รายงานแผนงานวิจัยย่อย

วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเชิงพาณิชย์

Research and Development on the Commercialization of the Functional Products

ชื่อหัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย
ศุภมาศ กลิ่นขจร
Supamas Klinkajorn

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานแผนงานวิจัยย่อย

วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเชิงพาณิชย์

Research and Development on Commercialization of the Functional Products

ชื่อหัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย
ศุภมาศ กลิ่นขจร
Supamas Klinkajorn

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

การขยายผลของผลงานวิจัยในด้านการผลิตสารสกัดและสารธรรมชาติในรูปพร้อมใช้ได้แก่ สีผงจากดอกอัญชัน มะนาวผง สารให้กลิ่นรสสับปะรดพรีไบโอติกสูง เอนแคปซูเลทสารลดการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดจากหัวหอมแดง และเนยเมล็ดมะม่วงเพื่อเป็นสารให้ความชุ่มชื่นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง รวมทั้งร่วมมือขยายผลการผลิตเพื่อให้เกิดนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง และเกิดการผลิตจริงในเชิงพาณิชย์ ผ่านการดำเนินงานในหลายช่องทางเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ตั้งแต่กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตผลิตผลเกษตรจนถึงผู้ประกอบการการแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในระดับต่างๆ ตั้งแต่ผู้ประกอบการระดับวิสาหกิจชุมชน รวมถึงผู้ประกอบการระดับ SMEs ทั้งนี้กลุ่มเกษตรกรจะสามารถนำเทคโนโลยีที่ได้รับการถ่ายทอดซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ผ่านการปรับปรุงให้ไม่ซับซ้อนยุ่งยากไปประยุกต์ใช้ในการแปรรูปผลิตผลเกษตรเพื่อเพิ่มมูลค่าในช่วงที่ผลิตราคาตกต่ำได้ ในภาคส่วนของผู้ประกอบการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ได้ดำเนินการทดลองร่วมกับผู้ประกอบการในถ่ายทอดเทคโนโลยี การพัฒนา และการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีการประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยด้านสารสำคัญต่างๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งผู้ผลิตจะได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพ มีความหลากหลายและมีรูปแบบที่สะดวกปลอดภัยตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตผลเกษตร ทำให้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้เพิ่มขึ้น และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเพราะต้นทุนการผลิตลดลง เนื่องจากใช้ผลิตผลเกษตรในประเทศ

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ..... 1
ผู้วิจัย 2
บทนำ..... 3
บทคัดย่อ..... 6
1. โครงการวิจัย 1 วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเชิงพาณิชย์ 8
2. โครงการวิจัย 2 วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredients เชิงพาณิชย์ 31
บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 53
บรรณานุกรม..... 55

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

แผนงานวิจัยย่อย “วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเชิงพาณิชย์” ขอขอบพระคุณท่านอธิบดีกรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการบริหารงานวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการกรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากองวิจัยพัฒนาและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร และผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ที่ให้การสนับสนุนและคำแนะนำด้านวิชาการแก่แผนงานวิจัยย่อยและนักวิจัย รวมทั้งกำกับดูแลการดำเนินงานของแผนงานวิจัยย่อยให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ ขอขอบคุณความร่วมมือและความตั้งใจอันดีของบุคลากรของกลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตผลเกษตร กองวิจัยพัฒนาและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ที่ทุ่มเทความพยายามเพื่อที่จะทำให้ผลงานวิจัยบรรลุตามเป้าหมาย ท้ายที่สุดขอบขอบคุณหน่วยงานภาคเอกชนที่อนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ สถานที่ในการปฏิบัติงาน รวมทั้งให้ความร่วมมือในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการผลิตขยายผลเชิงพาณิชย์ ดังรายนามต่อไปนี้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชุนบ้านขนมปังขิง จังหวัดเพชรบุรี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ วิสาหกิจชุมชนเกษตรแฟร์เทรดศรีสะเกษ บริษัท ปัจจัยชีวี จำกัด บริษัท เบล เอ็น เอ็น บริลเลียน จำกัด และ บริษัท ไอเดียร์สแควร์แลบบอลาทอรี จำกัด

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

ศุภมาศ กลิ่นขจร	Supamas Klinkajorn	กวป.
จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม	Charuwan Rattanasakultham	กวป.
วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	Wimonwan Wattanawichit	กวป.
นภัสสร เลียบวัน	Napatsorn Leabwan	กวป.
ปาริชาติ อยู่แพทย์	Parichart Yoopaet	กวป.
ศิริพร เต็งรัง	Siriporn Tengrung	กวป.
ศิวัช พลายเสน	Siwat Plaisen	กวป.
อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์	Akanit Pisanwatcharin	กวป.
สุปรียา ศุขเกษม	Supreeya Sukhasem	กวป.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของแผนงานวิจัยย่อย

ประเทศไทยมีผลิตผลเกษตรหลายชนิดที่มีสารสำคัญที่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพด้วยวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น ทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงต่อสุขภาพ และเพื่อให้เกิดคุณสมบัติเชิงหน้าที่ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น การต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือด รวมไปถึงเป็นสารให้ความชุ่มชื่นในการบำรุงผิว ดังนี้

มะนาวผง ในช่วงที่มะนาวมีราคาแพง ผู้ประกอบการอาหารอาจใช้มะนาวสังเคราะห์เพื่อลดต้นทุนในการผลิต แต่จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากกังวลเรื่องความปลอดภัยและรสชาติไม่สามารถทดแทนมะนาวสดได้ ดังนั้นหากเราสามารถนำมะนาวมาแปรรูปเพื่อเก็บรักษาไว้จำหน่ายในช่วงฤดูที่มะนาวขาดแคลน โดยเฉพาะในรูปแบบมะนาวผงที่คงกลิ่นรสและคุณค่าทางโภชนาการไว้ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอางในภาคอุตสาหกรรมได้เหมือนมะนาวสดจะทำให้ผู้ผลิตสามารถควบคุมต้นทุนของการผลิต และมาตรฐานของสินค้าตลอดทั้งปี

สีธรรมชาติจากดอกอัญชัน ดอกอัญชันเป็นสมุนไพรที่มีสีน้ำเงินเข้มหรือน้ำเงินอมม่วงจากแอนโทไซยานินที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ การพัฒนาการผลิตสีผงจากดอกอัญชันเพื่อใช้แทนสีสังเคราะห์ จะทำให้ได้สีผงจากดอกอัญชันที่นำไปใช้ผสมอาหารได้อย่างปลอดภัย มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง สะดวกต่อการใช้งานในภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งยังเป็นการใช้เทคโนโลยีการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าในการแก้ปัญหาด้านราคาที่ตกต่ำของอัญชันในบางช่วงของการผลิตดอกอัญชัน

เอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสพรีไบโอติกสูงจากน้ำผลไม้เข้มข้น ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจะใช้การแต่งกลิ่นรสเพื่อให้น่ารับประทานและดึงดูดผู้บริโภค ส่วนใหญ่จะใช้สารสังเคราะห์ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายจากการแพ้ ดังนั้นการพัฒนาสารแต่งกลิ่นรสจากธรรมชาติในรูปแบบพร้อมใช้ที่มีความปลอดภัยสูงและมีประโยชน์ต่อสุขภาพจากน้ำผลไม้เข้มข้นร่วมกับการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นสารพรีไบโอติกและประยุกต์ใช้เทคนิคเอนแคปซูเลชันในการกักเก็บสารให้กลิ่นรสและสารสำคัญ จะเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ประกอบการในการผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายและปลอดภัย

เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากธรรมชาติ ยารักษาโรคเบาหวานจะมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส ส่วนใหญ่ได้จากการสังเคราะห์และส่งผลในเชิงลบต่อตับและระบบทางเดินอาหาร ทั้งนี้หัวหอมแดงมีสารเควอซิทินที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสได้ ดังนั้นการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากธรรมชาติในรูปแบบพร้อมใช้งานในผลิตภัณฑ์อาหารร่วมกับการใช้เทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชันที่เหมาะสมจะช่วยรักษาประสิทธิภาพของสารสกัด และจะส่งผลให้เกิดการยกระดับมาตรฐานในการผลิตวัตถุดิบเพื่ออาหารสุขภาพ และภาคอุตสาหกรรมอาหารสามารถนำไปต่อยอดได้

เนยเมล็ดมะม่วงเพื่อใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง สารให้ความชุ่มชื่นในเครื่องสำอางมักใช้ไขมันเชียหรือโกโก้ที่มีอุณหภูมิหลอมละลายใกล้เคียงกับอุณหภูมิร่างกาย และมีราคาแพง ทั้งนี้ไขมันจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเช่นเดียวกับไขมันเชียและโกโก้ ถ้านำเมล็ดมะม่วงที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมมาผลิตเป็นเนยเมล็ดมะม่วงจะช่วยลดการนำเข้าไขมันเชียและโกโก้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและลดส่วนเหลือทิ้งให้กับอุตสาหกรรมแปรรูป ผู้ประกอบการในประเทศจะสามารถใช้เนยมะม่วงทดแทนส่วนประกอบที่ต้องนำเข้า ส่งผลให้เกิดการลดต้นทุนการผลิต และทำให้ผู้บริโภคเข้าถึงสินค้าที่มีคุณภาพดีได้

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

วัตถุประสงค์

เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตรและร่วมดำเนินการทดลองในระดับขยายขนาดในด้านการผลิตและการประยุกต์ใช้สารสำคัญ รวมทั้งสารส่วนผสมตั้งต้นเพื่อใช้ผสมในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอางที่มีประโยชน์เชิงหน้าที่ต่าง ๆ ในการดูแลสุขภาพให้กับกลุ่มเกษตรกร และผู้ประกอบการ

วิธีการวิจัย

โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเชิงพาณิชย์

ผลิตภัณฑ์ของโครงการที่พร้อมขยายผลเชิงพาณิชย์

1) มะนาวผง
2) สีผงจากดอกอัญชัน

วิธีดำเนินการ

1. คัดเลือกกลุ่มเกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ทำการสำรวจศักยภาพและความพร้อมเบื้องต้นของกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกมะนาว อัญชัน หรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่สนใจผลิตภัณฑ์มะนาว สีผงจากดอกอัญชัน ด้วยการลงพื้นที่ไปสัมภาษณ์เพื่อประเมินความพร้อมในการผลิตผลิตภัณฑ์ จากนั้นทำการคัดเลือกกลุ่มเกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีความพร้อมในการผลิต

2. การอบรมในรูปแบบการบรรยายให้ความรู้ในเรื่องการทำแห้งแบบพ่นฝอยและเรื่องบรรจุภัณฑ์

1) จัดอบรมเรื่องการทำแห้งแบบพ่นฝอย ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง รวมทั้งการเตรียมสารสกัดเพื่อนำไปผลิตเป็น มะนาวผง และสีผงจากอัญชัน

2) จัดอบรมเรื่องบรรจุภัณฑ์และการทำฉลากสินค้า ให้ความรู้เกี่ยวกับความสำคัญของบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้เกษตรกรสามารถเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ได้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์รวมทั้งการทำฉลากสินค้าเพื่อให้เป็นที่น่าสนใจต่อผู้บริโภค

3. การอบรมการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

ทดลองผลิตผลิตภัณฑ์จากมะนาวผงและสีผงจากอัญชันแบบขยายการผลิตร่วมกับกลุ่มเกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ทำการปรับสูตรและวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์

มะนาวผง: ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน และโลชั่น

สีผงจากอัญชัน: น้ำอัญชันพร้อมดื่ม และเยลลีอัญชัน

4. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ร่วมกับกลุ่มเกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและเหมาะสำหรับการผลิตเพื่อจำหน่าย

โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredients เชิงพาณิชย์

ผลิตภัณฑ์ของโครงการที่พร้อมขยายผลเชิงพาณิชย์

1) เอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง
2) เอนแคปซูเลทสารสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหัวหอมแดง
3) เนยมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (โลชันทาผิว)

วิธีดำเนินการ

1. สำรวจข้อมูล และคัดเลือกผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีความพร้อมในการขยายผลสู่เชิงพาณิชย์

สำรวจและคัดเลือกกลุ่มเกษตรกรหรือ ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์จากหอมแดงในจังหวัดศรีสะเกษ และ ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เพื่อประเมินความพร้อมในการรับ

กรมวิชาการเกษตร

ถ่ายทอดเทคโนโลยี ตรวจเยี่ยมสถานประกอบการของกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นคัดเลือกผู้ที่มีความพร้อมในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

2. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ที่รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

2.1 จัดทำแผนการจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี ทั้งภาคบรรยาย และปฏิบัติ

2.2 ทดลองฝึกปฏิบัติโดยให้ผู้เข้าร่วมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3. ทดลองผลิตในระดับขยายร่วมกับผู้ประกอบการเพื่อการผลิตเชิงพาณิชย์และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทดลองผลิตในระดับขยายร่วมกับผู้ประกอบการ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธี 7 point-hedonic scale นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์ วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

แผนงานวิจัยย่อย “วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเชิงพาณิชย์” ประกอบด้วย 2 โครงการคือ 1) โครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเชิงพาณิชย์ และ 2) โครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredients เชิงพาณิชย์ ดำเนินการในปีงบประมาณ 2564 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดผลงานวิจัยและร่วมดำเนินการทดลองในระดับขยายขนาดเพื่อให้มีการผลิตได้จริงเชิงพาณิชย์กับผู้ประกอบการในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่กลุ่มเกษตรกร ผู้ประกอบการระดับวิสาหกิจชุมชน รวมถึงผู้ประกอบการระดับ SMEs ในด้านการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากการประยุกต์ใช้สารสำคัญจากธรรมชาติซึ่งมีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ ได้แก่ สีผงจากดอกอัญชัน มะนาวผง สารให้กลิ่นรสสับปะรดพรีไบโอติกสูง เอนแคปซูเลทสารลดการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดจากหัวหอมแดง และเนยเมล็ดมะม่วงเพื่อเป็นสารให้ความชุ่มชื่นกับในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยโครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเชิงพาณิชย์ ได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสีผงจากดอกอัญชันและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลีอัญชัน รวมทั้งเทคโนโลยีการผลิตมะนาวผงและการประยุกต์ในผลิตภัณฑ์สบู่และโลชันบำรุงผิว ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง จ.เพชรบุรี พบว่าน้ำอัญชันที่มีส่วนประกอบคือ น้ำ 81.5% น้ำตาล 16.0% สีผง 2.5% และเยลลีอัญชันที่มีส่วนประกอบเป็น น้ำ 70.6% น้ำตาล 25.0% คาราจีแนน 1.9% สีผง 2.5% สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียสได้นาน 14 วัน โดยผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพดีและมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนที่มีส่วนประกอบของมะนาวผง 1.4% ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มี pH 9.21 และมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามข้อกำหนดของ มอก.เอส 13-2561 และโลชันที่มีส่วนประกอบของมะนาวผง 1.5% ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มี pH 5.22 รวมทั้งมีปริมาณจุลินทรีย์ และความคงตัวเป็นไปตาม มอก.เอส 15-2561 สำหรับโครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredients เชิงพาณิชย์ ได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสารให้กลิ่นรสสับปะรดพรีไบโอติกสูงและการผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากหัวหอมแดงที่ช่วยลดการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือด ให้กับกลุ่มวิสาหกิจการเกษตร ศรีสะเกษแฟร์เทรด จังหวัดศรีษะเกษ และร่วมทดลองผลิตในระดับขยายขนาดกับบริษัท ปัจจัยชีวี จำกัด โดยไซรัปสับปะรดที่ผลิตได้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70.45 องศาบริกซ์ และมีปริมาณฟรุกแตนที่เป็นสารพรีไบโอติกเพิ่มขึ้น 20.98% เมื่อนำผลิตเป็นผงน้ำสับปะรดเข้มข้นมีปริมาณฟรุกแตน 32.77% ส่วนการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากหัวหอมแดง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในระดับขยายขนาดมีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ผลิตได้ในห้องปฏิบัติการ โดยใน 1 แคปซูลจะมีสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส 500 มิลลิกรัม มีปริมาณเคอซิติน 31.85% ต่อน้ำหนักตัวอย่าง และมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ 39.85% ส่วนการผลิตเนยมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ บริษัท เบลเอ็นเอ็น บริลเลียน จำกัด และได้ร่วมทดสองผลิตโลชันทาผิวที่มีส่วนประกอบของเนยมะม่วงกับ บริษัท ไอเดียร์สแควร์ แลบอลาทอรี จำกัด พบว่าโลชันที่ผลิตในระดับขยายขนาดจะมีค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาคแตกต่างจากโลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่น้อยกว่า และ ค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาคที่สูงกว่าซึ่งบ่งถึงเสถียรภาพและความคงตัวที่ดีกว่าโลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการ แต่ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคในความพึงพอใจด้านสี ความเรียบเนียน ความหนืด การดูดซึม ความชุ่มชื้นของผิวหลังทา ความรู้สึกหลังทา และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์โลชัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโลชันที่ผลิตได้ในระดับขยายขนาดและโลชันที่ผลิตได้ในห้องปฏิบัติการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

Abstract

The research-sub program “Research and development on the commercialization of the functional products” consisted of two research projects: 1) research and development for expanding from natural sustainable product to commercial product and 2) Implementation of Startup Ingredients for Functional Food to Commercialization. It was carried out in the fiscal year 2021 intending to transfer the research results and cooperate in commercialized production with the varietal level of entrepreneurs such as farmer cooperative, community enterprise and SMEs. The commercialized production was carried on the health products from the application of important natural substances with various functional properties such as the instant colorant powder from butterfly pea, lime powder, high-prebiotic pineapple flavoring agent, encapsulate alpha-glucosidase inhibitor for reducing the absorption of sugar into the bloodstream from shallot and mango seed butter using as an emollient agent in the cosmetic product. The project “Research and development for expanding from natural sustainable product to commercial product” transferred the technology for the production of powder color from butterfly pea flower and the application in ready-to-drink butterfly pea juice and jelly including the production of lime powder and the application in soap and body lotion. Each technology was transferred to the Baan Khanompung Khing community enterprise group in Phetchaburi province. It was found that butterfly pea juice containing water (81.5%), sugar (16.0%), powdered color from butterfly pea (2.5%) and butterfly pea jelly containing water (70.6%), sugar (25.0%), carrageenan (1.9%), powdered color from butterfly pea (2.5%) could be stored at 4-8 ℃ for 14 days and still had good quality including the microbiological standard. For the soap containing 1.4% of lime powder, the pH was 9.21 and the microbiological properties met the requirements of TIS 13-2561. For the lotion containing 1.5% of lime powder, the pH was 5.22 and the microbiological properties and stability met the requirements of TIS 15-2561. For the projects “Implementation of startup ingredients for functional food to commercialization”, the production of high prebiotic pineapple flavoring agent and the production of the encapsulate of alpha-glucosidase inhibitor were transferred to the agricultural enterprises “Sisaket Fair Trade” in Sisaket Province and cooperated the scale-up production with Pajjai chewee Co., Ltd. The pineapple syrup had the total soluble solid content of 70.45 °Brix and the prebiotic content of fructan increased by 20.98%. When it was produced as the concentrated pineapple juice powder, it contained 32.77% of fructan. For the production of the encapsulate of the alpha-glucosidase inhibitor from shallot, the product produced by scale-up production and lab-scale production had a similar quality in which one capsule contained 500 mg of alpha-glucosidase inhibitor and 31.85% of quercetin per sample weight. It had the effect of alpha-glucosidase inhibition by 39.85%. The production of mango butter for cosmetic products has transferred the technology to Bel N N Brilliant Co., Ltd. and participated in the commercialized production of the body lotions with Idea Square Laboratory Co., Ltd. The color, pH and zeta potential of scale-up produced lotion and lab-scale produced lotion was significantly different which scale-up produced lotion had the lower pH and higher zeta potential indicating better stability. But the sensory test in consumer satisfaction with color, smoothness, viscosity, absorption, skin moisturizing, after application feeling and overall acceptance of both lotions products was no different.

