปทดลองใช้กำจัดแมลงศัตรูพืช พบว่าสารแทนนินมีคุณสมบัติช่วยตกตะกอนโปรตีน โดยสามารถไปตกตะกอนเอนไซม์ที่ใช้อยู่ในกระเพาะอาหารของแมลง มีผลทำให้ลดการระบาดของแมลงศัตรูพืชได้ โดยสารอินทรีย์นี้ยังสามารถดูดซึมเข้าไปในพืชได้ด้วย นอกจากนี้ทำให้ต้นของมันฝรั่งแข็งแรงขึ้น และยังช่วยเพิ่มผลผลิต โดยหัวมันฝรั่งที่ได้รับสารแทนนินมีเปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มขึ้น และได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่า (ศิริวรรณ และคณะ, 2553)

ตารางที่ 1 จำนวนเฉลี่ยหนอนหัวดำมะพร้าว และหนอนแมลงค้ำหนามมะพร้าว จากการทดสอบกับสารสกัดแทนนิน จากเปลือกมะพร้าว และมันสำปะหลัง

เวลา (วัน)	จำนวนเฉลี่ยหนอนตายจากการทดสอบที่กรรมวิธีต่าง ๆ											
	หนอนหัวดำมะพร้าว						แมลงค้ำหนามมะพร้าว					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	8.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	8.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	8.33	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	8.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	16.67	0	0	25.00	8.33
10	0	0	0	0	0	0	16.67	0	8.33	25.00	0	8.33
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	8.33	8.33	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม (%)	8.33	8.33	8.33	8.33	0	0	16.67	25.00	16.67	25.00	25.00	16.67

หมายเหตุ % ตายเฉลี่ย =  $\frac{\text{จำนวนแมลงที่ตาย} \times 100}{\text{จำนวนแมลงทั้งหมด (12 ตัว)}}$

ตารางที่ 2 จำนวนเฉลี่ยแตนเบียนโกนิโอซิส และแตนเบียนอะซีโคเดส ที่ตายจากการทดสอบสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าว และมันสำปะหลัง

เวลา (วัน)	จำนวนเฉลี่ยแตนเบียนที่ตายจากการทดสอบที่กรรมวิธีต่าง ๆ											
	แตนเบียนโกนิโอซิส						แตนเบียนอะซีโคเดส					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	0	10	0	0	0	0	37.5	30	62.5	57.5	75	57.5
2	5	0	0	5	5	0	47.5	12.5	30	40	7.5	40
3	5	10	0	15	15	5	15	57.5	7.5	2.5	0	2.5
4	25	5	10	15	10	20	0	0	0	0	17.5	0
5	5	5	20	30	15	5	-	-	-	-	-	-
6	15	45	30	30	35	25	-	-	-	-	-	-
7	0	0	15	0	0	0	-	-	-	-	-	-
8	15	10	25	5	5	30	-	-	-	-	-	-
9	5	0	0	0	5	15	-	-	-	-	-	-
10	25	15	0	0	10	0	-	-	-	-	-	-
รวม					10							
(%)	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	100

หมายเหตุ %ตายเฉลี่ย =  $\frac{\text{จำนวนแตนเบียนโกนิโอซิสตาย} \times 100}{\text{จำนวนแมลงทั้งหมด (20 ตัว)}}$

%ตายเฉลี่ย =  $\frac{\text{จำนวนแตนเบียนอะซีโคเดสตาย} \times 100}{\text{จำนวนแมลงทั้งหมด (40 ตัว)}}$

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวที่ใช้ในการทดสอบนี้มีปริมาณสารออกฤทธิ์เท่ากับ 248.89 กรัม/1 กิโลกรัมเปลือกมะพร้าว ในตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 95% ผลการทดลองพบว่า หนอนหัวดำมะพร้าว และหนอนแมลงดำหนามมะพร้าวยังคงเจริญเติบโตพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้เป็นปกติ ดังนั้นอาจจำเป็นต้องปรับเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ให้สูงขึ้นหากต้องการใช้กำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดนี้ สำหรับการทดสอบสารสกัดแทนนินกับแตนเบียนโกนีโอซิสและแตนเบียนอะซีโคเดส พบว่าไม่มีผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติทั้ง 2 ชนิดนี้

การทดลองที่ 2.3 การศึกษาประสิทธิภาพของสารแทนนินที่สกัดได้จากเปลือกมะพร้าวในการบำบัดคุณภาพ  
น้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว

Study on Tannin Extracts from Coconut Husk for Wastewater Treatment from Coconut  
Processing Factory

ปาริชาติ พจนศิลป์<sup>1/</sup>  
Parichart Potchanasin

วิไลวรรณ ทวิษศรี<sup>1/</sup>  
Wilaiwan Twishsri

โกเมศ สัตยาวิฑู<sup>2/</sup>  
Komate Satayawut

**คำสำคัญ:** สารแทนนิน, เปลือกมะพร้าว, บำบัดน้ำทิ้ง

**Keyword:** tannins, coconut husk, wastewater treatment

**บทคัดย่อ**

การศึกษาประสิทธิภาพของสารแทนนินที่สกัดได้จากเปลือกมะพร้าวอ่อนนำมาใช้บำบัดคุณภาพน้ำทิ้งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ของเปลือกมะพร้าวอ่อนที่เป็นวัสดุทางการเกษตรเหลือทิ้งจากกระบวนการตัดแต่งมะพร้าวอ่อนเพื่อส่งออก การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวไปใช้ประโยชน์ในการกำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวและบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวดำเนินการทดลองที่สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2561 ถึงกันยายน 2562 เริ่มดำเนินการทดลองโดยทำการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนแห้งด้วยเอทานอลเป็นตัวทำละลาย มีอัตราส่วนเปลือกมะพร้าวต่อเอทานอล ในอัตรา 1 : 6 โดยปริมาตร ทำการสกัดด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการระเหยเอทานอลโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง จนได้สารสกัดแทนนินที่ต้องการ และนำไปทำการทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งที่มาจากรถโรงงานแปรรูปมะพร้าวและน้ำทิ้งชุมชน โดยการทดสอบคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมี เปรียบเทียบก่อนและหลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนิน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน มีวางแผนการทดลองแบบ CRD 5 กรรมวิธี ได้แก่ (1) ไม่เติมสารสกัดแทนนิน (วิธีควบคุม) (2) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 1000 (3) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 100 (4) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 50 และ (5) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 20 ผลการทดสอบการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว พบว่า สารสกัดแทนนินมีผลต่อการบำบัดคุณภาพน้ำได้แก่ค่า pH และค่าความขุ่น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ระยะเวลาบำบัดที่ 4 ชั่วโมง และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาบำบัดที่ 6 ชั่วโมง สีของน้ำใสขึ้น และมีกลิ่นที่ลดลง น้ำทิ้งมีการตกตะกอน มีค่า pH เท่ากับ 6.6 – 6.92

รหัส 01-56-59-03-02-00-03-62

<sup>1/</sup> สถาบันวิจัยพืชสวน

<sup>2/</sup> กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร



ค่า pH ที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนบำบัดอย่างมีนัยสำคัญ มีสภาพความเป็นกลางมากขึ้น และกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง ในอัตราส่วน 1 : 100 คือ มีความขุ่นของน้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 215 NTU ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีความขุ่น 273 NTU อย่างมีนัยสำคัญ ค่า DO สูงสุดเท่ากับ 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับค่า DO ก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 1.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD ต่ำที่สุดเท่ากับ 1,247 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับค่า BOD ก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 2,150 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดเท่ากับ ร้อยละการบำบัด 40 สำหรับผลการทดสอบบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชน ที่ระยะเวลาบำบัด 6 ชั่วโมง พบว่า ค่า pH ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง ในอัตราส่วน 1 : 100 คือ มีความขุ่นของน้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 75 NTU ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีความขุ่นเท่ากับ 92 NTU ค่า DO สูงสุด เท่ากับ 6.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับค่า DO ก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 2.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD ต่ำที่สุดเท่ากับ 57.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับค่า BOD ก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 104 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดเท่ากับ ร้อยละการบำบัด 41

## Abstract

Study on the efficiency of a tannin extracts from coconut husk for wastewater treatment is an alternative way to utilize and value added for the young coconut husk as a by-product from the young coconut cutting process. The study was determined at Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, from January to September, 2019. The tannin extracted solutions results from dry coconut husk which it was carried out for 24 hours at room temperature by using 75% (v/v) ethanol as an extraction solvent (ratio of the material to ethanol was 1 : 6 g/ml) and the filtered solution was boiled for 6 hours at 60 degrees Celsius for removing ethanol. Continually, the experiments of efficiency of wastewater treatment were observed in 2 sources of wastewater which collected from coconut processing factory and household. The experiments arrangement was a completely randomized design (CRD) with 5 treatments as follow: (1) without application of tannin extracts (control), (2) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:1000, (3) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:100, (4) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:50, and (5) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:20. The results of efficiency of tannin extracts in wastewater from coconut processing factory showed that the tannin extracts is able to treat pH and turbidity of water at 4 hours after treatment which significantly different from without application of tannin extracts. Further, the results showed at 6 hours after treatment which the application of tannin extracts is causing substance in wastewater to be deposited then the wastewater is getting clearly. The application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:100 had the high efficiency to be able treat wastewater. This treatment shows (1) the lowest of the turbidity of 215 NTU significantly compare with the control treatment (273 NTU) (2) the highest of DO of 3.30 mg./l. while the control treatment was 3.30 mg./l (3) the lowest of BOD of 1,245 mg./l. while the control treatment was 2,150 mg./l. and the efficiency of BOD at after treatment were 40 percent. Furthermore, the results of efficiency of tannin extracts at 6 hours after treatment in wastewater from household showed that pH has no significant difference. The application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:100 had the high efficiency to be able treat wastewater. This treatment shows (1) the lowest of the turbidity of 75 NTU compare with the control treatment (92 NTU) (2) the highest of DO of 6.05 mg./l. while the control treatment was 2.80 mg./l (3) the lowest of BOD of 57.2 mg./l. while the control treatment was 104 mg./l. and the efficiency of BOD at after treatment were 41 percent.

