รายงานแผนงานวิจัย

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

Program on Research and Development on Healthy Products

หัวหน้าแผนงานวิจัย
สุปรียา ศุขเกษม
SUPREEYA SUKHASEM

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานแผนงานวิจัย

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

Program on Research and Development on Healthy Products

กรมวิชาการเกษตร

หัวหน้าแผนงานวิจัย
สุปรียา ศุขเกษม
SUPREEYA SUKHASEM

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ

ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในประเทศไทยได้รับความนิยมและมีความต้องการเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกระแสการใส่ใจสุขภาพและความต้องการให้มีร่างกายที่ดูดี โดยมุ่งหวังให้ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมาช่วยลดความเสี่ยงจากการเป็นโรคต่างๆ และปรับสมดุลให้ร่างกาย จากการที่ประเทศไทยมีพืชที่หลากหลาย จึงมีสารธรรมชาติที่หลากหลายและมีสรรพคุณทางยาที่สามารถตอบสนองผู้บริโภคได้ เช่น พริกมีสารแคปไซซินที่สามารถใช้บรรเทาปวด ลดการอักเสบ ช่วยขับเสมหะ ป้องกันการเกิดมะเร็ง ควบคุมปริมาณไขมันในเลือด และมีสารแคโรทีนอยด์ที่เป็นสารต้านออกซิเดชันป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ มะนาวมีน้ำมันหอมระเหยเป็นสารให้กลิ่นรสและเพคตินที่สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม สับปะรดมีเอนไซม์บรอมิเลนช่วยในการย่อยอาหาร อัญชันมีสารแอนโธไซยานินที่เป็นสารต้านออกซิเดชัน ช่วยในการมองเห็น แครอท ดอกคำฝอยมีสารแคโรทีนอยด์ ใบเตย ใบตำลึง ใบบัวบกมีสารคลอโรฟิลมีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม การกระตุ้นการสร้างเม็ดเลือดแดง และเป็นสารให้สีธรรมชาติ สีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงตามความเป็นกรดด่าง จึงสามารถนำมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์แสดงการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์อาหาร มังคุดมีสารแซนโทนที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อรา เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ หอมแดง อัญชัญ และขมิ้นมีสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสทำให้สามารถชะลอการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือด เมล็ดมะม่วงมีไขมันที่มีกรดไขมันที่จำเป็น มีสารแคโรทีนอยด์ สารประกอบฟีนอลิค และสามารถหลอมละลายได้ที่อุณหภูมิร่างกาย สับปะรด ลิ้นจี่มีน้ำตาลซูโครส กลูโคสและฟรุกโตสที่สามารถเปลี่ยนเป็นสารฟรุกโต-โอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) เป็นสารพรีไบโอติกที่ไม่ถูกย่อยและไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก แต่แบคทีเรียบางกลุ่มในร่างกายสามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตแล้วส่งเสริมให้สุขภาพดีขึ้น ลดโอกาสการเกิดมะเร็งลำไส้ได้ ส่วนวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีสารลิกนินและเซลลูโลสที่ใช้เป็นสารเติมแต่งในการผลิตบรรจุภัณฑ์ชีวภาพได้ ซึ่งจะเป็นสารช่วยเสริมให้บรรจุภัณฑ์มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มากขึ้น

นอกจากนั้นการใช้สารทดแทนความหวานเช่นสารให้ความหวานจากหญ้าหวาน สารทดแทนไขมันเช่นเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสในผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารให้แคลอรีต่ำ ก็เป็นวิธีการหนึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้ ซึ่งการนำผลิตผลทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้บริโภคเป็นหลัก ทั้งในด้านของคุณค่าทางโภชนาการ ความสะดวกในการใช้งาน การยอมรับในผลิตภัณฑ์ รสชาติ ราคา เทคโนโลยีหรือวิธีการกักเก็บสารสกัดให้คงไว้ซึ่งคุณภาพประโยชน์และคุณสมบัติของสารนั้นๆ การนำสารสกัดที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามคุณสมบัติของสาร การทำให้สารธรรมชาติอยู่ในรูปพร้อมใช้ เพื่อสะดวกในการนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมอาหาร อาหารเสริมสุขภาพ เวชสำอาง และบรรจุภัณฑ์ เป็นการเพิ่มคุณสมบัติและเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์ที่นำสารธรรมชาติไปใช้ ลดการนำเข้าสินค้าและเทคโนโลยีที่มีราคาสูง และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค จึงเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมศักยภาพทางการตลาดของผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูปของไทย นำไปสู่ช่องทางในการสร้างรายได้ให้กับภาคเกษตรกรและอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	5
คณะผู้วิจัย	6
บทนำ.....	7
1. โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิต startup ingredients สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สุขภาพ	9
2. โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพให้แคลอรี่ต่ำ	20
3. แผนงานวิจัยย่อย 1 วิจัยและพัฒนาสารสกัดจากธรรมชาติ	32
4. แผนงานวิจัยย่อย 2 วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเชิงพานิชย์	54
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	63
บรรณานุกรม.....	66

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านอธิบดีกรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการบริหารงานวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการกรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากองวิจัยพัฒนาและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร คณะทำงานแผนบูรณาการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพ และคณะทำงานแผนงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพ นางบุษรา จันทร์แก้วมณีที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตรด้านมาตรฐานคุณภาพสินค้าเกษตร นางอมรา ชินภูติ ที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตรด้านการเผยแพร่ผลงานวิชาการ นางสาวนุชนาฏ ณ ระนอง อดีตผู้เชี่ยวชาญด้านผลิตภัณฑ์เกษตร นางสาวจารุวรรณ บางแวก อดีตผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว และนางพุฒนา รุ่งระวี ที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตรและประเมินผล ที่ให้การสนับสนุนและคำแนะนำเพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามวัตถุประสงค์

ขอขอบคุณบุคลากรของกองวิจัยพัฒนาและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร หน่วยงานภาคเอกชนที่อนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ สถานที่ในการปฏิบัติงาน รวมทั้งให้ความร่วมมือในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการผลิตขยายผลเชิงพาณิชย์ ดังรายนามต่อไปนี้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชุนบ้านขนมปังขิง จังหวัดเพชรบุรี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรแฟร์เทรดศรีสะเกษ บริษัท ปัจจัยชีวี จำกัด บริษัท เบล เอ็น เอ็น บริลเลียน จำกัด และ บริษัท ไอเดียร์สแควร์แลบบอลาทอรี จำกัด

กรมวิชาการเกษตร

คณะผู้วิจัย

สุปรียา ศุขเกษม	Supreeya Sukhasem	กวป.
วิไลศรี ลิมปพยอม	Wilaisri Limpapayom	กวป.
ศุภมาศ กลิ่นขจร	Supamas Klinkajorn	กวป.
ศิริพร เต็งรัง	Siriporn Tengrung	กวป.
วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	Wimonwan Wattanawichit	กวป.
จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม	Charuwan Rattanasakultham	กวป.
อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์	Akanit Pisanwatcharin	กวป.
กนกศักดิ์ ลอยเลิศ	Kanoksak Loiloed	กวป.
นภัสสร เลียบวัน	Napatsorn Leabwan	กวป.
ปาริชาติ อยู่แพทย์	Parichart Yoopaet	กวป.
ศิวัช พลายเสน	Siwat Plaisen	กวป.
โกเมศ สัตยาวุธ	Komate Satayawut	กวป.
ประยูร เอ็นมาก	Prayoon Enmak	กวป.
สุรีย์รัตน์ รักเหลือ	Sureerat Rukluarh	กวป.
นราทร สุขวิเสส	Narathorn Sukwises	กวป.
อัจฉราพร ศรีจุดานุ	Atcharaporn Srijudanu	กวป.

กรมวิชาการเกษตร

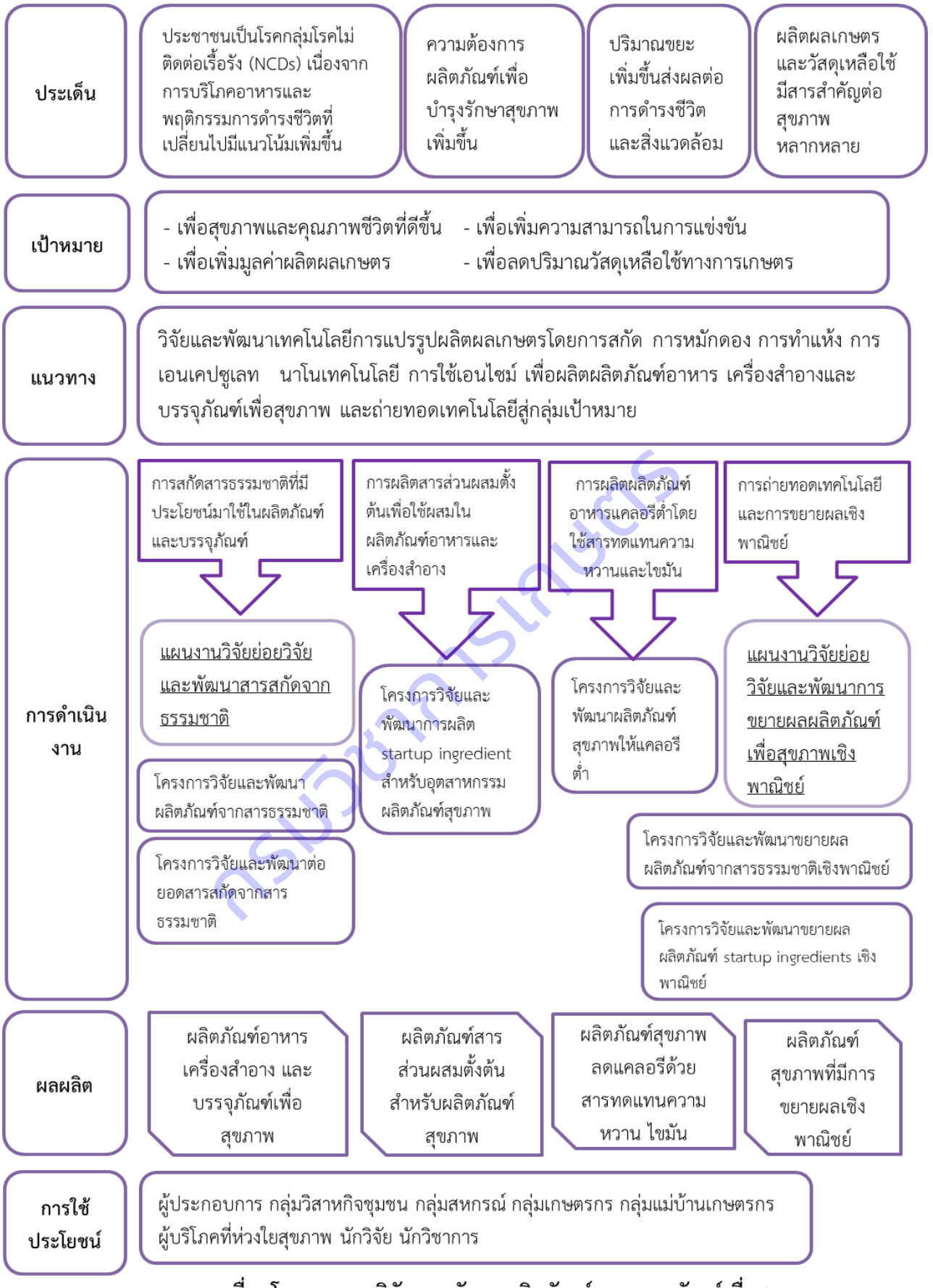
บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีผลิตผลเกษตรมากและมีความหลากหลาย แต่มักจะมีปริมาณมากในช่วงฤดูผลผลิต ทำให้ราคาผลิตผลเกษตรที่ได้มักจะตกต่ำ อีกสาเหตุคือ คุณภาพผลผลิตไม่ได้ตามมาตรฐานหรือไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาด การนำผลิตผลเกษตรมาแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจึงเป็นหนึ่งในแนวทางการเพิ่มมูลค่าผลิตผลเกษตร เนื่องจากปัจจุบันพฤติกรรมการบริโภคอาหารและวิถีชีวิตของผู้บริโภคเปลี่ยนไปไม่ค่อยมีเวลาที่จะให้ความสำคัญกับเรื่องอาหารที่มีความสมดุลทางโภชนาการ มีการบริโภคอาหารจานด่วนที่มีสารอาหารไม่ครบ และอาหารที่มีสารปรุงแต่งที่จะส่งผลต่อร่างกายระยะยาว ทำให้คนไทยเป็นโรคกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง(Non-communicable diseases -NCDs) เช่น โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดสมองและหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคมะเร็ง โรคอ้วน จากการสำรวจระหว่างปี 2555 ถึง 2558 พบว่าคนไทยมีอัตราการตายด้วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นจาก 12.1 คนเป็น 19.4 คนต่อ 100,000 คน ด้วยโรคหลอดเลือดสมองและหัวใจจาก 31.7 คนเป็น 43.3 คนต่อ 100,000 คน และโรคความดันโลหิตสูงจาก 5.7 คนเป็น 12.1 คนต่อ 100,000 คน จะเห็นว่าผู้ป่วยกลุ่มโรค NCDs มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดเป็นสาเหตุการเสียชีวิตถึง 73% ของการเสียชีวิตของคนไทยทั้งหมด จึงทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่ให้คุณค่าเฉพาะหรืออาหารฟังก์ชั่น (functional food) เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เช่น กลุ่มผู้สูงอายุเน้นการบริโภคที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งหรือโรคหัวใจ กลุ่มคนอ้วนเน้นการบริโภคอาหารที่ช่วยลดไขมันในร่างกาย หรือมีแป้งและน้ำตาลน้อย ซึ่งมูลค่าตลาดธุรกิจอาหารเพื่อสุขภาพหรือกลุ่มอาหารเสริมและวิตามินในประเทศไทยในปี 2563 มีมูลค่า 23,916.80 ล้านบาท โดยคาดว่าตลาดรวมจะเติบโต 5-10% ในปี 2564 จึงเป็นโอกาสที่จะเร่งทำการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค บรรจุภัณฑ์ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ ช่วยกระตุ้นความสนใจดึงดูดใจผู้บริโภค และมีข้อมูลคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายใน แต่ผู้บริโภคยังต้องการบรรจุภัณฑ์ที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ สามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ได้และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ผู้ผลิตต้องใช้บรรจุภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการเพื่อเพิ่มยอดจำหน่ายผลิตภัณฑ์