โครงการวิจัยที่ 1

วิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเชิงพาณิชย์

Research and Development for Expanding from Natural Sustainable product to Commercial product

ชื่อผู้วิจัย (คณะผู้วิจัย)

จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม	Charuwan Rattanasakultham
นภัสสร เลียบวัน	Napatsorn Leabwan
ศิริพร เต็งรัง	Siriporn Tengrung
นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	Wimonwan Wattanawichit

คำสำคัญ (Keywords)

มะนาว, มะนาวผง, อัญชัน, การทำแห้งแบบพ่นฝอย, เครื่องสำอาง, แอนโทไซยานิน, สีธรรมชาติ

Lime, Lime Powder, Butterfly pea, Pectin, Spray Dry, Cosmetic, Anthocyanin, Natural colorant

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมากขึ้น โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอางเพื่อเป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภคและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่บุคคลทั่วไปและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์ ดำเนินการวิจัย ณ กองวิจัยพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากมะนาวเชิงพาณิชย์ และ การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสีดอกอัญชันเชิงพาณิชย์ ผลิตภัณฑ์ที่นำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีมี 4 ผลิตภัณฑ์ เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนและโลชันผสมมะนาวผง ผลิตภัณฑ์อาหาร 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชัน โดยผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนมีส่วนประกอบของมะนาวผง 1.4% มีค่า pH 9.21 มีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มอก.เอส 13-2561 ผลิตภัณฑ์โลชันผสมมะนาวผง มีส่วนประกอบของมะนาวผง 1.5% ค่า pH 5.22 มีปริมาณจุลินทรีย์และความคงสภาพ ตามมาตรฐาน มอก.เอส 15-2561 โดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด ไม่ก่อให้เกิดการแพ้ในกลุ่มอาสาสมัครผิวปกติจำนวน 22 คน ผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มมีส่วนผสมคือ น้ำ 81.5% น้ำตาล 16% และสีผง 2.5% น้ำอัญชันพร้อมดื่มมีปริมาณแอนโทไซยานิน 0.89 mg cyanidin-3-glucoside/100ml ผลิตภัณฑ์เยลลี่อัญชันมีส่วนผสมคือ น้ำ 70.6% น้ำตาล 25.0% คาราจีแนน 1.9% และสีผง 2.5% เยลลี่อัญชันมีปริมาณแอนโทไซยานิน 1.16 mg cyanidin-3-glucoside/100g เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชันที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ผลิตภัณฑ์ทั้งสองมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ได้นำองค์ความรู้ถ่ายทอดแก่บุคคลทั่วไปโดยบรรยายผ่าน Facebook live ในวันที่ 7 กันยายน 2564 และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง อ.บ้านแหลม จ.เพรชบุรี โดยจัดส่งชุดทดลองผลิตพร้อมคลิปวิดีโอขั้นตอนการผลิตไปให้ทดลองฝึกปฏิบัติทำผลิตภัณฑ์

Abstracts

Nowadays, consumer interest in healthy products has increased. This research project, therefore, studies the application of natural extracts in food and cosmetics and transfer

กรมวิทยาศาสตร์

knowledge to the general public and community enterprises for commercial production. The experiments were conducted at the Postharvest and Processing Research and Development Division. This research project consists of two experiments, which are research and development to expand commercial lime products and research and development to expand products from commercial butterfly pea flowers. The production technology of four products was transferred which were two cosmetic products, soap bar and body lotion by lime powder application including two food products, ready-to-drink butterfly pea juice and butterfly pea jelly by butterfly pea colorant application. The product of the soap bar contains 1.4% lime powder had a pH value of 9.21. the microbial qualities were in an acceptance of TISI 13-2561 standard. The body lotion contains 1.5% lime powder had pH 5.22, microbial counts, and stability were in an acceptance of TISI 15-2561 standards. Both products did not irritate 22 non-sensitive skin volunteers. The ready-to-drink butterfly pea juice had the optimized formula was, water 81.5%, sugar 16.0%, and powder color from butterfly pea flowers 2.5%. There was a total anthocyanin content of 0.89 mg equivalent of cyanidin-3-glucoside /100 ml. The optimal formula to produce the jelly product was drinking water 70.6%, sugar 25.0%, carrageenan 1.9%, and powder color from butterfly pea flowers 2.5%. Jelly product expressed as total anthocyanin content 1.16 mg equivalent of cyanidin-3-glucoside/100 g. Both products were stored at 4-8 ℃ for 14 days, the microbial quality of the products was met the requirement of the standard. The knowledge from two experiments that had conveyed to the general public by giving a lecture via Facebook live on September 7, 2021, and transferring technology to Baan Kanompung Khing community enterprises Ban Laem District, Phetchaburi province by delivering a production trial kit with Video clips of the production process to try and practice making products.

บทนำ (Introduction)

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากมีความปลอดภัยสูง ผลิตผลทางเกษตรหลายชนิดสามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้ทดแทนสารสังเคราะห์และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตผลทางการเกษตร เช่น มะนาวใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ดอกอัญชันใช้เป็นสารให้สีในการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม

น้ำมะนาวมีกรดซิตริก กรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซีเป็นองค์ประกอบ กรดซิตริกเป็นกรดอินทรีย์มีฤทธิ์ในการผลัดเซลล์ผิว กรดแอสคอร์บิกมีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชัน มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส มะนาวจึงถูกใช้ประโยชน์ในหลายอุตสาหกรรมทั้งอาหารและเครื่องสำอาง ในช่วงฤดูการที่มะนาวมีราคาแพง ผู้ประกอบการอาหารหลายรายจะใช้มะนาวสังเคราะห์ทดแทนมะนาวสด ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากกังวลเรื่องความปลอดภัยและรสชาติไม่สามารถทดแทนมะนาวสดได้

ดอกอัญชันถูกนำมาใช้เป็นสีผสมอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มหลายชนิด ด้วยคุณประโยชน์ของดอกอัญชันที่อุดมไปด้วยสารแอนโทไซยานินประกอบกับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มมักใช้สีผสมอาหารสังเคราะห์ผสมลงในผลิตภัณฑ์ ซึ่งไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และจากรายงานของสยามรัฐออนไลน์

กรมวิชาการเกษตร

(2562) พบว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกดอกอัญชันประสบปัญหาราคาดอกอัญชันแห้งตกต่ำในช่วงเดือนมกราคม 2562 ที่ผ่านมา

ดังนั้นการผลิตมะนาวผงสำหรับใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและการผลิตสีผงจากดอกอัญชันสำหรับใช้เป็นสีผสมอาหาร เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเพื่อสุขภาพในรูปแบบที่สะดวกต่อการใช้งาน สามารถนำไปใช้ทดแทนสารสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอางได้หลากหลาย ซึ่งจะเพิ่มความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรและลดปริมาณผลผลิตล้นตลาดในช่วงที่มีราคาตกต่ำ เพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร การใช้มะนาวผงและสีผงจากดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์อาหารนอกจากจะเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภคแล้ว คุณประโยชน์ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือในมะนาวผงและสีผงจากดอกอัญชันมีสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งไม่มีในสารสังเคราะห์ สารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้ผลิตภัณฑ์ส่งผลดีต่อผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคได้รับสารพิษจากสารสังเคราะห์ลดลง

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

การทดลองที่ 1 การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากมะนาวเชิงพาณิชย์

1. ติดต่อประสานงานกับกลุ่มเกษตรกร/กลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อเตรียมการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

ติดต่อประสานงานเพื่อเตรียมความพร้อมเบื้องต้นของกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกมะนาวหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือผู้ประกอบการที่สนใจ

2. ทดลองทำผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของมะนาวผง และวิเคราะห์คุณภาพ

2.1 เตรียมมะนาวผงและทดสอบคุณสมบัติของมะนาวผง

เตรียมมะนาวผง โดยดัดแปลงจากวิธีของวิไลศรี และคณะ (2562) โดยนำมะนาวพันธุ์แป้นล้างทำความสะอาด ผ่าแยกส่วนแกนและเม็ด จากนั้นบีบนำเฉพาะส่วนน้ำมาเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงแยกกาก เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำน้ำมะนาวที่ได้ผสมกับมอลโตเดกซ์ตริน (DE 10-12) ในอัตราส่วน 80:20 โดยน้ำหนัก กวนให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นชนิดมือจับ จากนั้นนำมาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย อุณหภูมิขาเข้า (Inlet temperature) 150±2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออก (Outlet temperature) 80±2 องศาเซลเซียส pump 7.75 mL/min air flow 3.9 m/s นำมะนาวผงทดสอบคุณสมบัติ ดังนี้

- ร้อยละของผลได้ (% yield)
- ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC 984.25 (2012)
- ปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ
- ค่าความเป็นกรดด่าง ตามวิธีของ Suravanichnirachorn *et al.* (2018)

นำตัวอย่างมะนาวผง 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 25 มิลลิลิตร จากนั้นวัดค่าความเป็นกรดด่างด้วยเครื่อง pH meter

- ปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids) ด้วยเครื่อง hand refractometer
- ค่าสี ระบบ CIE (L* a* b*) ด้วยเครื่องวัดสี
- ดัชนีการละลายน้ำ (water soluble index) ตามวิธีของ Jafari *et al.* (2017)

ตัวอย่างมะนาวผง 2.5 กรัม ละลายน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร vortex เป็นเวลา 1 นาที และบ่มที่อุณภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนไป centrifuge ที่ 3,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที นำเฉพาะส่วนใสอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักคงที่หลังอบ แล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีการละลายน้ำดังสมการ

กรมวิชาการเกษตร

$$WSI = \frac{Dried\ supernactant\ weight}{Initial\ weight} \times 100$$

- ปริมาณกรดทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC 942.15 (2012)

- ปริมาณวิตามินซี ด้วยวิธีการไทเทรตกับ 2,6-ไดคลอโรอินโดฟีนอล ตามวิธีของ AOAC 967.21 (2012) คำนวณเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (mg/ 100g DW)

- ปริมาณฟีนอลทั้งหมด สกัดตัวอย่างจากมะนาวผง ดัดแปลงจากวิธีของ Kim *et al.* (2016) และ Muthukumarasamy *et al.* (2018) โดยนำมะนาวผงสกัดด้วยเมทานอลความเข้มข้น 80% ในอัตราส่วน 1:10 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำส่วนใสมาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลทั้งหมดด้วยวิธี Folin-ciocalteu ตามวิธีของ Beato *et al.* (2010) คำนวณเป็นมิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (mgGAE/ 100g DW) โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 0-100 มิลลิกรัม/ลิตร

- ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ตามวิธีของ Saikia *et al.* (2014) คำนวณเป็นมิลลิกรัมของวิตามินซีต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (mgVCEAC/100g DW) โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานวิตามินซี (L-ascorbic acid) ที่ความเข้มข้น 0-100 มิลลิกรัม/ลิตร

- ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสด้วยวิธี Dopachrome โดยศูนย์วิจัยสุขภาพและความงาม มาโนเซ่ จำกัด คำนวณเป็นค่า IC_{50} เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดโคจิก (kojic acid)

- ฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสและการยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานินในเซลล์เพาะเลี้ยงเมลาโนมา (B16F10) โดยศูนย์วิจัยสุขภาพและความงาม มาโนเซ่ จำกัด

2.2 ทดลองการผลิตสบู่ก้อนผสมมะนาวผง

เตรียมสบู่ก้อนผสมมะนาวผง โดยนำเบสสบู่ใส 960 กรัม หลอมให้ละลายที่อุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส โดยการให้ความร้อนผ่านน้ำ ทิ้งให้อุณภูมิลดลงที่อุณหภูมิห้อง เมื่ออุณหภูมิเหลือประมาณ 60-65 องศาเซลเซียส เติมมะนาวผง 15 กรัม ที่ละลายในน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วเติมสารกันเสีย Microcare PHC 6 กรัม น้ำมันหอมระเหยผสมมะนาวเขียวและโรสแมรี่ในอัตราส่วน 3:2 ปริมาณ 5 กรัม คนให้ส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำมาเทลงแม่พิมพ์ซิลิโคน โดยคอยฉีดเอทานอลเพื่อไล่ฟอง ทิ้งให้แข็งตัวที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาห่อด้วยฟิล์มยืด จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

- ค่าสี ในระบบ CIE Lab (L*a*b*)

- ความเป็นกรด-ด่าง ตามวิธีของ Setiadi and Anindia (2018)

สบู่ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำไปวัดความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่อง pH meter

- ความคงตัวของฟอง (foam stability) ตามวิธีของ Setiadi and Anindia (2018)

สบู่ 1 กรัม ละลายในน้ำ 5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมลงในกระบอกตัว 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่า (vortex) เป็นเวลา 1 นาที วัดความสูงของฟอง ณ เวลาที่ 30 วินาที และ 5 นาที นำมาคำนวณร้อยละความคงตัวดังสมการ

$$foam\ stability\ (\%) = \frac{foam\ height\ (mm)_{5\ min}}{foam\ height\ (mm)_{30s}} \times 100$$

- ปริมาณจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (total yeast and mold count) ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา (*Pseudomonas aeruginosa*) สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) แคนดิดา อัลบิแคนส์ (*Candida albicans*) และคลอสตริเดียม (*Clostridium* spp.)

กรมวิทยาศาสตร์

- การระคายเคืองต่อผิวหนังด้วยวิธี single patch test ทำการทดสอบในกลุ่มอาสาสมัครผิวปกติ (non-sensitive skin) จำนวน 22 คน โดยนำแผ่นทดสอบที่มีตัวอย่างสบู่ความเข้มข้น 0.2% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แปะบริเวณแผ่นหลังของอาสาสมัครเป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากแกะแผ่นทดสอบออก อ่านผลที่เวลา 30 นาที และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำการทดสอบโดยบริษัทเดิร์มสแกน เอเชีย จำกัด

- การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ด้วยวิธี 7-point hedonic scale จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

2.3 ทดลองการผลิตโลชันบำรุงผิวผสมมะนาวผง

ชั่งส่วนผสมโลชันโดยแบ่งออกส่วนผสมออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

<u>เฟส A</u>

น้ำกลั่น	71.4 %
กลีเซอรีน	4.0 %
แซนแทนกัม	0.4 %
EDTA2Na	0.2 %

<u>เฟส B</u>

น้ำมันรำข้าว	4.0 %
สเตียเรท-21	3.5 %
อัลคิลเบนโซเอต (C12-15)	3.0 %
ไอโซพรอพิลไมริสเตท	3.0 %
กลีเซอริลมอนอสเตียเรท	2.0 %
เพนตะอิริทริทิล ไดสเตียเรท	1.0 %
เซเทอริล แอลกอฮอล์	0.5 %

<u>เฟส C</u>

น้ำกลั่น	3.0 %
มะนาวผง	1.5 %
พรอพิลีนไกลคอล	1.0 %
สารกันเสีย (ไมโครแคร์ พีเอชซี)	0.8 %
ไตรเอทิลามีน	0.5 %
น้ำมันหอมระเหย	0.2 %

เตรียมส่วนผสมแต่ละเฟสแยกกัน ดังนี้

<u>ส่วนผสมเฟส A</u> เตรียมโดยผสมแซนแทนกัม และ EDTA2Na ลงในกลีเซอรีน คนให้ส่วนผสมกระจายตัว จากนั้นผสมน้ำกลั่นลงไป นำไปให้ความร้อนพร้อมคนจนส่วนผสมทั้งหมดละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

<u>ส่วนผสมเฟส B</u> เตรียมโดยนำส่วนผสมทั้งหมดผสมเข้าด้วยกันแล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจนส่วนผสมทั้งหมดหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

<u>ส่วนผสมเฟส C</u> เตรียมโดย นำมะนาวผงผสมในน้ำกลั่น คนจนมะนาวผงละลาย จากนั้นเติมไตรเอทาโนลามีนลงไป คนจนสารละลายทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับส่วนน้ำหอม เตรียมโดยนำน้ำมันหอมระเหยผสมกับพรอพิลีนไกลคอลคนให้เข้ากัน จากนั้นเก็บในภาชนะแก้วปิดสนิทจนกว่านำมาใช้งาน

การเตรียมโลชันผสมมะนาวผง ทำโดยนำส่วนผสมเฟส A และ เฟส B มาให้ความร้อนจนส่วนผสมเฟส A มีอุณหภูมิประมาณ 75 องศาเซลเซียส และส่วนผสมเฟส B มีอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นผสมส่วนผสมทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน โดยนำส่วนผสมเฟส B ค่อย ๆ เทลงในส่วนผสมเฟส A พร้อมปั่นด้วยเครื่องปั่น

กรมวิชาการเกษตร

ชนิดมือจับ จนส่วนผสมทั้ง 2 ส่วนกลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นทิ้งให้ส่วนผสมทั้งหมดอุณหภูมิลดลงที่อุณหภูมิห้อง จนส่วนผสมมีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นำส่วนผสมเฟส C ได้แก่ ส่วนมะนาวผง ส่วนน้ำมันหอมระเหย และสารกันเสีย (Microcare PHC) ผสมลงไป คนให้เข้ากัน ทิ้งให้เซ็ตตัวประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นบรรจุในภาชนะบรรจุ และนำไปวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

- ความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH-meter
- ค่าสี ในระบบ CIE Lab (L*a*b*)
- ความคงสภาพ ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เอส ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว (มอก. เอส 15-2561) โดยนำตัวอย่างโลชันที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ เก็บที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 45±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำซ้ำจนกว่าจะครบ 4 รอบ นำตัวอย่างทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ค่าสี และ pH เปรียบเทียบกับคุณภาพเดิมของผลิตภัณฑ์
- ปริมาณจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (total yeast and mold count) ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา (*Pseudomonas aeruginosa*) สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus*) แคนดิดา อัลบิแคนส์ (*Candida albicans*) และคลอสตริเดียม (*Clostridium* spp.)
- การระคายเคืองต่อผิวหนังด้วยวิธี single patch test ทำการทดสอบในกลุ่มอาสาสมัครผิวปกติจำนวน 22 คน โดยนำแผ่นทดสอบที่มีตัวอย่างโลชันแปะลงบริเวณแผ่นหลังของอาสาสมัครเป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากแกะแผ่นทดสอบออก อ่านผลที่เวลา 30 นาที และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำการทดสอบโดยบริษัท เดิร์มสแกน เอเชีย จำกัด
- การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ด้วยวิธี 7-point hedonic scale จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

3. ถ่ายทอดเทคโนโลยี

3.1 บรรยายถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคคลทั่วไป

3.2 ถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยจัดเตรียมสื่อวิดีโอแสดงกระบวนการผลิต ข้อมูลวิธีการผลิต และส่วนผสมสำหรับผลิต ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนผสมมะนาวผง และโลชันผสมมะนาวผง ไปให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง ต. บ้านแหลม อ. บ้านแหลม จ. เพชรบุรี เพื่อทดลองผลิตจริง และนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทดลองผลิตมาวิเคราะห์คุณภาพ ดังต่อไปนี้

- สบู่ก้อนผสมมะนาวผง : pH ความคงตัวของฟอง และค่าสี
- โลชันผสมมะนาวผง : pH ค่าสี ความคงสภาพ

4. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์หลังการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่รับการถ่ายทอด

ทำแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 7-point hedonic scale ผู้ทดสอบเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง จำนวน 10 คน

5. วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

คำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนและโลชันผสมมะนาวผงในระดับห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 2 การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสีดอกอัญชันเชิงพาณิชย์

1. การผลิตสีผงจากดอกอัญชัน

ทำการสกัดสารสีจากดอกอัญชันแห้งด้วยสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.15 M สกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที อัตราส่วนดอกอัญชันแห้ง:ตัวทำละลาย 1:50 (w/v) นำสารสกัดที่ได้ระเหยน้ำออกเพื่อให้สาร

กรมวิชาการเกษตร

สกัดมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8 °Brix จากนั้นผสมมอลโตเด็กซ์ทริน 20% โดยน้ำหนัก นำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมร้อนเข้า 160 องศาเซลเซียส

2. ศึกษาการประยุกต์ใช้สีผงจากดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชัน

2.1 ศึกษาการประยุกต์ใช้สีผงจากดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม โดยแปรระดับปริมาณสีผงจากดอกอัญชัน 6 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 6 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ปริมาณสีผง 0.5%
กรรมวิธีที่ 2 ปริมาณสีผง 1.0%
กรรมวิธีที่ 3 ปริมาณสีผง 1.5%
กรรมวิธีที่ 4 ปริมาณสีผง 2.0%
กรรมวิธีที่ 5 ปริมาณสีผง 2.5%
กรรมวิธีที่ 6 ปริมาณสีผง 3.0%

มีขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ดังนี้ ผสมน้ำตาลและสีผงให้เข้ากัน ตั้งน้ำโดยใช้ไฟปานกลาง เมื่อน้ำอุ่นใส่ส่วนผสมลงไป คนให้ละลาย ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที บรรจุขวดขณะร้อน ทำการหล่อเย็นด้วยน้ำสะอาด ตรวจคุณภาพ ได้แก่

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ วัดด้วยเครื่อง hand refractometer
- ค่าสี วัดด้วยระบบ CIE L*a*b* ด้วยเครื่องเครื่องวัดสี (Minolta CR 400)
- ค่า pH วัดด้วย pH-meter
- ปริมาณแอนโทไซยานิน ด้วยวิธี pH-differential (Giusti and Wrolstad, 2005)
- สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี total phenols assay (Kim *et al*, 2003)
- ความสามารถต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (Kim *et al*, 2002)
- ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี hedonic scale (7 point) กำหนดคะแนน 1= ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉยๆ 5 = ชอบเล็กน้อย 6 = ชอบปานกลาง และ 7 = ชอบมาก โดยใช้จำนวนผู้ทดสอบ 20 คน เพื่อคัดเลือกสูตรน้ำอัญชันพร้อมดื่มที่เหมาะสม

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 8 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 อายุการเก็บรักษา 0 วัน
กรรมวิธีที่ 2 อายุการเก็บรักษา 2 วัน
กรรมวิธีที่ 3 อายุการเก็บรักษา 4 วัน
กรรมวิธีที่ 4 อายุการเก็บรักษา 6 วัน
กรรมวิธีที่ 5 อายุการเก็บรักษา 8 วัน
กรรมวิธีที่ 6 อายุการเก็บรักษา 10 วัน
กรรมวิธีที่ 7 อายุการเก็บรักษา 12 วัน
กรรมวิธีที่ 8 อายุการเก็บรักษา 14 วัน

ทำการผลิตน้ำอัญชันพร้อมดื่มตามสูตรที่เหมาะสม เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน สุ่มตัวอย่างทุก 2 วัน เพื่อตรวจคุณภาพ ได้แก่

- ค่าสี
- ค่า pH
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ

กรมวิชาการเกษตร

- ปริมาณแอนโทไซยานิน
- สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด
- ความสามารถต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH
- คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ Total Plate count, *Bacillus cereus, Clostridium perfringens,* Coliforms, *Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, Salmonella* spp. และ Yeasts and Molds ทำการทดสอบโดยบริษัทศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด

2.2 ศึกษาการประยุกต์ใช้สีผงจากดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่ ตามสูตรของจารุวรรณ์ และคณะ (2563) โดยมีส่วนผสมประกอบด้วย น้ำ 70.6% น้ำตาล 25.0% คาราจีแนน 1.9% และสีผง 2.5% โดยน้ำหนัก ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ดังนี้ ผสมน้ำตาล สีผง และคาราจีแนน ให้เข้ากันเพื่อป้องกันการจับตัเป็นก้อน ตั้งน้ำโดยใช้ไฟปานกลาง พอน้ำอุ่นให้ใส่ส่วนผสมลงไป คนตลอดเวลา โดยใช้ไฟปานกลางฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที เทใส่ภาชนะ

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เยลลี่ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 8 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 อายุการเก็บรักษา 0 วัน
กรรมวิธีที่ 2 อายุการเก็บรักษา 2 วัน
กรรมวิธีที่ 3 อายุการเก็บรักษา 4 วัน
กรรมวิธีที่ 4 อายุการเก็บรักษา 6 วัน
กรรมวิธีที่ 5 อายุการเก็บรักษา 8 วัน
กรรมวิธีที่ 6 อายุการเก็บรักษา 10 วัน
กรรมวิธีที่ 7 อายุการเก็บรักษา 12 วัน
กรรมวิธีที่ 8 อายุการเก็บรักษา 14 วัน

ทำการผลิตเยลลี่อัญชัน เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 14 วัน สุ่มตัวอย่างทุก 2 วัน เพื่อตรวจคุณภาพ ได้แก่

- ค่าสี
- ค่า pH
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ
- ปริมาณแอนโทไซยานิน
- สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด
- ความสามารถต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH
- คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ Total Plate count, *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* และ Yeasts and Molds ทำการทดสอบโดยบริษัทศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด

2.3 คำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชันในระดับห้องปฏิบัติการ

3. ทำการขยายผลผลิตภัณฑ์จากสีดอกอัญชันเชิงพาณิชย์

3.1 ถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคคลทั่วไปในรูปแบบการบรรยายผ่านสื่อออนไลน์ ในหัวข้อ การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากสีดอกอัญชัน

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง จ. เพชรบุรี โดยจัดทำคลิปวิดีโอขั้นตอนการผลิตรวมทั้งข้อมูลส่วนผสมของผลิตภัณฑ์และจัดเตรียมชุดทดลองผลิต จัดส่งไปให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อทดลองผลิตจริง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and Discussion)

การทดลองที่ 1 การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากมะนาวเชิงพาณิชย์

1. การติดต่อประสานงานกับกลุ่มเกษตรกร/กลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อเตรียมการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

ติดต่อประสานงานกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง ต. บ้านแหลม อ. บ้านแหลม จ.เพชรบุรี เป็นผู้มีความสนใจเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากมะนาวผง

2. การทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของมะนาวผง และวิเคราะห์คุณภาพ

2.1 การเตรียมมะนาวผงและทดสอบคุณภาพ

การผลิตมะนาวผงด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอยจากน้ำมะนาวพันธุ์แป้นมีผลผลิต 13.27% ลักษณะปรากฏเป็นผงแห้ง สีขาวครีม มีสมบัติทางกายภาพดัง นี้ ค่าสี L* 50.3 a* -0.2 และ b* 4.6 ความชื้น 2.5% ปริมาณน้ำอิสระ 0.15 และ pH 2.50 (Table 1)

Figure 1 Appearance of lime powder

Table 1 Physical properties of lime powder

Properties	Results	
Yield	13.27 ±0.14	%
Moisture	2.97 ±0.40	%
aw	0.15 ±0.02	
pH	2.50 ±0.01	
Total soluble solids	16.52 ±0.27	°Brix
Water-soluble index	89.95 ±0.56	
Color		
L*	50.3 ±0.3	
a*	-0.2 ±0.1	
b*	4.6 ±0.4	

กรมวิชาการเกษตร

สำหรับสารสำคัญและสมบัติทางเคมีของมะนาวผง จากการศึกษาพบว่ามะนาวผงมีองค์ประกอบของกรดทั้งหมด 20.32% ของมะนาวผง มีปริมาณวิตามินซีทั้งหมด 19.25 mg/100gDW และมีปริมาณฟีนอลทั้งหมด 82.26 mg GAE/100gDW ดังแสดงใน ตารางที่ 1.2 สำหรับสมบัติของมะนาวผง จากการศึกษาพบว่ามะนาวผงมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 31.74 mgVCEAC/ 100gDW และมีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญในกลไกการสร้างเม็ดสีเมลานินของผิวหนัง (ประไพพิศ, 2561) โดยมีค่าความเข้มข้นที่ทำให้การทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสลดลง 50% (IC_{50}) เท่ากับ 3.52 มิลลิกรัม/กรัม คิดเป็น 0.037 เท่าของค่า IC_{50} ของกรดโคจิก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัม/กรัม สอดคล้องกับผลการทดสอบฤทธิ์ของมะนาวผงต่อเซลล์ผิวหนังเพาะเลี้ยงเมลาโนมา (B16F10) ซึ่งพบว่ามะนาวผงที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสในเซลล์เพาะเลี้ยงได้ 32.91% และการยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานินในเซลล์เพาะเลี้ยงได้ 45.45% น้อยกว่าสารมาตรฐานกรดโคจิกซึ่งสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสและการสร้างเม็ดสีเมลานินในเซลล์เพาะเลี้ยงเมลาโนมาเท่ากับ 82.30% และ 76.91% ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Table 2) โดยสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของมะนาวผงและสมบัติในการยับยั้งเม็ดสีเมลานินนั้น น่าจะเป็นผลมาจากองค์ประกอบของวิตามินซีและสารประกอบฟีนอลของมะนาวผง ซึ่งสารทั้งสองกลุ่มนี้ มีฤทธิ์ในการดักจับอนุมูลอิสระ อีกทั้งยังมีฤทธิ์ในการดักจับโลหะทำให้สามารถจับกับหมู่คอปเปอร์ภายในเอนไซม์ไทโรซิเนสทำให้เอนไซม์เกิดความเสถียร เร่งปฏิกิริยาในกระบวนการสร้างเม็ดสีเมลานินไม่ได้ (ประไพพิศ, 2561) นอกจากนี้มะนาวผงยังมีองค์ประกอบของกรดซิตริกซึ่งเป็นกรดในกลุ่มของแอลฟาไฮดรอกซีซึ่งมีฤทธิ์ในการเร่งผลัดเซลล์ผิวหนัง ส่งผลให้ สิวมีแนวโน้มลดลง รอยดำและสีผิวส่วนที่เข้มจากเม็ดสีเมลานินจางลง อีกทั้งยังมีส่วนช่วยกระตุ้นให้เกิดการสร้างเซลล์ผิวใหม่อีกด้วย (Babilas *et al*., 2012) มะนาวผงจึงมีความน่าสนใจสำหรับนำมาใช้เป็นสารออกฤทธิ์ในเครื่องสำอางกลุ่มช่วยปรับปรุงสีผิว

Table 2 Phytochemical and chemical properties of lime powder

Properties	Results	
Total acid	20.32 ±163	%
Total vitamin C	19.25 ±2.05	mg/100 g DW
Total phenol compound	82.26 ±4.19	mgGAE/ 100 g DW
Antiradical scavenging DPPH	31.74 ±3.18	mgVCEAC/ 100 g DW
Antityrosinase activity	3.52 ±0.02	mg/mL
	(IC_{50} of kojic acid =0.02	mg/mL)
Biological actitvies on B16F10 melanoma cells		
- Tyrosinase inhibition	32.91 ±7.59	% at 1 mg/mL
	(Kojic acid =82.30 ±8.52	% at 1 mg/mL)
- Melanosis inhibition	45.45 ±5.78	% at 1 mg/mL
	(Kojic acid =77.91±0.05	% at 1 mg/mL)

2.2 การทดลองผลิตสบู่ก้อนผสมมะนาวผง

สบู่ก้อนผสมมะนาวผงปริมาณ 1.4% ซึ่งคิดเป็น 4 เท่าของค่า IC_{50} ของการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของมะนาวผง โดยสบู่ก้อนผสมมะนาวผงที่ได้มีลักษณะก้อนใส สีเหลืองอ่อน (Figure 2)

กรมวิชาการเกษตร

Figure 2 Soap bars containing lime powder

สบู่ก้อนที่ได้มีค่าสี L* 41.88 a* -1.11 b* 9.54 ความคงตัวของฟองในเวลา 5 นาที เท่ากับ 97.11% และมีค่า pH 9.21 อยู่ในช่วง pH 8-10 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับสบู่ (พิมพร, 2544) สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ของสบู่ก้อนผสมมะนาวผง พบว่ามีปริมาณอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส สบู่ก้อนผสมสมุนไพร คือ ปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์ และราทั้งหมด ไม่เกิน 10^3 CFU ต่อกรัม (ค่าทดสอบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 CFU ต่อกรัม และปริมาณยีสต์และราทั้งหมด น้อยกว่า 10 CFU ต่อกรัม) และไม่พบเชื้อ *ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส แคนดิดา อัลบิแคนส์* และคลอสตริเดียม (มอก. เอส 13-2561) (Table 3) และจากการทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัครกลุ่มผิวปกติ จำนวน 22 คน ด้วยวิธี single patch test พบว่าไม่เกิดการระคายเคืองในกลุ่มอาสาสมัคร

Table 3 Properties of soap bar with lime powder

Properties	Results	Limitation following TISI-S 13-2561
pH	9.21 ± 0.02	-
Foam ability	97.11 ± 2.46 %	-
Color		
L*	41.88 ± 1.37	-
a*	-1.11 ± 0.07	-
b*	9.54 ± 0.64	-
Microbiology		
Total plate count	<10	< 10^3 CFU/g
Yeast and mold count	<10	
Pseudomonas aeruginosa	ND	ND
Candida albicans	ND	ND
Staphylococcus aureus	ND	ND
Clostridium spp.	ND	ND

สำหรับการยอมรับของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนผสมมะนาวผง พบว่ากลุ่มผู้ทดสอบจำนวน 30 คน มีความชอบเล็กน้อยต่อกลิ่น สี ปริมาณฟอง และความชุ่มชื้นต่อผิว โดยมีคะแนนเฉลี่ย 5.33 5.80 5.63 และ 5.77 คะแนน ตามลำดับ ขณะที่มีความชอบปานกลางต่อความรู้สึกสะอาด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.03 คะแนน (Table 4)

กรมวิชาการเกษตร

Table 4 Acceptance scores of soap bar with lime powder by 7-point hedonic scaling (n=30)

Characteristic	Scores
Color	5.80 ±1.00
Scent	5.33 ±1.12
Foam	5.63 ±0.93
Clean feeling after use	6.03 ±0.85
Moisturizing after use	5.77 ±0.97

2.3 การทดลองผลิตโลชันผสมมะนาวผง

โลชันผสมมะนาวผงปริมาณ 1.5% ซึ่งคิดเป็น 4 เท่าของค่า IC_{50} ของการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของมะนาวผง โดยโลชันผสมมะนาวผงที่ได้มีลักษณะเป็นอิมัลชันสีขาวครีม (Figure 3) โดยโลชันผสมมะนาวผงมีค่าสี L* 44.43 a* -0.58 b* 1.47 มีคุณภาพเป็นไปตามที่มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพรกำหนด คือ มีค่า pH เฉลี่ยที่ 5.22 อยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด คือ 3.5-7.5 และมีความคงสภาพไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อทดสอบที่สภาวะอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สลับกับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 รอบ รวมถึงมีปริมาณจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ ปริมาณแบคทีเรีย ยีสต์ และราทั้งหมด ไม่เกิน 10^3 CFU ต่อกรัม (ค่าทดสอบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 CFU ต่อกรัม และปริมาณยีสต์และราทั้งหมด น้อยกว่า 10 CFU ต่อกรัม) และไม่พบเชื้อ ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส แคนดิดา อัลบิแคนส์ และคลอสตริเดียม (มอก. เอส 15-2561) (Table 5) และจากการทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัครกลุ่มผิวปกติ จำนวน 22 คน ด้วยวิธี single patch test พบว่าไม่เกิดการระคายเคืองในกลุ่มอาสาสมัคร

Figure 3 Body lotion containing lime powder

Table 5 Properties of body lotion with lime powder

Properties	Results	Limitation following TISI-S 15-2561
pH	5.22 ±0.03	5.0-8.0
Color		
L*	44.43 ±0.09	-
a*	-0.58 ±0.03	-
b*	1.47 ±0.04	-
Freeze and Thraw (4 cycles)	homogeneous	homogeneous

กรมวิชาการเกษตร

Properties	Results	Limitation following TISI-S 15-2561
Microbiology		
Total plate count	<10 CFU/g	< 10^3 CFU/g
Yeast and mold count	<10 CFU/g	
Pseudomonas aeruginosa	Not Detected	Not Detected
Candida albicans	Not Detected	Not Detected
Staphylococcus aureus	Not Detected	Not Detected
Clostridium spp.	Not Detected	Not Detected

สำหรับการยอมรับของผลิตภัณฑ์โลชันผสมมะนาวผง พบว่ากลุ่มผู้ทดสอบจำนวน 30 คน มีความชอบเล็กน้อยต่อความหนืด ความเหนอะหนะ กลิ่นหลังทา การซึมสู่ผิว และความชุ่มชื้นหลังทา โดยมีคะแนนเฉลี่ย 5.13 5.04 5.42 5.83 และ 5.79 คะแนน ตามลำดับ ขณะที่มีความชอบปานกลางต่อสีของโลชัน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.29 คะแนน (Table 6)

Table 6 Acceptance scores of body lotion with lime powder by 7-point hedonic scaling (n=30)

Characteristic	Scores
Color	6.29 ±0.69
Consistency	5.13 ±0.97
Absorption into skin	5.83 ±1.07
Stickiness	5.04±1.40
Skin scent after use	5.42 ±1.27
Moisturizing after use	5.79 ±0.74

3. การถ่ายทอดเทคโนโลยี

การถ่ายทอดเทคโนโลยี แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคคลทั่วไป และการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน สำหรับการถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคคลทั่วไป ได้มีการบรรยายผ่านทาง Facebook live ในวันที่ 7 กันยายน 2564 ในหัวข้อเรื่อง การประยุกต์ใช้มะนาวผงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง มีผู้เข้าร่วมฟังจำนวน 20 คน และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจกลับมาจำนวน 16 คน คิดเป็น 80% ของผู้เข้าฟังบรรยายทั้งหมด จากแบบสอบถามพบว่าผู้เข้าร่วมฟังบรรยาย 93.75% พอใจมาก และ 6.25% พอใจต่อการบรรยายในครั้งนี้

สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ได้จัดส่งชุดทดลองผลิตสบู่ก้อนผสมมะนาวผงและโลชันผสมมะนาวผง พร้อมคลิปวีดิโอขั้นตอนการผลิต ไปให้ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง ต. บ้านแหลม อ. บ้านแหลม จ. เพชรบุรี ทดลองผลิตจริง โดยโลชันผสมมะนาวผงได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีในการผสมเฟส A (ส่วนน้ำ) และเฟส B (ส่วนน้ำมัน) เข้าด้วยกัน จากเดิมใช้เครื่องปั่นชนิดมือจับตีผสม 2 นาที เป็นการใช้ไม้พายกวนผสมเป็นเวลา 20 นาทีแทน ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง สามารถผลิตสบู่ก้อนผสมมะนาวผงและโลชันผสมมะนาวผงได้ (Figure 4)

กรมวิชาการเกษตร

(A)

(B)

Figure 4 Production of soap bars (A) and body lotion (B) with lime powder by Baan Khanompung Khing community enterprise group

โดยสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่เข้าร่วมเรียนรู้เทคโนโลยีครั้งนี้มีจำนวน 10 คน มีความพึงพอใจมาก 70% และมีความพึงพอใจ 30% สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทางกลุ่มวิสาหกิจผลิตได้ มีสมบัติแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบเล็กน้อย (Table 7-8) ในส่วนของโลชันพบว่าไม่เกิดการแยกชั้น เมื่อทดสอบความคงสภาพที่สภาวะอุณหภูมิต่ำสลับสูงเป็นเวลา 4 รอบ ตามเกณฑ์ที่ มอก. เอส 15-2561 กำหนด

Table 7 Properties of soap bar with lime powder produced by Baan Khanompung Khing community enterprise group

Properties	Results
pH	9.37 ± 0.03
Foam ability	99.09 ±1.29
Color	
L*	37.60 ±0.46
a*	0.10±0.1
b*	9.03 ±0.40

กรมวิชาการเกษตร

Table 8 Properties of body lotion with lime powder produced by Baan Khanompung Khing community enterprise group

Properties	Results
pH	4.87 ±0.06
Color	
L*	42.20 ±0.06
a*	-0.60 ±0.10
b*	1.50 ±0.26
Freeze and Thraw (4 cycles)	homogeneous

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์หลังการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่รับการถ่ายทอด

ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนผสมมะนาวผงและโลชันผสมมะนาวผง พบว่าสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิงมีความชอบปานกลางต่อสี กลิ่น ปริมาณฟอง ความรู้สึกสะอาด และความชุ่มชื้นต่อผิวของสบู่ผสมมะนาวผง โดยให้คะแนน 6.20 6.40 6.30 6.40 และ 6.40 คะแนน ตามลำดับ สำหรับโลชันผสมมะนาวผง (Table 9) สมาชิกของกลุ่มมีความรู้สึกชอบเล็กน้อยต่อสี ความหนืด และการซึมสู่ผิว โดยให้คะแนน 5.70 5.10 และ 5.20 คะแนน ตามลำดับ และมีความรู้สึกชอบปานกลางต่อกลิ่นหลังทา และความชุ่มชื้นหลังทา โดยให้คะแนน 6.10 และ 6.00 ขณะที่มีความรู้สึกเฉยๆ ต่อความเหนอะหนะของเนื้อโลชัน โดยให้คะแนน 4.90 คะแนน (Table 10)

Table 9 Acceptance scores of soap bar with lime powder after production by Baan Khanompung Khing community enterprise group (7-point hedonic scaling, n=10)

Characteristic	Scores
Color	6.20 ±1.42
Scent	6.40 ±1.32
Foam	6.30 ±1.40
Clean feeling after use	6.40 ±1.33
Moisturizing after use	6.40 ±1.38

Table 10 Acceptance scores of body lotion with lime powder after production by Baan Khanompung Khing community enterprise group (7-point hedonic scaling, n=10)

Characteristic	Scores
Color	5.70 ±1.52
Consistency	5.10 ±1.35
Absorption into skin	5.20 ±1.52
Stickiness	4.90 ±1.56
Skin scent after use	6.10 ±1.52
Moisturizing after use	6.00 ±1.34

กรมวิชาการเกษตร

5. ต้นทุนการผลิต

มะนาวผง มีต้นทุนวัตถุดิบ 680.77 บาทต่อกิโลกรัม โดยคิดจากมะนาวพันธุ์แป้นราคากิโลกรัมละ 25 บาท (เมื่อนำมาคั้นน้ำจะได้น้ำมะนาวประมาณ 270 กรัม) และมอลโตเดกซ์ตริน ราคากิโลกรัมละ 70 บาท เมื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางผสมมะนาวผงจะมีต้นทุนวัตถุดิบที่ไม่รวมต้นทุนบรรจุภัณฑ์และพลังงานการผลิตดังนี้

5.1 สบู่ก้อนผสมมะนาวผง มีต้นทุนการผลิตก้อนละ 7.78 บาท ต่อสบู่ขนาด 50 กรัม โดยคำนวณจากต้นทุนวัตถุดิบสำหรับผลิตสบู่ 18 ก้อน ดังนี้

เบสสบู่สำเร็จรูป	ราคา	125	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	960	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	120	บาท
น้ำกลั่น	ราคา	18	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	15	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	0.27	บาท
มะนาวผง	ราคา	680.77	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	14	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	6.15	บาท
ไมโครแคร์ พีเอชซี	ราคา	1025	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	6	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	9.53	บาท
น้ำมันหอมระเหย	ราคา	800	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	5	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	4.00	บาท

5.2 โลชันผสมมะนาวผง มีต้นทุนการผลิต 87 บาท ต่อกิโลกรัม สามารถบรรจุขวด 120 มิลลิลิตร ได้ 8 ขวด หรือบรรจุขวด 250 มิลลิลิตร ได้ 4 ขวด โดยคำนวณจากต้นทุนวัตถุดิบ ดังนี้

น้ำกลั่น	ราคา	18	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	714	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	12.65	บาท
กลีเซอรีน	ราคา	74	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	40	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	2.92	บาท
แซนแทนกัม	ราคา	156	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	40	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	0.62	บาท
EDTA2Na	ราคา	340	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	2	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	0.67	บาท
น้ำมันรำข้าว	ราคา	68	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	40	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	2.7	บาท
สเตียเรท-21	ราคา	350	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	35	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	12.01	บาท
อัลคิลเบนโซเอต (C12-15)	ราคา	370	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	30	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	11.07	บาท
ไอโซพรอพิลไมริสเตท	ราคา	270	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	30	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	8.10	บาท
กลีเซอริลมอนอสเตียเรท	ราคา	140	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	20	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	2.76	บาท
เพนตะอิริทริทิล ไดสเตียเรท	ราคา	990	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	10	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	9.90	บาท
เซเทอริล แอลกอฮอล์	ราคา	105	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	5	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	0.52	บาท
มะนาวผง	ราคา	680.77	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	15	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	10.21	บาท
พรอพิลีนไกลคอล	ราคา	140	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	10	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	1.39	บาท
ไมโครแคร์ พีเอชซี	ราคา	1025	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	8	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	8.19	บาท
ไตรเอทิลามีน	ราคา	100	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	5	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	0.50	บาท
น้ำมันหอมระเหย	ราคา	800	บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	2	ก.	ต้นทุนวัตถุดิบ	1.60	บาท