## บทนำ

เปลือกมะพร้าวอ่อนเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณมากในภาคอุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าว แม้ว่าจะมีการนำไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์ด้านอื่นๆ เช่น วัสดุเพาะกล้า วัสดุปลูก หรือ บรรจุภัณฑ์อื่น เช่น วัสดุกันกระแทก หรือการนำไปใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิง เป็นต้น อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีเปลือกมะพร้าวอ่อนที่เหลือทิ้งเพื่อรอกำจัดเป็นปริมาณมาก ในแต่ละปีประเทศไทยมีการส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มาจากมะพร้าวในปริมาณสูง โดยเฉพาะมะพร้าวอ่อนในปี 2560 มีปริมาณการส่งออกมะพร้าวอ่อน จำนวน 118,461 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 3,011 ล้านบาท และปี 2561 มีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นเป็น 134,659 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,548 ล้านบาท และปริมาณการส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) โดยมีรายงานว่า การส่งออกมะพร้าวน้ำหอมสด ส่งตลาดต่างประเทศนั้น จะมีเปลือกมะพร้าวอ่อนเหลือทิ้งจำนวนประมาณมากกว่า 10 ตันต่อวัน

การสกัดสารแทนนินที่อยู่ในเปลือกมะพร้าวเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากเปลือกมะพร้าวอ่อนที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการตัดแต่งมะพร้าวอ่อนเพื่อส่งออก เป็นการเพิ่มมูลค่าของเปลือกมะพร้าวอ่อนซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อให้มีมูลค่ามากขึ้น สารแทนนินมีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ด้วยแทนนินมีคุณสมบัติช่วยในการตกตะกอนโปรตีนทำให้หนังสัตว์ไม่เน่าเปื่อย จึงมีการใช้สารแทนนินในอุตสาหกรรมการฟอกหนัง และสามารถช่วยยืดอายุในการรักษาผลิตภัณฑ์อีกด้วย แทนนินใช้เป็นตัวเร่งการตกตะกอน ในอุตสาหกรรมทำเหล้าสาเก ทำให้เหล้าใส ทำให้มีรสชาติกลมกล่อม ในทางการแพทย์ พบว่า สารแทนนินสามารถใช้เป็นยารักษาโรคท้องเสียได้ สารแทนนินมีคุณลักษณะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิดได้ (พีรศักดิ์, 2544) แทนนินในพืชบางชนิดมีงานวิจัยว่า ช่วยต้านมะเร็ง ด้านแบคทีเรีย ต้านอนุมูลอิสระ ลดความดันโลหิต ลดไขมันในเลือด และยังมีมีการนำสารแทนนินไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น บำบัดน้ำเสีย ขจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เป็นต้น

น้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมนับเป็นปัญหาหลักประการหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก น้ำเสีย แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ คือ 1) น้ำเสียที่เกิดจากน้ำทิ้งจากชุมชนที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนรวมทั้งกิจกรรมทั้งเพื่อการบริโภค อุปโภค 2) น้ำเสียจากอุตสาหกรรมเป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ส่วนใหญ่มักเป็นน้ำทิ้งที่มาจาก การล้างจากกระบวนการผลิตต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมและปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และ 3) น้ำเสียจากเกษตรกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการชะล้างสารเคมีทางการเกษตร เช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ การชะล้างการพังทลายของหน้าดินที่ทำการเพาะปลูก น้ำเสียเหล่านี้สามารถแก้ไขและ/หรือปรับปรุงสภาพให้ดีขึ้นได้ด้วยการบำบัดอย่างถูกวิธีเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียมีอยู่หลากหลายวิธีการ (เกรียงศักดิ์, 2539) ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำมีหลายด้านทั้งด้านกายภาพ ด้านชีวภาพ และด้านเคมี โดยดัชนีแต่ละตัวจะบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำแต่ละประเภท และคุณภาพของแหล่งน้ำว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์หรือไม่ สำหรับดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำด้านเคมีที่นิยมใช้ในการวัดคุณภาพน้ำในการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ค่า Dissolved Oxygen (DO) เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่ขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆ ของแหล่งน้ำนั้น ค่า DO ที่วัดได้จะบ่งบอกถึงความ

เหมาะสมของแหล่งน้ำในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ อยู่ในช่วง 5-6 มิลลิกรัมต่อลิตร หากลดลงต่ำลงอาจมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตอยู่ของสัตว์น้ำได้ (นิพนธ์, 2549) ค่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) เป็นหนึ่งในค่าที่บ่งบอกคุณภาพน้ำทิ้ง ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน BOD เป็นค่าที่แสดงให้เห็นเฉพาะสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ในธรรมชาติย่อยสลายได้เท่านั้น ซึ่งถ้าน้ำเสียมีค่า BOD ต่ำ เมื่อถูกทิ้งลงในแหล่งน้ำจะไม่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำดังกล่าว เนื่องจากแบคทีเรียต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายน้อย แต่ถ้าน้ำเสีย มีค่า BOD สูง เมื่อถูกทิ้งลงในแหล่งน้ำจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลงมากจนทำให้ปลาหรือสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นไม่สามารถอยู่ได้ (สิทธิชัย, 2549) จากข้อมูลการตรวจโรงงานแปรรูปมะพร้าวในจังหวัดนครปฐม รายงานว่า ค่า BOD น้ำเสียของโรงงาน มีค่า BOD ก่อนบำบัด เท่ากับ 3,265 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อผ่านการบำบัดแบบมาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรมพบว่ามีค่า BOD หลังการบำบัด เท่ากับ 2.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2561) ซึ่งกระบวนการบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างสูง การบำบัดน้ำเสียโดยใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้ไม่ต้องสร้างระบบบำบัดที่มีขนาดใหญ่ที่มีการลงทุนค่อนข้างสูง ปัจจุบันในเขตเมืองใหญ่มีการสร้างที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงมีน้ำทิ้งจากการชำระล้างมากขึ้นไปด้วย

ดังนั้นการศึกษาหาประสิทธิภาพในการนำสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนมาใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสีย เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำเสียหรือน้ำทิ้งจากชุมชน และหากพบว่าประสิทธิภาพของสารสกัดแทนนินสามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ดี จะเป็นแนวทางส่งเสริมและนำไปพัฒนาขยายผลการใช้ประโยชน์ ซึ่งจะเพิ่มและสร้างมูลค่าเปลือกมะพร้าวโดยเปลี่ยนจากวัสดุเหลือทิ้งให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายขึ้น

## ระเบียบวิธีวิจัย

### - อุปกรณ์

1. เปลือกมะพร้าวอ่อน (ผลมะพร้าวอายุประมาณ 7 เดือน)
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. เครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง (Centrifuge)
4. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV-VIS-Spectrophotometer (รุ่น UV2-100)
5. เครื่องสกัดแยกสาร
6. เครื่องระเหยแห้งแบบสุญญากาศ
7. เครื่องวัดค่าพีเอช ยี่ห้อ pH-A Tech รุ่น Cyber Scan 500 pH
8. เครื่องวัดค่าความขุ่น ยี่ห้อ HACH รุ่น 2100 P
9. ตู้อบ (Hot air oven)
10. เครื่องปั่น (blender)
11. ชุดเครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่จำเป็น เช่น ขวดเก็บสารสกัดสีชา ถ้วยตวงปริมาตร ขวดแก้ว
12. น้ำกลั่น
13. อุปกรณ์เตรียมตัวอย่าง เช่น มีด
14. สารเคมี (Commercial grade)
  - เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์
  - กรดแทนนิก (Tannic Acid)
  - สารละลาย 10.0% Folin-ciocalteu phenol reagent
  - สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 7.5 % (7.5 % Sodium carbonate)
  - น้ำกลั่น

- แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 5 กรรมวิธี  
กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธี 1 วิธีควบคุม (เติมน้ำเปล่า)

กรรมวิธี 2 ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 1000

กรรมวิธี 3 ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 100

กรรมวิธี 4 ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 50

กรรมวิธี 5 ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 20

- วิธีการดำเนินการ

1. การเตรียมสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน

1.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อสกัดสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน

นำเปลือกมะพร้าวอ่อน (ผลมะพร้าวอายุประมาณ 7 เดือน) ทำแยกเปลือกส่วนนอกที่มีสีเขียว (external husk) โดยปาดจากด้านนอกผลเข้ามาประมาณ 1 เซนติเมตร และเปลือกส่วนในที่มีสีขาว (internal husk) จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า ผึ่งให้แห้ง ทำการหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 1-2 เซนติเมตร หลังจากนั้นทำให้แห้งโดยการอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ ประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 วัน ตัวอย่างมะพร้าว มีความชื้นน้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดโดยเครื่องปั่น

#### 1.2 การสกัดสารแทนนินจากตัวอย่างเปลือกมะพร้าวอ่อนแห้ง

ทำการสกัดสารแทนนินจากตัวอย่างเปลือกมะพร้าวแห้งทั้งเปลือกส่วนนอกและเปลือกส่วนใน โดยนำตัวอย่างเปลือกมะพร้าวที่บดแล้วมาเติมสารละลายผสมระหว่าง น้ำกลั่นและเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 75 โดยใช้อัตราส่วนของเปลือกมะพร้าวแห้งและสารละลายในอัตราส่วน 1 : 6 จากนั้นปั่นโดยใช้เครื่องปั่นความเร็วสูงเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และนำมากรองโดยใช้เครื่องกรองบีบสุญญากาศ ให้ได้เฉพาะส่วนของสารละลาย และทำการระเหยเอทานอลโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง นำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงเพื่อกำจัดตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4000 rpm เป็นระยะเวลา 15 นาที เก็บตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกมะพร้าวอ่อนในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

#### 2. การทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้ง

2.1 เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ใช้ในการทำการวิเคราะห์ เป็นน้ำทิ้งที่ได้มาจากน้ำทิ้งจาก 2 สถานที่ ได้แก่

- (1) น้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อำเภอสวี จังหวัดชุมพร
- (2) น้ำทิ้งจากคูน้ำบริเวณหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

2.2 ทำการทดสอบศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนที่เตรียมไว้ ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ต่อเช้า เติมน้ำโดยใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ตามกรรมวิธี หลังจากนั้นทำการบันทึกข้อมูลที่ระยะเวลาบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 4, และ 6 ชั่วโมง

2.3 ตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้งก่อนและหลังการบำบัดตามวิธีการดำเนินการ โดยตรวจวัดทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี

- (1) ด้านกายภาพ
  - สีและกลิ่น ตรวจวิเคราะห์โดยใช้ประสาทสัมผัสการมองเห็น (ตา) และการดมกลิ่น (จมูก)
  - ความขุ่น (Turbidity) ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดความขุ่น
- (2) ด้านเคมี
  - ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
  - ค่าปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

- ค่าความต้องการปริมาณก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพของแหล่งน้ำ (Biochemical oxygen demand, BOD) สำหรับการวิเคราะห์ค่าปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) และค่าความต้องการปริมาณก๊าซออกซิเจนในแหล่งน้ำ (BOD) ก่อนและหลังการบำบัดที่ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย)

- การบันทึกข้อมูล

1. สีและกลิ่นน้ำทั้งก่อนและหลังการบำบัด
2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำทั้งก่อนและหลังการบำบัด
3. ค่าความขุ่นของน้ำทั้งก่อนและหลังการบำบัด
4. ค่าปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ก่อนและหลังการบำบัด
5. ค่าความต้องการปริมาณก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพของแหล่งน้ำ (BOD) ก่อนและหลังการ

บำบัด

- ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2562
- สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน

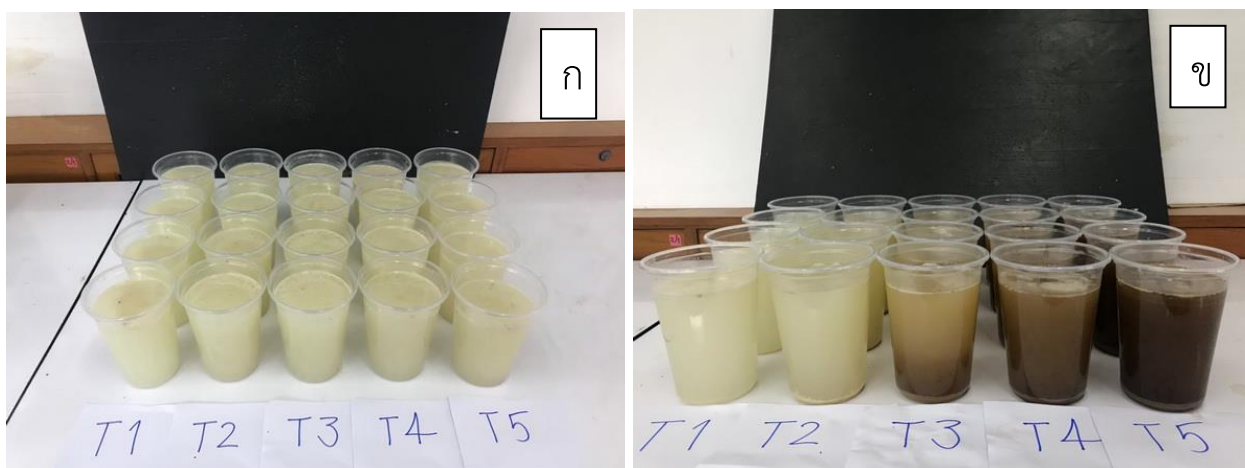
## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ลักษณะทั่วไปของสถานที่เก็บน้ำตัวอย่างทั้ง 2 สถานที่ ได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว มีลักษณะเป็นน้ำเสีย สีขาวขุ่น ผิวหน้าพบฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก มีฝ้าขาวลอยอยู่บริเวณผิวหน้า น้ำมีกลิ่นเหม็นบูด ลักษณะคล้ายเกิดจากการหมัก เมื่อเปิดภาชนะบรรจุออกมาพบว่า มีปริมาณก๊าซภายในค่อนข้างมาก ส่วนน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน มีลักษณะเป็นคูดิน ขอบล้อมรอบด้วยกำแพงปูน มีเศษใบไม้ลอยเต็มผิวหน้าและมีขยะที่ถูกทิ้งลอยอยู่บนผิวหน้า เป็นที่โปร่ง โลงแจ้ง แสงแดดส่องถึงเต็มที่ มีบางส่วนที่ถูกเงาของต้นไม้ใหญ่บดบังแสงเป็นช่วงเวลา น้ำมีกลิ่นเหม็นเบาเล็กน้อย มีสีเขียวเข้ม ลักษณะผิวหน้าใส สามารถมองเห็นก้นไปจากผิวหน้าได้ พบสัตว์น้ำอาศัยอยู่

### กลิ่นและสีของน้ำ

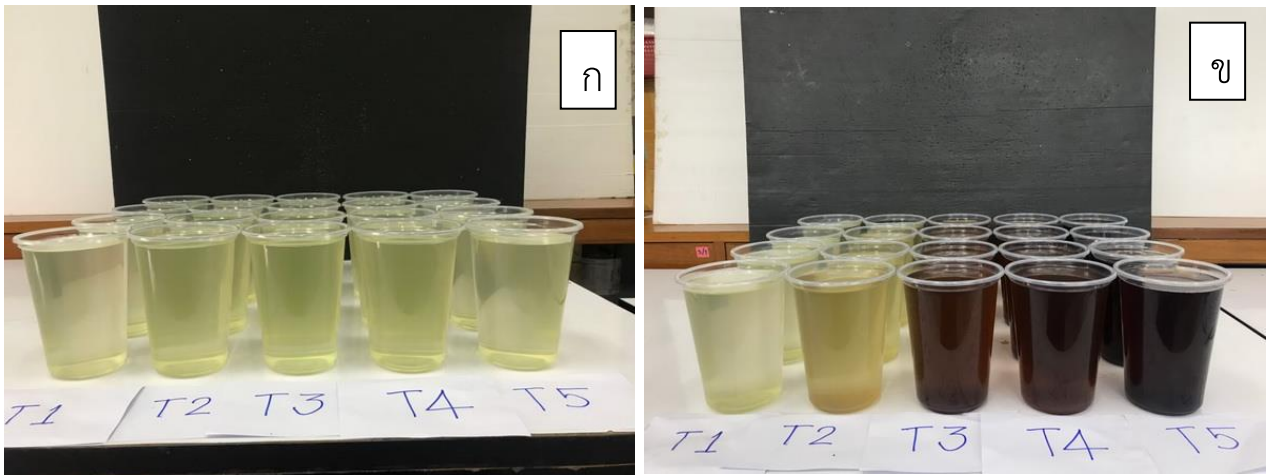
ผลการทดลองของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างมาจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ.ชุมพร หลังการบำบัดด้วยจากสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน พบว่า น้ำตัวอย่างเกิดการตกตะกอนตั้งแต่ระยะเวลาการบำบัดที่ 1 ชั่วโมง ซึ่งสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนในกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากต่อน้ำทิ้งตัวอย่างในอัตราส่วน 1:100 1:50 และ 1:20 (ภาพที่ 1) และกลิ่นของน้ำเสียมีกลิ่นลดลงเมื่อระยะเวลาบำบัดที่ 6 ชั่วโมง

ผลการทดลองของน้ำทิ้งจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวนนั้นสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของการตกตะกอนค่อนข้างยาก เนื่องจากสารสกัดแทนนินที่ได้จากเปลือกมะพร้าวอ่อนจะมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม เมื่อเติมสารสกัดแทนนินลงไปในตัวอย่างเป็นจริงทำให้น้ำทิ้งตัวอย่างมีการเปลี่ยนสีตามอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินด้วย (ภาพที่ 2) สำหรับการสังเกตการตกตะกอนในตัวอย่างเป็นน้ำทิ้งที่มาจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวได้สังเกตได้ง่ายและชัดเจนกว่าน้ำทิ้งจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน



ภาพที่ 1 น้ำเสียที่เก็บตัวอย่างมาจากน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ.ชุมพร ก่อนบำบัด (ภาพ ก) และ หลังการบำบัด (ภาพ ข) ด้วยจากสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน



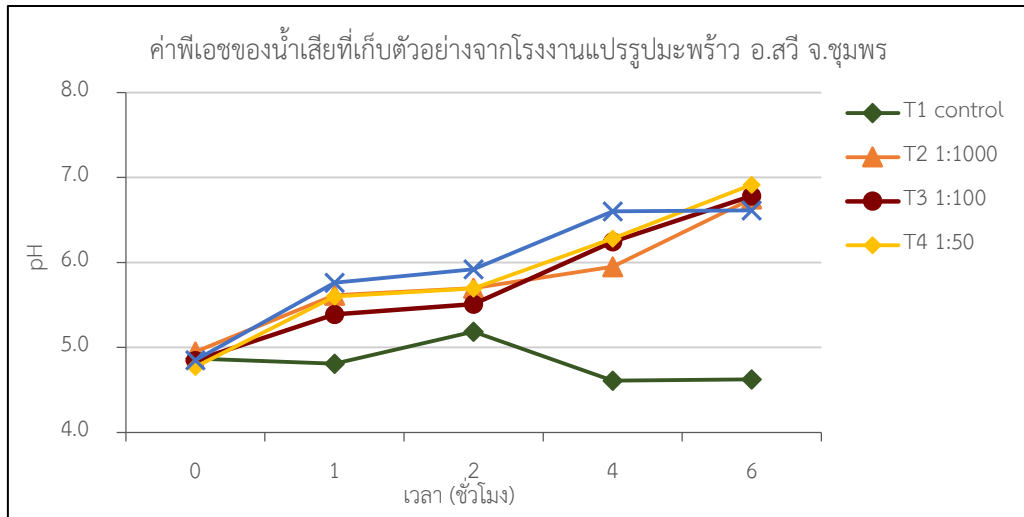


ภาพที่ 2 น้ำเสียที่เก็บตัวอย่างมาจากน้ำเสียจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ก่อนบำบัด (ภาพ ก) และหลังการบำบัด (ภาพ ข) ด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน

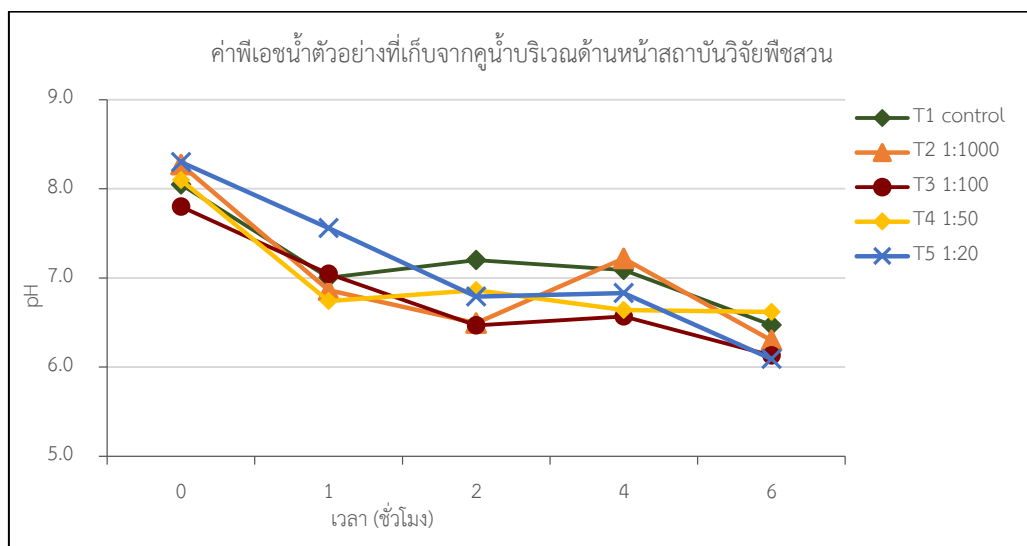
### ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากผลการทดลองการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนของตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว พบว่า pH ของน้ำทิ้งในทุกกรรมวิธีก่อนการบำบัดมีค่า 4.7-4.95 อยู่ในสภาวะเป็นกรด ส่วน pH ของน้ำทิ้งหลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการบำบัดในทุกกรรมวิธี ซึ่งที่ระยะเวลาการบำบัด 6 ชั่วโมง พบว่า ในทุกกรรมวิธีที่มีการบำบัดด้วยสารแทนนินมีค่าเฉลี่ย pH ที่มากกว่า กรรมวิธีควบคุมที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อตัวอย่างที่อัตรา 1:50 จะมีค่า pH สูงที่สุด ที่ 6.92 (ภาพที่ 3 และ ตารางที่ 1)