นอกจากนั้นปัญหาขยะมูลฝอยก็เป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทย ในปี 2563 พบว่าประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอย 27.35 ล้านตัน โดยมีการกำจัดอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ 40.91% มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ 43.62% ที่เหลือยังตกค้างสะสมอยู่ ซึ่งขยะบางส่วนยังมีสารธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

ดังนั้นเพื่อให้เกิดการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปและบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีความหลากหลายและครอบคลุมพฤติกรรมการดำรงชีวิตของผู้บริโภค จึงจำเป็นต้องวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีในการนำสารธรรมชาติที่มีในผลิตผลเกษตรและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์พร้อมใช้เป็นอาหารเสริม หรือเติมแต่งในผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในการเสริมสุขภาพและบำรุงร่างกาย และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการ เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ทำให้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้เพิ่มขึ้น

กรมวิทยาศาสตร์



ความเชื่อมโยงแผนงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

กรมวิทยาศาสตร์

โครงการวิจัยที่ 1

โครงการวิจัยและพัฒนาวิจัยและพัฒนาการผลิต Startup ingredients สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สุขภาพ

Research and development on the startup ingredients for the functional products

คณะผู้วิจัย

ศุภมาศ กลิ่นขจร	Supamas Klinkajorn	กวป.
วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	Wimonwan Wattanawichit	กวป.
ปาริชาติ อยู่แพทย์	Parichart Yoopaet	กวป.
โกเมศ สัตยาวุธ	Komate Sattayawut	กวป.
อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์	Akanit Pisanwatcharin	กวป.
ประยูร เอ็นมาก	Prayoon Enmak	กวป.
สุรีรัตน์ รักเหลือ	Sureerat Rukluar	กวป.
สุปรียา ศุขเกษม	Supreeya Sukhasem	กวป.

คำสำคัญ

เอนแคปซูเลท พรีไบโอติก แอนโธไซยานิน เอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส ฟรุคแตน เคอร์คิวมิน เควอซิทิน โลชัน

Key words

encapsulation, prebiotic, anthocyanin, alpha-glucosidase, fluctan, curcumin, quercetin, lotion

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาการผลิต startup ingredients สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สุขภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ startup ingredients เพื่อสุขภาพสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องสำอาง โดยศึกษาการผลิตสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูง การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชัน และการผลิตเนยเมล็ดมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง โดยการผลิตสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูง เริ่มจากการผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นโดยการระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศเพื่อให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงถึง 70 องศาบริกส์ จากนั้นเปลี่ยนน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในน้ำสับปะรดเข้มข้นให้เป็นพรีไบโอติก โดยใช้เอนไซม์ pectinex ultra SP-L 3.5 U/g sucrose และ glucose oxidase 1022 U/g sucrose และใช้สารละลายบัฟเฟอร์ Sodium acetate 0.5 M pH 5.6 ปริมาตร 40 µL ต่อน้ำผลไม้เข้มข้น 1 mL บ่มที่ 55 องศาเซลเซียส 15 ชั่วโมง น้ำสับปะรดเข้มข้นที่ได้จะมีปริมาณฟรุกแตน 52.83% จากนั้นนำไปเอนแคปซูเลทโดยใช้อัลจิเนตเป็นสารเคลือบที่ 2.0% และใช้ขนาดหัวฉีด 0.45 mm เมื่อนำเอนแคปซูเลทไปให้ความร้อนที่ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 3 -15 นาที พบว่าปริมาณฟรุกแตนในเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูงมีปริมาณใกล้เคียงกันทุกสภาวะ ส่วนการทดลองการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชัน ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดส ใน หอมแดง ขมิ้นชัน และดอกอัญชัน พบว่า สารสกัดจากหอมแดงมีฤทธิ์ในการยับยั้งสูงที่สุด โดยมีร้อยละการยับยั้ง 43.02 จากนั้นเอนแคปซูเลสารสกัดจากหอมแดงด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้เวย์โปรตีนไอโซเลท 11% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ซึ่งเอนแคปซูเลทที่ได้จะมีการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดส 41.32% และมีความเสถียรที่สภาวะ

การให้ความร้อนระบบพาสเจอไรซ์แบบให้ความร้อนต่ำเวลานานและให้ความร้อนสูงเวลาสั้น รวมทั้งระบบยูเอชที โดยการเก็บรักษาที่เหมาะสมคือการบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส สำหรับการทดลองการผลิตเนยเมล็ดมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เริ่มจากการลดความชื้นเนื้อในเมล็ดมะม่วงด้วยการอบลมร้อนที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อในเมล็ดมะม่วงอบแห้งมาบดละเอียดและสกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ โดยแช่ตัวอย่างก่อนการสกัดนาน 60 นาทีจะสามารถสกัดได้เนยเมล็ดมะม่วงได้สูงที่สุด โดยเมล็ดมะม่วงพันธุ์ แก้วขมิ้น โชคอนันต์ และน้ำดอกไม้ จะมีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบ 7.25, 6.38 และ 5.84% และมีจุดหลอมเหลว 36.67-39.8 องศาเซลเซียส ซึ่งมี oleic acid และ stearic acid เป็นกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลัก ไขมันจากเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้นจะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด 61.33 mgAA/100g และมีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงสุด (IC_{50}) 0.47 mg/mL เนยเมล็ดมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงของสี และ peroxide value เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน จึงต้องเติม Butylated hydroxytoluene 100 ppm จากนั้นทำการพัฒนาเนยเมล็ดมะม่วงรูปแบบเกล็ดเพื่อสะดวกต่อการใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางโดยการผสม carnauba wax 5% โดยน้ำหนัก ซึ่งจะสามารถเพิ่มจุดหลอมเหลวของเนยเมล็ดมะม่วงได้ถึง 6.66 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้เนยเมล็ดมะม่วงเกิดความเสถียรระหว่างการเก็บรักษา

Abstract

The Project “Research and development on the production of startup ingredients for the health product” aimed to research and develop on the production of healthy startup ingredients for functional food and cosmetic product. It consisted of 3 experiments which were “the production of flavoring agent from high-prebiotic concentrated fruit juice”, “the production of alpha-glucosidase inhibitor by encapsulation” and “the production of mango seed butter for cosmetic products”. For the production of flavoring agent from high-prebiotic concentrated fruit juice, firstly pineapple juice was vacuum evaporated until total soluble solid up to 70 oBrix. Then the sugar content in concentrated juice was converted to be prebiotic by pectinex ultra SP-L 3.5 U/g sucrose and glucose oxidase 1022 U/g sucrose with sodium acetate buffer solution 0.5 M, pH 5.6, 40 µL /1 mL of concentrated juice, incubated at 55 °C for 15 hours. The fructan content in concentrated juice was 52.83%. Then it was encapsulated by alginate 2.0% with nozzle size 0.45 mm. When the encapsulate was heated at 80-90 oC for 3 -15 minutes, the fructan contents were similar in every heating condition. While the production of alpha-glucosidase inhibitor by encapsulation method was studied the efficacy of alpha-glucosidase inhibition in shallot, turmeric and butterfly pea. Shallot extract has the highest inhibitory effect on alpha-glucosidase, 43.02%. Then shallot extract was encapsulated by spray drying with 11%(w/v) of whey protein isolate and it has 41.32% of alpha-glucosidase inhibition. The encapsulate of alpha-glucosidase inhibitor was stable at the heating conditions for long time-low temperature and short time-high temperature pasteurizations including UHT. The suitable storage condition was an aluminum foil bag with storage at 4 °C. For the production of mango seed butter for cosmetic products, it started from moisture reduction of mango seed kernel by drying at 55 °C for 20 hours which has the highest calculated whiteness index. After that, the

กรมวิทยาศาสตร

dried mango seed kernel was ground for the fat extraction by petroleum with 60-minute immersion before extraction. The fat contents of mango seeds variety Kaewkamin, Chokanan and Namdokmai were 7.25, 6.38 and 5.84% (w/w) with the melting point as 36.67-39.8 °C. The major fatty acids were oleic acid and stearic acid which the mango seed butter from variety Kaewkamin has the highest antioxidant capacity 61.33 mgAA /100g and the highest inhibition of tyrosinase (IC_{50}) 0.47 mg/mL. The color and peroxide value rapidly changed and at room temperature storage within 3 months. Therefore, butylated hydroxytoluene 100 ppm must be added to prevent change. The flake of mango seed butter was developed for convenient use as a cosmetic ingredient by addition of 5% carnauba wax. This could increase the melting point of mango seed butter up to 6.66 °C which would make the mango seed butter more stable during storage.

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคทั่วโลกตื่นตัวและได้หันมาใส่ใจกับการดูแลสุขภาพของตัวเองมากขึ้น แนวโน้มการผลิตและการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพจึงเพิ่มสูงขึ้น โดยแนวโน้มของการพัฒนาอาหารของโลกในปัจจุบันและอนาคตจึงมีทิศทางไปยังการพัฒนานวัตกรรมอาหารในกลุ่มอาหารฟังก์ชั่นและผลิตภัณฑ์นิวตราซูติคอล (functional and nutraceutical food) เป็นหลัก โดยผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีแนวโน้มเติบโตในระยะ 5 ปีข้างหน้า คือ ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพเฉพาะด้าน (specialty supplements) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ การควบคุมน้ำหนัก บำรุงสมอง เพื่อความสวยงาม และเพื่อสุขภาพที่ยั่งยืน ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้มักเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทาน และถูกจำกัดด้วยรูปแบบของบริโภคที่ตายตัว เช่น เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหาร หรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ดังนั้นการพัฒนา startup ingredients สำหรับใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางเพื่อชะลอริ้วรอย และสามารถรองรับต่อกระบวนการผลิตที่หลากหลาย จะส่งผลต่อการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้หลากหลาย อีกทั้งยังเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการรองรับการเติบโตของธุรกิจผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและการดูแลสุขภาพของผู้บริโภค

กลุ่มโรคไม่ติดต่อ (Non-communicable Disease, NCD) เป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญมากที่สุดในปัจจุบัน โดยมีข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยด้วยโรคเหล่านี้เพิ่มขึ้นมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การบริโภคอาหารที่มีไขอาหารสูง หรือมีสารพรีไบโอติกสูง ร่วมกับการออกกำลังกายสม่ำเสมอ จะสามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดกลุ่มโรคไม่ติดต่อ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ พรีไบโอติสูงจากน้ำผลไม้เข้มข้นจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการดูแลสุขภาพให้กับผู้บริโภคกลุ่มนี้ ทั้งนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์พรีไบโอติกสูงต้องพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการใช้งาน และสามารถใช้ได้ในหลากหลายผลิตภัณฑ์ เช่น สารให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหาร หากมีการผลิตจากน้ำผลไม้ที่มีการเพิ่ม ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ให้กับผลิตภัณฑ์จะทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากการบริโภคมากขึ้น โดย FOS เป็นน้ำตาลที่พบในธรรมชาติ จัดเป็นพรีไบโอติกที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ให้โทษในลำไส้ (Roberfroid et al., 1998) ป้องกันอาการท้องผูก (Nyman, 2002) เพิ่มอัตราการดูดซึมแคลเซียม (Abrams et al., 2005) ช่วยให้ระบบลำไส้ทำงานได้เป็นปกติ (Kleessen and Blaut, 2005) ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งลำไส้ (Van Loo et al., 2005) และยังเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณสมบัติพิเศษคือ ให้แคลอรีต่ำ

ในขณะเดียวกันสถานการณ์ของโรคเบาหวานในประเทศไทยก็มีผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น สาเหตุจากการบริโภคน้ำตาลในปริมาณที่อยู่ในระดับอันตราย ผลจากการบริโภคน้ำตาลในปริมาณมากนี้ ส่งผลให้ร่างกายไม่สามารถผลิตฮอร์โมนอินซูลินเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้อย่างเพียงพอ สำหรับแนวทางในการป้องกันและรักษา

โรคเบาหวาน คือ การลดปริมาณการบริโภคน้ำตาล และรักษาระดับน้ำตาลให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับระดับปกติ ด้วยการรับประทานยา และการฉีดอินซูลิน โดยยาที่บริโภคเข้าไปจะทำหน้าที่ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสซึ่งทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลในลำไส้เล็ก จึงได้มีงานวิจัยที่สกัดสารซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสจากแหล่งอาหารธรรมชาติหลายชนิดที่สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีผลกระทบข้างเคียงต่อร่างกายมนุษย์ โดยสารสกัดจากธรรมชาติที่สำคัญ คือ สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ การรับประทานสารกลุ่มฟลาโวนอยด์เป็นประจำเป็นทางเลือกหนึ่งในการรักษาโรคเบาหวาน หรือลดความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวานได้ (Pinent et al., 2008) สารกลุ่มฟลาโวนอยด์เป็นสารพฤกษเคมีที่พบได้เฉพาะในพืช ผัก และผลไม้ เท่านั้น (Anderson, 1995) ปัญหาสำคัญของการนำสารสกัดฟลาโวนอยด์มาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่ม หรือยา คือ ความไม่คงตัวของสาร เสื่อมสลายได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับอากาศ แสงแดด หรือความร้อน ซึ่งอาจแก้ปัญหาได้โดยการใช้เทคโนโลยีไมโครเอนแคปซูเลชัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีห่อหุ้ม หรือกักเก็บสารสกัด หรือสารออกฤทธิ์ด้วยพอลิเมอร์ชั้นบางๆ ลักษณะเป็นแคปซูลขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 1-1,000 ไมครอน ช่วยให้สารสกัดหรือสารออกฤทธิ์ต่างๆ มีความเสถียร คงทนอยู่ได้นานขึ้น เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในกระบวนการผลิต รวมทั้งช่วยควบคุมให้สารมีการปลดปล่อยในบริเวณที่ต้องการ และช่วงเวลาที่เหมาะสม อีกทั้งยังช่วยลดความสิ้นเปลืองในการใช้สารสกัดด้วย (Tari and Singhal, 2002)