การทดลองที่ 2 การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสีดอกอัญชันเชิงพาณิชย์

1. การผลิตสีผงจากดอกอัญชัน

สีผงจากดอกอัญชันที่ผลิตได้มีคุณภาพดังนี้ ความชื้น 4.31% ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.22 ค่า pH 2.26 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 10.3 องศาบริกซ์ ค่าการละลาย 98.71 % ค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 57.36, 16.02 และ -2.69 ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานิน 40.20 mg cyanidin-3-glucoside/100g สีผงที่ได้มีลักษณะเป็นผงสีชมพูมีรสเปรี้ยว (Figure 5)

กรมวิชาการเกษตร

2. การประยุกต์ใช้สีผงจากดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชัน

2.1 การประยุกต์ใช้สีผงจากดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม

ผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มที่ได้มีสีม่วง (Figure 6) จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ (Table 11) พบว่า การใส่สีผงปริมาณมากขึ้นมีผลทำให้น้ำอัญชันพร้อมดื่มมีสีเข้มขึ้นสังเกตได้จากค่า C* (ความสด) มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าสี L* (ความสว่าง) มีค่าลดลง ในขณะที่การใส่สีผงปริมาณมากขึ้น มีผลทำให้ pH มีค่าลดลงเนื่องจากในสีผงมีกรดซิตริกเป็นส่วนประกอบเพราะสกัดด้วยสารละลายกรดซิตริก สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำอัญชันพร้อมดื่มมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 24.03 ถึง 25.40 นอกจากนี้การใส่สีผงปริมาณมากขึ้นยังมีผลให้น้ำอัญชันพร้อมดื่มมีปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้น โดยน้ำอัญชันพร้อมดื่มที่ใส่สีผง 3.0% มีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดแต่ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับน้ำอัญชันพร้อมดื่มที่ใส่สีผง 2.5 และ 2.0% นอกจากนี้น้ำอัญชันพร้อมดื่มที่ใส่สีผง 3.0% มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ มากที่สุด ($p\leq0.05$)

Figure 5 Appearance of butterfly pea powder

Figure 6 Appearance of the ready to drink juice with butterfly pea powder 0.0-3.0%

Table 11 Quality of ready to drink juice product in different butterfly pea powder (0.5-3.0%)

Qualities	Butterfly pea powder (%)					
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
total soluble solid (°Brix)	24.03	24.10	24.73	24.50	25.40	25.20
pH	3.19	2.95	2.90	2.83	2.77	2.75
color value L*	28.32	27.31	26.59	25.81	25.49	25.18
a*	5.15	6.15	6.66	6.77	6.76	6.84
b*	-4.94	-5.04	-5.04	-5.03	-4.99	-5.04
C*	7.13	7.95	8.35	8.43	8.40	8.50
h*	316.18	320.69	322.86	323.42	323.59	323.58
anthocyanin content (mg cyanidin-3-glucoside/100 g)	0.07 c	0.22 bc	0.31 b	0.56 a	0.54 a	0.66 a
total phenolic compound (mg GAE/100 g)	3.59 f	6.40 e	9.09 d	11.14 c	13.94 b	16.41 a
antioxidant capacity by DPPH (mg VCEAC/100 g)	1.97 f	3.15 e	4.16 d	4.98 c	5.84 b	6.16 a

In a row, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level

การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม (Table 12) พบว่าน้ำอัญชันพร้อมดื่มที่ใส่สีผง 2.5 และ 3.0% มีคะแนนความชอบในทุกด้านไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวม พบว่า น้ำอัญชันพร้อมดื่มที่ใส่สีผง 2.5% มีคะแนนมากกว่าน้ำอัญชันพร้อมดื่มที่ใส่

กรมวิชาการเกษตร

สีผง 3.0% และผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะว่าการใส่สีผง 3.0% มีรสชาติเปรี้ยวมากเกินไป ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ใส่สีผง 2.5% เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม

Table 12 Sensory evaluation of ready to drink juice with butterfly pea powder 0.0-3.0%

Butterfly pea powder (%)	Sensory evaluation				
	appearance	color	flavor	taste	overall
0.5	3.15 d	2.90 d	4.05 c	3.50 c	3.35 e
1.0	4.10 c	3.95 c	4.10 c	4.05 c	4.00 d
1.5	5.00 b	5.00 b	4.45 bc	4.80 b	4.55 cd
2.0	5.40 b	5.70 a	4.65 b	5.10 b	5.15 bc
2.5	6.05 a	6.10 a	5.20 a	5.70 a	5.85 a
3.0	6.00 a	6.15 a	5.35 a	5.25 ab	5.30 ab

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม (สีผง 2.5%) พบว่าน้ำอัญชันพร้อมดื่มมีการเปลี่ยนแปลงด้านสี (Figure 7) เมื่อพิจารณาจากค่าความแตกต่างของสีโดยรวมระหว่างตัวอย่างกับตัวอย่างมาตรฐาน (ΔE) ถ้า ΔE มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 2.3 ถือว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกับตัวอย่างมาตรฐาน (Sharma, 2003) ที่อายุการเก็บรักษา 2-10 วัน มีค่า ΔE น้อยกว่า 2.3 แสดงว่าสีของน้ำอัญชันพร้อมดื่มที่อายุการเก็บรักษา 2-10 วัน ไม่แตกต่างกับน้ำอัญชันพร้อมดื่มเริ่มต้น (0 วัน) เมื่อเก็บรักษานานตั้งแต่ 12 วัน ขึ้นไป พบว่า ΔE มีค่ามากกว่า 2.3 แสดงว่าสีของน้ำอัญชันพร้อมดื่มมีค่าแตกต่างกับสีของน้ำอัญชันพร้อมดื่มเริ่มต้น ค่า pH ของน้ำอัญชันพร้อมดื่มที่อายุการเก็บรักษา 0-14 วัน มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 2.98 ถึง 3.05 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 19.47 ถึง 20.50 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารสำคัญ พบว่าน้ำอัญชันพร้อมดื่มที่เก็บรักษ 2-14 วัน มีปริมาณแอนโทไซยานิน ลดลงแตกต่าง ($p \leq 0.05$) กับน้ำอัญชันพร้อมดื่มเริ่มต้น น้ำอัญชันพร้อมดื่มที่เก็บรักษา 4-14 วัน มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถต้านอนุมูลอิสระแตกต่าง ($p \leq 0.05$) กับน้ำอัญชันพร้อมดื่มเริ่มต้น สำหรับคุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่าการเก็บรักษาน้ำอัญชันพร้อมดื่มที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 533/2554 น้ำดอกอัญชัน (Table 12)

0 2 4 6 8 10 12 14

Figure 7 Appearance of ready to drink juice product was kept in 4-8 ℃ for 14 days

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Table 12 Quality of ready to drink butterfly pea juice product was kept at 4-8 ℃ for 14 days

Qualities		Shelf life (Day)								Reference standard*
		0	2	4	6	8	10	12	14	
Color	L*	25.49	25.99	25.85	25.80	25.70	25.84	24.58	24.57	
	a*	6.64	6.96	6.40	6.17	6.80	6.70	5.53	5.46	
	b*	-7.34	-7.63	-7.40	-7.52	-7.63	-7.81	-4.16	-4.10	
	Δ E	0.00	0.67	0.44	0.59	0.39	0.58	3.49	3.57	
pH		3.05	2.99	2.99	3.00	3.02	3.00	2.95	2.98	
total soluble solid (°Brix)		19.47	20.00	20.20	20.17	20.50	20.30	20.13	20.03	
anthocyanin content (mg cyanidin-3-glucoside/100 g)		0.89 a	0.72 b	0.73 b	0.74 b	0.68 b	0.68 b	0.68 b	0.68 b	
total phenolic compound (mg GAE/100 g)		23.46 a	22.99 ab	22.73 bc	22.35 cd	21.93 de	21.61 eg	21.18 f	16.37 g	
antioxidant capacity by DPPH (mg VCEAC/100 g)		8.46 a	8.08 ab	7.96 bc	7.62 cd	7.47 d	7.28 de	7.05 e	6.33 f	
Total Plate count (CFU/ml)		<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	≤1 x 10^4
Bacillus cereus (CFU/ml)		<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	≤100
Clostridium perfringens (CFU/ml)		<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	≤100
Coliforms (MPN/100 ml)		<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<2.2
Escherichia coli (per 100 ml)		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Listeria monocytogenes (per 25 ml)		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Staphylococcus aureus (CFU/ml)		<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<10
Salmonella spp. (per 25g)		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Yeasts and Molds (CFU/ml)		<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	≤100

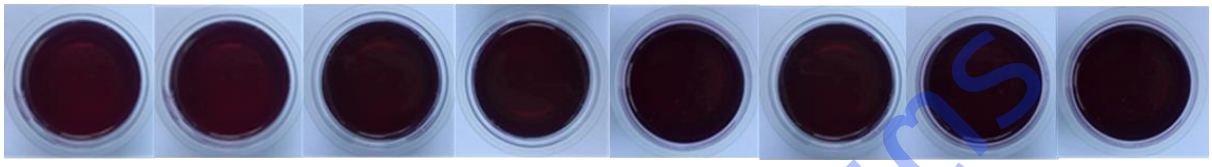
In a row, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ND = Not Detected

* Thai community product standard 533/2554 butterfly pea drink

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

2.2 การประยุกต์ใช้สีผงจากดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่และตรวจคุณภาพระหว่างเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์เยลลี่มีลักษณะเป็นเจลกึ่งแข็งสีม่วง (Figure 8) และจากการตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า เยลลี่อัญชันที่เก็บรักษา 2-14 วัน มีค่า ΔE น้อยกว่า 2.3 แสดงว่าสีของเยลลี่อัญชันที่เก็บรักษา 2-14 วัน ไม่แตกต่างกับสีของเยลลี่อัญชันเริ่มต้น (0 วัน) ค่า pH ของเยลลี่อัญชันที่อายุการเก็บรักษา 0-14 วัน มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 3.07 ถึง 3.14 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 31.30 ถึง 31.87 เยลลี่อัญชันที่เก็บรักษา 10-14 วัน มีปริมาณแอนโทไซยานินและสารประกอบฟีนอลิก-ทั้งหมดลดลงแตกต่าง ($p \leq 0.05$) กับเยลลี่อัญชันเริ่มต้น เยลลี่อัญชันที่เก็บรักษา 4-14 วัน มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระแตกต่าง ($p \leq 0.05$) กับเยลลี่อัญชันเริ่มต้น สำหรับคุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่าการเก็บรักษาเยลลี่อัญชันที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 519/2547 เยลลี่อ่อน (Table 13)



0 2 4 6 8 10 12 14

Figure 8 Appearance of butterfly pea jelly product was kept in 4-8 ℃ for 14 days

2.3 ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชัน

การผลิตผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม 1 กิโลกรัม ได้น้ำอัญชันพร้อมดื่ม 7 ขวด (ขนาด 130 ml) มีต้นทุนการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการคิดเป็น 5.43 บาท/ขวด และการผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่อัญชัน 1 กิโลกรัม ได้เยลลี่อัญชัน 10 ถ้วย (ขนาด 80 กรัม) มีต้นทุนการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการคิดเป็น 5.40 บาท/ถ้วย (ทั้งนี้ไม่รวมค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิต) โดยมีรายละเอียดดังนี้

	น้ำอัญชัน 1 กิโลกรัม						เยลลี่อัญชัน 1 กิโลกรัม					
น้ำบริโภค	ราคา	3 บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	815 กรัม	เป็นเงิน	3 บาท	ปริมาณที่ใช้	706 กรัม	เป็นเงิน	3 บาท		
น้ำตาล	ราคา	25 บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	160 กรัม	เป็นเงิน	4 บาท	ปริมาณที่ใช้	250 กรัม	เป็นเงิน	7 บาท		
สีผงอัญชัน	ราคา	680 บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	25 กรัม	เป็นเงิน	17 บาท	ปริมาณที่ใช้	25 กรัม	เป็นเงิน	17 บาท		
คาราจีแนน	ราคา	600 บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้	- กรัม	เป็นเงิน	-	ปริมาณที่ใช้	19 กรัม	เป็นเงิน	12 บาท		
ขวด	ราคา	2 บาท/ขวด	ปริมาณที่ใช้	7 ขวด	เป็นเงิน	14 บาท						
ถ้วย	ราคา	1.5 บาท/ถ้วย					ปริมาณที่ใช้	10 ถ้วย	เป็นเงิน	15 บาท		

กรมวิทยาศาสตร์

Table 13 Quality of butterfly pea jelly product was kept at 4-8 for 14 days

Qualities		Shelf life (Day)								Reference standard*
		0	2	4	6	8	10	12	14	
Color	L*	25.66	25.68	26.13	26.27	26.06	25.89	26.73	26.17	
	a*	5.91	5.85	5.70	5.67	5.70	5.62	5.67	5.97	
	b*	-7.53	-7.43	-7.07	-7.24	-7.50	-7.44	-7.39	-7.54	
	Δ E	0.00	0.12	0.69	0.72	0.45	0.38	1.11	0.51	
pH		3.10	3.07	3.13	3.11	3.14	3.11	3.11	3.09	
total soluble solid (°Brix)		31.87	31.30	31.60	31.40	31.37	31.53	31.37	31.43	
anthocyanin content (mg cyanidin-3-glucoside/100 g)		1.16 a	1.13 a	1.10 ab	1.08 abc	1.09 abc	1.00 bc	0.98 bc	0.97 c	
total phenolic compound (mg GAE/100 g)		25.26 a	25.18 a	24.58 ab	24.20 ab	24.21 ab	23.20 bc	23.09 bc	21.98 c	
antioxidant capacity by DPPH (mg VCEAC/100 g)		17.08 a	16.87 a	15.58 b	13.40 c	11.68 d	11.80 d	11.22 d	10.35 e	
Total Plate count (CFU/g)		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	≤1 x 10^4
Staphylococcus aureus (per gram)		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Escherichia coli (MPN/g)		<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Yeasts and Molds (CFU/g)		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	≤100

In a row, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ND = Not Detected

* Thai community product standard 519/2547 soft jelly

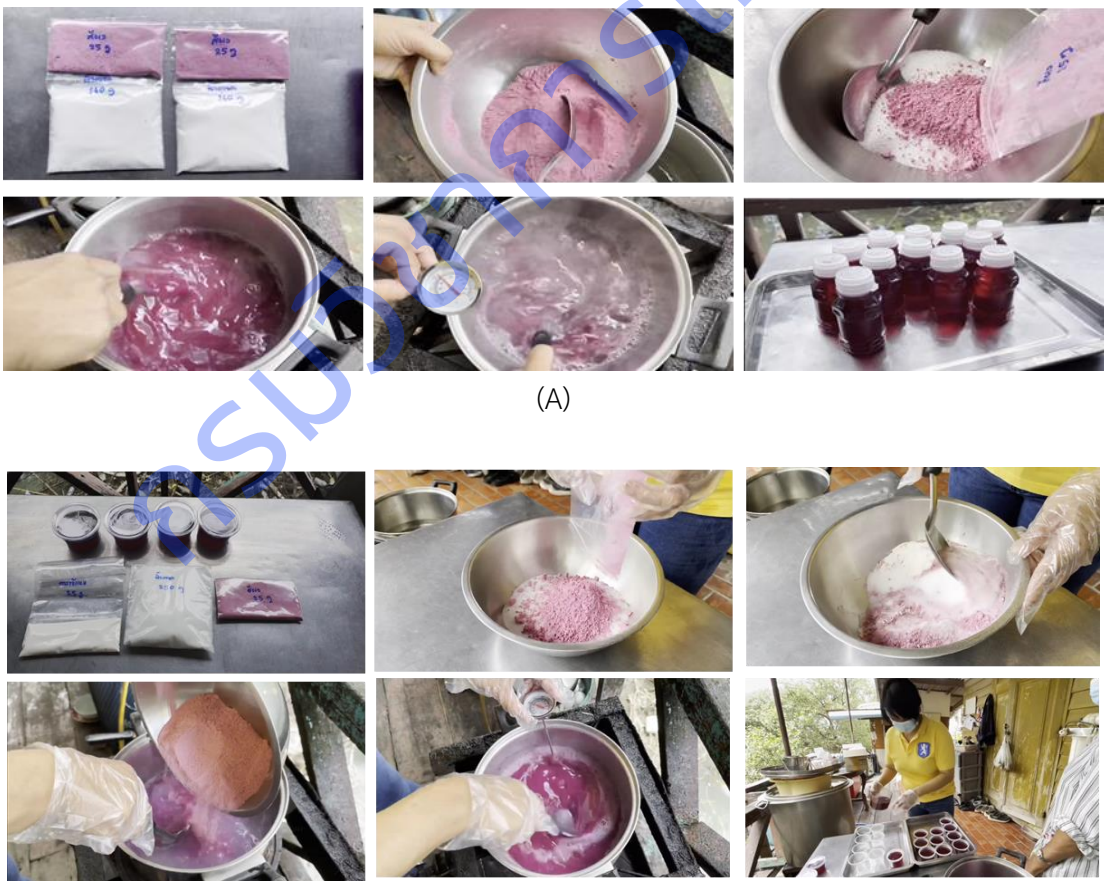
กรมวิทยาศาสตร์

3 การขยายผลผลิตภัณฑ์จากสีดอกอัญชันเชิงพาณิชย์

3.1 การถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคคลทั่วไป ในรูปแบบการบรรยายผ่าน Facebook live ในวันที่ 7 กันยายน 2564 ในหัวข้อ การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากสีผงดอก มีผู้เข้าร่วมฟังการบรรยายจำนวน 20 ท่าน จากการบรรยายครั้งนี้ได้รับแบบสอบถามตอบกลับจำนวน 16 ท่าน (คิดเป็น 80%) โดยมีคะแนนอยู่ในระดับพอใจมาก (4.51-5.00) คิดเป็น 93.75% และพอใจ (3.51-4.50) คิดเป็น 6.25%

3.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง อ. บ้านแหลม จ. เพชรบุรี โดยจัดส่งชุดทดลองผลิตผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชัน พร้อมคลิปวิดีโอขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ไปให้ทางกลุ่มฯ ได้ทดลองผลิตจริง ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ สามารถผลิตได้ดังภาพที่ 2.5 นอกจากนี้ได้แนบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีและแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชันให้แก่กลุ่มฯ

- แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำนวน 10 ท่าน มีคะแนนอยู่ในระดับพอใจมากคิดเป็น 70% และพอใจคิดเป็น 30%
- แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชัน จำนวน 10 ท่าน พบว่าทั้งสองผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบของทุกด้าน (ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม) อยู่ในระดับชอบปานกลาง (คะแนนอยู่ในช่วง 6.00-6.40) (Table 14) โดยมี 1 ท่าน ให้ข้อเสนอแนะว่าชอบหวานกว่านี้ ต้องเติมน้ำตาลเพิ่ม



(A)

(B)

Figure 9 Production of ready to drink butterfly pea juice (A) and butterfly pea jelly (B) at Baan Khanompung Khing community enterprise group

ครุภัณฑ์การเกษตร

Table 14 Sensory evaluation of ready to drink butterfly pea juice product and butterfly pea jelly produced by (Baan Kanompung Khing community enterprises

Product	Sensory evaluation				
	appearance	color	flavor	taste	overall
ready to drink butterfly pea juice	6.00±0.67	6.20±0.63	6.40±0.70	6.40±0.70	6.40±0.70
butterfly pea jelly	6.00±0.67	6.30±0.67	6.10±0.88	6.20±0.92	6.20±0.79

สำหรับข้อมูลคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชันของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ผลิตได้นั้น ไม่ได้ทำการตรวจคุณภาพ เนื่องจากทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส นอกจากนี้ระยะเวลาการจัดส่งพัสดุระหว่างจังหวัดเพชรบุรี ถึงห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตผลเกษตร กวป. กรมวิชาการเกษตร ต้องใช้ระยะเวลา 3 วัน ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชันผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ ผลิตภัณฑ์ต้องเก็บรักษาในอุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ในขณะที่ระหว่างการขนส่งไม่สามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิที่กำหนดได้ ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลง จึงไม่ได้ทำการตรวจคุณภาพ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

โครงการวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเชิงพาณิชย์ เป็นโครงการที่ต่อยอดงานวิจัยที่สำเร็จแล้วเพื่อนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้ถ่ายทอดให้แก่บุคคลทั่วไป เกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อนำไปต่อยอดและผลิตในเชิงพาณิชย์ โดยได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้กับวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ที่ถ่ายทอดเทคโนโลยี 4 ผลิตภัณฑ์ คือผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง 2 ผลิตภัณฑ์ (สบู่ก้อนและโลชันผสมมะนาวผง) และผลิตภัณฑ์อาหาร 2 ผลิตภัณฑ์ (น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชันผสมสีผงจากดอกอัญชัน) โดยผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนที่ผลิตได้มีค่า pH 9.21 และมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.เอส 13-2561 สบู่ก้อนสมุนไพร และโลชันที่ผลิตได้มีค่า pH 5.22 และมีความคงตัว และปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.เอส 15-2561 ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่ดอกอัญชันที่ผลิตได้สามารถเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ได้นาน 14 วัน และมีคุณภาพด้านต่าง ๆ รวมถึงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐาน มผช.533/2554 น้ำดอกอัญชัน และ 519/2547 เยลลีอ่อน