ส่วนผลการวิเคราะห์ค่า pH ของตัวอย่างน้ำทิ้งจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าของสถาบันวิจัยพืชสวน พบว่า ค่า pH ของน้ำทิ้ง อยู่ในช่วง 6-8.5 ซึ่งอยู่ในช่วงเป็นกรดเล็กน้อยจนถึงด่าง (ภาพที่ 4) โดยค่าเฉลี่ยของน้ำทิ้งทั้งก่อนและหลังบำบัดโดยการเติมสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกช่วงระยะเวลาบำบัด (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 3 ค่า pH ของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ. ชุมพร หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4 ค่า pH ของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างจากคูน้ำ บริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

**ตารางที่ 1** การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ. สวี จ.ชุมพร หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)				
	0	1	2	4	6
วิธีควบคุม	4.87	4.81	5.19	4.61 a	4.63 b
1 : 1000	4.95	5.62	5.70	5.95 a	6.75 a
1 : 100	4.85	5.39	5.51	6.25 b	6.78 a
1 : 50	4.77	5.60	5.69	6.28 b	6.92 a
1 : 20	4.85	5.76	5.92	6.60 b	6.60 a
F-test	ns	ns	ns	*	*
CV. (%)	1.3	14.2	15.5	6.5	6.3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามตัวอักษรที่เหมือนกันในสมมุติเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 2** การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำทิ้งจากคูน้ำบริเวณหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

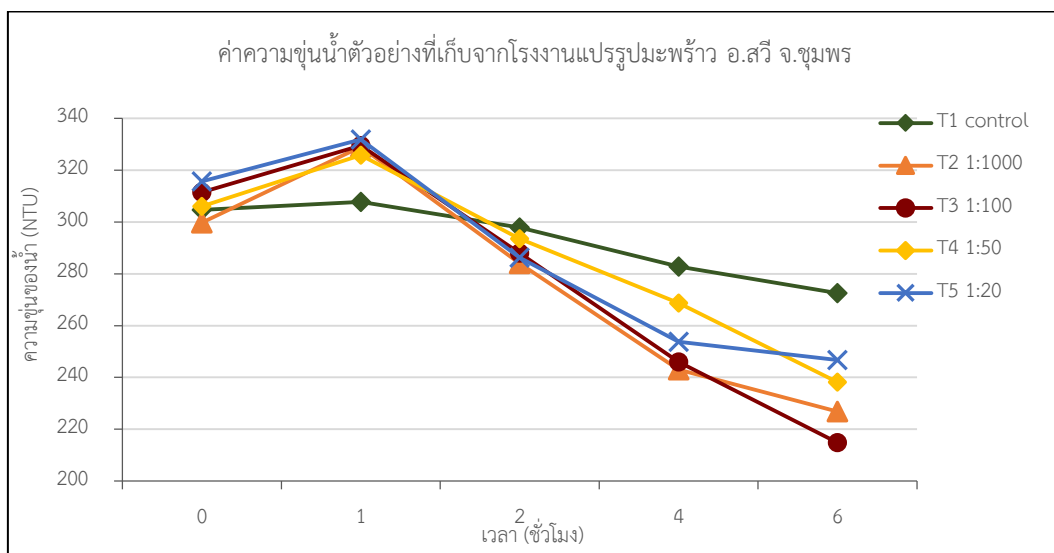
อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)				
	0	1	2	4	6
วิธีควบคุม	8.05	7.01	7.20	7.09	6.47
1 : 1000	8.27	6.86	6.49	7.22	6.30
1 : 100	7.80	7.05	6.47	6.57	6.13
1 : 50	8.10	6.74	6.86	6.64	6.62
1 : 20	8.30	7.56	6.79	6.83	6.09
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	7.5	14.6	13.6	9.4	18.0

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามตัวอักษรที่เหมือนกันในสมมุติเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

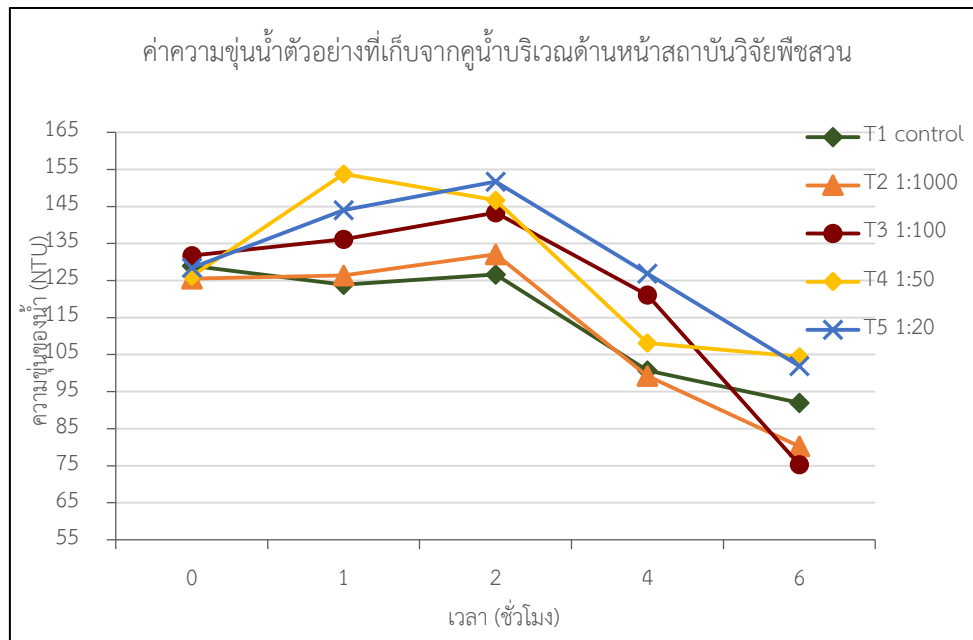
### ค่าความขุ่น (Turbidity)

ผลการทดลองในการบำบัดค่าความขุ่นของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว พบว่า ในทุกกรรมวิธีก่อนการบำบัดมีค่าเท่ากับ 299 – 316 NTU และเมื่อได้รับการเติมสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ค่าความขุ่นที่ระยะเวลาบำบัด 1 ชั่วโมงนั้นมีค่าความขุ่นที่เพิ่มสูงขึ้น และมีค่าที่ลดต่ำลงที่ระยะเวลาการบำบัดที่ 2 ถึง 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 5) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความขุ่นของน้ำทิ้ง พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการบำบัดน้ำทิ้งด้วยสารแทนนิน ที่ระยะเวลาบำบัด 4 ชั่วโมง มีค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 215 – 269 NTU ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับการบำบัดด้วยสารแทนนินอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) ซึ่งกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง อัตรา 1:100 จะมีประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นที่ดีที่สุดโดยมีร้อยละการบำบัดเท่ากับ 31.0

ส่วนผลการทดลองการบำบัดค่าความขุ่นของน้ำทิ้งจากคูนน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน พบว่า ในทุกกรรมวิธีก่อนการบำบัดมีค่าเท่ากับ 126 – 132 NTU เมื่อได้รับการเติมสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ค่าความขุ่นมีค่าน้อยลง โดยมีแนวโน้มลดต่ำลงที่ระยะเวลาการบำบัดที่ 2 ถึง 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 6) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความขุ่นของน้ำทิ้ง พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการบำบัดน้ำทิ้งด้วยสารแทนนิน ที่ระยะเวลาบำบัด 2 ชั่วโมง มีค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 75 – 152 NTU ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับการบำบัดด้วยสารแทนนินอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4) ซึ่งกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง อัตรา 1:100 จะมีประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นที่ดีที่สุดโดยมีร้อยละการบำบัดเท่ากับ 42.8



ภาพที่ 5 ค่าความขุ่นของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ. ชุมพร หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน



**ภาพที่ 6** ค่าความชุ่มของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างจากคูนน้ำ บริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

**ตารางที่ 3** การเปลี่ยนแปลงค่าความชุ่มของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว จ.ชุมพร หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)				
	0	1	2	4	6
วิธีควบคุม	304.7	307.7	297.9	282.8 a	272.5 a
1 : 1000	299.7	329.0	284.0	243.0 c	226.9 bc
1 : 100	311.5	319.5	288.0	246.0 bc	214.9 c
1 : 50	305.9	325.8	293.5	268.8 ab	238.3 bc
1 : 20	315.7	331.9	286.3	253.8 bc	246.8 ab
F-test	ns	ns	ns	*	*
CV. (%)	7.9	5.6	6.0	5.9	7.2

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามตัวอักษรที่เหมือนกันในสมมติเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 4** การเปลี่ยนแปลงค่าความขุ่นของน้ำทิ้งจากคูน้ำบริเวณหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตรหลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)				
	0	1	2	4	6
วิธีควบคุม	129.0 a	123.9 a	126.7 c	100.8 a	91.9 ab
1 : 1000	125.5 a	126.4 a	132.1 bc	99.3 a	80.3 b
1 : 100	131.8 a	136.1 a	143.3 ab	121.2 b	75.3 b
1 : 50	126.3 a	153.8 a	146.7 ab	108.2 a	104.4 a
1 : 20	128.5 a	144.0 a	151.7 a	126.9 b	101.9 a
F-test	ns	ns	*	*	*
CV. (%)	4.9	16.9	7.5	15.4	12.8

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

#### ค่าปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

ผลการทดลองหลังการบำบัดน้ำทิ้งโดยใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน พบว่า ค่า DO ของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างมาจาก 2 สถานที่ มีค่า DO หลังการบำบัดมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนบำบัด โดยจากการวิเคราะห์ค่า DO ของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว มีค่า DO ก่อนบำบัดเท่ากับ 1.42 มิลลิกรัมต่อลิตรและหลังการบำบัด มีค่า DO อยู่ระหว่าง 2.82 – 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1:100 มีค่า DO มากที่สุด เท่ากับ 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 5) ส่วนค่า DO ของน้ำทิ้งที่มาจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน มีค่า DO ก่อนบำบัด เท่ากับ 2.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และหลังการบำบัดมีค่า DO อยู่ระหว่าง 5.27 – 6.05 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1:100 มีค่า DO มากที่สุด เท่ากับ 6.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 6)

#### ค่าความต้องการปริมาณก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพของแหล่งน้ำ (Biochemical oxygen demand, BOD)