นอกจากการดูแลร่างกายให้แข็งแรงแล้ว การดูแลผิวพรรณเพื่อชะลอริ้วรอยก่อนวัยเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องดูแลควบคู่กันโดยการใช้เครื่องสำอางที่มีส่วนประกอบของสารให้ความชุ่มชื้นที่เหมาะสม ทั้งนี้สารให้ความชุ่มชื้นและฟื้นฟูสภาพผิวซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเครื่องสำอางคือไขมันโดยเฉพาะไขมันจากเมล็ดโกโก้และเมล็ดเชียซึ่งเป็นไขมันที่ต้องนำเข้าและมีราคาแพง แต่คุณสมบัติในการให้ความชุ่มชื้นดังกล่าวมีอยู่ในไขมันที่สกัดได้จากเมล็ดมะม่วงที่เป็นส่วนเหลือทิ้งของอุตสาหกรรมแปรรูป ดังนั้นการนำเมล็ดมะม่วงที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมาผลิตเป็นไขมันเมล็ดมะม่วงทดแทนไขมันเชียที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศจะเป็นการช่วยลดของเสียให้กับกระบวนการผลิตและยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะม่วงได้ เมล็ดมะม่วงจะมีส่วนที่เป็นเนื้อในเมล็ดมะม่วงถึง 45-75% ของเมล็ดมะม่วงทั้งหมด เนื้อในของเมล็ดมะม่วงจะมีไขมัน 7-12% โดยมีองค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์ที่คล้ายคลึงกับเนยโกโก้ที่มี Stearic-Oleic-Stearic เป็นหลัก (Miroslav, 2014) นอกจากนี้ยังมีรูปของผลึกของไขมันที่เสถียรที่สุดเป็นแบบ β เช่นเดียวกับเนยโกโก้ โดยช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวของไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วงจะอยู่ระหว่าง 28-34 องศาเซลเซียส จากคุณสมบัติดังกล่าว ไขมันชนิดนี้จึงสามารถหลอมละลายได้ที่อุณหภูมิร่างกาย มีกรดไขมันที่จำเป็นหลายชนิด มีสารแคโรทีนอยด์ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระอยู่สูง และมีสารต้านอนุมูลอิสระประเภทสารประกอบฟีนอลิก เช่น gallic acid, ellagic acid และ gallates (Puravankara et al., 2000) รวมทั้งมีคุณสมบัติที่ทำให้ผิวนุ่มนวล ชุ่มชื้น และฟื้นฟูสุขภาพผิว นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกที่มีอยู่ในเนื้อในเมล็ดมะม่วงยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีผลให้ผิวขาวขึ้น ป้องกันแสงแดด และลดริ้วรอยที่เกิดขึ้น (González, 2008) ได้

ระเบียบวิธีการวิจัย

<u>การผลิตสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้น รีไบโอติกสูง</u>

ศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น 2 วิธีการ คือ การระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศ และ freeze concentration ในน้ำสับปะรด ผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นโดยวิธีการระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศ โดยนำน้ำสับปะรดมาระเหยจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ประมาณ 60 องศาบริกส์ด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยงภายใต้สุญญากาศ ผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นโดยวิธี freeze concentration โดยปั่นน้ำสับปะรดให้เป็นเกล็ดน้ำแข็งโดย

กรมวิทยาศาสตร์

เครื่องทำไอศกรีมเป็นเวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แล้วคั้นแยกน้ำโดยใช้เครื่องคั้นน้ำผลไม้แบบไฮโดรลิก วิเคราะห์คุณภาพของน้ำสับปะรดเข้มข้นที่ได้

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้เอนไซม์เพื่อผลิต FOS ในน้ำสับปะรดเข้มข้น โดยนำน้ำสับปะรดเข้มข้นโดยวิธีระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศ จนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70 องศาบมาเติมเอนไซม์ Pectinex Ultra SP-L ปริมาณ 2.5, 3, 3.5 และ 4 U/g sucrose เวลาการบ่มนาน 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง และใช้ปริมาณเอนไซม์ glucose oxidase 1022 U/g sucrose บ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส สารละลายบัฟเฟอร์ Sodium acetate 0.5 M pH 5.6 ปริมาตร 40 µL ต่อตัวอย่างน้ำผลไม้เข้มข้น 1 mL ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยการต้ม 10 นาที แล้ววิเคราะห์ปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดเทียบกับปริมาณซูโครสเริ่มต้น

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูง โดยเตรียมน้ำสับปะรดเข้มข้น พรีไบโอติกส์สูงมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดเฉลี่ย 52.83% ตามสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลอง มาเติมผงอัลจิเนตชนิดความหนืดต่ำ ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% และหัวฉีด 3 ขนาด ได้แก่ 0.15, 0.3 และ 0.45 mm ใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร เป็นสารทำให้จับกัน กรองแยกเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงออกจากสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปสกัดด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้

ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูง โดยให้ความร้อนเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง ที่อุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 5, 7, 9, 11, 13 และ 15 นาที วิเคราะห์ปริมาณฟรุกแตนทั้งหมด

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูง โดยเก็บรักษาไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ค่าสีและปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดทุกเดือน เป็นเวลา 12 เดือน

<u>การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชัน</u>

คัดเลือกพืชที่มีปริมาณสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสสูง โดยการสกัดสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสจากพืช 3 ชนิด คือ

1 สกัดสารเควอซิทิน (Quercetin) จากหอมแดงผง ดัดแปลงจากวิธีของ Nistor Boldea et al. (2010) ด้วยเอทานอลเข้มข้น 60% อัตราส่วน 1:40 (w/v) ที่ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง กรองสารสกัดและสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง นำสารสกดัที่ได้ทั้งหมดไประเหยด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยงภายใต้สุญากาศ วิเคราะห์ค่าคุณภาพสารสกัดจากหอมแดงผง

2 สกัดสารแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) จากดอกอัญชันแห้งดัดแปลงจากวิธีของ Kulling and Rawel (2008) ด้วยสารละลาย 0.1 โมลาร์ไฮโดรคลอริกในเอทานอลเข้มข้น 95% อัตราส่วน 1:30 (w/v) เป็นเวลา 8 ชั่วโมง กรองสารสกัดและสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง นำสารสกดัที่ได้ทั้งหมดไประเหยด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยงภายใต้สุญากาศ วิเคราะห์ค่าคุณภาพสารสกัดจากดอกอัญชันแห้ง

3 สกัดสารเคอร์คูมิน (Curcumin) จากขมิ้นชันผงดัดแปลงจากวิธีของ Kuroda et al. (2005) ด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% อัตราส่วน 1:50 (w/v) โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง กรองสารสกัดและสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง นำสารสกดัที่ได้ทั้งหมดไประเหยด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยงภายใต้สุญากาศ วิเคราะห์ค่าคุณภาพสารสกัดจากจากขมิ้นชันผง

ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสในระดับหลอดทดลองของสารเควอซิทิน (Quercetin) หอมแดงผง สารแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) จากดอกอัญชันแห้ง และสารเคอร์คูมิน (Curcumin) จากขมิ้นชันผง และเปรียบเทียบกับ Acarbose ซึ่งเป็นยาสังเคราะห์ที่มีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคสิเดส ตามวิธีของ Lebowitz et al. (1998)

กรมวิชาการเกษตร

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดส นำสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสจากพืชที่คัดเลือกได้ มาศึกษาวิธีการเอนแคปซูเลชั่นที่เหมาะสมโดยใช้เวย์โปรตีนไอโซเลท (11%w/v) เป็นสารเคลือบในอัตราส่วน 1:5 ศึกษาวิธีการเอนแคปซูเลทชั่น 2 วิธี คือ การเอนแคปซูเลชั่นด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง และวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย เปรียบเทียบความเสถียรกับสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสที่ไม่ผ่านการเอนแคปซูเลชั่นที่สภาวะการให้ความร้อนต่าง ๆ โดยวัดค่าร้อยละการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดส (%inhibition) คัดเลือกเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงสุดที่สภาวะต่าง ๆ พร้อมทั้งคำนวณต้นทุนการผลิต

ศึกษาการเก็บรักษาเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ที่อุณหภูมิห้อง (30±3 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน เป็นเวลา 10 เดือน วิเคราะห์คุณภาพ

ศึกษาการประยุกต์ใช้เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยนำเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสไปผลิตในรูปแบบแคปซูลและศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และคำนวณต้นทุนในการผลิต

<u>การผลิตเนยเมล็ดมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง</u>

ศึกษาการลดความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมเนื้อในเมล็ดมะม่วง โดยอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เวลา 20 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพ ปริมาณความชื้นตามวิธี AOAC (2000)

ศึกษาวิธีการสกัดไขมันจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่เหมาะสม โดยศึกษาชนิดของตัวทำละลายคือ เฮกเซนและปิโตรเลียม ด้วยวิธีการสกัดแบบซอกห์เลต (Soxhlet Extraction) อัตราส่วน 1:3 ที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง คัดเลือกตัวทำละลายที่ให้ผลผลิตสูงสุดมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด ที่ระยะเวลา 30, 40, 50 และ 60 นาที หาปริมาณของผลผลิตเนยเมล็ดมะม่วง (%yield) ที่ได้ และวิเคราะห์คุณภาพ ค่า Peroxide value (PV) และ Acid value (AV) ตามวิธี AOCS (1990) ความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสตามวิธีของ Chang (2009)

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของเนยเมล็ดมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างทุกเดือน วิเคราะห์ค่า PV AV และจุดหลอมเหลวตามวิธีของ O'Brien (2008)

ผลิตเนยเมล็ดมะม่วงให้อยู่ในรูปแบบเกล็ด (flake) เพื่อสะดวกต่อการใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง อาทิ ลิปสติก ลิปบาล์ม และโลชันทาผิว โดยศึกษาชนิดของแว็กซ์ คือ bee wax และ carnauba wax และปริมาณ คือ5, 7.5 และ 10% โดยน้ำหนัก เพื่อทำให้เนยเมล็ดมะม่วงคงรูปเป็นเกล็ด วิเคราะห์คุณภาพเนยมะม่วงในรูปแบบเกล็ด ตลอดระยะเวลา 6 เดือน

ประยุกต์ใช้เนยเมล็ดมะม่วงในผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และคำนวณต้นทุนในการผลิต

ผลการทดลองและอภิปราย

<u>การผลิตสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูง</u>

การศึกษากรรมวิธีผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยวิธีการระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศ และวิธี freeze concentration พบว่าการทำน้ำผลไม้เข้มข้นโดยวิธีการระเหยภายใต้สุญญากาศ สามารถทำให้น้ำสับปะรดที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 13.5 องศาบริกส์ เป็นน้ำสับปะรดเข้มข้นที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เฉลี่ย 65.36 องศาบริกส์ โดยได้ปริมาณผลผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้น 19.79% ส่วนวิธี freeze concentration พบว่าเมื่อ

กรมวิชาการเกษตร

ปั่นด้วยเครื่องทำไอศกรีมเป็นเวลา 25 และ 30 นาที หลาย ๆ รอบ จนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงสุด พบว่าสามารถทำน้ำสับปะรดเข้มข้นโดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงสุดที่ 47.0 และ 44.6 องศาบริกส์

คุณภาพน้ำสับปะรดเข้มข้นที่ได้จากระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศ และวิธี freeze concentration มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 65.55 และ 44.73 องศาบริกส์ น้ำสับปะรดเข้มข้นจากวิธีระเหยภายใต้สุญญากาศจะมีน้ำตาลชนิดต่างๆและปริมาณกรดสูงกว่าน้ำสับปะรดเข้มข้นจากวิธี freeze concentration น้ำสับปะรดเข้มข้นจากทั้งสองวิธียังคงมีกลิ่นสับปะรด

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้เอนไซม์เพื่อผลิต FOS ในน้ำผลไม้เข้มข้น โดยเตรียมน้ำสับปะรดเข้มข้นโดยวิธีระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศ ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 70 องศาบริกส์ มีปริมาณน้ำตาลซูโครสโดยเฉลี่ย 39.84% พบว่าการใช้ pectinex ultra SP-L 4 U/g sucrose ใช้เวลาบ่ม 15 ชั่วโมง จะได้น้ำสับปะรดเข้มข้นที่มีปริมาณฟรุกแตน 31.61%

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูง พบว่าปริมาณสารเคลือบที่เหมาะสมคือ 2.0% และขนาดหัวฉีด 0.45 mm ซึ่งทำให้เอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดที่ถูกเอนแคปซูเลทสูงสุดคือ 30.66% และให้ลักษณะรูปร่างของเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงมีลักษณะเป็นทรงกลม

การศึกษาประสิทธิภาพของการเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูง โดยการนำเอนแคปซูเลทสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูง ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 85 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 5 7 9 11 13 และ 15 นาที พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการต้มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดในตัวอย่าง ทำให้ปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดในเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูง มีปริมาณใกล้เคียงกันทุกอุณหภูมิและเวลาในการต้ม

เตรียมน้ำสับปะรดเข้มข้นที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่า 70 องศาบริกส์ แล้วหมักให้มีพรีไบโอติกสูง นำไปเอนซูเลท จะได้เอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกที่มีปริมาณฟรุคแตน 52.83% แล้วนำไปศึกษาการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาเอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 เดือน จะมีการเปลี่ยนสีต่ำ และมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดใกล้เคียงกันโดยมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดเฉลี่ย 64.53%