ผลิตภัณฑ์จากการประยุกต์ใช้มะนาวผงและสีผงจากดอกอัญชันเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค เนื่องจากผลิตจากสารสกัดธรรมชาติ ไม่มีส่วนผสมที่เป็นสารเคมีอันตรายและส่วนประกอบที่มาจากสัตว์จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอาหารเพื่อสุขภาพประเภท vegan หรือ plant-based ได้ สำหรับการผลิตในเชิงพาณิชย์เกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถต่อยอดและผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ด้วยการประยุกต์ใช้วิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน เช่น การทำแห้งแบบโฟมที่ใช้การอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอื่นเพื่อเพิ่มมูลค่าและคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และยังสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตสีผงจากดอกอัญชันและมะนาวผงกับผลิตผลเกษตรอื่นเพื่อเพิ่มมูลค่าในสภาวะผลผลิตราคาตกต่ำได้อีกด้วย

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 2

วิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredient เชิงพาณิชย์

Implementation of Startup Ingredients for Functional Food to Commercialization

ชื่อผู้วิจัย (คณะผู้วิจัย)

วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	Wimonwan Wattanawichit
ปาริชาติ อยู่แพทย์	Parichart Yoopaet
ศุภมาศ กลิ่นขจร	Supamas Klinkajorn
ศิวัช พลายเสน	Siwat Plaisen
อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์	Akanit Pisalwadcharin
สุปรียา ศุขเกษม	Supreeya Sukhasem

คำสำคัญ (Keywords)

พรีไบโอติก น้ำผลไม้เข้มข้น เอนแคปซูลเลชั่น สารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส เมล็ดมะม่วง เนยมะม่วง เครื่องสำอาง

Prebiotics, concentrate fruit juice, encapsulation, Alpha-glucosidase inhibitor, mango seed, mango butter

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredients เชิงพาณิชย์ ดำเนินการในปี 2564 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้กลุ่มเกษตรกร และผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ และเทคโนโลยีการผลิต Startup ingredients และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาศักยภาพของกลุ่มหรือธุรกิจทางด้านอุตสาหกรรมเกษตรได้ การขยายผลการผลิตเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง ได้จัดหลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับผู้เข้าอบรมซึ่งเป็นเกษตรกร ผู้ประกอบการผลิตน้ำผลไม้ หรือผู้สนใจการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ณ ไร่สุขสมาน จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 20 คน และสามารถผลิตที่ บริษัทปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ พบว่าผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70.45 องศาบริกซ์ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไซรัปจากพืช มีค่า pH 4.45 มีปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโครส และฟรุกโตส เป็น 12.53, 7.26 และ 5.12% ตามลำดับ มีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 20.98% ปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไซรัปจากพืช และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับผลิตผลิตภัณฑ์ในทุกคุณลักษณะในระดับ ชอบมาก และผลิตภัณฑ์ผงน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูงที่มีลักษณะเป็นผงสีเหลืองอ่อน มีปริมาณความชื้นต่ำ ปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโครสและฟรุกโตส เป็น 21.6, 12.1 และ 8.55% ตามลำดับ และมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดเป็น 32.77% การทดลองขยายผลการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดสวิธีเอนแคปซูเลชั่นสู่เชิงพาณิชย์ ได้ดำเนินการจัดอบรมให้กับกลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มวิสาหกิจการเกษตร ศรีสะเกษแฟร์เทรด จำนวน 40 คน ณ ไร่สุขสมาน ตำบลละทาย อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า ผู้เข้าอบรมมีความรู้ ความเข้าใจทฤษฎีและขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดสวิธีเอนแคปซูเลชั่น และมีสถานที่ผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสเพื่อจำหน่ายในระดับเชิงพาณิชย์ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในระดับโรงงานมีความใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการ โดยผลิตภัณฑ์แคปซูลเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากการสกัด

กรมวิชาการเกษตร

หอมแดง 1 แคปซูลมีสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูซิเดส 500 มิลลิกรัมกรัม มีปริมาณเคอซิติน 31.85% ต่อน้ำหนักตัวอย่าง มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสในหลอดทดลองได้เฉลี่ย 39.2% มีต้นทุนการผลิตเม็ดละ 0.375 บาท หากบรรจุ 100 เม็ดต่อขวด จะมีต้นทุนการผลิตขวดละ 37.5 บาท การขยายผลผลิตภัณฑ์เนยมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ได้ศึกษาคุณสมบัติด้านเครื่องสำอางของเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นพบว่ามีความสามารถยับยั้งเอนไซม์ไฮยารูลอนิเดส กิจกรรมของเอนไซม์อีลาสเตสและเอนไซม์คอลลาจีเนสที่เป็นสาเหตุของริ้วรอยและความเหี่ยวย่นได้ และการประยุกต์ใช้เนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นในผลิตโลชั่นทาผิวในปริมาณ 1 -3% พบว่าผลิตภัณฑ์โลชั่นที่ได้มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.478-2555 “ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว” และไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้และระคายเคืองกับผิวหนัง การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการและการทดลองผลิตในระดับขยายขนาด พบว่าผลิตภัณฑ์โลชั่นที่ได้จะมีค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาคแตกต่างจากโลชั่นที่ผลิตในห้องปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญ โดยโลชันที่ผลิตในระดับขยายขนาดมีค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาคสูงกว่า และมีความแน่นเนื้อ การเกาะตัว ความคงตัวและดัชนีความหนืดสูงกว่าโลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการ แต่ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 20 คนด้วย 7-point hedonic scale ในด้านความพึงพอใจทั้งด้านสี ความเรียบเนียน ความหนืดของโลชัน การดูดซึม ความชุ่มชื้นของผิวหลังทา ความรู้สึกหลังทา และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์โลชัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโลชันที่ผลิตได้ในระดับขยายขนาดและโลชันที่ผลิตได้ในห้องปฏิบัติการ

Abstracts

Implementation of Startup Ingredients for Functional Food to Commercialization was performed in 2021. The objective of this project was to transfer knowledge and start-up ingredient technology for develop potential of agro-industry to farmer and entrepreneurs. Technology Transferring of Flavoring Agent from High Pre-Biotics Concentrated Fruit Juice was set up training course at Rai Suksaman in Sisaket Province with 20 participants. The participants were farmer or fruit juice producer or people who interested on healthy food products. The results showed that high pre-biotics pineapple syrup has total soluble solid was 70.45-degree Brix and microbial content were conforming to Thai community product standard 1500/2561 syrup. The sugar, sucrose glucose fructose and fructan content of high pre-biotics pineapple syrup were 12.53, 7.26, 5.12 and 20.98% respectively. The consumer acceptance evaluation results shown that high pre-biotics pineapple syrup was accepted from general consumer with overall acceptance in very like level. In addition, the sugar, sucrose glucose fructose and fructan content of high pre-biotics pineapple powder were 21.6, 12.1, 8.55 and 32.77% respectively and low moisture content at 2.67%. Technology transferring of encapsulated **α**-Glucosidase Inhibitor Production training course was conducted at Suksaman farm, Latay, Kanthararom, Sisaket province. The target group was the community enterprises, Sisaket fair trade, in Sisaket province for 40 participants. The results showed that the participants could gain knowledges and the best practice when producing encapsulated **α**-Glucosidase Inhibitors and there was the Original Equipment Manufacturer (OEM) for producing the products on a commercial scale. The product from OEM had the same qualities compared to producing in the laboratory. Encapsulated **α**-Glucosidase Inhibitors 1 capsule had 500 mg, 31.85% of quercetin, and there was 39.2%

inhibition. The cost of production was 0.375 Baht per 1 capsule and the cost of 100 capsule per bottle was 37.5 Baht. Commercialization mango butter production and the application in cosmetic product. Mango butter cv. 'Kaewkamin' was found the ability of hyaluronidase inhibition and inhibit the activity of elastase and collagenase that caused wrinkles and fine lines. When mango butter cv. 'Kaewkamin' was applied as an emollient ingredient in body lotion at 1.0%. -3.0 by weight, it was found that the laboratory produced lotion would have pH between 7.38-7.42, which met the requirement of TIS 478-2555 standards "Skin care products" and non-allergy and irritation to human skin. The technology transfer to the entrepreneur as well as to join the commercialized production. The color, pH and zeta potential of the commercialized lotion were significantly different from the laboratory produced lotion. Additionally, the commercialized produced lotion also had the better texture profile in term of firmness, cohesion, consistency and index of viscosity. But the results of sensory evaluation by 7-point hedonic scale from 20 panelists in terms of color, satisfaction, smoothness, viscosity, absorption, skin moisture, post-application feeling and overall acceptance of lotion was not different between the commercialized lotion and laboratory produced lotion.

บทนำ (Introduction)

การพัฒนาประเทศโดยการนำผลงานวิจัยไปประโยชน์มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสินค้าเกษตรเป็นสินค้าหลักที่มีการแข่งขันทั้งด้านการผลิตและการค้าสูงในภูมิภาคอาเซียน ทำให้ผู้ประกอบภาคการผลิตทั้งด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อขยายผลและถ่ายทอดองค์ความรู้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการจะช่วยยกระดับความสามารถในการแข่งขันและผลักดันให้มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม ปัจจุบันแนวโน้มความต้องการของตลาดเปลี่ยนแปลงไป ผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญกับสินค้าเพื่อสุขภาพ สินค้าอาหารปลอดภัย และ สินค้าเฉพาะกลุ่ม (Niche market) เพื่อการดูแลสุขภาพในเชิงป้องกันมากกว่าการรักษา โดยการเลือกบริโภคอาหารที่เป็นประโยชน์ สะดวกต่อการใช้งานและการบริโภค ที่สามารถเติมได้ในอาหารและเครื่องดื่มต่างๆ ที่บริโภคเป็นประจำในแต่ละวัน ผลงานวิจัยจากพัฒนา startup ingredients สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เพื่อการดูแลสุขภาพ และการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ รวมทั้งได้นำเทคนิคเอนแคปซูเลชั่นมาประยุกต์ใช้เพื่อคงคุณภาพ และคุณค่าของสารสำคัญต่างๆ ดังนี้

เอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูง สำหรับใช้เป็นสารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ น้ำผลไม้ส่วนใหญ่มีน้ำตาลหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ น้ำตาลเป็นแหล่งที่ให้พลังงานและอาจเป็นพลังงานส่วนเกินที่สะสมไว้ในร่างกายจนส่งผลให้เกิดภาวะน้ำหนักเกิน ซึ่งเป็นปัจจัยที่อาจเพิ่มความเสี่ยงของการเป็นโรคเบาหวานได้ น้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสในน้ำผลไม้สามารถเปลี่ยนให้เป็นฟรุกโต–โอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ซึ่งเป็นสารพรีไบโอติก ซึ่งพรีไบโอติกเป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกย่อยและไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก แต่แบคทีเรียบางกลุ่มที่อาศัยอยู่ลำไส้ใหญ่สามารถใช้สารอาหารเหล่านั้นเพื่อการเจริญเติบโตและมีผลต่อการส่งเสริมสุขภาพให้ดีขึ้นและลดโอกาสในการเกิดมะเร็งลำไส้ การเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็น FOS ทำได้โดยการประยุกต์ใช้เอนไซม์จากจุลินทรีย์ ร่วมกับการทำน้ำผลไม้เข้มข้นจะทำให้ได้ FOS ในปริมาณที่มากขึ้น การนำเทคนิคเอนแคปซูเลชันมาใช้ นอกจากจะทำให้ได้สารให้กลิ่นรสที่มีคุณภาพ มีปริมาณสารพรีไบโอติกสูงแล้ว เทคนิคเอนแคปซูเลชันจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ซึ่งจะเป็นการเพิ่มช่องทางในการจำหน่าย และเพิ่มความหลากหลายในการใช้ผลิตภัณฑ์

เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากธรรมชาติ ปัจจุบันยารักษาโรคเบาหวานที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส ซึ่งได้จากการสังเคราะห์ จะส่งผลในเชิงลบต่อตับและระบบทางเดินอาหาร ทั้งนี้มีรายงานว่าโดยสารสกัดจากธรรมชาติที่เป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ เช่น เควอซิทิน แอนโธไซยานิน และเคอร์คูมิน สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสได้ การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากธรรมชาติ จึงทำการศึกษาในพืชที่มีการปลูกในประเทศ สามารถเพาะปลูกได้ตลอดทั้งปี นิยมนำมาบริโภค ราคาไม่แพง และมีสารฟลาโวนอยด์สูง โดยกลุ่มที่หนึ่ง เควอซิทิน ได้แก่ หอมหัวใหญ่ กระเทียม หอมแดง กลุ่มที่สอง แอนโธไซยานิน ได้แก่อัญชัน กระเจี๊ยบแดง ลูกหม่อน กลุ่มที่สาม เคอร์คูมิน ได้แก่ ขมิ้นขัน ขิง พร้อมทั้งใช้เทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชันที่เหมาะสมเพื่อช่วยรักษาประสิทธิภาพของสารสกัด และศึกษาการประยุกต์ใช้เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับพืช ผักของไทย ยกระดับมาตรฐานในการผลิตวัตถุดิบเพื่ออาหารสุขภาพ ให้ความรู้กับเกษตรกร และภาคอุตสาหกรรมอาหารนำไปต่อยอดได้

ผลิตภัณฑ์เนยมะม่วง นอกจากผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพแล้ว ผลิตภัณฑ์เพื่อความงามและการชะลอริ้วรอยเป็นอีกหนึ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในกลุ่มผู้บริโภค ในปัจจุบันสารให้ความชุ่มชื้นในเครื่องสำอางและครีมบำรุงผิว ส่วนใหญ่จะใช้ไขมันจากพืชที่มีช่วงอุณหภูมิหลอมละลายใกล้เคียงกับอุณหภูมิร่างกาย รวมทั้งมีคุณสมบัติที่ทำให้ผิวนุ่มนวล ชุ่มชื้น และฟื้นฟูสุขภาพผิว ซึ่งไขมันที่นิยมใช้เป็นส่วนประกอบดังกล่าวคือ ไขมันจากเมล็ดเชียและเมล็ดโกโก้ ซึ่งเป็นไขมันจากพืชที่มีราคาแพง และไม่สามารถผลิตได้เองในประเทศ โดยราคาขายของเนยเชียอยู่ที่กิโลกรัมละ 980 บาท และเนยโกโก้อยู่ที่กิโลกรัมละ 1,500 บาท ทั้งนี้ได้มีรายงานว่าไขมันจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงมีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเช่นเดียวกับเนยโกโก้และเนยเชีย นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกที่มีอยู่ในเนื้อในเมล็ดมะม่วงยังมีผลให้ผิวขาวขึ้น ป้องกันแสงแดด และลดริ้วรอยที่เกิดขึ้น ทั้งนี้คุณสมบัติที่สำคัญเหล่านี้มีอยู่ในไขมันที่สกัดได้จากเมล็ดมะม่วงซึ่งเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต โดยทั่วไปผลมะม่วง 100 กิโลกรัม จะมีส่วนของเมล็ดถึง 15 กิโลกรัม ซึ่งถ้าสามารถนำเมล็ดมะม่วงที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากภาคอุตสากรรมมาแปรรูปเป็นเนยเมล็ดมะม่วงจะช่วยลดการนำเข้าเนยโกโก้และเนยเชียที่ต้องนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในทั้งผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอางของอุตสาหกรรมการแปรรูปในประเทศ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและลดส่วนเหลือทิ้งให้กับอุตสาหกรรมการแปรรูป ทั้งนี้ผู้ประกอบการในประเทศสามารถใช้เนยมะม่วงที่ผลิตได้ในประเทศทดแทนส่วนประกอบอื่นที่ต้องมีการนำเข้าจะสามารถลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงสินค้าที่มีคุณภาพดีได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการกระจายรายได้สู่ภาคเกษตรกร และภาคการผลิตในประเทศอีกด้วย

ทั้งนี้การจะนำผลิตผลทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้บริโภคเป็นหลัก ทั้งในด้านของคุณค่าทางโภชนาการ ความสะดวกในการใช้งาน การยอมรับในผลิตภัณฑ์ รสชาติ และราคา ซึ่งที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมศักยภาพทางการตลาดของผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูปของไทยนำไปสู่ช่องทางในการสร้างรายได้ให้กับภาคเกษตรกรและอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นโครงการวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredient เชิงพาณิชย์จึงมีวัตถุ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และขยายผลการใช้ Startup ingredients ให้กับผู้ประกอบการอาหารเพื่อสุขภาพและผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสู่การนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ โดยการจัดอบรมเทคโนโลยีการผลิต Startup ingredients สำหรับการผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ และทดลองผลิตแบบขยายสเกลร่วมกับผู้ประกอบการหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชน รวมทั้งร่วมพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

กรมวิทยาศาสตร์

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

การทดลองที่ 1 การขยายผลการผลิตเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง

1. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ที่รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1.1 จัดทำแผนการจัดอบรมและวัสดุอุปกรณ์สำหรับการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น หรือการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง หรือการเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้น ทั้งภาคบรรยาย และปฏิบัติ ให้กับกลุ่มผู้ประกอบการ

1.2 จัดการฝึกอบรมทั้งภาคบรรยาย และปฏิบัติในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น หรือการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง หรือการเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้น

2. การทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์

การทดสอบการผลิตผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง และเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูงโดยการทำแห้งเยือกแข็ง ร่วมกับผู้เข้าอบรม โดยกลุ่มผู้เข้าอบรมสามารถผลิตได้ที่ บริษัทปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ โดยมีขั้นตอนการผลิตผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง และเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นเป็นผงน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูงโดยการทำแห้งเยือกแข็ง ดังนี้

1) เตรียมน้ำสับปะรดเข้มข้น โดยนำสับปะรด มาล้างตัดจุก และปอกเปลือก คั้นน้ำด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้แบบไฮโดรลิกนำน้ำสับปะรดที่ได้ทำให้เข้มข้นโดยการระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70 องศาบริกซ์

2) เตรียมเอนแคปซูเลทเอนไซม์ pectinex ultra SP-L โดยผสมเอนไซม์และสารละลายโซเดียมแอลจีเนทความเข้มข้น 3% ในสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ ความเข้นข้น 0.5 โมลต่อลิตร pH 5.6 ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ทำให้เม็ดกลมขลาดเล็กโดยหยดสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2% แล้วกรองเอาเฉพาะเอนแคปซูเลทเอนไซม์

3) หมักน้ำสับปะรดด้วยเอนแคปซูเลทเอนไซม์ pectinex ultra SP-L โดยนำน้ำสับปะรดเข้มข้นผสมกับสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ ความเข้นข้น 0.5 โมลต่อลิตร pH 5.6 ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 เติมเอนแคปซูเลทเอนไซม์ pectinex ultra SP-L ในอัตราส่วน 15 กรัม ต่อน้ำสับปะรดผสมบัฟเฟอร์ 200 กรัม บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 55 องศาสเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง กรองเอาเอนแคปซูเลทเอนไซม์ออก จะได้น้ำสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง สามารถผลิตเป็นไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกสูงต์ และผงน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูง ดังนี้

- **การผลิตไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกสูง** นำน้ำสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง ระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70 องศาบริกซ์ ปรับ pH เป็น 4.5 ด้วยกรดซิตริก ต้มพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที บรรจุขณะร้อนลงขวดแก้วขนาด 30 มิลลิลิตรที่ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว แล้วทำให้เย็นทันที โดยการแช่ในน้ำเย็น เก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ
- **การผลิตผงน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูง** นำน้ำสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง เติมมอลโตเดกซ์ตรินในปริมาณ 20% ผสมให้เข้ากัน นำไปทำแห้งโดยการทำแห้งแบบเยือกแข็ง บรรจุใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์

3. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงและเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูงโดยการทำแห้งเยือกแข็ง

นำผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงและเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูงโดยการทำแห้งเยือกแข็ง วิเคราะห์คุณภาพได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ปริมาณน้ำตาล กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส และ ฟรุกแตน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยวิธี 7 point-hedonic scale และคำนวณต้นทุนการผลิต

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2 การขยายผลการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่นสู่เชิงพาณิชย์

1. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ที่รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1) จัดทำแผนการจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่นทั้งภาคบรรยายและปฏิบัติ จัดเตรียมสื่อดิจิตัลเพื่อใช้ในการบรรยายเตรียมความพร้อมด้านองค์ความรู้ให้แก่ผู้รับเทคโนโลยีก่อนลงมือปฏิบัติ

2) จัดอบรมเชิงปฏิบัติการภาคปฏิบัติให้แก่เกษตรกรผู้ผลิตหอมแดง จังหวัดศรีสะเกษที่สนใจการผลิตสารสกัดจากหอมแดง ใช้กระบวนการปฏิบัติแบบมีส่วนร่วมโดยให้ผู้เข้าร่วมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้ลงมือปฏิบัติจริงกับอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตตั้งแต่ขั้นตอนการคัดเลือกวัตถุดิบ การจัดการวัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบก่อนการสกัด การสกัดสารออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส การเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส การตรวจสอบค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ การบรรจุแคปซูล การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม วิธีการผลิตรายละเอียด ดังนี้

<u>การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากหอมแดง</u>

- เตรียมหอมแดงผงอบแห้งดังนี้ ล้างหอมแดงสดด้วยน้ำสะอาด ปอกเปลือก นำมาหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ให้มีความหนาประมาณ 1.0±0.5 มิลลิเมตร นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง นำมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นของแห้ง และร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดความละเอียดเท่ากับ 80 เมช (Mesh)