ผลการทดลองหลังการบำบัดน้ำทิ้งโดยใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน พบว่า ค่า BOD ของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างมาจาก 2 สถานที่ มีค่า BOD หลังการบำบัดมีค่าลดลงน้อยกว่าก่อนบำบัด โดยจากการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวมีค่า BOD ก่อนบำบัดเท่ากับ 2,150 มิลลิกรัมต่อลิตร และหลังการบำบัด มีค่า BOD อยู่ระหว่าง 1,247 – 1,785 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1:100 มีค่า BOD น้อยที่สุด เท่ากับ 1,247 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 7) คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดที่ดีที่สุด เท่ากับร้อยละการบำบัด 40 ส่วนค่า BOD ของน้ำทิ้งที่มาจากคูน้ำ

บริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน ค่า BOD หลังการบำบัด มีค่าอยู่ระหว่าง 57.2 – 86.3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนิน อัตรา 1:100 มีค่า BOD น้อยที่สุด เท่ากับ 57.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 8) เมื่อคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดที่ดีที่สุดเท่ากับร้อยละการบำบัด 41.3

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวและน้ำทิ้งจากชุมชน โดยการทดสอบคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมี เปรียบเทียบก่อนและหลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนิน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า ผลการทดลองที่ได้จากดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทิ้งมีการสอดคล้องกัน โดยเมื่อพิจารณาโครงสร้างโมเลกุลของสารสกัดแทนนิน (ฤทัยรัตน์, 2551) ที่เป็นสารที่มีขี้ผึ้งและมีหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อเติมลงไปในสารละลาย จึงเกิดการแตกตัวซึ่งจะทำให้ได้ไอออนไฮโดรเจนอิสระจำนวนเพิ่มขึ้น จึงมีคุณสมบัติของการมีสภาพความเป็นกรดอ่อน เมื่อใส่ไปในน้ำทิ้งสารแทนนินมีการแตกตัว ทำให้มีอนุภาคอิสระของไฮโดรเจนไอออนที่เพิ่มสูงขึ้นในน้ำและเมื่อระยะเวลาผ่านไป จึงเกิดการรวมตัวกับไอออนอิสระของสารแขวนลอยอื่นในน้ำทิ้ง เกิดเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จึงเกิดการตกตะกอนลงสู่ด้านล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้สภาพความเป็นกรดลดลง ค่า pH จึงเพิ่มขึ้น มีการตกตะกอนมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้สารสกัดแทนนินมีผลทำให้ความขุ่นของน้ำทิ้งลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาสารสกัดจากใบผสมเมล็ดมะรุมและสารสกัดเมล็ดมะรุมซึ่งเป็นสารสกัดจากพืชร่วมกับการใช้สารส้มและปูนขาวสามารถทำเป็นสารสร้างตะกอนในการกำจัดความขุ่นในน้ำทิ้งจากโรงงานผักกาดทองได้ดี (ยศวดี, 2556, รุ่งทิวา, 2556) จากค่าความขุ่นที่ลดลง ส่งผลให้หลังการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้ง มีค่า DO เพิ่มขึ้น และค่า BOD ที่ลดลงในทุกกรรมวิธีที่มีการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินด้วย ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าสารสกัดแทนนินมีผลทำให้ความขุ่นของน้ำทิ้งลดลง น้ำทิ้งมีการตกตะกอนมากขึ้น ทำให้แสงแดดสามารถส่องลงไปถึงในน้ำได้ดีขึ้น การถ่ายเทแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน ระหว่างผิวน้ำและอากาศสามารถเกิดขึ้นได้ดี ส่งผลให้ปริมาณการละลายตัวของก๊าซออกซิเจนในน้ำทิ้งจึงเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งเมื่อแสงแดดสามารถส่องถึงในน้ำทำให้มีการสังเคราะห์แสงจากพืชใต้น้ำ ก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีการละลายตัวของก๊าซออกซิเจนในน้ำดีขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำมีก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้นตามความต้องการจึงมีผลทำให้ค่า BOD มีค่าต่ำลง สอดคล้องกับ ฤทัยรัตน์ (2551) รายงานผลการศึกษาสารสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลังมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในเรื่องความขุ่น ค่าการนำไฟฟ้า ค่า DO และค่า BOD อย่างมีประสิทธิภาพดี

ซึ่งแม้ว่าการศึกษาในครั้งนี้ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทิ้งที่ได้หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ค่าที่ได้ยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากครัวเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2539) อย่างไรก็ตามผลของประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังการบำบัด ที่ดีที่สุดเท่ากับร้อยละการบำบัด 40 ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ของระบบบำบัดในขั้นตอนของระบบบำบัดขั้นต้น (primary treatment) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องการแยกอนุภาคของสารที่ไม่สามารถละลายน้ำได้หรือตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย โดยการกำจัดสารอินทรีย์บางส่วนออกจากน้ำเสียด้วยการตกด้วยตะแกรง การทำให้ตกตะกอนเป็นต้น โดยน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดขั้นต้นมีเกณฑ์ในส่วนของค่า BOD ว่า หลังจากบำบัดค่า BOD ลดลงร้อยละ 25-40 (พิมล และชัยวัฒน์, 2539)

**ตารางที่ 5** การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว จ. ชุมพร หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)		
	0	1	6
วิธีควบคุม	1.42	-	-
1 : 1000	1.42	2.20	3.05
1 : 100	1.42	2.35	3.30
1 : 50	1.42	2.10	2.95
1 : 20	1.42	1.95	2.82

**ตารางที่ 6** การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ของน้ำทิ้งจากคูนน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)		
	0	1	6
วิธีควบคุม	2.80	-	-
1 : 1000	2.80	3.42	5.52
1 : 100	2.80	3.45	6.05
1 : 50	2.80	3.30	5.80
1 : 20	2.80	3.27	5.27

**ตารางที่ 7** การเปลี่ยนแปลงค่าความต้องการก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพ (BOD) ของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว จ.ชุมพร หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)		
	0	1	6
วิธีควบคุม	2150	-	-
1 : 1000	2150	1935	1320
1 : 100	2150	1828	1247
1 : 50	2150	1742	1630
1 : 20	2150	1806	1785



ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความต้องการก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพ (BOD) ของน้ำทิ้งจากคูลิ่งทาวเวอร์บริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)		
	0	1	6
วิธีควบคุม	104	-	-
1 : 1000	104	91.5	79.0
1 : 100	104	76.9	57.2
1 : 50	104	88.4	73.8
1 : 20	104	87.4	86.3

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### สรุปผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว โดยการทดสอบคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมี เปรียบเทียบก่อนและหลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนิน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยที่ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำหลังการบำบัดที่ระยะบำบัด 6 ชั่วโมง ผลการทดลองด้านกายภาพ พบว่า สีของน้ำใสขึ้น และมีกลิ่นที่ลดลง น้ำทิ้งตัวอย่างมีการตกตะกอน มีค่าความขุ่น อยู่ระหว่าง 215 – 269 NTU ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับการบำบัดด้วยสารแทนนินอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนทางด้านเคมี พบว่า pH ของน้ำทิ้งในทุกกรรมวิธี มีค่า 6.6 – 6.92 มีค่า pH ที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนบำบัด มีสภาพความเป็นกลาง มีค่า DO อยู่ระหว่าง 2.82 – 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า BOD อยู่ระหว่าง 1,247 – 1,785 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัด ที่ดีที่สุด เท่ากับร้อยละการบำบัด 40 และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งแล้ว พบว่า อัตราส่วนระหว่างสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด คือ อัตราส่วนสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง เท่ากับ 1 ต่อ 100

### ข้อเสนอแนะ

ศึกษาความเป็นไปได้ในการต่อยอดการใช้ประโยชน์ให้สามารถใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้

## บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยนี้มี 2 กิจกรรม 5 การทดลอง กิจกรรมที่ 1 ศึกษาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม โดยปีแรกได้เริ่มศึกษาคุณสมบัติของน้ำมะพร้าวกะทิ เพื่อเป็นแนวทางในการคัดเลือกชนิดของน้ำมะพร้าวกะทิเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง จากน้ำมะพร้าว 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดใสปกติ ชนิดขุ่น และชนิดชั้นหนืด พบว่า น้ำมะพร้าวที่มีลักษณะชั้นหนืดไม่เหมาะจะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เนื่องจากมีน้ำตาลและความหวานมากกว่า น้ำมะพร้าวปกติ เอื้อให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ง่ายกว่า จึงได้เลือกน้ำมะพร้าวชนิดขุ่น ซึ่งพบจะหาได้มากกว่าชนิดชั้นหนืดไปทดลองทำผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยเลือกชนิดที่การเตรียมไม่ยุ่งยากซับซ้อน ระดับที่กลุ่มเกษตรกรหรือวิสาหกิจชุมชนนำไปผลิตได้ ในปีที่ 2 ทำการทดลองที่ 1.2 โดยได้ศึกษาการเพิ่มน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวลูกผสมกะทิน้ำหอม ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับการรับรองจากกรมวิชาการเกษตรมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด พบว่า สัดส่วนของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวกะทิที่สามารถนำไปเป็นส่วนผสมของสูตรต้นตำรับ สูตรชมพู สูตรสับเลว สูตรโลชั่น และ สูตรเจลล้างหน้า คือ ร้อยละ 20 โดยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางเคมีและกายภาพ ยังมีความคงตัว ผลิตภัณฑ์ทั้งสี่ จะมีอายุการใช้งานนาน 2 ปี ยืนยันโดยผลการทดสอบ challenge test แต่ยังไม่มีการนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบด้านการปกป้องหรือแก้ปัญหาคันผื่นหรือสิวอักเสบ เนื่องจากการวิจัยด้านคลินิกวิทยาต้องใช้งบวิจัยค่อนข้างสูงและต้องผ่านคณะกรรมการจริยธรรมในการทดลองในมนุษย์

กิจกรรมที่ 2 เป็นการศึกษาเพื่อจะหาทางเพิ่มมูลค่าให้เปลือกมะพร้าวอ่อนที่เหลือจากการตัดแต่งแปรรูป โดยการทดลองที่ 2.1 ศึกษาการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนทั้งเปลือกส่วนนอก (Exocarp) และเปลือกใน (Mesocarp) พบว่า ปริมาณแทนนินจากการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ขนาด 1-2 เซนติเมตร และผ่านการอบด้วยเตาอบให้มีความชื้นน้อยกว่า 6% จะมีปริมาณสารแทนนินเฉลี่ยในเปลือกส่วนนอกของมะพร้าวอ่อน (green husk or exocarp) มีค่าอยู่ในช่วง 84.9 ถึง 209.0 มก./กก. และเปลือกส่วนในของมะพร้าวอ่อน (white soft husk or mesocarp) มีค่าอยู่ในช่วง 40.9 ถึง 104.0 มก./กก. โดยการสกัดด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 75 สามารถสกัดปริมาณสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนให้ปริมาณแทนนินเฉลี่ยในปริมาณ 207.6 กรัม/ กก. ในเปลือกส่วนนอก และ 104.0 กรัม/กก. ในเปลือกส่วนในของมะพร้าวอ่อน ปีต่อมา ได้นำสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าว ไปศึกษาแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์ โดยนำสารสกัดที่ปริมาณสารออกฤทธิ์เท่ากับ 248.89 กรัมต่อ กก. เปลือกมะพร้าว ในตัวทำละลายแอลกอฮอล์ 95% พบว่า หนอนหัวดำมะพร้าว และหนอนแมลงดำหนามมะพร้าว ยังคงเป็นตัวเต็มวัยได้เป็นปกติ ดังนั้นต้องปรับเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ให้สูงขึ้น หากต้องการใช้กำจัดแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดนี้ สำหรับการทดสอบ สารสกัดแทนนินกับแตนเบียนโกนีโอซิสและแตนเบียนอะซีโคเดส พบว่าไม่มีผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติทั้ง 2 ชนิดนี้ ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดแทนนินจากในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว พบว่า สีของน้ำใสขึ้น และมีกลิ่นที่ลดลง น้ำทิ้งตัวอย่างมีการตกตะกอน มีค่าความขุ่น อยู่ระหว่าง 215 – 269 NTU ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับการบำบัดด้วยสารแทนนินอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนทางด้านเคมี พบว่า pH