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต สับปะรด 50 กิโลกรัม (กิโลกรัมละ 20 บาท) จะได้น้ำสับปะรด 16 กิโลกรัม จึงมีต้นทุนน้ำสับปะรดเข้มข้นที่ 62.5 บาท/กิโลกรัม น้ำสับปะรดเข้มข้น 1 กิโลกรัม จะผลิตน้ำสับปะรดพรีไบโอติกส์สูงได้ 200 กรัม เอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง 200 กรัม เมื่อนำไปทำแห้งแบบ freeze dried จะได้เอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไอโอติกส์สูงประมาณ 15 กรัม ดังนั้นต้นทุนได้เอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไอโอติกส์สูง คือกรัมละ 10.59 บาท

<u>การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชัน</u>

การสกัดสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสจากพืช 3 ชนิด ได้แก่ สารเควอซิทิน (Quercetin) จากหอมแดงอบแห้ง สารแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) จากดอกอัญชันแห้ง และสารเคอร์คูมิน (Curcumin) จากขมิ้นชันผงอบแห้ง พบว่าสารสกัดที่ได้จากหอมแดงผง มีปริมาณผลผลิตสารสกัด 64.50% มีสีน้ำตาล และมีปริมาณฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 215.8±0.015 มิลลิกรัมสมมูลของเควอซิตินต่อกรัมของส่วน สารสกัดจากดอกอัญชันแห้ง มีปริมาณผลผลิตของสารสกัด 57.59% มีสีม่วงแดง และมีปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด เท่ากับ 266.31 มิลลิกรัมของไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อ100กรัมน้ำหนักแห้ง สารสกัดจากขมิ้นชันผงมีปริมาณผลผลิตสารสกัด 58.26% มีสีส้มอมเหลือง และมีปริมาณสารเคอร์คูมิน เท่ากับ 214.72±0.03 มิลลิกรัมเคอร์คูมินต่อกรัมของส่วนสกัด

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสของสารสกัดทั้ง 3 ชนิด พบว่า สารสกัดทั้งสามชนิดมีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสารสกัดจากหอมแดงมีร้อยละการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสสูงกว่าสารสกัดจากขมิ้นชัน และดอกอัญชัน เมื่อเปรียบเทียบกับ Acarbose ซึ่งเป็นยาสังเคราะห์ที่มีความสามารถในการการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดส พบว่า สารสกัดทั้งสามชนิดมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสน้อยกว่า Acarbose ที่ระดับความเข้มข้นเท่ากัน อาจเนื่องจากสารสกัดที่ใช้เป็นสารสกัดหยาบ ซึ่งมีส่วนผสมของสารหลายชนิดทำให้ประสิทธิภาพหรือฤทธิ์ที่แสดงต่อน้ำหนักค่อนข้างต่ำ จึงได้นำสารสกัดจากหอมแดงไปพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมแก่การใช้งานในผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้วิธีการเอนแคปซูเลท

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดส นำสารสกัดหอมแดงมาผลิตเอนแคปซูเลทโดยใช้วิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และแบบพ่นฝอย สารเคลือบ คือ เวย์โปรตีนไอโซเลท (11%w/v) อัตราส่วนสารสกัดต่อสารเคลือบ เท่ากับ 1:5 จะได้เกล็ดแผ่นบาง มีสีขาวอมเหลือง เมื่อนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 500x พบว่า อนุภาคมีหลายรูปทรง (irregular shape) มีรูปทรงเหลี่ยม และลักษณะเป็นผลึก (crystallization) บางผลึกมีสารมาเกาะ และมีรูพรุน (porosity) มีขนาดอนุภาคโดยเฉลี่ย 50 ไมครอน ส่วนการทำแห้งแบบพ่นฝอย จะได้ผงละเอียดสีขาว เมื่อนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 2000x พบว่า อนุภาคเป็นรูปทรงกลม (spherical shape) ผิวเรียบ และหดตัวเหี่ยวย่น (smooth and shrinkage surface) มีขนาดอนุภาคโดยเฉลี่ย 10 ไมครอน

เปรียบเทียบความเสถียรของเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสที่สภาวะการให้ความร้อนต่าง ๆ พบว่า การเอนแคปซูเลทสารสกัดจากหอมแดงด้วยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยให้ผลร้อยละการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสสูงกว่าการเอนแคปซูเลทด้วยการทำแห้งแบบแช่ เยือกแข็ง และการไม่เอนแคปซูเลชั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกสภาวะการให้ความร้อน เอนแคปซูเลทด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีลักษณะเป็นรูปทรงกลม มีรูพรุนน้อย ผิวเรียบจึงส่งผลต่อความเสถียรของเอนแคปซูเลท และสามารถปกป้องสารแกนภายในเอนแคปซูเลทได้มากกว่า ดังนั้นกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยเป็นวิธีการเอนแคปซูเลทที่เหมาะสมที่สุด

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดส คือสารสกัด 1 กรัม มีต้นทุนการผลิต 17.27 บาท เมื่อนำไปเอนแคปซูเลทด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย มีต้นทุนการผลิต 28.98 บาท และเมื่อนำไปเอนแคปซูเลทด้วยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีต้นทุนการผลิต 34.17 บาท

การเก็บรักษาเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดส คือ ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การประยุกต์ใช้เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสในผลิตภัณฑ์อาหารโดยผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะสมต้องเป็นอาหารที่ไม่ผ่านกระบวนการผลิตที่ให้ความร้อนสูง

การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสในรูปแบบแคปซูล พบว่า 1 แคปซูลบรรจุสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูซิเดสได้ 0.5 กรัม และมีต้นทุนการผลิตเม็ดละ 0.46 บาท สามารทเก็บรักษาแคปซูลเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสจากหอมแดงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในขวดแก้ว เป็นเวลา 3 เดือน พบว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสในหลอดทดลองไม่แตกต่างแตกจากตัวอย่างเริ่มต้น

<u>การผลิตเนยเมล็ดมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง</u>

ศึกษาวิธีการสกัดไขมันจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่อบลดความชื้นที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent Extraction) 2 ชนิดคือ เฮกเซน และปิโตรเลียมอีเทอร์ด้วยวิธีการสกัดแบบซอกห์เลต (Soxhlet extraction) พบว่าปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นตัวทำละลายที่ดีกว่าเฮกเซนโดยจะสามารถสกัดไขมันได้ใน

กรมวิทยาศาสตร์

ปริมาณที่มากกว่าเมื่อใช้สภาวะที่สกัดและเวลาในการสกัดที่เท่ากัน และการแช่ตัวอย่างก่อนการสกัดเนยเมล็ดมะม่วงนาน 60 นาทีจะสามารถสกัดได้เนยเมล็ดมะม่วงได้สูงที่สุด คือ 7.24% โดยเนยเมล็ดมะม่วงที่สกัดได้ มีลักษณะเป็นของแข็งสีเหลืองอ่อนที่อุณหภูมิห้อง และมีจุดหลอมเหลวระหว่าง 35-37 องศาเซลเซียส

การศึกษาคุณสมบัติของเนยเมล็ดมะม่วงจากมะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ พบว่าเนื้อในเมล็ดมะม่วงอบแห้งพันธุ์แก้วขมิ้น โชคอนันต์ และน้ำดอกไม้จะมีไขมันเป็นองค์ประกอบ 7.24 6.38 และ5.84% โดยน้ำหนักตามลำดับ และไขมันของเนื้อในเมล็ดมะม่วง (เนยเมล็ดมะม่วง) แต่ละพันธุ์จะมีองค์ประกอบของไขมันที่แตกต่างกัน โดยมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว คือ Oleic acid และ Linoleic acid เป็นองค์ประกอบหลัก และมีกรดไขมันอิ่มตัว คือ Stearic acid และ palmitic acid เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งองค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดมะม่วงทั้ง 3 พันธุ์มีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับองค์ประกอบของกรดไขมันในเมล็ดเชีย และเมล็ดโกโก้ นอกจากนี้ยังพบไขมันที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ในไขมันที่สกัดได้จากเมล็ดมะม่วงน้ำดอกไม้ เช่น Docasahexaenoic acid (DHA) ที่ช่วยบำรุงระบบประสาทให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพอยู่ 3.69% และ Nervonic acid ที่ช่วยการทำงานของสมองและป้องกันโรคปลอกประสาทอักเสบ (demyelination) ที่มีผลต่อการเสื่อมของจอประสาทตาในปริมาณ 0.53% ไขมันจากเมล็ดมะม่วงน้ำดอกไม้จะมีจุดหลอมเหลวสูงสุด คือ 38.67 องศาเซลเซียส ไขมันจากเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้นมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และเมื่อศึกษาความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยคำนวณเป็นความเข้มข้นของไขมันเมล็ดม่วงที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ 50% (IC_{50}) พบว่า ไขมันจากเมล็ดมะม่วงแก้วขมิ้นความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้สูงสุด 0.47 mg/ml จึงคัดเลือกไขมันจากเมล็ดมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นมาศึกษาอายุการเก็บรักษาและผลิตเป็น startup ingredient โดยพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบเกล็ด (flake) ที่เหมาะสมกับการใช้งานในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่าง ๆ ต่อไป

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนยเมล็ดมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นที่สกัดได้ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าไขมันจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงของสี ค่า peroxide value เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน และมีค่าความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบจับกับโลหะ (MC_{50}) ลดลงต่ำมากจนไม่สามารถวัดค่าได้ และยังพบว่าเนยเมล็ดมะม่วงที่มีการเติม BHT 100 ppm และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส จะมีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบการจับอนุมูลอิสระสูงที่สุด เมื่อศึกษา acid value และ peroxide value พบว่าการเก็บรักษาเนยเมล็ดมะม่วงที่ 4 องศาเซลเซียส ร่วมกับการเติม BHT 100 ppm จะมีการเพิ่มขึ้นของค่า acid value และ peroxide value ช้ากว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและไม่มีการเติม BHT

การพัฒนารูปแบบของเนยเมล็ดมะม่วงให้อยู่ในรูปแบบเกล็ด (flake) พบว่าเนยเมล็ดมะม่วงที่ผสม carnauba wax ระหว่าง 5-10% จะสามารถเพิ่มจุดหลอมเหลวของเนยเมล็ดมะม่วงได้ถึง 6.6-9 องศาเซลเซียส ซึ่งจะส่งผลให้เนยเมล็ดมะม่วงเกิดความเสถียรระหว่างการเก็บรักษา และการขนส่ง รวมถึงเพิ่มความสะดวกต่อการใช้ การเก็บรักษา 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง พบว่าเนยเมล็ดมะม่วงผสม carnauba wax 5% และ BHT 100 ppm จะมีสีเข้มขึ้น ค่า peroxide value และ acid value เพิ่มขึ้น ส่วนค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง

การประยุกต์เนยเมล็ดมะม่วงแบบเกล็ดในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่าง ๆ โดยมีการนำไปใช้ในโลชันทาผิว มอยเจอร์บาร์ และบอดีสครับ

การคำนวณต้นทุนในการผลิต มะม่วง 100 กิโลกรัมจะสามารถผลิตไขมันจากเมล็ดมะม่วงได้ 0.05 กิโลกรัม แต่ถ้าเริ่มต้นผลิตจากเมล็ดมะม่วง 100 กิโลกรัมจะได้ผลผลิตของเนยเม็ดมะม่วงที่สกัดได้ 1.76 กิโลกรัม การผลิตเนยเมล็ดมะม่วง 1 กิโลกรัม จะเกิดต้นทุนจากการสูญเสียตัวทำละลายในการผลิต 1,472.5 บาท ในขณะที่เนยจากเมล็ดเชียที่ใช้ในเป็นส่วนประกอบในการผลิตเครื่องสำอางมีราคาสูงถึง 1,850 บาท ดังนั้นการใช้เนยเมล็ด

กรมวิทยาศาสตร์

มะม่วงทดแทนการใช้เนยเชียที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศจะสามารถลดต้นทุนการผลิตให้กับผู้ประกอบการและเป็นการเพิ่มศักยภาพทางการตลาดให้กับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาการผลิต Startup ingredients สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สุขภาพ ทำให้ได้เทคโนโลยีการผลิต ต้นทุนการผลิต พร้อมข้อมูลอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ Startup ingredients สำหรับประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ 3 ชนิด ที่สามารถถ่ายทอดให้กับผู้ประกอบการเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สุขภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางการตลาด ดังนี้

การผลิตสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูง

การผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยแห้งภายใต้สุญญากาศเพื่อให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงกว่า 60 องศาบริกส์ จากนั้นเปลี่ยนน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในน้ำผลไม้ให้เป็นสารพรีไบโอติกส์โดยใช้เอนไซม์ pectinex ultra SP-L 3.5 U/g sucrose และ glucose oxidase 1022 U/g sucrose ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ Sodium acetate 0.5 M pH 5.6 ปริมาตร 40 µL ต่อน้ำผลไม้เข้มข้น 1 mL บ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง หลังจากนั้นให้ความร้อนเพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และฆ่าเชื้อจะได้น้ำสับปะรดเข้มข้นที่มีปริมาณฟรุกแตน 52.83% นำน้ำสับปะรดที่ได้ไปเอนแคปซูเลทโดยใช้อัลจีเนต 2.0% และขนาดหัวฉีด 0.45 mm โดยปริมาณฟรุกแตนในเอนแคปซูเลทจะมีปริมาณใกล้เคียงกันเมื่อให้ความร้อนที่ 80-90 องศาเซสเซียส นาน 15-30 นาที และมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า 12 เดือน โดยมีต้นทุนการผลิตที่ 10.59 บาท/กรัม

การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่น

การสกัดสารเควอซิตินจากหอมแดงผงด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 60% อัตราส่วน 1:40 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ควบคุมอุณหภูมิด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส แช่นาน 8 ชั่วโมง จะได้สารสกัดหอมแดงที่มีร้อยละการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสในระดับหลอดทดลอง 43.02 จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปเอนแคปซูเลทโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยมีต้นทุนการผลิต 28.98 บาท/สารสกัด 1 กรัม และมีความเสถียรที่สภาวะการให้ความร้อนระบบพาสเจอไรซ์แบบให้ความร้อนต่ำเวลานานและแบบให้ความร้อนสูงเวลาสั้น รวมถึงการให้ความร้อนในระบบยูเอชที โดยสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษา คือ การเก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการผลิตแคปซูลบรรจุสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูซิเดส โดยแคปซูล 1 เม็ดมีสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูซิเดส 0.5 กรัม มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสในหลอดทดลองได้เฉลี่ย 42% มีต้นทุนการผลิตเม็ดละ 0.46 บาท

การผลิตเนยเมล็ดมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

การอบเนื้อในเมล็ดมะม่วงเพื่อลดความชื้นที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง จากนั้นบดให้ละเอียดแล้วนำไปสกัดไขมันด้วยการสกัดแบบซอกห์เลตโดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นตัวทำละลาย โดยแช่เมล็ดมะม่วงในตัวทำละลายนาน 60 นาที ก่อนนำไปสกัดไขมันด้วยการสกัดแบบซอกห์เลตนาน 14 ชั่วโมง โดยเนยเมล็ดมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงสุด เป็น 61.33 mgAA /100 g และ 0.47 mg/ml ตามลำดับ จากนั้นพัฒนาเนยเมล็ดมะม่วงให้อยู่ในรูปแบบเกล็ด (flake) เพื่อสะดวกต่อการใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง โดยผสมเนยเมล็ดมะม่วงและ carnauba wax 5% ร่วมกับการเติม BHT ที่ 100 ppm เนื่องจากสามารถเพิ่มจุดหลอมเหลวของเนยเมล็ดมะม่วงได้ถึง 6.6 องศาเซลเซียส ซึ่งจะส่งผลให้เนยเมล็ดมะม่วงเกิดความเสถียรระหว่างการเก็บรักษา ต้นทุนของ

การผลิตจะเกิดจากการสูญเสียตัวทำละลายที่ใช้ในระหว่างการสกัดไขมัน โดยเนยเมล็ดมะม่วง 1 กิโลกรัมมีต้นทุนจากการสูญเสียตัวทำละลาย 1,472.5 บาท

การใช้ประโยชน์

1. เอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสที่มีพรีไบโอติกสูงจากน้ำผลไม้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำผลไม้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเพิ่มกลิ่นรสให้กับผู้ประกอบการแปรรูปน้ำผลไม้และผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้น้ำผลไม้เข้มข้นเป็นส่วนประกอบ

2. เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสจากธรรมชาติ สามารถใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนประกอบของน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตสูง เพื่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยผู้ประกอบการสามารถประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่โดยไม่ต้องปรับกระบวนการผลิต ทำให้ลดความยุ่งยากในกระบวนการผลิตเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ๆ โดยผู้ประกอบการที่จะนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ ได้แก่ ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ และผู้ประกอบการผลิตอาหารเพื่อสุภาพต่าง ๆ ที่มีแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์

3. ผลิตภัณฑ์เนยเมล็ดมะม่วงสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง สามารถใช้เนยเมล็ดมะม่วงเพื่อทดแทนการใช้เนยโกโก้และเนยเชียที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในเครื่องสำอางที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพงได้

ข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์ startup ingredients ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ เป็นผลการทดลองที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ดังนั้นควรมีการบูรณาการร่วมกับผู้ประกอบการที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในด้าน การทดสอบผลเชิงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ทางคลินิก การผลิตในแบบขยายขนาด และการสำรวจรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่มีการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์ startup ingredients ที่ตอบโจทย์ความต้องการของตลาดและผู้บริโภค

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 2

โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพให้แคลอรี่ต่ำ

Research and Development on Low-Calories Diets

คณะผู้วิจัย

วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	Wimonwan Wattanawichit
ปาริชาติ อยู่แพทย์	Parichart Yoopaet
อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์	Akanit Pisalwadcharin
สุรีย์รัตน์ รักเหลือ	Sureerat Rukluarh
จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม	Charuwan Rattanasakultham
ประยูร เอ็นมาก	Prayoon Enmak
โกเมศ สัตยาวุธ	Komate Satayawut

คำสำคัญ

หญ้าหวาน สารสกัดจากหญ้าหวาน สารให้ความหวาน ซูคราโลส น้ำตาลอิริทริทอล น้ำตาลมอลทิทอล สารทดแทนไขมัน เพคติน

Key words

Stevia, steveoside, rebaudioside, sucralose, erythritol, maltitol, fat replacer, pectin

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพให้แคลอรีต่ำ ดำเนินการทดลองที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างปี 2561 – 2563 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพให้แคลอรี่ต่ำโดยใช้สารทดแทนความหวานและสารทดแทนไขมัน การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้แคลอรีต่ำโดยใช้สารทดแทนความหวานมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นน้ำผลไม้พร้อมดื่ม ผลไม้ในน้ำเชื่อมสูตรลดแคลอรี่ และผลไม้อบแห้งสูตรลดแคลอรี่ โดยใช้สารทดแทนความหวาน โดยผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดผสมหญ้าหวานพร้อมดื่ม ให้พลังงาน 30 กิโลแคลอรี่ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (120 กรัม) ส่วนผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำลิ้นจี่ผสมน้ำหญ้าหวานพร้อมดื่มนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากผู้บริโภคไม่ยอมรับคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และรสชาติ และ ผลิตภัณฑ์วุ้นน้ำสับปะรดผสมสารสกัดหญ้าหวานพร้อมดื่ม และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำลิ้นจี่ผสมสารสกัดหญ้าหวานพร้อมดื่ม ให้พลังงาน 30 และ 35 กิโลแคลอรี่ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (120 กรัม) ตามลำดับ อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดผสมน้ำหญ้าหวานพร้อมดื่ม บรรจุถุงรีทอร์ทเพาช์ พบว่าสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง ได้อย่างน้อย 6 เดือน โดยองค์ประกอบทางเคมี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ไม่เปลี่ยนแปลง และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์สับปะรดในน้ำเชื่อมสามารถทดแทนน้ำตาลทรายด้วยซูคราโลส 75% ให้พลังงานทั้งหมด 48.28 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ซึ่งน้อยกว่าสูตรควบคุมคิดเป็น 48.83% มีผู้บริโภค 87.10% ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ เงาะในน้ำเชื่อมสามารถทดแทนน้ำตาลทรายด้วยซูคราโลส 25% ให้พลังงานทั้งหมด 79.41 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ซึ่งน้อยกว่าสูตรควบคุมคิดเป็น 17.01% ผู้บริโภค 78.13% ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ เมื่อเก็บรักษาในรีทอร์ทเพาช์เป็นเวลา 10 เดือน และการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ผลไม้ในน้ำเชื่อมสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีได้ดีกว่าสูตรควบคุม และผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ที่ใช้ สารละลายออสโมติกความเข้มข้น 60% จาก

กรมวิชาการเกษตร

อัตราส่วนน้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน: กรดซิตริก : สารสกัดจากหญ้าหวาน : น้ำ ที่ 29.74 : 30 : 0.2 : 0.06 : 40 สามารถลดปริมาณน้ำออกจากชิ้นมะม่วงได้มากที่สุด ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความชื้น 11.26% และปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุดเพียง 0.31 มีปริมาณของแข็งในเนื้อมะม่วง 67.67 องศาบริกส์ ผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งที่ได้มีพลังงานลดลง 5.76% ผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่โดยใช้สารละลายออสโมติกจากน้ำตาลมอลทิทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำ ที่ 31.5 : 8 : 0.5 : 60 และ 27.5 : 12 : 0.5 : น้ำ 60 มีค่าปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าสารละลายออสโมติกจากสารละลายซูโครส และผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งที่ได้มีค่าพลังงานลดลง 6.44% นอกจากนี้ การศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สุขภาพแคลอรี่ต่ำในระดับขยายสเกลและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มผู้ประกอบการ โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ จังหวัดจันทบุรี เป็นกลุ่มผู้ประกอบการที่มีศักยภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ ผลการศึกษาคุณภาพของเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่จากการทดลองขยายสเกลการผลิตจะมีพลังงาน 99.84 กิโลแคลอรี่ต่อหนึ่งหน่วย บริโภค (30 กรัม) และมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่เตรียมในระดับห้องปฏิบัติการ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และปริมาณสารปนเปื้อน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่มแบบแห้ง สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่จากการทดลองขยายสเกลการผลิตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 เดือน โดยมีคุณสมบัติต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่มแบบแห้ง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้แคลอรีต่ำโดยใช้สารทดแทนไขมัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพโดยใช้เพคตินจากพืชเป็ฯสารทดแทนไขมัน พบว่า การใช้เพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรส มีค่า degree of esterification (DE) เท่ากับ 57.88 และ 63.47% ตามลำดับ จัดเป็นเพคตินชนิดที่มีปริมาณเมทอกซิลสูง เป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีมลดไขมันที่ระดับร้อยละ 2.0 และมายองเนสลดไขมันที่ระดับ 4.5% จะได้ไอศกรีมลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสให้พลังงานทั้งหมด 149.41 และ 151.15 กิโลแคลอรี/100 กรัม ตามลำดับ มายองเนสลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสให้พลังงานทั้งหมด 466.82 และ 469.54 กิโลแคลอรี/100 กรัม ตามลำดับ

Abstract

Research and Development on Low-Calories Diets was performed during 2018 – 2020 at Postharvest and Processing Research and Development Division. The objective of this study was to develop low-calorie diets using sweetener and fat replacer.

The development on low-calories diets by sweetener, the suitable formula of ready to drink fruit jelly drink with stevia, fruit in low calories syrup, and low calories dehydrated fruits compote by low calories sweetener were studies. The ready to drink pineapple jelly drink with stevia syrup give low energy 30 kilocalories per serving (120 grams) but the ready to drink lychee jelly drink with stevia was not proper product because of consumer does not accept in color, odor and taste. In addition, the ready to drink pineapple jelly drink and lychee jelly drink with stevia extract give low energy 30 and 35 kilocalories per serving (120 grams) respectively. The study of shelf life of product, ready to drink pineapple jelly drink with stevia syrup, in retort pouch found that the product can be stored at room temperature at least 6 months by chemical composition, pH, total soluble solid were unchanged and the microbes were within the standard criteria. The use of 75 percent sucralose substitution was found to be the best in

กรมวิชาการเกษตร

reduction of sucrose in pineapple in syrup production which provided 48.28 Kcal per 100 g (48.83percent lower calories than the control) and 87.10 percent of consumers accepted this product. Rambutan in reduced calorie syrup with desired characteristics was feasible with only 25 percent sucralose substitution. It contained 79.41 Kcal per 100g which was 17.01 percent lower than the control and consumers accepted this product at 78.13 percent. In addition, during storage at 10 months, sweeteners presented the positive effect of a low degradation rate of color changes in the products, while consumers accepted fruit in the reduced calorie syrup more than the control. The osmotic solution of 60 percent total concentration consisted of Erythritol : Glycerin: Citric acid : Rebaudioside A 97 percent : Water were 29.74 : 30 : 0.2 : 0.06 : 40 produced dried mango had a moisture content of 11.26 percent and the lowest water activity was 0.31 and soluble solid content was 67.67 Brix. The sensory evaluation in color, flavor, texture and overall liking were close to the product of sucrose as an osmotic solution but appearance score was higher than sucrose. For rambutans, the results found that the water activity of dehydrated rambutan compote by the osmotic solution from Erythritol: Glycerin: Citric acid: Water at 23.5 : 16 : 0.5 : 60 and 19.5 : 20: 0.5: 60 was more reduced from the rambutan than sucrose osmotic solution. The optimal osmotic solution for rambutan was erythritol sugar: glycerin: citric acid: water was 19.5: 20: 0.5 : 40 The water content of dried rambutan was reduced and lowest moisture content and water activity were 16.43 percent and 0.57. The highest soluble solid content of rambutan was 66 Brix. In addition to the highest sensory test scores for appearance, color and overall preference. Moreover, the osmotic solution contained total concentration of 40 percent at ratio of maltitol sugar : glycerin : citric acid : water at 31.5: 8: 0.5: 60 were lower in moisture content and water activity than the osmotic solution from sucrose. In addition, all processes there were more appetizing colors than the sucrose osmotic solution. For the sensory test, it was found that at the ratio of Maltitol Sugar: Glycerin: Citric Acid: Water at 23.5: 16: 0.2: 60 had the highest appearance, color, texture and overall liking score. The energy value of dried mango, it was found that the calorie decreased of 5.76percent but the cost of product increased 196.58 percent from sugar osmotic solution. The energy of dried rambutan from maltitol with glycerin osmotic solution decreased of 6.44percent but the cost of product increased 47.16percent. Both products of dried mango and dried rambutan conform to the standard referenced by the Thai community product standard of 11/2558. Moreover, scale up of low calories diets processing to production plant was performed. The entrepreneur who has a potential to produce low calories diets was Khong Nam Khem Tanjai Community enterprise in Chanthaburi province. The qualities of low calories diets obtained from the study were determined. The resulting of quality of low calorie dried rambutan produce by scale up process show that total energy was 332.76 kcal per 100 g or equivalent to 99.84 kcal per serving (30 g) and the chemical composition was like the product from lab scale. The microbial and contamination were in Thai community product stand 136/2558 dried fruits and vegetables. Moreover, the qualities, total energy, moisture content,

total fat, total carbohydrate, microbial and contamination of the product after stored at 4 degree Celsius for 6 months were like its beginning. The consumer acceptance evaluation results shown that low calorie dried rambutan was accepted from general consumer with overall acceptance in slightly like level.