- สกัดสารจากหอมแดงผง ด้วยตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 60% อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1:40 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ควบคุมอุณหภูมิด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่ 60 องศาเซลเซียส แช่ไว้เป็นเวลา 8 ชั่วโมง กรองสารละลายและเทตัวทำละลายลงในตัวอย่างเพื่อสกัดซ้ำอีก 2 ซ้ำ นำสารละลายที่สกัดได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดันภายใต้สุญญากาศ (Rotary vacuum evaporator) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้สารสกัดหยาบที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส

<u>การผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส</u>

- นำสารสกัดหยาบจากหอมแดงมาผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยใช้เวย์โปรตีนไอโซเลท (11%w/v) เป็นสารเคลือบในอัตราส่วนระหว่างสารสกัดและสารเคลือบเท่ากับ 1:5 และนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยกำหนดสภาวะการทำงานของเครื่องให้มีอัตราการป้อนอยู่ในช่วง 485-695 มิลลิลิตร/ชั่วโมง อุณหภูมิลมขาออกอยู่ในช่วง 80-85 องศาเซลเซียส ขนาดหัวเข็ม 1.0 มิลลิเมตร

- การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสไปผลิตในรูปแบบแคปซูล นำเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสที่ผลิตได้มาบรรจุแคปซูล โดย 1 แคปซูลบรรจุสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูซิเดสได้ 0.5 กรัม คำนวณต้นทุนการผลิต โดยต้นทุนของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย หอมแดงสด เอทานอล เวย์โปรตีนไอโซเลท เม็ดแคปซูล ค่าบริการเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยการใช้หอมแดงสด 10 กิโลกรัม จะสามารถผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสในรูปแบบแคปซูลได้ 12,000 เม็ด เม็ดละ 0.5 กรัม โดยมีต้นทุนการผลิตเม็ดละ 0.46 บาท หากบรรจุ 100 เม็ดต่อขวด จะมีต้นทุนการผลิตขวดละ 46 บาท

2. การประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีกับผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีประเมินระดับความพึงพอใจที่มีต่อเข้าร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการผ่านแบบสอบถาม โดยกำหนดสเกลระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ โดย 1 หมายถึง ไม่พอใจมาก และ5 หมายถึง พอใจมาก อภิปรายกลุ่มแสดงความคิดเห็น ทัศนคติ ข้อเสนอแนะ ผลการประเมินคือ ระดับคะแนนความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ และข้อเสนอแนะของผู้เข้าร่วมฝึกอบรม

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 3 การขยายผลผลิตภัณฑ์เนยมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

1. การศึกษาคุณสมบัติทางเครื่องสำอางของเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น

1.1 ความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไฮยารูลอนิเดส ตามวิธีการของ Sutthiwanjampa and Kim (2015)

เตรียมสารละลายเนยมะม่วง (ไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วง)พันธุ์แก้วขมิ้น ให้มีความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรด้วยสารละลาย dimethyl sulfoxide ความเข้มข้น 10% นำตัวอย่างทดสอบที่เตรียมไปบ่มกับเอนไซม์ไฮยาลูรอนิเดส และกรดไฮยารูลอนิคที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสนาน 20 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 585 นาโนเมตร และคำนวณเป็นความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ไฮยารูลอนิเดสได้ 50% (IC_{50})

1.2 ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส ตามวิธีการของ Lee *et al*. (2009) และ Kim *et al*. (2010)

เตรียมสารละลายเนยมะม่วง (ไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วง)พันธุ์แก้วขมิ้นให้มีความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรด้วยสารละลาย dimethyl sulfoxide ความเข้มข้น 10% จากนั้นนำไปทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตส โดยวัดปริมาณ p-nitrroanilide ซึ่งถูกไฮโดรไลซ์มาจากสารตั้งต้น N-Succinyl-Ala-Ala-Ala-p-nitroanilide ด้วยเอนไซม์อีลาสเตส โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร จากนั้น คำนวณเป็นความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตสได้ 50% (IC_{50})

1.3 ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนส ตามวิธีการของ Park *et al*. (2005)

เตรียมสารละลายเนยมะม่วง (ไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วง) พันธุ์แก้วขมิ้นให้มีความเข้มข้น 0.001, 0.01, 0.1, 1 และ 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรด้วยสารละลาย dimethyl sulfoxide ความเข้มข้น 10% จากนั้นนำไปทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนสโดยใช้ P-z peptide เป็นสารตั้งต้น นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 320 นาโนเมตร คำนวณเป็นความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนสได้ 50% (IC_{50})

2. การประยุกต์ใช้เนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์โลชันทาผิว

ทำการประยุกต์ใช้เนยมะม่วง (ไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วง) พันธุ์แก้วขมิ้นเป็นส่วนผสมที่ให้ความชุ่มชื่นในผลิตภัณฑ์โลชันทาผิวสูตรทางการค้า โดยแปรปริมาณเนยมะม่วงในปริมาณ 1.0, 2.0 และ 3.0% สำหรับสูตรควบคุมจะใช้น้ำมันมะกอก 3.0% ในการผลิต

จากนั้นนำโลชันทาผิวที่ผลิตได้มาทดสอบคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ได้แก่

2.1 ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี Konica Minolta Chroma meter: model: CR-400

2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่างแบบพกพา Testo รุ่น 206 pH 1

2.3 แรงผลักของประจุระหว่างอนุภาค (Zeta potential)

วิเคราะห์แรงผลักของประจุระหว่างอนุภาค (Zeta potential) ด้วยเครื่อง Zetasizer Nanoseries รุ่น S4700 ทำการวัดค่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

กรมวิทยาศาสตร์

Table 15 Formulation of body lotion with the varied concentration of mango butter

Ingredients % (w/w)	Function	Control	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Aqua	Solvent	81.3	81.3	81.3	81.3
EDTA 4Na	chelating agent	0.1	0.1	0.1	0.1
Glycerol, Glycerin	Humectant	3.0	3.0	3.0	3.0
Viscolam AT 100P	Emulsifier/ Thickener	2.0	2.0	2.0	2.0
Cosmaq Cetostearyl alcohol	Emulsifier/ Thickener	2.0	2.0	2.0	2.0
Cosmaq Emulsifying wax	Emulsifier/ Thickener	3.0	3.0	3.0	3.0
Tween 20	Emulsifier	2.0	2.0	2.0	2.0
Olive oil	Emollient	3.0	2.0	1.0	0.0
Mango seed butter	Emollient	0.0	1.0	2.0	3.0
Isopropyl myristate	Emollient	3.0	3.0	3.0	3.0
Microcare PHC	Preservative	0.6	0.6	0.6	0.6

2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัส(Texture profile analysis) ของโลชันในด้านความแน่นเนื้อ (firmness) การเกาะตัวกัน (cohesiveness) ความคงตัว (consistency) และค่าดัชนีความหนืด (index of viscosity ด้วยเครื่อง Texture analyser ยี่ห้อ Stable Micro Systems Texture analyzer รุ่น TA-XT PLUS (ประเทศอังกฤษ) ด้วยวิธีการ back extrusion โดยบรรจุตัวอย่างโลชันในถ้วยอะคริลิคใส (extrusion cell) ขนาดความสูง 69 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน 50 มิลลิเมตร ให้มีความสูงของโลชันประมาณ 4 เซนติเมตร และใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร โดยใช้ความเร็วในการทดสอบ 1 มิลลิเมตร/วินาที

2.5 การทดสอบการแพ้

ทำการทดสอบการแพ้และระคายเคืองในตัวอย่างโลชันที่มีเนยมะม่วงเป็นส่วนผสมที่ 1.0 และ 3.0% ด้วยวิธีการทดสอบแบบ single patch test โดยใช้ผู้ทดสอบอายุ 20-58 ปี จำนวน 33 คน (ทำการทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านผิวหนังจากบริษัท เดิร์มสแกนเอเชีย จำกัด)

2.6 คำนวณต้นทุนการผลิต

ทำการคำนวณต้นทุนการผลิตโลชันผสมเนยเมล็ดมะม่วงสูตรที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการ

3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้กับผู้ประกอบการและทดลองผลิตในระดับขยายขนาด

ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วงและการผลิตโลชันทาผิวให้กับ บริษัท เบลเอ็นเอ็น ทริลเลียน จำกัด และทดลองผลิตโลชันทาผิวในระดับขยายขนาดโดย บริษัท ไอเดียร์สแควร์ แลบบอลาทอรี จำกัด และตรวจวัดคุณภาพผลผลิตที่ได้ ได้แก่ ค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง แรงผลักของประจุระหว่างอนุภาค ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อโลชันที่ผลิตได้ และปริมาณจุลินทรีย์ตามมอก. 478-2555 “ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว”

ศูนย์วิทยทรัพยากร

รวมถึงทดสอบการยอมรับระหว่างโลชันสูตรที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการและการผลิตระดับขยายขนาดในด้านความหนืด ความเป็นเนื้อเดียวกัน การซึมสู่ผิว ความชุ่มชื้น ความรู้สึกบนผิวหลังทา และความชอบโดยรวม โดยใช้ 7-point hedonic scale กับผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติต่าง ๆ ด้วยวิธี paired t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and Discussion)

การทดลองที่ 1 การขยายผลการผลิตเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง

1. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ที่รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น การผลิตน้ำสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง และการเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงโดยการผลิตเป็นผงน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงโดยการทำแห้งแบบเยือกแข็ง ภาคบรรยายและปฏิบัติ ให้กับเกษตรกร ผู้ประกอบการผลิตน้ำผลไม้-น้ำผลไม้เข้มข้น และผู้สนใจการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ในวันที่ 18 มีนาคม 2564 ณ ไร่สุขสมาน ตำบล ละทาย อำเภอ กันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ มีผู้เข้ารับการอบรม จำนวน 24 คน

2. การทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์

การทดลองผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง และการเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงโดยการผลิตเป็นผงน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงโดยการทำแห้งแบบเยือกแข็ง กับ บริษัทปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ เป็นโรงงานรับจ้างผลิต และจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหารเสริม และสมุนไพรแคปซูล โดยโรงงานดังกล่าวได้รับมาตรฐานการผลิต GMP HACCP และ HALAL สามารถขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กับองค์การอาหารและยาให้กับสินค้าของผู้จ้างผลิตได้

3. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงและเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูงโดยการทำแห้งเยือกแข็ง

ผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์และผงสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง สามารถใช้เป็นเครื่องดื่มแต่งกลิ่นรสเข้มข้นหรือแห้งที่ใช้สำหรับทำเครื่องดื่ม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 381) พ.ศ. 2559 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร ซึ่งมีทั้งชนิดผง และไซรัป การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์และผงสับปะรดพรีไบโอติกส์สูงให้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

3.1 คุณภาพทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ และปริมาณน้ำตาล

จากการผลิตไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกสูงต์ โดยนำน้ำสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง ระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70 องศาบริกซ์ ปรับ pH เป็น 4.5 ด้วยกรดซิตริก บรรจุลงขวดแก้วขนาด 30 มิลลิลิตร ต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที ผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์สูงที่ผลิตได้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70.45 องศาบริกซ์ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไซรัปจากพืช มีค่า pH 4.45 มีปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโครส และฟรุกโตส เป็น 12.53, 7.26 และ 5.12% ตามลำดับ ซึ่งลดลงจากปริมาณน้ำตาลในน้ำสับปะรดเข้มข้นก่อนนำมาหมักด้วยเอนไซม์เพื่อเพิ่มปริมาณพรีไบโอติกส์ และมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 20.98% สำหรับการผลิตผงน้ำสับปะรดพรีไบโอติกสูง โดยนำน้ำสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง เติมมอลโตเดกซ์ตรินในปริมาณ 20% ผสมให้เข้ากัน นำไปทำแห้งโดยการทำแห้งแบบเยือกแข็ง จะได้ผงน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูงที่มีลักษณะเป็นผงสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมของสับปะรด มีปริมาณความชื้น 2.67 ปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโครสและฟรุกโตสเป็น 21.6, 12.1 และ 8.55% ตามลำดับ และมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดเป็น 32.77%

กรมวิชาการเกษตร

Table 16 Chemical Properties, approximate chemical composition and sugar content of 100 g of concentrated pineapple juice, high prebiotics pineapple syrup and high prebiotics pineapple powder

Properties	concentrated pineapple juice	Syrup high prebiotics pineapple juice	-
Total soluble solid (°Brix)	72.50	70.45	-
pH	3.63	4.45	-
Sucrose (%)	40.50	12.53	21.6
Glucose (%)	9.81	7.26	12.1
Fructose (%)	9.87	5.12	8.55
Fructan (%)	1.23	20.98	32.77
Ash (g/100 g)	1.97	3.89	6.43
Moisture (g/100 g)	27.83	28.96	2.67
Protein (g/100 g)	1.64	1.54	1.39
Total carbohydrate (g/100 g)	68.56	59.07	79.85
Total dietary fiber (g/100 g)	7.21	6.54	9.38
Total Fat (g/100 g)	0.00	0.00	0.28

3.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

ผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์สูงมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์รา *Staphylococcus aureas* และ *Salmonella spp.* และ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไซรัปจากพืช ส่วนผงน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูงมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดค่อนข้างสูง คือ 4.4 x 10^3 แต่ก็มีปริมาณต่ำกว่า 1 x 10^4 CFU/g ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานในหลาย ๆ ผลิตภัณฑ์ คาดว่าน่าจะมาจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเตรียมตัวอย่างก่อนการทำแห้งแบบเยือกแข็ง

Table 17 Microbial properties of high prebiotics pineapple syrup and high prebiotics Pineapple powder

Properties	High prebiotics pineapple syrup	High prebiotics Pineapple powder	Reference standard*
Total Plate Count at 35 °C (CFU/g)	<10	4.4 x 10^3	1 x 10^4
Total Yeasts and Moulds (CFU/g)	<10	<10	<100
Staphylococcus aureus (MPN/0.1 g)	Not Detected	<10	≤ 10
Salmonella in 25 g	Not Detected	Not Detected	Not Detected

*Thai community product standard 1500/2561 Syrup

3.3 ปริมาณสารปนเปื้อน

การวิเคราะห์ปริมาณสารปนเปื้อนได้แก่ สารหนู ทองแดง และตะกั่ว ของผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง และผงน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูง จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง และผงน้ำ

กรมวิชาการเกษตร

สับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูง มีปริมาณสารหนู ทองแดง และตะกั่ว ในปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

Table 18 The contaminants in high prebiotics pineapple syrup and high prebiotics pineapple powder

Properties	Unit	High prebiotics pineapple syrup	High prebiotics Pineapple powder	Reference standard*
Arsenic (As)	mg/kg	0.03	Not Detected	2
Lead (Pb)	mg/kg	<0.03	<0.04	0.5
Copper (Cu)	mg/kg	<0.03	0.90	20

*ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

3.4 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป โดยการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ช่วงอายุ 20 – 65 ปี เพศหญิง 24 คน และเพศชาย 6 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม ของตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์สูง ผู้บริโภคจะให้คะแนนความชอบในทุกด้านอยู่ในระดับชอบมาก ได้แก่ ลักษณะปรากฏ (5.98) สี (6.13) กลิ่น (6.12) รสชาติ (6.26) เนื้อสัมผัส (6.02) และ ความชอบโดยรวม (6.11) เนื่องจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์สูงมีกลิ่นรสของสับปะรดตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นรสแปลกปลอม

3.5 การคำนวณต้นทุนการผลิต

การคำนาณต้นทุนการผลิตโดยกำหนดราคาต้นทุนวัตถุดิบต่าง ๆ ดังนี้

- สับปะรด 625 กิโลกรัมจะได้น้ำสับปะรด 200 กิโลกรัม ได้น้ำสับปะรดเข้มข้น 38 กิโลกรัม ได้ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกสูง 45 กิโลกรัม
- คิดต้นทุนการผลิต ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกสูง 45 กิโลกรัม ดังนี้

สับปะรด 200 กิโลกรัม	12,500	บาท
pectinex ultra SP-L (4,213 U/mL) ปริมาณ 1.9 ลิตร	19,950	บาท
Sodium acetate 1.3 กิโลกรัม	6,600	บาท
Sodium alginate 90 กรัม	90	บาท
Calcium chloride 6 กรัม	2	บาท
น้ำส้มสายชู 700 มิลลิลิตร	23	บาท
ขวดแก้วพร้อมฝา 1500 ใบ	10,500	บาท
รวม	**49,665**	**บาท**

ดังนั้นจึงคิดเป็นต้นทุนไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกสูงบรรจุขวด ขนาด 30 กรัม ขวดละ 33.11 บาท จึงจัดได้ว่ามีราคาต้นทุนสูง ทั้งนี้เนื่องจากราคาวัตถุดิบ เช่น สับปะรด และ เอนไซม์ pectinex ultra SP-L 1 รวมถึงราคาขวดแก้ว เป็นราคาขายปลีก ซึ่งมีราคาสูงกว่าราคาในเชิงอุตสาหกรรมมาก

กรมวิชาการเกษตร

Figure 10 Workshop on High pre-biotics pineapple juice and encapsulation processing.

Figure 11 high pre-biotics pineapple syrup.

Figure 12 high prebiotic pineapple powder.

กรมวิทยาศาสตร์

การทดลองที่ 2 การขยายผลการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่นสู่เชิงพาณิชย์

1. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ที่รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1) จัดทำแผนการจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่น โดยกลุ่มเป้าหมายของการจัดอบรม คือ กลุ่มวิสาหกิจการเกษตร ศรีสะเกษแฟร์เทรด จำนวน 40 คน วันที่ 17 มีนาคม 2564 ณ ไร่สุขสมาน ตำบลละทาย อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้ภาคบรรยายผ่านสื่อดิจิตัล ได้แก่ คลิปวิดีโอ การนำเสนอในรูปแบบ powerpoint และทดลองเรียนรู้ปฏิบัติจริงในการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่น

2) จัดอบรมเชิงปฏิบัติการภาคปฏิบัติให้แก่เกษตรกรผู้ผลิตหอมแดง จังหวัดศรีสะเกษ

ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้เทคโนโลยีการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่นทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ดังนี้

- การเตรียมวัตถุดิบหอมแดงที่เหมาะสมก่อนการสกัด โดยนำหอมแดงมาล้างด้วยน้ำสะอาด ปอกเปลือก นำมาหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ให้มีความหนาประมาณ 1.0±0.5 มิลลิเมตร นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 18 ชั่วโมง นำมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นของแห้ง และร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดความละเอียดเท่ากับ 80 เมช

- การเตรียมตัวทำละลายเพื่อสกัดสารจากหอมแดง โดยเตรียมเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 600 มิลลิลิตรและเติมน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร จะได้เอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 60% เพื่อเป็นตัวทำละลายในการสกัดสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหอมแดงผง

- การสกัดสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหอมแดง ด้วยตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 60% อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1:40 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ควบคุมอุณหภูมิด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส แช่ไว้เป็นเวลา 8 ชั่วโมง กรองสารละลายและเทตัวทำละลายลงในตัวอย่างเพื่อสกัดซ้ำอีก 2 ซ้ำ

- การระเหยตัวทำลายจากสารสกัดหอมแดง ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้หลักการทำงานของเครื่องระเหยแบบลดความดันภายใต้สุญญากาศ และวิธีการนำสารละลายที่สกัดได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดันภายใต้สุญญากาศที่ 60 องศาเซลเซียส ได้สารสกัดหยาบที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส

- การวัดค่าคุณภาพสารสกัดหอมแดง ผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้เครื่องมือและวิธีที่ใช้ในการวัดค่าคุณภาพของสารสกัดหอมแดง ได้แก่ ค่าสีในระบบ CIE L* a* b* ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

- การเก็บรักษาสารสกัดหอมแดงที่เหมาะสม ผู้เข้าอบรมได้รับฟังปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส โดยสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอล-ฟ่ากลูโคซิเดสจากสารสกัดหอมแดงคือเก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

- การห่อหุ้มสารสกัดหรือการเอนแคปซูเลชั่น โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยนำสารสกัดหยาบจากหอมแดงมาเคลือบด้วยเวย์โปรตีนไอโซเลท (11%(w/v)) ในอัตราส่วนระหว่างสารสกัดและสารเคลือบเท่ากับ 1:5 และนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยกำหนดสภาวะการทำงานของเครื่องให้มีอัตราการป้อนอยู่ในช่วง 485-695 มิลลิลิตร/ชั่วโมง อุณหภูมิลมขาออกอยู่ในช่วง 80-85 องศาเซลเซียส ขนาดหัวเข็ม 1.0 มิลลิเมตร

- การบรรจุแคปซูลสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส โดยผู้เข้าอบรมได้ใช้เครื่องบรรจุแคปซูลขนาด 100 เม็ด เพื่ออัดแคปซูลเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส

- บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส โดยบรรจุในขวดพลาสติกทึบแสง ขนาดบรรจุ 100 เม็ดต่อขวด

กรมวิชาการเกษตร

Figure 13 Training course of how to produce supplements from shallots.