ของน้ำทิ้งในทุกระบบวิธี มีค่า 6.6 – 6.92 มีค่า pH ที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนบำบัด มีสภาพความเป็นกลาง มีค่า DO อยู่ระหว่าง 2.82 – 3.30 มก./ลิตร มีค่า BOD อยู่ระหว่าง 1,247 – 1,785 มก./ลิตร คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัด ที่ดีที่สุด เท่ากับร้อยละการบำบัด 40 และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งแล้ว พบว่า อัตราส่วนระหว่างสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด คือ อัตราส่วนสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง เท่ากับ 1 ต่อ 100

#### จากการวิจัยในโครงการนี้ มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ควรศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมะพร้าวกะทิ ชนิดที่มีน้ำข้นหนืดไปผลิตอาหารทางเลือก (functional food) เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการ แต่ไม่เหมาะจะผลิตเป็นเครื่องดื่ม
2. ควรส่งเสริมการขยายผลการวิจัย ไปยังกลุ่มวิสาหกิจหรือกลุ่มที่มีศักยภาพ เพื่อให้มีการผลิตผลิตภัณฑ์จากชุมชนมากขึ้น เนื่องจากงบประมาณที่จำกัด ในการดำเนินการโครงการนี้ ได้จัดอบรมเพียงครั้งเดียวเท่านั้น
3. ควรมีการศึกษาผลของประสิทธิภาพ การใช้ผลิตภัณฑ์กับผู้เป็นภูมิแพ้อาหาร เพื่อรักษาผิว ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้มีความมั่นใจในผลิตภัณฑ์ และผู้ผลิตมั่นใจในผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น
4. ควรศึกษาการสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าว ในเชิงอุตสาหกรรม และ ศึกษาการเพิ่มมูลค่าให้เปลือกมะพร้าว เนื่องจากมีเหลือทิ้งในปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี
5. ควรศึกษาเพิ่ม ในการนำสารสกัดแทนนินไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดหนอนหรือไข่แมลงวัน เนื่องจากปัจจุบันผู้ประกอบการต้องการสารอินทรีย์เพื่อล้างทำความสะอาดโรงงาน ที่ผลิตผลิตภัณฑ์ออแกนิก

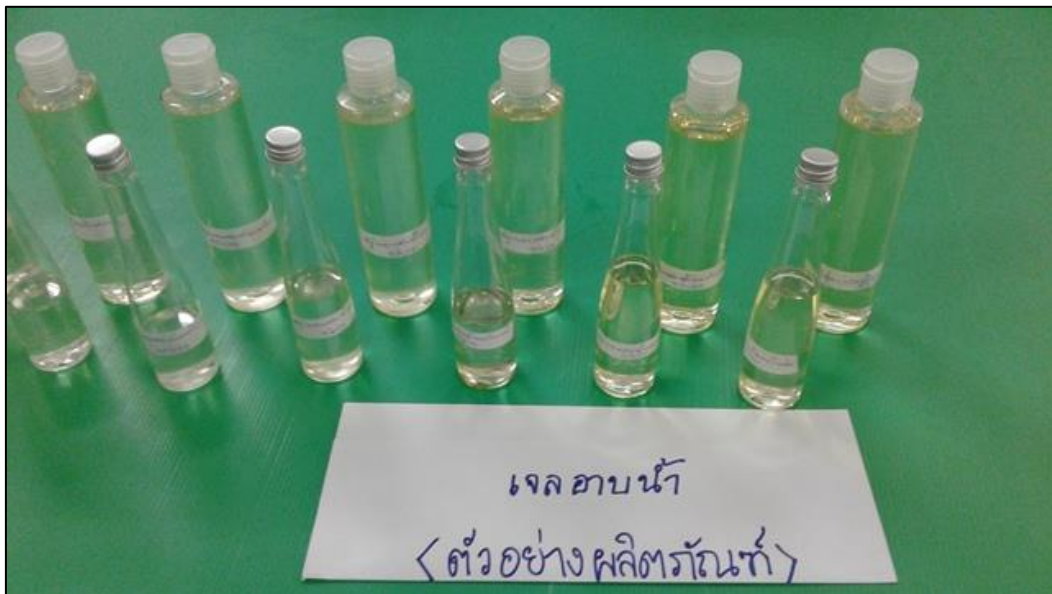
### บรรณานุกรม

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2561. ข้อมูลการตรวจโรงงานที่มีมลพิษน้ำ. แหล่งที่มา:  
[http://reg.diw.go.th/water/Report\\_Record.asp?Date\\_Audit=30/6/2557](http://reg.diw.go.th/water/Report_Record.asp?Date_Audit=30/6/2557)
- กรมควบคุมมลพิษ. 2547. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม. แหล่งที่มา:  
[https://www.ieat.go.th/handbook/Program\\_IEAT/pages/th/Department/MOST.html](https://www.ieat.go.th/handbook/Program_IEAT/pages/th/Department/MOST.html)
- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. การบำบัดน้ำเสีย. มิตรนราการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ชนิษฐา แพบขุนทด ปนิตา เย็นใจ ศิริพร ตะทะระโทก. 2558. การศึกษาสารแทนนินจากส่วนต่าง ๆ ของทับทิม. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
- ไชยรัตน์ สัมฉุน. 2555. สกัดแทนนิน..มันสำปะหลัง ทำลายเพลิงแข็งแมลงศัตรูพืช ชาวไทยรัฐออนไลน์ 4 มิ.ย.55. แหล่งข้อมูล [http://www.thairath.co.th/content/265512\\_29](http://www.thairath.co.th/content/265512_29) มิถุนายน 2559
- ณพัทธ์ บัวฉุน. 2561. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกของเมล็ดและเนื้อมะม่วงไม่รู้หำ. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 13 ฉบับที่ 2. หน้า 52 -63
- นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์. 2549. เอกสารประกอบการสอน เรื่องหลักการและเทคนิคการวิเคราะห์คุณภาพ (Principle and Techniques of Water Quality Analysis). วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ประเชิญ สร้อยทองคำ. 2530. การสกัดแยกสารแทนนินจากเปลือกไม้โกงกาง เพื่อใช้ในการฟอกหนังชนิดฟอกทับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2539. เคมีสถานะแวดล้อม. โอ. เอส. พรินต์ติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ
- พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสด. 2544. พืชที่ให้สีย้อมและแทนนิน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.), กรุงเทพฯ.
- เพ็ญพรรณ เวชวิทยาคลัง. 2556. โพรตีนจากมะพร้าว. ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม.
- ฤทัยรัตน์ น้อยคนดี. 2551. การสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลังเพื่อบำบัดคุณภาพน้ำเสีย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วรรณวิภากร์ ชื่อดะกุล. 2554. การวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในเครื่องดื่มในชาปรุงสำเร็จพร้อมดื่มด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมทรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเคมีศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา
- วิไลวรรณ ทวีศรี และคณะ. 2554. การเปรียบเทียบองค์ประกอบของกรดไขมันและกรดอะมิโนระหว่างมะพร้าว น้ำหอมกับมะพร้าวลูกผสมกะทิน้ำหอมในแต่ละช่วงการพัฒนาผล. เอกสารปรับระดับนักวิชาการเกษตร ชำนาญการพิเศษ 13 หน้า.
- ศิริวรรณ แก้วเพชร สุณีนุช คุ้มภัย สุรัตน์ โทนา และ อลิษา โต๊ะและ. 2553. สารแทนนินจากใบมันสำปะหลังอีกหน้ทางเลือกของเกษตรกรปลูกมันฝรั่ง กำจัดแมลงศัตรูพืชแทนสารเคมี และเพิ่มผลผลิตถึง 4 เท่า. แหล่งข้อมูล <http://www.vcharkarn.com/varticle/60649>, 29 มิถุนายน 2559
- สถาบันวิจัยพืชสวน. 2555. การจัดการความรู้ มะพร้าวกะทิ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. พิมพ์ที่ หจก. รัศมีพิมพ์, กรุงเทพฯ
- สร้อยรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมลดริ้วรอยที่มีส่วนผสมของนีโอโซมโปรตีนไหม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิทธิชัย ตันธนะสฤทธ์. 2549. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- สมชาย วัฒนโยธิน สมเดช วรลักษณ์ภักดี และพิศवास บั้วรา. 2551. การปรับปรุงพันธุ์มะพร้าวลูกผสมกะทิ, น. 19-37 ใน ผลงานวิจัยดีเด่นและผลงานวิจัยที่เสนอเข้าร่วมพิจารณาเป็นผลงานดีเด่นประจำปี 2551. กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กทม. หน้า 19-37.
- สุรวงศ์ วงษ์ศิริ (2535) การสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะ Extraction of Tannin From Rambutan Peel วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย 139 หน้า
- อัญมณี ปินทะบุตร. (2540). การสกัดสารแทนนินจากเปลือกลูกตาล. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.
- Atanassova, M. and V. Christova-Bagdassarian. 2009. Determination of tannin content by titrimetric method for comparison of different plant species. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy* 44(4): 413-415.
- DebMandal, M. and S. Mandal. 2011. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): in health promotion and disease prevention. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 241 – 247.
- Department of Agriculture, Philippine Coconut Authority – Albay Research Center. **Production of Galactomannan from Makapuno for Food and Industrial Applications.** Available Source: <http://www.pca.da.gov.ph/coconutrde/images/var14.pdf>

- Hagerman, A.E. 1988. Extraction of Tannin from Fresh and Preserved Leaves. *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 14, No. 2.
- Horticulture Research Institute. 1999. **Amazing Thai Coconut**. Horticulture Research, Institute, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.28p. Philippine Coconut Authority (PCA). Techno Note.
- Leite, L., Dourado, L., 2013. “Laboratory activities, science education and problem-solving skills”. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. P. 1677-1686
- Making Cosmetics Inc. **Humectants (Moisturizing Agents)**. Available Source: [www.makingcosmetics.com](http://www.makingcosmetics.com)
- Ranasinghe C.S., W.S. Madurapperuma, N.P.A.D. Nainanayake, H.C. Mendis and W.P.K.K. Fernando. 2009. Tender coconuts for exports market: evaluation of cultivars and improved protocol for extended shelf-life. **India Coconut Journal** 18-24.
- Watanayothin, S., S. Woralakphakdi and P. Buara. 2010. Varietal Improvement of Makapuno Hybrid Coconut *In Proceeding of the 44th COCOTECH Meeting*. Asian and Pacific Coconut Community.
- Paengkhao, W. 2003. **Evaluation of the Nutritive Value of the Endosperm of Young Nuts of Selected Coconut (*Cocos nucifera* Linn.)**. Master Thesis, University of the Philippines.
- Twishsri, T. 2013. Maphrao Kathi; Production and Utilization in Thailand. **COCOINFO INTERNATIONAL** 20(2).

## ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ตัวอย่างจากการทดลองทำเจลตาบน้ำที่มีส่วนผสมของน้ำมะพร้าว



ภาพผนวกที่ 2 มะพร้าวกะทิ ชนิดที่เป็นเจล





ภาพผนวกที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวกะทิแต่ละผลมาทดสอบที่ห้องปฏิบัติการ



ภาพผนวกที่ 4 การเก็บและเตรียมตัวอย่างมะพร้าวกะทิจากแปลงทดลอง เมื่อ 6 กันยายน 2560



ภาพผนวกที่ 4 (ต่อ) การเก็บและเตรียมตัวอย่างมะพร้าวกะทิจากแปลงทดลอง เมื่อ 6 กันยายน 2560



ภาพผนวกที่ 5 การเตรียมตัวอย่างมะพร้าวเพื่อสกัดแทนนิน



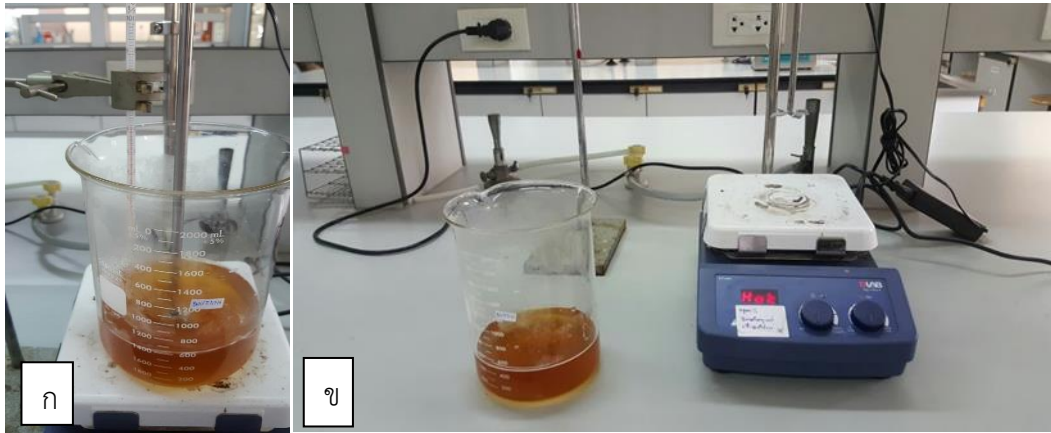
ภาพผนวกที่ 6 สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน



ภาพผนวกที่ 7 การเตรียมตัวอย่างเปลือกมะพร้าว (ส่วนในและนอก) แห่งปั่นละเอียด ในอัตราส่วนระหว่างสารละลายเอทานอลความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อตัวอย่างเปลือกมะพร้าวแห่งปั่นละเอียด (1:6)



ภาพผนวกที่ 8 การปั่นสารละลายผสมระหว่างเปลือกมะพร้าวแห้งและเอทานอล (ก) กรองด้วยชุดเครื่องปั๊มสุญญากาศ (ข) และสารสกัดจากเปลือกมะพร้าวภายหลังการสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง (ค)

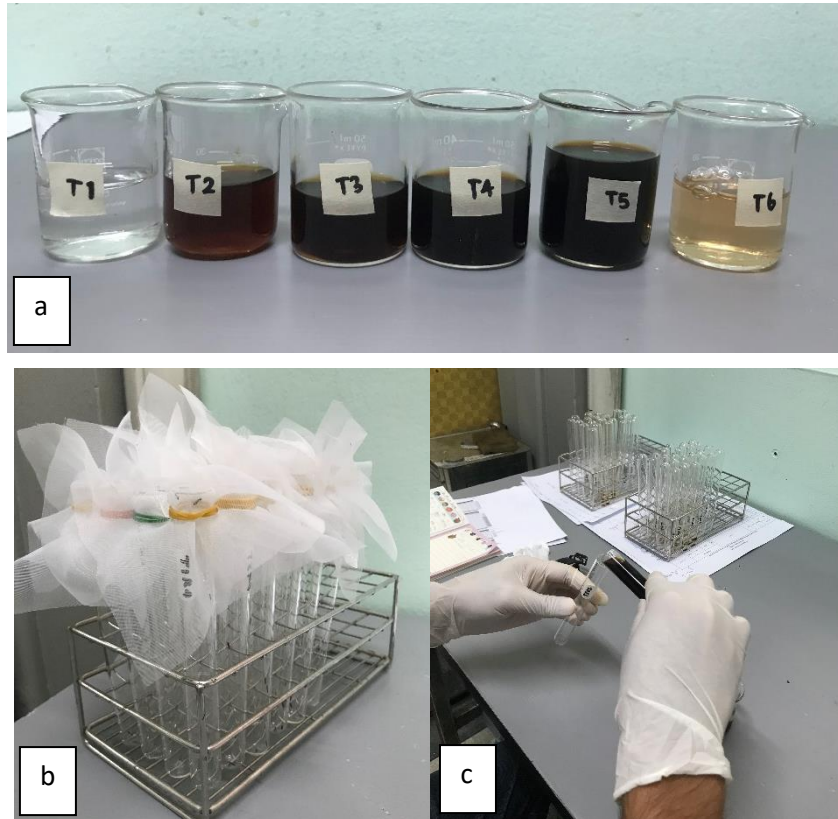


ภาพผนวกที่ 9 การระเหยเอทานอลในสารสกัดที่ระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ก) และ สารสกัดจากเปลือกมะพร้าวภายหลังการระเหยเอทานอลเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อนำไปวิเคราะห์สารแทนนินต่อไป (ข)



ภาพผนวกที่ 10 การทดสอบสารสกัดแทนนินกับหนอนหัวตำมะพร้าวและหนอนแมลงดำหนามมะพร้าว

- a สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าว และมันสำปะหลัง
- b เตรียมสารสกัดอัตราความเข้มข้นต่างๆ ใน eppendorf tube
- c หนอนหัวตำมะพร้าว
- d หนอนแมลงดำหนามมะพร้าว



ภาพผนวกที่ 11 การทดสอบสารสกัดแทนนินกับแทนนินโกลิโอส์ และแทนนินหนอนอะซีโคเดส

- a สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าว และมันสำปะหลัง
- b เตรียมสารสกัดกลั่นในหลอดทดสอบ
- c แทนนินในหลอดทดสอบ

**แบบประเมิน**

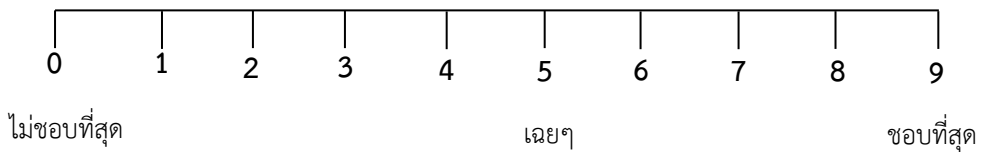
ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าที่มีส่วนผสมน้ำมะพร้าว  
ผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว

.....

ผู้ประเมิน เพศ  หญิง  ชาย  
 อายุ  15 - 25 ปี  26 - 35 ปี  36 - 45 ปี  
 46 - 60 ปี  มากกว่า 60 ปี

ท่านใช้สบู่เหลวหรือเจลล้างหน้าหรือไม่  ใช้เป็นประจำ  ไม่ใช่  ใช้เป็นบางครั้ง  
 ท่านมีความเห็นต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างนี้อย่างไร (ให้ X บนเส้นคะแนน ที่มีระดับ 0-9)

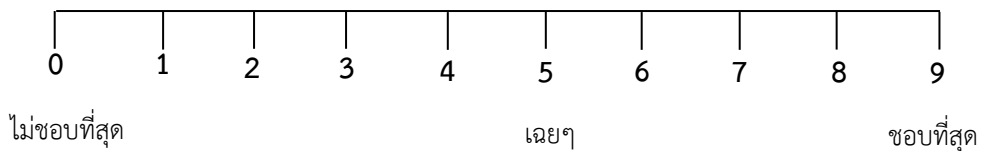
**1. กลิ่น**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะใส่กลิ่น

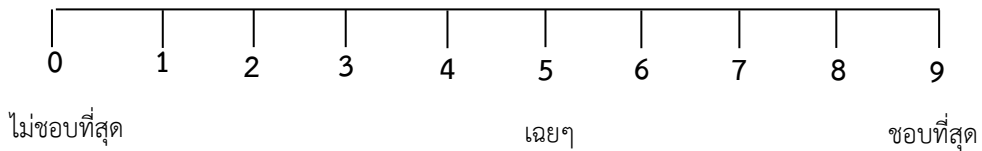
กลิ่นมะพร้าว  กลิ่นกล้วยไม้  กลิ่นสมุนไพร  
 กลิ่นบัว  กลิ่นดอกไม้  อื่นๆ ระบุ.....

**2. เนื้อสัมผัส การเกิดฟองสบู่ และการล้างออก**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะ  เพิ่มการเกิดฟองสบู่  ลดการเกิดฟองสบู่  
 อื่นๆ ระบุ.....

**3. สี**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะ  ใส่สี  ไม่ใส่สี  
 สีเขียว  สีครีม  อื่นๆ ระบุ  
 สีฟ้า  สีฟ้า

คำแนะนำอื่น.....

ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านเป็นอย่างยิ่ง ที่ท่านสละเวลา ในการทำแบบประเมินผลิตภัณฑ์ ครั้งนี้

**แบบประเมิน**

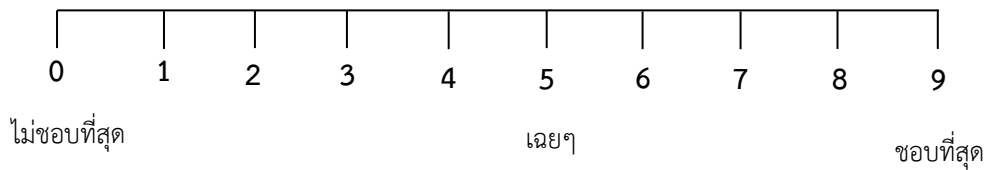
ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โลชั่นทาผิวที่มีส่วนผสมน้ำมะพร้าว  
ผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว

.....