The development on low-calories diets by fat replacer, utilization of pectin from mango peel and passion fruit peel as fat replacer in reduced fat ice cream and reduced fat Mayonnaise was studied. The results showed that, pectin from mango peel and passion fruit peel could be used as fat replacer at levels 2.0 percent of pectin in ice cream and 4.5 percent of pectin in mayonnaise. The amount of total energy in the reduced fat ice cream with pectin from mango peel and passion fruit peel was 149.41 and 151.15 Kcal/100 g respectively and the amount of total energy in the reduced fat mayonnaise with pectin from mango peel and passion fruit peel was 466.82 and 469.54 Kcal/100 g respectively.

บทนำ

ปัจจุบันคนไทยหันมาใส่ใจการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้นเนื่องจากการเกิดโรคกลุ่มโรคไม่ติดต่อ (Non-communicable diseases: NCDs) ทำให้มีผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตสูง สาเหตุสำคัญเกิดจากการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสม ทำให้ผู้บริโภคมีแนวโน้มในการเลือกบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ ได้แก่ อาหารที่มีไขมันต่ำ อาหารโปรตีนที่ไม่ได้มาจากเนื้อสัตว์ อาหารที่ปราศจากน้ำตาล หรือมีน้ำตาลน้อยที่สุด เป็นต้น การลดการบริโภคน้ำตาลเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดโรคหัวใจ ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ทางเลือกหนึ่งของการบริโภครสหวานให้ปลอดภัย คือ สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ซึ่งเป็นสารที่ไม่ให้พลังงานหรือให้แคลอรีต่ำ สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ปลอดภัยอยู่หลายชนิด เช่น สตีวิโอไซด์ เป็นสารสกัดที่ได้จากธรรมชาติ ซูคราโลส เป็นสารให้ความหวานที่ได้รับอนุญาตจากองค์การอาหาร และยาของสหรัฐอเมริกา (FDA) ให้ใช้เป็นสารให้ความหวานทั่วไปได้

การบริโภคอาหารไขมันต่ำเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ แต่การลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารทำให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นและส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์และการยอมรับของผู้บริโภค จึงมีการนำสารทดแทนไขมัน (fat replacer) ชนิดต่างๆ มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น สารประเภทกัมหรือพอลิแซคคาไรด์ที่สกัดได้จากพืช เช่น เพคติน เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มความหนืด (thickening agent) เป็นสารก่อเจล (gelling effect) และทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายครีม (creamy texture) ซึ่งเพคตินสามารถสกัดได้จากเปลือกผลไม้ เช่นเปลือกมะม่วง เปลือกเสาวรส จึงเป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

นอกจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพตามความต้องการของผู้บริโภคแล้ว การปรับปรุงกระบวนการผลิตและบรรจุภัณฑ์ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคและเป็นหนทางในการเพิ่มมูลค่าผลผลิต บรรจุภัณฑ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการถนอมอาหารด้วยการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในภาชนะปิดผนึกด้วยความร้อน คือ รีทอร์ทเพาซ์ ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อน้อยกว่ากระป๋อง สามารถลดเวลาในการฆ่าเชื้อได้ จึงทำให้สามารถคงคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ดี มีน้ำหนักเบา ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่งเก็บรักษาประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีการนำสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลและสารทดแทนไขมันรวมถึงเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์มาใช้ในการผลิตอาหาร พัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นน้ำผลไม้พร้อมดื่มโดยใช้หญ้าหวานให้ความหวานบรรจุในรีทอร์ท

กรมวิทยาศาสตร์

เพาซ์ ผลิตภัณฑ์ผลไม้น้ำเชื่อมสูตรแคลอรีต่ำบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ และพัฒนาวิธีการออสโมซิสโดยใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์และสารสกัดจากพืชแทนน้ำตาลซูโครสเพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้งแคลอรีต่ำ รวมถึงการพัฒนาปรับปรุงสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและมายองเนสลดไขมัน โดยนำเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลิตผลเกษตร มาใช้เป็นสารทดแทนไขมัน และปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและมายองเนสลดไขมัน และถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้เผยแพร่ให้กับเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจและสามารถขยายไปสู่ระดับอุตสาหกรรมได้

ระเบียบวิธีการวิจัย

<u>กิจกรรม การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพแคลอรี่ต่ำโดยใช้สารทดแทนความหวาน</u>

<u>การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำผลไม้พร้อมดื่มแคลอรี่ต่ำบรรจุรีทอร์ตเพาซ์โดยใช้หญ้าหวานให้ความหวาน</u>

ศึกษาคุณสมบัติของน้ำผลไม้และหญ้าหวาน เตรียมน้ำสับปะรดจากสับปะรดพันธุ์ศรีราชา น้ำลิ้นจี่จากลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ วิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำผลไม้ ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบหญ้าหวานแห้ง

ศึกษาผลของอุณหภูมิในการต้มหญ้าหวานต่อปริมาณสารให้ความหวาน โดยการต้มหญ้าหวานที่อุณหภูมิต่างๆ วิเคราะห์ปริมาณ stevioside และ rebaudioside A

ศึกษาผลของเวลาในการต้มหญ้าหวานต่อปริมาณสารให้ความหวาน โดยการต้มหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ วิเคราะห์ปริมาณ stevioside และ rebaudioside A

การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มวุ้นสับปะรดพร้อมดื่มและเครื่องดื่มวุ้นลิ้นจี่พร้อมดื่มบรรจุรีทอร์ตเพาซ์โดยใช้น้ำหญ้าหวานให้ความหวาน ประยุกต์ใช้สูตรการผลิตเครื่องดื่มวุ้นสับปะรดพร้อมดื่มและวุ้นลิ้นจี่พร้อมดื่มโดย ชุติมา และคณะ (2553) โดยใช้น้ำหญ้าหวานและซูคราโลสบรรจุรีทอร์ทเพาซ์ ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ในเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ ประเมินความชอบผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9 Point Hedonic scale นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงมาวิเคราะห์คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการ

<u>การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้ในน้ำเชื่อมสูตรแคลอรี่ต่ำบรรจุรีทอร์ทเพาซ์</u>

การเตรียมเนื้อผลไม้ คือ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและเงาะโรงเรียนหรือพันธุ์นาสาร วิเคราะห์คุณภาพ เตรียมน้ำเชื่อมเข้มข้น 30% ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดซิตริกให้มีค่าไม่เกิน 4.6 บรรจุเนื้อผลไม้ในปริมาณ 60% ของน้ำหนักสุทธิลงในรีทอร์ทเพาซ์ เติมน้ำเชื่อมขณะร้อนลงในรีทอร์ทเพาซ์ ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกอัตโนมัติ จากนั้นฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 นาที จากนั้นนำไปทำให้เย็นทันทีในน้ำเย็นจัด และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ประเมินความชอบผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9 Point Hedonic scale นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงมาวิเคราะห์คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการ

ศึกษาชนิด และปริมาณที่เหมาะสมของสารให้ความหวานเพื่อทดแทนน้ำตาลในน้ำเชื่อม โดยทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวาน 2 ชนิด ได้แก่ สตีวิโอไซด์ และซูคราโลส แล้วผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด และเงาะในน้ำเชื่อม แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ประเมินความชอบผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9 Point Hedonic scale นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงมาวิเคราะห์คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการ

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สับปะรด และเงาะในน้ำเชื่อมสูตรทดแทนน้ำตาลที่คัดเลือกได้ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุก 2 เดือน เป็นเวลา 10 เดือน และศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ และส่วนประกอบสารอาหารสูตรลดพลังงานที่อายุการเก็บรักษา 8 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

การผลิตผลไม้อบแห้งให้แคลอรีต่ำ

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของมะม่วงแก้วขมิ้นและเงาะ ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกจากสารละลายน้ำตาลซูโครส และ ระยะเวลาในการแช่ในสารละลาย เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการแช่อิ่มมะม่วง

ศึกษาการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่นแทนการใช้น้ำตาลซูโครส แช่อิ่มมะม่วงในสารละลายอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และสารสกัดจากหญ้าหวานความเข้มข้นรวม 60% แช่เงาะในสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลอิริทริทอลร่วม กลีเซอรีน และกรดซิตริกความเข้มข้นรวม 40% และแช่เงาะในสารละลายออสโมติกจากน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีน และกรดซิตริกความเข้มข้นรวม 40% วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ คุณค่าทางโภชนาการ ค่าพลังงาน

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลไม้อบแห้งโดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างผลไม้อบแห้งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิต่ำ (4-8 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 เดือน วิเคราะห์คุณภาพ

คำนวณต้นทุนการผลิต

การพัฒนาและการปรับขยายสเกลกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้แคลอรีต่ำสู่โรงงานผลิต

คัดเลือกกลุ่มผู้ประกอบการ วิสาหกิจชุมชนขนาดเล็กและกลาง เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์สุขภาพให้แคลอรี่ต่ำ โดยใช้สารทดแทนความหวาน เตรียมการสาธิตการผลิตภัณฑ์สุขภาพแคลอรี่ต่ำ ได้แก่ สื่อวิดิโอเพื่อจัดแสดงกระบวนการผลิต และองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องให้กับกลุ่มผู้ประกอบการเช่น หลักการอบแห้ง การออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์ การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้แคลอรีต่ำแบบขยายการผลิตโดยคัดเลือกผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ ร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ จ. จันทบุรี วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 เดือน และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป โดยการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ใช้ผู้ทดสอบ 40 คน ใช้วิธี 9-point hedonic scale ในด้าน ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบ

กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพแคลอรี่ต่ำโดยใช้สารทดแทนไขมัน

การใช้ประโยชน์เพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารลดไขมัน

การสกัดเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรส ดัดแปลงจาก ธานุวัฒน์ และคณะ (2556) โดยนำเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์หรือเปลือกเสาวรสพันธุ์สีม่วง ปั่นผสมกับเอทานอลความเข้มข้น 95% ให้ความร้อนและกวนผสมตัวอย่างแล้วกรอง นำของแข็งที่ได้มาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จะได้ส่วนของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ (alcohol-insoluble solid, AIS) แล้วนำไปสกัดด้วยสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 3% ให้ความร้อนและกวนผสมตัวอย่าง แล้วนำสารสกัดไปหมุนเหวี่ยงแยกของแข็งออก เก็บส่วนใสไว้นำไปตกตะกอนเพคตินโดยเติมเอทานอลเข้มข้น 95% กวนผสม แล้วกรองแยกตะกอนเพคติน ล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอล 95% หลังจากนั้นนำตะกอนเพคตินที่ได้อบให้แห้งที่ แล้วบดให้เป็นผงละเอียด วิเคราะห์คุณภาพเพคตินที่ได้ ปริมาณกรดกาแล็คทูโรนิค ตามวิธีของ Melton and Smith (2001) ปริมาณเมทอกซิลและค่า degree of esterification ตามวิธีของ Yamazaki et al. (2009)

ศึกษาการนำเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลดไขมัน และผลิตภัณฑ์มายองเนสลดไขมัน วิเคราะห์คุณสมบัติของไอศกรีมลดไขมันและผลิตภัณฑ์มายองเนสลดไขมันที่ได้ คุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยวิธี 9-point hedonic scale

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลดไขมันที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสและปริมาณจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มายองเนสลดไขมันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสและปริมาณจุลินทรีย์

ผลการทดลองและอภิปราย

กิจกรรม การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพแคลอรี่ต่ำโดยใช้สารทดแทนความหวาน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำผลไม้พร้อมดื่มแคลอรี่ต่ำบรรจุรีทอร์ตเพาช์โดยใช้หญ้าหวานให้ความหวาน

การศึกษาการต้มหญ้าหวานที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ พบว่าการต้มน้ำหญ้าหวานที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที จะได้สารให้ความหวาน stevioside และ rebaudioside A โดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 1,115.92 และ 391.04 µg/ml ตามลำดับ

การศึกษาปริมาณน้ำหญ้าหวานที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดพร้อมดื่ม พบว่าปริมาณน้ำหญ้าหวานที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดพร้อมดื่มมากที่สุดคือ น้ำหญ้าหวานต่อน้ำ ในอัตราส่วน 25 : 75 ซึ่งได้รับคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะยกเว้นกลิ่นได้รับคะแนนความชอบในระดับเดียวกับเครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดสูตรทั่วไป

การศึกษาปริมาณสารสกัดหญ้าหวานที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดพร้อมดื่ม พบว่าการเติมสารสกัดหญ้าหวาน 0.25 กรัม และซูคราโลส 0.04 กรัม ทดแทนน้ำตาลทราย 100 กรัม จะได้รับคะแนนความชอบในด้านความชอบโดยรวมและรสชาติเฉลี่ยสูงกว่าสูตรอื่น ๆ

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการเครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดผสมน้ำหญ้าหวานพร้อมดื่ม เครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดผสมสารสกัดหญ้าหวานพร้อมดื่ม และเครื่องดื่มวุ้นน้ำลิ้นจี่ผสมสารสกัดหญ้าหวานพร้อมดื่ม พบว่าเครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดผสมน้ำหญ้าหวานพร้อมดื่มให้พลังงานทั้งหมด 30 30 และ 35 กิโลแคลอรี่ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (120 กรัม) ตามลำดับ ซึ่งมีพลังงานต่ำกว่า 40 กิโลแคลอรี่ต่อหนึ่งหน่วยบริโภคตามความหมายของอาหารแคลอรี่ต่ำ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 (พ.ศ.2541) และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากไขมัน ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดผสมหญ้าหวานพร้อมดื่มสามารถเก็บรักษาได้ 6 เดือน โดยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้ในน้ำเชื่อมสูตรแคลอรี่ต่ำบรรจุรีทอร์ทเพาช์

การศึกษาคุณภาพของเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (ศรีราชา) พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.71 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด 11.00 องศาบริกซ์ และพบปริมาณไนไตรท์น้อยกว่า 10 ppm คุณภาพของเนื้อเงาะโรงเรียนหรือพันธุ์นาสาร พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.57 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด 17.6 องศาบริกซ์