3) กลุ่มผู้เข้าฝึกอบรมเยี่ยมชมสถานที่ผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์ (Figure 14) ซึ่งหลังจากผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชันทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ผู้จัดการอบรมได้นำผู้เข้าอบรมไปเยี่ยมชมสถานที่ผลิตในระดับโรงงานอุตสาหกรรม คือ บริษัทปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งเป็นโรงงานรับจ้างผลิต และจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและสมุนไพรบรรจุแคปซูล โดยโรงงานดังกล่าวได้รับมาตรฐานการผลิต GMP HACCP และ HALAL สามารถขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กับองค์การอาหารและยาให้กับสินค้าของผู้จ้างผลิตได้ โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนศรีสะเกษแฟร์เทรดได้ว่าจ้างบริษัทปัจจัยชีวี จำกัด เพื่อทดลองผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหอมแดง จำนวนครั้งละ 100 กิโลกรัม โดยผลการทดลองผลิตในระดับโรงงาน พบว่า ตัวอย่างที่ผลิตได้แคปซูล 1 เม็ดมีสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูซิเดส 500 มิลลิกรัมกรัม มีปริมาณเคอซิติน 31.85% ต่อน้ำหนักตัวอย่าง มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสในหลอดทดลองได้เฉลี่ย 39.2% มีต้นทุนการผลิตเม็ดละ 0.375 บาท หากบรรจุ 100 เม็ดต่อขวด จะมีต้นทุนการผลิตขวดละ 37.5 บาท

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

Figure 14 The participants visited the Original Equipment Manufacturer for producing the products on a commercial scale

2. การประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีกับผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ผู้เข้าอบรมได้ตอบแบบสำรวจความพึงพอใจของผู้รับบริการต่อการอบรมด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ผลการสำรวจความพึงพอใจ รายละเอียดดังนี้

ผู้เข้าอบรมจำนวน 40 คน เป็นเพศชายคิดเป็น 35.14% เพศหญิง 64.86% โดยผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่มีอายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป คิดเป็น 37.84% เมื่อประเมินระดับความพึงพอใจด้านต่าง ๆ พบว่า

1) ด้านงานถ่ายทอดเทคโนโลยี/งานเผยแพร่

ผู้ทดสอบพึงพอใจด้านงานการถ่ายทอดเทคโนโลยี/งานเผยแพร่อยู่ในระดับพอใจ-พอใจมากในทุกหัวข้อ ได้แก่ ความชัดเจนของเนื้อหาและข้อมูล (4.65) ความชัดเจน/เข้าใจง่ายของเอกสาร (4.54) ระยะเวลาในการให้ข้อมูล (4.41) ความครบถ้วนถูกต้องของการให้ข้อมูล (4.62)

2) ความพึงพอใจต่อเจ้าหน้าที่ในการฝึกอบรม

ผู้ทดสอบพึงพอใจต่อเจ้าหน้าที่ในการฝึกอบรมอยู่ในระดับ พอใจ-พอใจมากในทุกหัวข้อ ได้แก่ ความสะดวกในการติดต่อเพื่อขอรับการอบรม (4.65) ความรู้ ความสามารถในการฝึกอบรม เช่น สามารถอธิบาย ตอบ

คำถาม ชี้แจงข้อสงสัย ให้คำแนะนำ ช่วยแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง น่าเชื่อถือ (4.68) ความพร้อมในการฝึกอบรม (4.65) ความซื่อสัตย์ สุจริต ในการปฏิบัติหน้าที่ เช่น ไม่ขอสิ่งตอบแทน ไม่รับสินบน ไม่หาประโยชน์ในทางมิชอบ ฯลฯ (4.68) ความเหมาะสมในการแต่งกาย บุคลิก ลักษณะท่าทางของผู้ให้บริการฝึกอบรม (4.54) การให้ความรู้ต่อผู้มารับการฝึกอบรมเท่าเทียมกัน ไม่เลือกปฏิบัติ (4.73) และการตรงต่อเวลา (4.59)

3) ความพึงพอใจต่อสิ่งอำนวยความสะดวกในการติดต่อ

ผู้ทดสอบพึงพอใจต่อสิ่งอำนวยความสะดวกในการติดต่ออยู่ในระดับ พอใจ-พอใจมากในทุกหัวข้อ ได้แก่ สะดวกในการติดต่อได้หลายรูปแบบ เช่น โทรศัพท์ ไปรษณีย์ โทรสาร เป็นต้น (4.65) ความพร้อมสถานที่ ในการอบรม การสอบถาม (4.54) ความสะอาดของสถานที่ฝึกอบรมในภาพรวม (4.43) การเปิดรับฟังข้อคิดเห็นต่อการฝึกอบรม เช่น แบบสอบถาม เป็นต้น (4.65) ช่องทางการประชาสัมพันธ์ ชัดเจน เข้าใจง่าย หลายช่องทาง เช่น เว็บไซต์ หนังสือพิมพ์ โบว์ชัวร์ เป็นต้น (4.43)

4) ความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการ

ผู้ทดสอบพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการอยู่ในระดับ พอใจ-พอใจมากในทุกหัวข้อ ได้แก่ ได้รับบริการที่ตรงตามความต้องการ (4.59) ได้รับบริการที่คุ้มค่า คุ้มประโยชน์ (4.59) ผลการบริการโดยรวม (4.59)

5) ข้อคิดเห็น

ผู้เข้าอบรมได้มีข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดฝึกอบรมในครั้งนี้ โดยระบุว่า จุดเด่นของการฝึกอบรมในครั้งนี้คือ ได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติจริง/การทำแคปซูลหอมแดงที่แปลกใหม่ จุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขคือ สถานที่อบรมไม่สะดวก โดยระบุข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขคือ สถานที่อบรมควรจะสะดวกมากกว่านี้ สำหรับความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีที่ได้รับผู้เข้าอบรมระบุว่าอุปกรณ์ครบและสะอาด/เครื่องมือทันสมัย น่าสนใจ/เทคโนโลยีสมัยใหม่ เข้าใจง่าย ปรับใช้ได้ ด้านการนำใช้ประโยชน์ พบว่า สามารถนำไปต่อยอดทำธุรกิจได้/สร้างผลิตภัณฑ์และสร้างอาชีพ สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร

การทดลองที่ 3 การขยายผลผลิตภัณฑ์เนยมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

1. การศึกษาคุณสมบัติทางเครื่องสำอางของเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น

1.1 ความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไฮยาลูรอนิเดส (hyaluronidase inhibition)

เอนไซม์ไฮยาลูรอนิเดสเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยกรดไฮยาลูรอนิคที่มีความสามารถในการกักเก็บความชุ่มชื้นใต้ผิวหนัง ส่งผลให้ผิวดูอิ่มฟูและอ่อนเยาว์ และเอนไซม์นี้ยังมีผลในการก่อให้เกิดการแพ้และการอักเสบของร่างกาย (type I allergic reactions) (Wang *et al*., 2021) ผลการศึกษาความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไฮยาลูรอนิเดสโดยคำนวณเป็นความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เอนไซม์ไฮยาลูรอนิเดสได้ 50% (IC_{50}) พบว่าเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นจะมีค่า IC_{50} เป็น 0.14 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไฮยาลูรอนิเดสของ Disodium cromoglycate (DSCG) ซึ่งใช้รักษาอาการแพ้ทางการแพทย์ที่มีค่ามีค่า IC_{50} เป็น 0.10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Table 19)

1.2 ความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อีลาสเตส (elastase inhibition)

เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อีลาสเตส ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญ ที่ทำให้เกิดริ้วรอย โดยการทำลายอีลาสตินซึ่งเป็นโปรตีนที่มีความยืดหยุ่นสูงบริเวณ ผิวหนัง (Wahab *et al*., 2014) พบว่าเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นจะมีค่า IC_{50} ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อีลาสเตส เป็น 6.26 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในขณะที่ Epigallocatechin gallate (EGCG) ที่ใช้เป็นสารสำคัญในเครื่องสำอางที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระในชาเขียว จะความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อีลาสเตสเมื่อคำนวณเป็นค่า IC_{50} เท่ากับ 0.17 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Table 19)

กรมวิชาการเกษตร

1.3 ความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์คอลลาจีเนส (collagenase inhibition)

เอนไซม์คอลลาจีเนสเป็นอีกหนึ่งเอนไซม์สำคัญที่ทำให้เกิดริ้วรอยและทำลายความยืดหยุ่นของผิวหนัง โดยเอนไซม์คอลลาจีเนสจะไปทำลายคอลลาเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของโครงสร้างผิวทำให้เกิดเสื่อมสภาพของผิวหนังและทำให้เกิดริ้วรอย โดยปกติสามารถพบคอลลาเจนประมาณ 70 - 80% ของผิวซึ่งจะช่วยทำให้โครงสร้างผิวมีความกระชับและยืดหยุ่น (Wahab *et al*., 2014) พบว่า เนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นจะมีค่า IC_{50} ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์คอลลาจีเนสเป็น 4.77 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในขณะที่วิตามินซีที่ใช้เป็นสารสำคัญในเครื่องสำอางมีค่า IC_{50} ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์คอลลาจีเนสเป็น 0.01 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Table 19)

Table 19 The inhibition activity on hyaluronidase, elastase and collagenase of mango butter cultivar 'Keawkamin'

Enzyme	inhibition activity (IC_{50}; mg/ml)		
	Mango seed Fat	Commercial ingredient	
Hyaluronidase	0.14	Disodium cromoglycate (DSCG)	0.10
Elastase	6.26	Epigallocatechin gallate (EGCG)	0.17
Collagenase	4.77	Vitamin C	0.01

Enzyme inhibition activity shown in this table came from an average of four replications

2. การประยุกต์ใช้เนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์โลชันทาผิว

จากคุณสมบัติที่ดีด้านเครื่องสำอางของเนยมะม่วงในด้านความสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน รวมไปถึงความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไทโรซิเนสและไฮยารูลอนิเดสที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพโดยมีค่า IC_{50} ของการยั้งยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ที่น้อยกว่า 0.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และยังมีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตสและคอลลาจีเนส จึงทำการประยุกต์ใช้เนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นในผลิตภัณฑ์โลชันทาผิวในปริมาณ 1.0-3.0% โดยน้ำหนัก เมื่อทดสอบคุณสมบัติที่สำคัญของโลชัน เช่น สี ความเป็นกรด-ด่าง แรงผลักของประจุระหว่างอนุภาค (Zeta potential) ลักษณะเนื้อสัมผัสของโลชัน และการทดสอบการแพ้และระคายเคืองต่อผิวหนัง ได้ผลดังนี้

2.1 ค่าสี

โลชันทาผิวที่มีส่วนประกอบของเนยมะม่วงที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้โลชันมีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีแดง-เขียว (a*) ที่ลดลงโดยโลชันที่มีเนยมะม่วง 1.0-3.0% จะมีค่า L* และค่า a* อยู่ระหว่าง 54.20-53.81 และ 0.26-0.00 ตามลำดับ น้อยกว่าสูตรควบคุมที่ใช้น้ำมันมะกอกในสูตร 3.0% ซึ่งจะมีค่า L* และ a* อยู่ที่ 54.60 และ 0.44 ตามลำดับ ส่วนค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) ของโลชันจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเนยมะม่วงในสูตรเพิ่มสูงขึ้น โดยโลชันที่มีเนยมะม่วง 1.0-30 จะมีค่า b* อยู่ระหว่าง -0.22-0.96 ในขณะที่สูตรควบคุมมีค่า b* อยู่ที่ -0.62 การที่ค่า b* ของโลชันเพิ่มสูงขึ้นซึ่งแสดงถึงค่าสีเหลืองที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเนยมะม่วงเพิ่มขึ้น (Table 20) ทั้งนี้ไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่สกัดได้จะมีสีเหลืองอ่อน เนื่องจากมีแคโรทีนอยด์เป็นส่วนประกอบ โดยมีรายงานว่า ใน 1 กรัมของเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่ทำแห้งแล้วจะพบแคโรทีนอยด์เป็นส่วนประกอบถึง 1.02 มิลลิกรัม (Mostafa, 2013)

2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ปริมาณที่เพิ่มขึ้นของเนยมะม่วงที่เป็นส่วนประกอบโลชันทาผิวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของโลชัน โดยโลชันที่มีเนยมะม่วงเป็นส่วนประกอบที่ 1.0, 2.0 และ 3.0% จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 7.38-7.42 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของโลชันที่มีเนยมะม่วงเป็นส่วนผสมจะสูงกว่าสูตรควบคุมที่ใช้น้ำมันมะกอก 3.0% ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.95 (Table 20) แต่ค่าดังกล่าวยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม มอก.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

478-2555 “ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว” ที่กำหนดให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิวที่อยู่ในรูปครีม โลชัน เจล และโฟมให้มีค่าอยู่ระหว่าง 3.5-7.5 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555)

2.3 แรงผลักของประจุระหว่างอนุภาค (Zeta potential)

จากการประยุกต์ใช้เนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นในผลิตภัณฑ์โลชันทาผิวปริมาณ 1.0-3.0% โดยน้ำหนัก พบว่า เมื่อปริมาณเนยมะม่วงในสูตรเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้เกิดแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาคหรือ Zeta potential ของอิมัลชันเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้อิมัลชันเกิดความคงตัวเพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงผลักระหว่างอนุภาคส่งผลให้อนุภาคไม่สามารถเข้ามาใกล้กันและเกิดการรวมตัวกันที่จะทำให้อิมัลชันเกิดการแยกชั้นได้ โดยค่า Zeta potential ที่ทำให้เกิดความเสถียรในการแขวนลอยที่ดี ไม่เกิดการแยกชั้นระหว่างการเก็บรักษา ต้องมีค่าสูงกว่า 30 หรือต่ำกว่า - 30 มิลลิโวลต์ (Mirhosseini *et al*., 2007) โดยสูตรโลชันทาผิวที่มีเนยมะม่วงเป็นองค์ประกอบ 1.0% จะมีค่า Zeta potential ที่ -22.87 มิลลิโวลท์ซึ่งถือว่ายังไม่มีความเสถียรของอิมัลชันที่ดีพอ อาจเกิดการแยกชั้นของส่วนผสมระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่โลชันทาผิวที่มีเนยมะม่วงเป็นส่วนประกอบ 2.0 และ 3.0% จะมีค่า Zeta potential 36.43 และ 38.03 มิลลิโวลท์ตามลำดับ (Table 20) ซึ่งถือว่ามีความเสถียรของอิมัลชันที่ดี และจะไม่เกิดการแยกชั้นของโลชันระหว่างการเก็บรักษา

Table 20 Color score, pH and Zeta potential of body lotion containing mango seed fat and control formula

Formula	Color score			pH	Zeta potential
	L*	a*	b*		(mV)
control (3.0% olive oil)	54.60 b	0.44 c	-0.62 a	6.95 a	-16.47 d
Formula 1 (1.0% of mango seed fat)	54.20 a	0.26 b	-0.22 b	7.38 b	-22.87 c
formula 2 (2.0% of mango seed fat)	53.17 a	0.24 b	-0.15 b	7.38 b	-36.43 b
Formula 3 (3.0% of mango seed fat)	53.81 a	0.00 a	0.96 c	7.42 b	-38.03 a

Averages in the same column followed by same letters are not significantly difference at 95% level by DMRT

2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

เมื่อทดสอบเนื้อสัมผัสของโลชัน (texture profile analysis) ด้วยวิธี back extrusion โดยเครื่อง Texture analyzer พบว่าโลชันที่มีส่วนผสมของเนยมะม่วงเพิ่มขึ้นจะมีค่าความแน่นเนื้อ (firmness) การเกาะตัวกัน (cohesiveness) ความคงตัว (consistency) และค่าดัชนีความหนืด (index of viscosity) ที่สูงขึ้น และสูงกว่าสูตรควบคุมที่ใช้น้ำมันมะกอก 3.0% โดยโลชันที่มีส่วนผสมของเนยมะม่วง 1.0-3.0% จะมีค่าของลักษณะเนื้อสัมผัสที่วัดได้ดังนี้ ค่าความแน่นเนื้อ 37.10-71.33 กรัม ค่าความคงตัว 849.30-1664.69 กรัม.วินาที ค่าความคงตัว 37.91-90.52 กรัม และค่าดัชนีความหนืด 92.09-204.88 กรัม.วินาที (Table 21) โดยค่าการเกาะตัวและความคงตัวเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความการรวมตัวที่ดีและความเสถียรของอิมัลชันซึ่งจะสัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อและดัชนีความหนืด โดยถ้าอิมัลชันมีเนื้อสัมผัสที่ดีจะมีค่าการเกาะตัวกันและค่าความคงตัวสูงซึ่งจะส่งผลต่อค่าความแน่นเนื้อและดัชนีความหนืดของตัวอย่างที่สูงขึ้น ทั้งนี้จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณเนยมะม่วงในส่วนผสมของโลชัน การเพิ่มขึ้นดังกล่าวส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบของเนยมะม่วง ซึ่งเนย

กรมวิชาการเกษตร

มะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นมีองค์ประกอบของไขมันอิ่มตัวถึง 37.89% โดยน้ำหนัก และด้วยคุณสมบัติของเนยมะม่วงที่สามารถเกิดเป็นผลึกไขมันได้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 36.67 องศาเซลเซียส (ศุภมาศ, 2562) การเพิ่มขึ้นของปริมาณเนยมะม่วงจึงมีผลต่อเนื้อสัมผัสและความหนืดที่เพิ่มขึ้นของโลชัน

Table 21 Texture profile analysis of body lotion containing mango butter cv. 'Kaewkamin, and the control formula on firmness, consistency, cohesiveness and index of viscosity

Formula	Firmness (g)	Consistency (g.sec)	Cohesiveness (g)	Index of viscosity (g.sec)
control (3.0% olive oil)	35.33 a	769.78 a	36.06 c	75.54 c
Formula 1 (1.0% of mango seed fat)	37.10 a	849.30 a	37.91 c	92.09 c
formula 2 (2.0% of mango seed fat)	56.95 b	1384.23 b	65.06 b	161.46 b
Formula 3 (3.0% of mango seed fat)	71.33 c	1664.69 c	90.52 a	204.88 a

Averages in the same column followed by same letters are not significantly difference at 95% level by DMRT

2.5 การทดสอบการแพ้

ผลการทดสอบการแพ้แบบ Single patch test ของโลชันที่มีเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นเป็นส่วนประกอบโดยบริษัทเดิร์มสแกนเอเชีย จำกัด กับผู้ทดสอบอายุระหว่าง 22-58 ปีจำนวน 33 คน โดยให้ทาโลชันตัวอย่างที่บริเวณหลังเป็นเวลา 48 ชั่วโมงจากนั้นสังเกตและให้คะแนนอาการบวมและผื่นแดงแดงบริเวณที่ทาผลิตภัณฑ์ ผลการทดสอบพบว่าโลชันที่มีเนยมะม่วงเป็นส่วนประกอบที่ 1.0 และ 3.0% โดยน้ำหนักไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้และระคายเคือง โดย มีค่า Mean cumulative irritation index (M.C.I.I value) ที่ 0.06 และ 0.08 ตามลำดับ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถก่อให้เกิดการแพ้ และอาการระคายเคืองจะมีค่า M.C.I.I ตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป (Greenspan et al., 2003)

จากผลการวิเคราะห์สมบัติด้านกายภาพ ความคงตัว เนื้อสัมผัสของโลชัน และการแพ้ จึงคัดเลือกสูตรโลชันที่มีปริมาณเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น 3.0% เพื่อถ่ายทอดให้กับผู้ประกอบและทดลองผลิตขยายขนาดเชิงพาณิชย์

2.6 คำนวณต้นทุนการผลิต

ทำการคำนวณต้นทุนการผลิตโลชันผสมเนยเมล็ดมะม่วงสูตรที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการซึ่งมีปริมาณเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น 3.0% โดยโลชันที่ผลิตได้มีต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 110.57 บาท/กิโลกรัม ซึ่งมีรายละเอียดของส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตโลชัน 1 กิโลกรัม ดังนี้

EDTA 4Na	ราคา 0.22 บาท/กรัม	ปริมาณที่ใช้ 1 กรัม	คิดเป็นเงิน	0.22 บาท
Glycerol, Glycerin	ราคา 0.06 บาท/กรัม	ปริมาณที่ใช้ 30 กรัม	คิดเป็นเงิน	1.89 บาท
Viscolam AT 100P	ราคา 1.89บาท/กรัม	ปริมาณที่ใช้ 20 กรัม	คิดเป็นเงิน	37.88 บาท
Cosmaq Cetostearyl alcohol	ราคา 0.11 บาท/กรัม	ปริมาณที่ใช้ 20 กรัม	คิดเป็นเงิน	2.20 บาท
Cosmaq Emulsifying wax	ราคา 0.30 บาท/กรัม	ปริมาณที่ใช้ 30 กรัม	คิดเป็นเงิน	8.97 บาท
Tween 20	ราคา 0.18 บาท/กรัม	ปริมาณที่ใช้ 20 กรัม	คิดเป็นเงิน	3.62 บาท

กรมวิชาการเกษตร

เนยเมล็ดมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น	ราคา 1.47 บาท/กรัม	ปริมาณที่ใช้ 30 กรัม	คิดเป็นเงิน	44.18 บาท
Isopropyl myristate	ราคา 0.18 บาท/กรัม	ปริมาณที่ใช้ 30 กรัม	คิดเป็นเงิน	5.28 บาท
Microcare PHC	ราคา 1.06 บาท/กรัม	ปริมาณที่ใช้ 6 กรัม	คิดเป็นเงิน	6.34 บาท

3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้กับผู้ประกอบการและทดลองผลิตในระดับขยายขนาด

จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นและการประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมให้ความชุ่มชื่นในผลิตภัณฑ์โลชันทาผิวกับ บริษัท เบลเอ็นเอ็น ทริลเลียน จำกัด และร่วมทดลองผลิตในระดับขยายขนาดโดย บริษัท ไอเดียร์สแควร์ แลบบอลาทอรี จำกัด เมื่อทำการตรวจวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้พบว่า โลชันทาผิวที่ผลิตในระดับขยายขนาดและโลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการจะมีค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาคแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับเชื่อมั่นที่ 95% โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี paired t-test โลชันทาผิวที่ผลิตในระดับขยายขนาด จะมีค่าสี L* และ a* สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ และมีค่าสี b* ที่น้อยกว่า แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากการผลิตระดับขยายขนาดจะมีค่าความเป็นสีแดง และสีเหลืองที่สูงกว่า และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์พบว่า โลชันทาผิวที่ผลิตในระดับขยายขนาดมีค่าอยู่ที่ 6.82 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำว่าโลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการเล็กน้อย (7.42) แต่ค่าดังกล่าวยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม มอก. 478-2555 ที่กำหนดให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์โลชัน เจล และโฟมที่ใช้กับผิวหนังมีค่าอยู่ระหว่าง 3.5-7.5 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) ส่วนค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาค (Zeta potential) ที่บ่งบอกถึงความคงตัวของโลชัน พบว่าโลชันที่ผลิตในระดับขยายขนาดจะมีค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาคเป็น -52.92 mV ซึ่งสูงกว่าโลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการ (-38.03 mV) (Table 22) แสดงให้เห็นว่าวิธีการผลิตที่ต่างกันมีผลต่อความเสถียรและความคงตัวของผลิตภัณฑ์โลชันถึงแม้จะมีสูตรการผลิตที่เหมือนกัน ซึ่งค่าดังกล่าวสอดคล้องกับการทดสอบเนื้อสัมผัสของโลชันที่ผลิตในระดับขยายขนาดที่มีค่าความแน่นเนื้อ (firmness) การเกาะตัวกัน (cohesiveness) ความคงตัว (consistency) และค่าดัชนีความหนืด (index of viscosity) ที่สูงกว่าโลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการ (Table 23) สำหรับผลการทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โลชันบำรุงผิวที่มีส่วนประกอบของเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นที่ผลิตได้จากทั้งห้องปฏิบัติการและการผลิตระดับขยายขนาดมีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน มอก 488-2555 “ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว” ในด้านปริมาณ Aerobic plate Count , *Candida albicans*, *Clostridium* spp., *Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus* รวมทั้งปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ (Table 24)

Table 22 Color score, pH and Zeta potential of body lotion containing mango butter cv. ‘Keawkamin’ produced in lab and commercialized scale

Formula	Color score			pH	Zeta potential (mV)
	L*	a*	b*		
Lab scale	53.81	0.00	0.96	7.42	-38.03
Commercialized scale	53.93	0.37	0.65	6.82	-52.92
t-test	20.78**	110.00**	26.85**	68.41**	13.19**

** indicates significant difference at the 0.01 level

Table 23 Texture profile analysis of body lotion containing mango butter cv. 'Keawkamin' produced in lab and commercialized scale

Formula	Firmness (g)	Consistency (g.sec)	Cohesiveness (g)	Index of viscosity (g.sec)
Lab scale	71.33	1664.69	90.52	204.88
Commercialized scale	802.99	9987.22	797.71	1189.25
t-test	54.78**	8.60*	92.30**	10.67**

** indicates significant difference at the 0.01 level

* indicates significant difference at the 0.05 level

Table 2 Microbial analysis of body lotion containing mango butter cv. 'Keaekamin' produced in lab and commercialized scale following the standard of Tis 478 -2555

Tested item	Mango-butter lotion	Tis 478 -2555
Aerobic plate Count	< 10 cfu/g	1000 cfu/g
Candida albicans	ND	ND
Clostridium spp.	ND	ND
Pseudomonas aeruginosa	ND	ND
Staphylococcus aureus	ND	ND
Yeasts and Molds	< 100 cfu/g	1000 cfu/g

เมื่อนำผลิตภัณฑ์โลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการและระดับขยายขนาดมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบด้วยวิธี 7-point hedonic scale พบว่าผู้บริโภคให้ความพึงพอใจทั้งด้านสี ความเรียบเนียน ความหนืดของโลชัน การดูดซึม ความชุ่มชื้นของผิวหลังทา ความรู้สึกหลังทา และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์โลชันที่ผลิตในระดับขยายขนาดสูงกว่าผลิตภัณฑ์โลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการ (Table 25) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบเนื้อสัมผัสของโลชันที่ผลิตในระดับขยายขนาดที่มีค่าความแน่นเนื้อ การเกาะตัวกัน ความคงตัว และค่าดัชนีความหนืด และค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาคที่สูงกว่าโลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการ

Table 25 Sensory evaluation of lab-scale and commercialize-scale of mango seed fat body lotion by 7-point hedonic scale

method	color	consistency	viscosity	absorption	moisturizing	after use	overall
Lab scale	5.7	5.65	4.8	4.6	5.4	4.95	5.15
Commercialized scale	5.75	5.75	5.1	4.7	5.5	5.15	5.4
t-test	0.56^{ns}	0.49^{ns}	0.77^{ns}	0.26^{ns}	0.37^{ns}	0.54^{ns}	0.72^{ns}

^{ns} indicates not significant

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

โครงการวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredients เชิงพาณิชย์ ได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสารให้กลิ่นรสจากน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง การเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง รวมถึงขั้นตอนการผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากหัวหอมแดงที่ช่วยลดการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือด ให้กับกลุ่มวิสาหกิจการเกษตรศรีสะเกษแฟร์เทรด จังหวัดศรีษะเกษ และร่วมทดลองผลิตในระดับขยายขนาดกับบริษัท ปัจจัยชีวี จำกัด ส่วนการผลิตเนยมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ บริษัท เบลเอ็นเอ็น บริลเลียน จำกัด และได้ร่วมทดสองผลิตโลชันทาผิวที่มีส่วนประกอบของเนยมะม่วงกับบริษัท ไอเดียร์สแควร์ แลบอลาทอรี จำกัด ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากการฝึกอบรมและผลิตขยายขนาดร่วมกับภาคเอกชนมีคุณภาพดีและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ดังนี้

- การผลิตสารให้กลิ่นรสสับปะรดพรีไบโอติกสูง โดยไซรัปสับปะรดที่ผลิตได้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70.45 องศาบริกซ์เป็นไปตามมาตรฐาน มผช.1500/2561 ไซรัปจากพืช และมีปริมาณฟรุกแตนเพิ่มขึ้น 20.98% ส่วนผงน้ำสับปะรดเข้มข้นจากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีปริมาณฟรุกแตน 32.77% โดยไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกสูงและผงน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูงสามารถนำไปใช้แต่งกลิ่นรสสำหรับทำเครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้
- การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากหัวหอมแดง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในระดับขยายขนาดมีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ผลิตได้ในห้องปฏิบัติการ โดยในผลิตภัณฑ์แคปซูลเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากหอมแดง 1 แคปซูลจะมีสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส 500 มิลลิกรัม มีปริมาณเคอซิติน 31.85% ต่อน้ำหนักตัวอย่าง และมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ 39.2%
- การผลิตเนยเมล็ดมะม่วงและการใช้ประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์โลชันทาผิว พบว่าโลชันที่มีส่วนผสมของเนยเมล็ดมะม่วง 1.0-3.0% ไม่ก่อให้เกิดการแพ้และระคายเคือง โดยโลชันผสมเนยมะม่วงมะม่วงที่ผลิตในระดับห้องปฏิบัติการและระดับขยายขนาดจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 478-2555 “ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว” โดยโลชันที่ผลิตในระดับขยายขนาดจะมีความเสถียรและความคงตัวที่ดีกว่าในด้านค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาค ค่าความแน่นเนื้อ การเกาะตัวกัน ความคงตัว และค่าดัชนีความหนืด

ผลผลิตจากโครงการทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปประยุกต์เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการดูแลสุขภาพในนอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏอยู่ในโครงการวิจัยได้ ซึ่งจะตอบโจทย์ความต้องการของบริโภคทั้งในเรื่องของรูปแบบของผลิตภัณฑ์และประโยชน์ในการดูแลสุขภาพ รวมถึงสามารถประยุกต์ให้เข้ากับการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่หลายหลากโดยไม่เกิดความยุ่งยากในการปรับกระบวนการผลิต โดยไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกสูงและเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสที่มีพรีไบโอติกสูงจากน้ำสับปะรด สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหาร น้ำผลไม้ รวมถึงผลิตภัณฑ์ confectionery เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเพิ่มกลิ่นรสได้ ส่วนผลิตภัณฑ์เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากหอมแดง สามารถใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนประกอบของน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตสูง เพื่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยผู้ประกอบการสามารถประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่โดยไม่ต้องปรับกระบวนการผลิต ทำให้ลดความยุ่งยากในกระบวนการผลิตเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ส่วนผลิตภัณฑ์เนยมะม่วง สามารถใช้เป็นส่วนผสมเพื่อให้ความชุ่มชื่นในเครื่องสำอางต่าง ๆ และยังสามารถใช้เนยเมล็ดมะม่วงเพื่อทดแทนการใช้เนยโกโก้และเนยเชียที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในเครื่องสำอางที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพงได้

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการดำเนินงานของแผนงานวิจัยย่อย

แผนงานวิจัยย่อย “วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเชิงพาณิชย์” ได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติ และผลิตภัณฑ์ startup ingredients รวมทั้งการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่าง ๆ ดังนี้

โครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเชิงพาณิชย์

การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากมะนาวเชิงพาณิชย์

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตมะนาวผงและการประยุกต์ใช้มะนาวผงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางคือ สบู่และโลชันทาผิวให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี โดยสบู่ก้อนที่ผลิตได้มีค่า pH 9.21 และมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.เอส 13-2561 สบู่ก้อนสมุนไพร และโลชันที่ผลิตได้มีค่า pH 5.22 มีความคงตัว และปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.เอส 15-2561 ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร

การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสีดอกอัญชันเชิงพาณิชย์

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสีผงจากดอกอัญชันและการประยุกต์ใช้สีผงดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลีดอกอัญชันให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้สามารถเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องสาเวลเซียส ได้นาน 14 วัน และมีคุณภาพด้านต่างๆ รวมถึงคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน มผช.533/2554 น้ำดอกอัญชัน และ 519/2547 เยลลีอ่อน

โครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredients เชิงพาณิชย์

การขยายผลการผลิตเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไซรัปน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงและเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงกับกลุ่มศรีสะเกษแฟร์เทรด จังหวัดศรีสะเกษ และร่วมกับบริษัทปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ ในการทดลองผลิตขยายขนาด ผลิตภัณฑ์ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์สูงที่ผลิตได้ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70.45 องศาบริกซ์ เป็นไปตามมาตรฐาน มผช.1500/2561 ไซรัปจากพืช และมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 20.98% ส่วนผงน้ำสับปะรดพรีไบโอติกสูงที่ผลิตไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกส์สูงมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดเป็น 32.77%

การขยายผลการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่นสู่เชิงพาณิชย์

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดสวิธีเอนแคปซูเลชั่นสู่เชิงพาณิชย์ให้กับกลุ่มศรีสะเกษแฟร์เทรด จังหวัดศรีสะเกษ และร่วมกับบริษัทปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษเพื่อผลิตในระดับขยายขนาด โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากการทดลองผลิตขยายขนาดมีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการ ผลิตภัณฑ์แคปซูลเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากการสกัดหอมแดง 1 แคปซูลมีสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูซิเดส 500 มิลลิกรัมกรัม มีปริมาณเคอซิติน 31.85% ต่อน้ำหนักตัวอย่าง มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์กลูโคซิเดสในหลอดทดลอง 39.2%

การขยายผลผลิตภัณฑ์เนยมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นและการประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมให้ความชุ่มชื่นในผลิตภัณฑ์โลชันทาผิวกับ บริษัท เบลเอ็นเอ็น ทริลเลียน จำกัด และร่วมทดลองผลิตในระดับขยายขนาดโดย บริษัท ไอเดียร์สแควร์ แลบบอลาทอรี จำกัด เมื่อประยุกต์ใช้เนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นเป็นส่วนประกอบในโลชันทาผิว 1.0-3.0% โดยน้ำหนัก พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 478-2555 “ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว” และไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้และระคายเคือง เมื่อคัดเลือกโลชันที่มีส่วนประกอบของเนยมะม่วง 3.0% ไปทดลองผลิตใน

กรมวิทยาศาสตร์

ระดับขยายขนาด พบว่าโลชันที่ผลิตในระดับขยายขนาดจะมีค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาค รวมถึงค่าความแน่นเนื้อ การเกาะตัวกัน ความคงตัว และค่าดัชนีความหนืดสูงกว่าโลชันที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการ แสดงให้เห็นว่าวิธีการผลิตที่ต่างกันมีผลต่อความเสถียรและความคงตัวของผลิตภัณฑ์โลชันถึงแม้จะมีสูตรการผลิตที่เหมือนกัน

ข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญกับสินค้าเพื่อสุขภาพ สินค้าอาหารปลอดภัย และ สินค้าเฉพาะกลุ่ม (Niche market) เทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์สุขภาพจากสารสำคัญจากธรรมชาติ และผลิตภัณฑ์ startup ingredients ที่มีประโยชน์ในการดูแลสุขภาพเชิงหน้าที่ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เพื่อการดูแลสุขภาพ และการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพได้ แต่อาจต้องมีการปรับเปลี่ยนไปตามความต้องการของตลาดและความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งในด้านความสะดวก รูปแบบของการบริโภค ประโยชน์ที่ได้รับและราคาที่สามารถเข้าถึงได้ โดยเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลผลิตของแผนงานวิจัยย่อยทั้ง 5 ชนิดได้แก่ สีผงจากดอกอัญชัน มะนาวผง สารให้กลิ่นรสสับปะรดที่มีพรีไบโอติกส์สูง สารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหอมแดงที่ช่วยลดการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือด รวมไปถึงเนยเมล็ดมะม่วงที่สามารถประยุกต์ใช้เป็นสารให้ความชุ่มชื่นในเครื่องสำอาง จะสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่หลากหลายได้ ซึ่งการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของแผนงานวิจัยย่อยเป็นเพียงตัวอย่างของการประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตของบางผลิตภัณฑ์เท่านั้น นอกจากนี้เทคโนโลยีในการผลิตทั้งในเรื่องของการสกัดสารสำคัญ การเพิ่มปริมาณสารสำคัญ การห่อหุ้มสารสำคัญ รวมถึงวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลผลิตเกษตรอื่น ๆ ได้ แต่อาจต้องมีการปรับกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับชนิดผลิตผลเกษตรรวมถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ ทั้งนี้เพื่อช่วยส่งเสริมศักยภาพทางการตลาดของผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูปของไทย และเพิ่มตัวเลือกให้กับผู้ประกอบการและผู้บริโภคมากขึ้น รวมทั้งส่งเสริมให้มีการใช้วัตถุดิบจากผลิตผลเกษตรในประเทศให้เป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร อุตสาหกรรมเกษตร และประเทศชาติต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม ศุภมาศ กลิ่นขจร ศิริพร เต็งรัง และสุปรียา ศุขเกษม. 2563. การผลิตสีผงจากพืชทดแทนสีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์อาหาร, น. 560-578. *ใน* รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2563 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

ประไพพิศ อินเสน. 2561. การยับยั้งกระบวนการสร้างใสม็ดสีเมลานินจากพืชกลุ่มเบอร์รีไทย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 12 (2): 69-82.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2544. เครื่องสำอางเพื่อความสะอาด. โอ.เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพฯ.

วิไลศรี ลิมปพยอม, วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร และอกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์. 2562. การผลิตมะนาวผง น้ำมนหอมระเหย และเพคตินจากมะนาวในรูปไมโคร-นาโนแคปซูล. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2562 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร 320-335.

ศุภมาศ กลิ่นขจร สุปรียา ศุขเกษม และ วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร. 2562. การผลิตเนยเมล็ดมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2562. กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, กรมวิชาการเกษตร. หน้า 385-400.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2555. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว มอก. 478-2555.* สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 7 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์เยลลี่อ่อน. มผช.519/2547. 5 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2554. มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำดอกอัญชัน. มผช.533/2554. 6 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2561. มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร. มอก. เอส 15-2561. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 15 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2561. มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส สบู่ก้อนผสมสมุนไพร. มอก. เอส 13-2561. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 16 หน้า.

สยามรัฐออนไลน์. 2562. พ่อเมืองลำปางแก้ปัญหาเกษตรกรถูกกดราคาดอกอัญชันตากแห้ง. สืบค้นจาก: https://siamrath.co.th/n/61969 [11 พฤศจิกายน 2562].

AOAC. 2012. Association of Official Chemists, Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington, D.C.

Babilas, P. U. Knie and C. Abels. 2012. Cosmetic and dermatologic use of alpha hydroxy acids. JDDG 10: 488-491.

Beato, V.M., F. Orgaz, F. Mansilla and A. Montaño. 2011. Changes in Phenolic Compounds in Garlic (Allium sativum L.) Owing to the Cultivar and Location of Growth. Plant Food Hum

Giusti, M.M. and R. E. Wrolstad. 2005. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy, pp. 19-31. *In* R.E. Wrolstad, T.E. Acree, E.A. Decker, M. H. Penner, D.S. Reid, S.J. Schwartz, C.F. Shoemaker, D. Smith and P. Sporns, eds. Handbook of Food Analytical Chemistry. Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey.

Greenspan A, Loesche C, Vendetti N, Georgeian K, Gilbert R, Poncet M, Baker MD, Soto P. 2003. Cumulative irritation comparison of adapalene gel and solution with 2 tazarotene gels and 3 tretinoin formulations. *Cutis* 72(1):76-81.

กรมวิชาการเกษตร

Jafari, S.M., M.G. Ghalenoei and D. Dehnad. 2017. Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice powder. Powder Technology 311: 59-65.

Kim, D.-O., K. W. Lee, H.J. Lee and C.H. Lee. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. J. Agric. Food Chem. 50(13): 3713-3717.

Kim, D.-O., S. W. Jeong, and C.Y. Lee. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chemistry. 81: 321-326.

Kim, M.B., J.Y. Ko and S.B. Lim. 2016. Formulation optimization of antioxidant-rich juice powders based on experimental mixture design. Journal of Food Processing and Preservation ISSN 1745-4549: 1-10.

Kim, S.J., Sancheti, S., Sancheti, S., Um, B.H., Yu, S.M. snd Seo, S.Y. 2010. 1,2,3,4,6-penta-o-galloyl-β-d-glucose on elastase and hyaluronidase activities and its type II collagen expression. *Acta Pol Pharm*. 67(2): 145-150.

Lee, S.H., Sancheti, S., Sancheti, S. and Seo, S.Y. 2009. Potent antielastase and Antityrosinase activities of *Astilbe chinensis*. American Journal of Pharmacology and Toxicology 4(4): 127-129.

Mostafa, U.E. 2013. Phenolic compounds and antioxidant potential of mango peels and kernels (*Mangifera indica* L.) on the frying oil stability, lipid profile and activity of some antioxidant serum enzymes in rats. *J. Am. Sci*. 9 (11): 371-378.

Muthukumarasamy, R., A. Kamaruddin, S. Radhakrishnan. 2018. Comparative evaluation of different extraction methods for antioxidant activity of Citrus hystrix peels. Drug Invention Today 10(8): 1458-1462.

Mirhosseini, H., Yosof, S., Hamid, N.S.A. and Tan, C.P. 2007. Solid-Phase microextraction for head space analysis of key volatile compounds of arabic gum, xanthan gum and orange oil affecting on turbidity, cloudiness, average particle size, polydispersity index and density in orange beverage emulsion. *Food Chemistry* 105: 1659–1670.

Park, H., Sin, B.Y. and Kim, H.P. 2005. Inhibition of collagenase by anti-inflammatory synthetic flavones. *The Journal of Applied Pharmacology* 14: 36-39.

Saikia, S., N.K. Mahnot and C.L. Mahanta. 2014. Effect of spray drying of four fruit juices on physicochemical, phytochemical and antioxidant properties. Journal of Food Processing and Preservation ISSN 1745-4549: 1-9.

Setiadi, P. and F. Anindia. 2018. Manufacture of solid soap based on crude papain enzyme and antioxidant from papaya. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 105 (012048): 1-7.

Sharma, G. 2003. Digital color imaging. CRC Press, New York.

Suravanichnirachorn, W., V. Haruthaithanasan, S. Suwonsichon, U. Sukatta, T. Maneeboon and W. Chantrapornchai. 2018. Effect of carrier type and concentration on the properties,

anthocyanins and antioxidant activity of freeze-dried mao [*Antidesma bunius* (L.) Spreng] powders. Agriculture and natural resources 52: 354-360.

Sutthiwanjampa, C. and Kim, S.M. 2015. Production and characterization of hyaluronidase and elastase inhibitory protein hydrolysate from Venus clam. *Nat Prod Res*. 29(17): 1614-1623.

Wahab, N.A., Rahman, R.A., Ismail, A., Mustafa, S. and Hashim, P. 2014. Assessment of Antioxidant Capacity, Anti-Collagenase and Anti-Elastase Assays of Malaysian Unfermented Cocoa Bean for Cosmetic Application. *Nat Prod Chem Res*. 2(3): 1-6.

Wang, K. Siddanakoppalu Narayana Pramod, Hong Lin, Guanzhi Chen, and Zhenxing Li. 2021. Process Optimization for Preparation of Hyaluronidase Inhibitory Hydrolysates with Anti-allergic Potential from Salmo salar Processing By-products. *ACS Food Science & Technology*. *1*(7): 1262-1273.

กรมวิชาการเกษตร