ผู้ประเมิน เพศ  หญิง  ชาย  
 อายุ  15 - 25 ปี  26 - 35 ปี  36 - 45 ปี  
 46 - 60 ปี  มากกว่า 60 ปี

ท่านใช้โลชั่นหรือไม่  ใช้เป็นประจำ  ไม่ใช้  ใช้เป็นบางครั้ง  
 ท่านมีความเห็นต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างนี้อย่างไร (ให้ X บนเส้นคะแนน ที่มีระดับ 0-9)

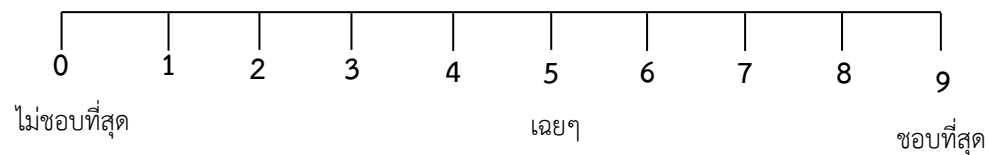
**1. กลิ่น**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะใส่กลิ่น

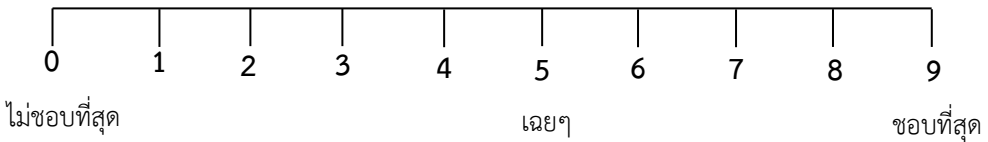
กลิ่นมะพร้าว  กลิ่นกล้วยไม้  กลิ่นสมุนไพร  
 กลิ่นบัว  กลิ่นดอกไม้  อื่นๆ ระบุ.....

**2. เนื้อสัมผัส**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะ  เพิ่มความหนืด  ลดความหนืด  
 อื่นๆ ระบุ.....

**3. สี**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะ  ใส่สี  ไม่ใส่สี  
 สีเขียว  สีครีม  
 สีฟ้า  สีฟ้า  อื่นๆ ระบุ

คำแนะนำอื่นๆ.....

ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านเป็นอย่างยิ่ง ที่ท่านสละเวลา ในการทำแบบประเมินผลิตภัณฑ์ ครั้งนี้

**แบบประเมิน**

ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์แชมพูที่มีส่วนผสมน้ำมะพร้าว  
ผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว

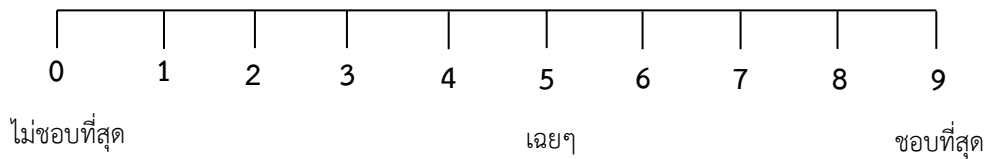
ผู้ประเมิน เพศ  หญิง  ชาย

อายุ  15 - 25 ปี  26 - 35 ปี  36 - 45 ปี  
 46 - 60 ปี  มากกว่า 60 ปี

แชมพูที่ท่านใช้เป็นอย่างไร  ใส่  แชมพูสำหรับเด็ก  แชมพูขุ่น/ประกายมุก

ท่านมีความเห็นต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างนี้อย่างไร (ให้ X บนเส้นคะแนน ที่มีระดับ 0-9)

**1. กลิ่น**

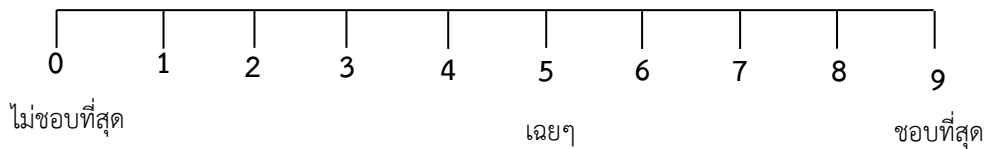


คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะใส่กลิ่น

กลิ่นมะพร้าว  กลิ่นกล้วยไม้  กลิ่นสมุนไพร

กลิ่นบัว  กลิ่นดอกไม้  อื่นๆ ระบุ.....

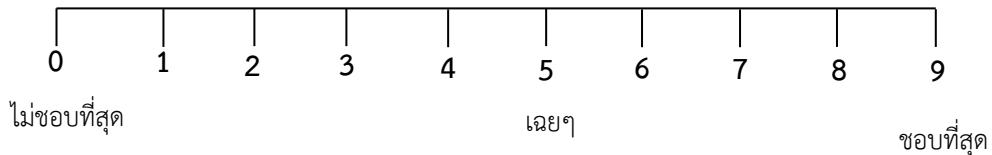
**2. เนื้อสัมผัส การเกิดฟองสบู่ และการล้างออก**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะ  เพิ่มการเกิดฟองสบู่  ลดการเกิดฟองสบู่

อื่นๆ ระบุ.....

**3. สี**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะ  ใส่สี  ไม่ใส่สี

สีเขียว  สีครีม

สีฟ้า  สีฟ้า  อื่นๆ ระบุ

คำแนะนำอื่นๆ.....

ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านเป็นอย่างยิ่ง ที่ท่านสละเวลา ในการทำแบบประเมินผลิตภัณฑ์ ครั้งนี้



**แบบประเมิน**

ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์สบู่เหลวที่มีส่วนผสมน้ำมะพร้าว  
ผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว

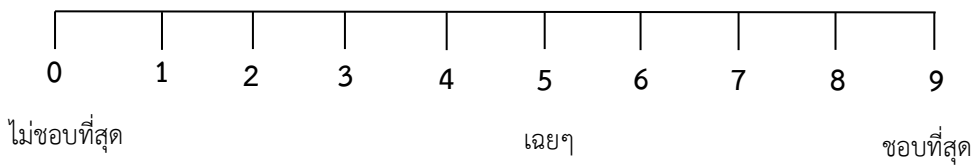
.....

ผู้ประเมิน เพศ  หญิง  ชาย  
 อายุ  15 - 25 ปี  26 - 35 ปี  36 - 45 ปี  
 46 - 60 ปี  มากกว่า 60 ปี

ท่านใช้สบู่เหลวหรือเจลอาบน้ำหรือไม่  ใช้เป็นประจำ  ไม่ใช้  ใช้เป็นบางครั้ง

ท่านมีความเห็นต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างนี้อย่างไร (ให้ X บนเส้นคะแนน ที่มีระดับ 0-9)

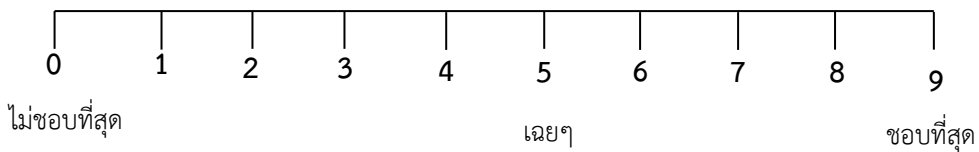
**1. กลิ่น**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะใส่กลิ่น

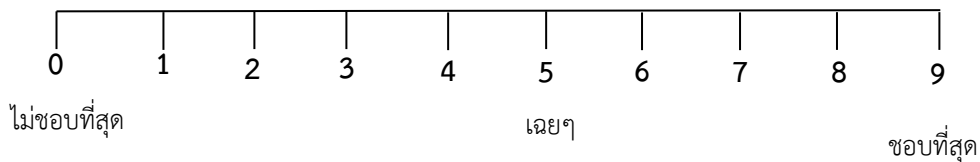
กลิ่นมะพร้าว  กลิ่นกล้วยไม้  กลิ่นสมุนไพร  
 กลิ่นบัว  กลิ่นดอกไม้  อื่นๆ ระบุ.....

**2. เนื้อสัมผัส การเกิดฟองสบู่ และการล้างออก**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะ  เพิ่มการเกิดฟองสบู่  ลดการเกิดฟองสบู่  
 อื่นๆ ระบุ.....

**3. สี**



คำแนะนำในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ควรจะ  ใส่สี  ไม่ใส่สี  
 สีเขียว  สีครีม  
 สีฟ้า  สีฟ้า  อื่นๆ ระบุ

คำแนะนำอื่นๆ.....

ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านเป็นอย่างยิ่ง ที่ท่านสละเวลา ในการทำแบบประเมินผลิตภัณฑ์ ครั้งนี้

ตารางผนวกที่ 1 คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ.ชุมพร หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่างที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	การตรวจวัด											
	pH			ความขุ่น (NTU)			ค่า DO (mg/l)			ค่า BOD (mg/l)		
	ก่อน บำบัด	หลัง บำบัด	ร้อยละ การบำบัด	ก่อน บำบัด	หลัง บำบัด	ร้อยละ การบำบัด	ก่อน บำบัด	หลัง บำบัด	ร้อยละ การบำบัด	ก่อน บำบัด	หลัง บำบัด	ร้อยละ การบำบัด
วิธีควบคุม	4.87	4.63	-	304.7	272.5	-	1.42	-	-	2150	-	-
1 : 1000	4.95	6.75	-	299.7	226.9	24.3	1.42	3.05	-	2150	1320	38.6
1 : 100	4.85	6.78	-	311.5	214.9	31.0	1.42	3.30	-	2150	1247	42.0
1 : 50	4.77	6.92	-	305.9	238.3	22.1	1.42	2.95	-	2150	1630	24.2
1 : 20	4.85	6.60	-	315.7	246.8	21.8	1.42	2.82	-	2150	1785	17.0

**ตารางผนวกที่ 2** คุณภาพน้ำทิ้งจากคูลน้ำ บริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่างที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	การตรวจวัด											
	pH			ความขุ่น (NTU)			ค่า DO (mg/l)			ค่า BOD (mg/l)		
	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด
วิธีควบคุม	8.05	6.47	-	129.0	123.9	-	2.80	-	-	104	-	-
1 : 1000	8.24	6.30	-	125.5	126.4	36.1	2.80	5.52	-	104	79.0	31.7
1 : 100	7.80	6.13	-	131.8	136.1	42.8	2.80	6.05	-	104	57.2	41.3
1 : 50	8.10	6.62	-	126.3	153.8	17.3	2.80	5.80	-	104	73.8	27.9
1 : 20	8.3	6.09	-	128.5	144.0	20.7	2.80	5.27	-	104	86.3	26.9