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำสับปะรดคั้นสดต่อน้ำเชื่อมเข้มข้น 30% โดยน้ำหนัก พบว่า ผู้ทดสอบชอบสับปะรดในน้ำเชื่อมสูตรทางการค้า และสูตรอัตราส่วน 2:8 มากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกสูตรอัตราส่วน 2:8 สำหรับนำไปศึกษาทดแทนสารให้ความหวานต่อไป

การศึกษาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมในเงาะในน้ำเชื่อม พบว่า ผู้ทดสอบชอบสูตรทางการค้ามากที่สุด รองลงมาคือ ปริมาณกรดซิตริก 0.2% และ 0.1% ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรเงาะในน้ำเชื่อมที่เติมปริมาณกรดซิตริก 0.2% มาเป็นสูตรสำหรับนำไปทดแทนสารให้ความหวานต่อไป

การศึกษาชนิด และปริมาณที่เหมาะสมของสารให้ความหวานเพื่อทดแทนน้ำตาลในน้ำเชื่อมในผลิตภัณฑ์สับปะรดพบว่า เมื่อปริมาณสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายทั้งสตีวิโอไซด์ และซูคราโลสเพิ่มขึ้น

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ส่งผลให้สิ่งทดลองมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมดลดลง พบว่า สูตรที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด และใกล้เคียงกับสูตรควบคุม คือการทดแทนสารให้ความหวานอยู่ในระดับ 25% เมื่อพิจารณาความชอบรองลงมา พบว่าสูตรทดแทนน้ำตาลทรายด้วยซูคราโลส 75% ผู้ทดสอบชอบไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองอื่น เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ผลิตภัณฑ์สับปะรดในน้ำเชื่อมสูตรทดแทนน้ำตาลทรายด้วยซูคราโลส 75% ให้พลังงานทั้งหมด 48.28 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ซึ่งน้อยกว่าสูตรควบคุมที่ให้พลังงานทั้งหมด 94.36 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าพลังงานสูงกว่า 40 กิโลแคลอรี่ต่อ 1 หน่วยบริโภค จึงไม่สามารถจัดผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์พลังงานต่ำได้ แต่อาจจัดอยู่ในกลุ่มลดแคลอรี่หรือสูตรลดแคลอรี่ ดังนั้น สูตรการผลิตสับปะรดในน้ำเชื่อมสูตรลดแคลอรี่ที่เหมาะสม ประกอบด้วย สับปะรด 60% น้ำสับปะรด 8% น้ำตาลทราย 2.4% ซูคราโลส 0.012% กรดซิตริก 0.1% น้ำ 29.48% รีทอร์ทเพาช์ มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 5.45 บาท ต่อ 100 กรัม ขณะที่สูตรควบคุมมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 5.56 บาท

ส่วนผลิตภัณฑ์เงาะในน้ำเชื่อมสูตรลดแคลอรี่จะสามารถใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายได้เพียง 25% เท่านั้น เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าผลิตภัณฑ์เงาะในน้ำเชื่อมสูตรทดแทนน้ำตาลทรายด้วยซูคราโลส 25% ให้พลังงานทั้งหมด 79.41 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ซึ่งน้อยกว่าสูตรควบคุมที่ให้พลังงานทั้งหมด 95.69 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ดังนั้น สูตรการผลิตเงาะในน้ำเชื่อมสูตรลดแคลอรี่ที่เหมาะสม ประกอบด้วย เนื้อเงาะ 60% น้ำตาลทราย 11.61% ซูคราโลส 0.006% กรดซิตริก 0.14% น้ำ 28.244% รีทอร์ทเพาช์ มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 6.30 บาท ต่อ 100 กรัม ขณะที่สูตรควบคุมมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 6.26 บาทซึ่งเงาะในน้ำเชื่อมสูตรลดแคลอรี่มีต้นทุนสูงกว่าเพราะสามารถทดแทนน้ำตาลทรายด้วยสารให้ความหวานได้เพียง 25% ขณะที่ราคาของสารให้ความหวานสูงกว่าน้ำตาลทราย

ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุก 2 เดือน เป็นเวลา 10 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์สับปะรดในน้ำเชื่อมสูตรลดแคลอรี่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 เดือน เนื้อสับปะรดสูตรลดแคลอรี่มีค่าสีเปลี่ยนแปลงไป การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชอบตัวอย่างทั้งสองสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ กลิ่นสับปะรด ความนิ่มของเนื้อสับปะรด และรสเปรี้ยว ส่วนผลิตภัณฑ์เงาะในน้ำเชื่อมสูตรลดแคลอรี่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 เดือน พบว่าจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชอบสูตรลดแคลอรี่มากกว่าสูตรควบคุมในทุกคุณลักษณะ ได้แก่ ความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สีขาวของเงาะ กลิ่นรสโดยรวม ความนิ่มของเนื้อเงาะ รสหวาน และรสเปรี้ยว

<u>การผลิตผลไม้อบแห้งให้แคลอรีต่ำ</u>

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการออสโมซิสมะม่วงด้วยน้ำตาลซูโครส พบว่า เนื้อมะม่วงหลังอบแห้งที่ผ่านการแช่สารละลายซูโครสเข้มข้น 70 องศาบริกส์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าความชื้นเฉลี่ยและปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุดคือ 27.44% และ 0.609

การศึกษาการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่นแทนการใช้น้ำตาลซูโครสโดยใช้สารละลายอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และสารสกัดจากหญ้าหวาน พบว่าน้ำตาลอิริทริทอลที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 65% ขึ้นไป ไม่สามารถละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้หมด ดังนั้นจึงใช้สารละลายน้ำตาลอิริทริทอลที่ความเข้มข้น 60% โดยน้ำหนัก และแช่ที่ระยะเวลา 3 ชั่วโมง พบว่ามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งจากสารละลายออสโมติกน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และสารสกัดจากหญ้าหวาน มีความชอบด้านลักษณะปรากฏที่ดีกว่ามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลซูโครสซึ่งมีสีค่อนข้างคล้ำกว่า สำหรับความชอบด้านอื่นๆ คือ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงคัดเลือก อัตราส่วนของอิริทริทอล : กลีเซอรีน คือ 29.74 : 30 เป็นสารละลายออสโมติก

กรมวิชาการเกษตร

การศึกษาการใช้สารละลายอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และสารสกัดจากหญ้าหวานแช่อิ่มเงาะ พบว่าไม่สามารถใช้สารละลายออสโมติกของอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและหญ้าหวานที่ความเข้มข้น 60% ได้ เนื่องจากน้ำตาลอิริทริทอลจะตกผลึกไปเคลือบเนื้อเงาะไว้ ทำให้เนื้อสัมผัสของเงาะมีลักษณะแข็งเป็นเนื้อทรายและมีรสชาติหวานมาก จึงได้ทำการลดความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกลง พบว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งจากอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนความเข้มข้น 40% จากน้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำ ในอัตราส่วน 19.5 : 20 : 0.5 มีความชอบด้านเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับการใช้น้ำตาลซูโครส และได้คะแนนลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมสูงกว่าน้ำตาลซูโครส

การศึกษาการใช้สารละลายมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีน และกรดซิตริก เป็นสารละลายออสโมติกของมะม่วงไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่สามารถเก็บรักษาได้นาน เมื่อนำไปใช้กับเงาะ พบว่า เงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนความเข้มข้น 40% ในทุกกรรมวิธีมีลักษณะปรากฏ และ สี ทีดีกว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลซูโครสเพียงอย่างเดียว จึงคัดเลือกสารละลายออสโมติกในอัตราส่วน น้ำตาลมอลทิทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำที่ 23.5 :16 : 0.2 : 60 เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุด โดยเงาะแช่อิ่มอบแห้งให้ลักษณะปรากฏที่น่ารับประทานมากกว่าเงาะสดอบแห้ง

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีน กรดซิตริก และหญ้าหวานความเข้มข้นรวม 60% อัตราส่วนอิริทริทอลต่อ : กลีเซอรีน เป็น 29.74 : 30 มีค่าพลังงาน 303.86 กิโลแคลอรี่ต่อปริมาณมะม่วงอบแห้ง 100 กรัม สามารถลดค่าพลังงานได้ 5.76% เนื่องจากมีการใช้กลีเซอรีนซึ่งมีค่าพลังงานสูงในปริมาณมากเพื่อช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ค่าพลังงานลดลงเพียงเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งจากน้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนและกรดซิติกโดยใช้สารละลายออสโมติกความเข้มข้นรวม 40% ในอัตราส่วน น้ำตาลมอลทิทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำที่ 23.5 :16 : 0.2 : 60 มีค่าพลังงาน 329.99 กิโลแคลอรี่ต่อปริมาณเงาะอบแห้ง 100 กรัม ซึ่งการใช้น้ำตาลมอลทิทอลร่วมกับกลีเซอรีนสามารถลดค่าพลังงานได้ 6.44%

การศึกษาอายุการเก็บรักษามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ในถุงพลาสติกชนิด PP จำนวนถุงละ 500 กรัมและปิดผนึกถุงด้วยเครื่องซีล ที่อุณหภูมิ 4-8 และ 25 องศาเซียส เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Aw) และ ปริมาณความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งการเก็บรักษามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 เดือนนี้ ทำให้ปริมาณน้ำอิสระ และ ปริมาณความชื้น เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง และ มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่ม ในขณะที่การเก็บรักษาอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 6 มีความชื้นเกิน 18% ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ มอก. 919-2532 ผลไม้แห้ง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าการเก็บในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษามะม่วงแช่อิ่มอบแห้งลดแคลอรี่ได้ 6 เดือนหรือมากกว่า แต่การเก็บที่อุณหภูมิห้องจะสามารถเก็บได้เพียง 4 เดือนเท่านั้น

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งพลังสูตรลดแคลอรี่โดยใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนและสารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารละลายออสโมติกมีราคาต้นทุนรวมสูงถึง 1673.34 บาท ในขณะที่มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายออสโมติกมีราคาต้นทุนรวมอยู่ที่ 564.22 บาท และเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่โดยใช้น้ำตาลอิริทริทอลร่วมกับกลีเซอรีนมีราคาต้นทุนรวมอยู่ที่ 722.63บาท ในขณะที่ เงาะแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายออสโมติกมีราคาต้นทุนรวมอยู่ที่ 498.82 บาท

<u>การพัฒนาและการปรับขยายสเกลกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้แคลอรีต่ำสู่โรงงานผลิต</u>

การพัฒนาและการปรับขยายสเกลกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้แคลอรีต่ำสู่โรงงานผลิต ได้คัดเลือกผู้ประกอบการแปรรูปผลิตผลเกษตร คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ ตำบลคลองน้ำเค็ม อำเภอ

กรมวิชาการเกษตร

แหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี มีสมาชิกทั้งหมด 31 คน ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ แปรรูปผลไม้ เช่น แครกเกอร์ทุเรียน ชีสมังคุด ชีสมังคุดอบเนย มังคุดอบน้ำผึ้ง มังคดกวน ซ๊อสมังคุด เมี่ยงทุเรียน ชีสหน้าทุเรียนกรอบ นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารทะเล เช่น ปูกระตอยอบโอ่งสามรส เส้นจันท์ผัดปูอบกรอบ ต้มยำโป๊ะแตก ทะเลจันท์ 3 รส เป็นต้น จะเห็นได้ว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ เป็นผู้ประกอบการที่มีศักยภาพในการแปรรูปผลิตภัณฑ์สุขภาพให้แคลอรี่ต่ำได้ โดยมีอุปกรณ์จำเป็นได้แก่ตู้อบลมร้อนและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจให้ความสนใจในการผลิตภัณฑ์เงาะอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ ได้ทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งให้แคลอรี่ต่ำ ร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 17 คน โดยการบรรยายองค์ความรู้ สาธิตและทดลองผลิตเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ พบว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ที่ผลิตได้จะมีค่าพลังงานทั้งหมด 332.76 กิโลแคลอรี่ต่อตัวอย่าง 100 กรัม คิดเป็น 99.84 กิโลแคลอรี่ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค 30 กรัม ค่าพลังงานทั้งหมดและองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรท และเถ้า ใกล้เคียงกับตัวอย่างเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ในห้องปฏิบัติการ และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน พบว่าค่าพลังงานทั้งหมด ความชื้น ไขมันทั้งหมด คาร์โบไฮเดรททั้งหมด ยังมีปริมาณใกล้เคียงกับที่ 0 เดือน การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป พบว่าผู้บริโภคจะให้คะแนนความชอบในด้าน ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ส่วนกลิ่นได้รับคะแนนความชอบในระดับ เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย

<u>กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพแคลอรี่ต่ำโดยใช้สารทดแทนไขมัน</u>

<u>การใช้ประโยชน์เพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารลดไขมัน</u>

การสกัดของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ (alcohol insoluble solid ; AIS)ด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95% เปลือกมะม่วงจะได้ AIS ปริมาณ 17.5% เปลือกเสาวรสจะได้ AIS ปริมาณ 18.5% ทำการสกัดเพคติน AIS โดยสกัดด้วยสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 3% ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จากนั้นนำสารสกัดไปหมุนเหวี่ยงเพื่อแยกสารสกัดส่วนใสออกจากของแข็ง และนำส่วนใสที่ได้ไปตกตะกอนเพคตินในเอทานอลความเข้มข้น 95% จะได้สารสกัดมีลักษณะเป็นเมือกอยู่ในเอทานอล กรองแยกส่วนเมือกออก นำเมือกที่ได้ไปทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เมื่อแห้งแล้วนำไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดแห้งจะได้เพคตินในรูปผงแห้ง โดยเปลือกมะม่วงจะได้เพคติน 14.35% โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมะม่วง และเปลือกเสาวรสจะได้เพคติน 17.62% โดยน้ำหนักแห้งของเปลือกเสาวรส เพคตินจากเปลือกมะม่วงมีปริมาณความชื้น 7.54% ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิค 66.25% ปริมาณเมทอกซิล 10.75% และความหนืดเท่ากับ 38.65 cp ส่วนเพคตินจากเปลือกเสาวรสที่ได้จะมีปริมาณความชื้น 7.85% ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิค 70.65% ปริมาณเมทอกซิล 11.36% และความหนืดเท่ากับ 58.46 cp โดยเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรส มีค่า degree of esterification (DE) เท่ากับ 57.88 และ 63.47%ตามลำดับ ซึ่งมีค่า Degree of esterification มากกว่า 50% เพคตินทั้งสองชนิดจึงจัดเป็นเพคตินชนิดที่มีปริมาณเมทอกซิลสูง (High methoxyl pectin)

การศึกษาสูตรการผลิตไอศกรีมไขมันเต็มและไอศกรีมลดไขมันที่ใช้เพคตินจากเปลือกมะม่วงและเพคตินจากเปลือกเสาวรสเป็นสารทดแทนไขมัน กำหนดให้ไอศกรีมไขมันเต็มมีปริมาณไขมัน 10% และไอศกรีมลดไขมันมีปริมาณไขมัน 5% โดยเติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเพคตินจากเปลือกเสาวรสในไอศกรีมลดไขมันปริมาณ 1.0, 1.5 และ 2.0% ไอศกรีมลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเพคตินจากเปลือกเสาวรสปริมาณ 2.0% มีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพใกล้เคียงกับไอศกรีมสูตรไขมันเต็มมากที่สุด มีคะแนนความชอบโดยรวม ใกล้เคียงกับไอศกรีมสูตรไขมันเต็มมากที่สุด การศึกษาคุณภาพด้านอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าไอศกรีมลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสเป็นสาร

กรมวิชาการเกษตร

ทดแทนไขมันให้พลังงานทั้งหมดต่ำกว่าไอศกรีมไขมันเต็ม โดยไอศกรีมลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงให้พลังงานทั้งหมด 149.41 กิโลแคลอรี/100 กรัม ไอศกรีมลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกเสาวรสให้พลังงานทั้งหมด 151.15 กิโลแคลอรี/100 กรัม เทียบกับไอศกรีมไขมันเต็มให้พลังงานทั้งหมด 185.24 กิโลแคลอรี/100 กรัม

การศึกษาสูตรการผลิตมายองเนสสูตรมาตรฐานที่มีไขมัน 75% และมายองเนสสูตรลดไขมันที่ใช้เพคตินจากเปลือกมะม่วงและเพคตินจากเปลือกเสาวรสเป็นสารทดแทนไขมัน กำหนดให้มายองเนสลดไขมันมีปริมาณไขมัน 40% โดยเติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเพคตินจากเปลือกเสาวรสในมายองเนสลดไขมันปริมาณ 1.5, 3.0 และ 4.5% พบว่ามายองเนสลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเพคตินจากเปลือกเสาวรสปริมาณ 4.5% มีค่าความหนืดและร้อยละการแยกชั้นใกล้เคียงกับมายองเนสไขมันเต็มมากที่สุด สอดคล้องกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่พบว่ามายองเนสลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเพคตินจากเปลือกเสาวรส ปริมาณ 4.5% มีคะแนนความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับมายองเนสสูตรไขมันเต็มมากที่สุด อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มายองเนสลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ามายองเนสลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกมะม่วงให้พลังงานทั้งหมด 466.82 กิโลแคลอรี/100 กรัม มายองเนสลดไขมันที่เติมเพคตินจากเปลือกเสาวรสให้พลังงานทั้งหมด 469.54 กิโลแคลอรี/100 กรัม เทียบกับมายองเนสไขมันเต็มทางการค้าให้พลังงานทั้งหมด 680.36 กิโลแคลอรี/100 กรัม

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพให้พลังงานต่ำโดยใช้สารทดแทนความหวานและสารทดแทนไขมัน ได้ผลิตภัณฑ์สุขภาพแคลอรี่ต่ำและลดแคลอรี่ จำนวน 5 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำผลไม้แคลอรี่ต่ำพร้อมดื่ม โดยสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดผสมน้ำหญ้าหวานพร้อมดื่มประกอบด้วย น้ำสับปะรด 500 กรัม น้ำหญ้าหวาน 150 กรัม ผงวุ้น 2.8 กรัม กรดซิตริก 1 กรัม และน้ำ 450 กรัม ให้พลังงาน 30 กิโลแคลอรี่ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (120 กรัม) ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดผสมสารสกัดหญ้าหวานพร้อมดื่ม ประกอบด้วย น้ำสับปะรด 500 กรัม สารสกัดหญ้าหวาน 0.25 กรัม และซูคราโลส 0.04 กรัม ผงวุ้น 2.8 กรัม กรดซิตริก 1 กรัม และน้ำ 600 กรัม ส่วนสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำลิ้นจี่ผสมสารสกัดหญ้าหวานพร้อมดื่ม ประกอบด้วย น้ำลิ้นจี่ 500 กรัม สารสกัดหญ้าหวาน 0.2 กรัม และซูคราโลส 0.1 กรัม ผงวุ้น 3 กรัม กรดซิตริก 2.2 กรัม เพคติน 1 กรัม และน้ำ 620 กรัม ให้พลังงาน 30 - 35 กิโลแคลอรี่ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (120 กรัม) สามารถเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มวุ้นน้ำสับปะรดผสมน้ำหญ้าหวานพร้อมดื่ม บรรจุถุงรีทอร์ทเพาช์ ที่อุณหภูมิห้อง ได้อย่างน้อย 6 เดือน

2. ผลิตภัณฑ์ผลไม้ในน้ำเชื่อม โดยสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สับปะรดในน้ำเชื่อมสูตรลดแคลอรี่ประกอบด้วย สับปะรด 60% น้ำสับปะรด 8% น้ำตาลทราย 2.4% ซูคราโลส 0.012% กรดซิตริก 0.1% น้ำ 29.48% ให้พลังงานทั้งหมด 48.28 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ซึ่งน้อยกว่าสูตรควบคุมคิดเป็น 48.245% มีต้นทุนการผลิตรวมบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 5.45 บาท ต่อ 100 กรัม สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 10 เดือน โดยที่ความชอบของผู้บริโภคไม่แตกต่างจากตัวอย่างก่อนเก็บรักษา และสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เงาะในน้ำเชื่อมสูตรลดแคลอรี่ ประกอบด้วย เนื้อเงาะ 60% น้ำตาลทราย 11.61% ซูคราโลส 0.006% กรดซิตริก 0.14% น้ำ 28.244% ให้พลังงานทั้งหมด 79.41 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ซึ่งน้อยกว่าสูตรควบคุมที่ให้พลังงานทั้งหมด 95.69 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม โดยน้อยกว่าคิดเป็นร้อยละ 17.01% ต้นทุนการผลิตรวมบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 6.30 บาท ต่อ 100 กรัม สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 10 เดือน โดยที่ความชอบของผู้บริโภคไม่แตกต่างจากตัวอย่างก่อนเก็บรักษา

กรมวิทยาศาสตร์

3. ผลไม้อบแห้งแคลอรี่ต่ำทั้งมะม่วงและเงาะ สามารถลดค่าพลังงานได้เล็กน้อยและยังคงมีรสชาติที่ดี มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ โดยแช่มะม่วงในสารละลายออสโมติกเข้มข้น 60% อัตราส่วนน้ำตาลอิริทริทอล : กลีเซอรีน: กรดซิตริก : สารสกัดจากหญ้าหวาน : น้ำ ที่ 29.74 : 30 : 0.2 : 0.06 : 40 ตามลำดับ ซึ่งได้ค่าพลังงานลดลง 5.76% ต้นทุนการผลิตของมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่สูงกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลซูโครสปกติถึง 196.58% เนื่องจากสารละลายออสโมติกที่ใช้มีราคาสูง สำหรับเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ โดยแช่เงาะในสารละลายออสโมติกเข้มข้น 40% อัตาส่วนน้ำตาลมอลทิทอล : กลีเซอรีน : กรดซิตริก : น้ำที่ 23.5 :16 : 0.2 : 60 ตามลำดับ ซึ่งได้ค่าพลังงานลดลง 6.44% มีต้นทุนมากกว่าเงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรใช้ซูโครสปกติ 47.61%

4. ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลดไขมัน โดยใช้เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสทดแทนไขมัน ปริมาณ 2.0% ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลดไขมัน ให้พลังงานทั้งหมด 149.41 - 151.15 กิโลแคลอรี/100 กรัม

5. ผลิตภัณฑ์มายองเนสลดไขมัน โดยใช้เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสทดแทนไขมันใน ปริมาณ 4.5% ผลิตภัณฑ์มายองเนสลดไขมันให้พลังงานทั้งหมด 466.82 - 469.54 กิโลแคลอรี/100 กรัม

การปรับขยายสเกลกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สุขภาพแคลอรี่ต่ำ โดยทดสอบการผลิตผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ จังหวัดจันทบุรี จะได้ผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งสูตรลดแคลอรี่ ที่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และ ปริมาณสารปนเปื้อน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มผช. 11/2558 ผักและผลไม้แช่อิ่มแบบแห้ง ผู้บริโภคทั่วไปให้การยอมรับผลิตผลิตภัณฑ์เงาะแช่อิ่มอบแห้งให้ลดแคลอรี่โดยมีความชอบโดยรวมในระดับชอบเล็กน้อย สามารถเก็บรักษาในถุงอลุมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถคงคุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และสารปนเปื้อน ได้เป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน จึงควรส่งเสริมและแนะนำให้ผู้ประกอบการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมเพื่อยืดอายุและคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

กรมวิชาการเกษตร

แผนงานวิจัยย่อยที่ 1

แผนงานวิจัยย่อย วิจัยและพัฒนาสารสกัดจากธรรมชาติ

Research and Development on Natural Extracts

คณะผู้วิจัย

ศิริพร เต็งรัง	Siriporn Tengrung	กวป.
อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์	Akanit Pisanwatcharin	กวป.
วิไลศรี ลิมปพยอม	Wilaisri Limpapayom	กวป.
จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม	Charuwan Rattanasakultham	กวป.
ศิวัช พลายเสน	Siwat Plaisen	กวป.
กนกศักดิ์ ลอยเลิศ	Kanoksak Loiloed	กวป.
วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	Wimonwan Wattanawichit	กวป.
โกเมศ สัตยาวุธ	Komate Satayawut	กวป.
ปาริชาติ อยู่แพทย์	Parichart Yoopaet	กวป.
ศุภมาศ กลิ่นขจร	Supamas Klinkajorn	กวป.
นราทร สุขวิเสส	Narathorn Sukwises	กวป.
สุรีย์รัตน์ รักเหลือ	Sureerat Rukluarh	กวป.
นภัสสร เลียบวัน	Napatsorn Leabwan	กวป.
สุปรียา ศุขเกษม	Supreeya Sukhasem	กวป.

คำสำคัญ

แคปไซซิน แคโรทีนอยด์ พริก อาหารเสริม มะนาว นาโนเทคโนโลยี การทำแห้งแบบพ่นฝอย เอนแคปซูเลชัน เครื่องสำอาง แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ ใบย่านาง ไฮโดรคอลลอยด์ สารให้ความคงตัว ซอสพริก อาหารเสริมสำหรับเด็กในรูปแบบเพียวเร่ เอนไซม์บรอมิเลน การแปรรูปสับปะรด ผงหมักเนื้อนุ่ม

Key words

Capsaicin, Carotenoid, Chilis, Functional Food, Lime, Nanotechnology, Spray Dry, Encapsulation, Cosmetic, anthocyanin, carotenoid, chlorophyll, Yanang leaves, hydrocolloid, stabilizer, Chili sauce, Baby food puree, Bromelain, Pineapple processing, Meat tenderizer

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

แผนงานวิจัยย่อยนี้เป็นการศึกษาวิธีการสกัด การกักเก็บสาร และการใช้ประโยชน์สารสำคัญที่สกัดได้จากผลิตผลเกษตรและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ดำเนินงานวิจัยระหว่างปี 2560-2564 ที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร สารแคปไซซินและแคโรทีนอยด์จากพริก โดยสกัดสารแคปไซซินจากพริกขี้หนูพันธุ์หัวเรือด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:5 w/v จะได้สารสกัดพริกที่มีปริมาณสารแคปไซซิน 2,374.35 μg/g สกัดสารแคโรทีนอยด์จากพริกชี้ฟ้าด้วยน้ำมันรำข้าว ได้สารสกัดที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด 229.42 μg/ml และ 97.62 μmoles Trolox/ml นำ

สารทั้ง 2 ชนิดทำแห้งแบบพ่นฝอย สามารถนำไปเป็นอาหารเสริมสุขภาพ และมีการนำสารสกัดแคปไซซินจากพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอตปริมาณ 1.5% เติมในผลิตภัณฑ์เจลนวด พบว่าเจลนวดที่ได้มีปริมาณสารแคปไซซิน 0.0123 % โดยน้ำหนัก ปริมาณฟีนอลิกรวม 2.83 mg gallic acid/g และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (SC50) เท่ากับ 10.11 mg/ml ไม่พบการระคายเคืองเมื่อทดสอบกับอาสาสมัคร

การผลิตน้ำมะนาว มะนาวผง น้ำมันหอมระเหย และเพคติน จากมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตรและพันธุ์แป้นการผลิตมะนาวผงด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย จะได้มะนาวผงที่มีวิตามินซี 40.54 mg/100 g เปลือกมะนาวนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย มีน้ำมันหอมระเหย 3.63-8.47% สกัดเพคตินจากเปลือกส่วนสีขาวได้เพคตินที่มีค่า Degree of Esterification 56.21 ซึ่งได้มีการนำไปประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอางช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมของมะนาวและได้ประโยชน์จากวิตามินซีจากผงมะนาว

สีผงจากธรรมชาติโดยสกัดสารสีจากดอกอัญชัน แครอท และใบเตย สกัดสีจากดอกอัญชันด้วยสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.15 M และนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย ได้สีผงสีชมพู มีปริมาณแอนโทไซยานิน 40.02 mg cyanidin-3-glucoside/100 g สีผงจากแครอทสกัดด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ นำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยได้สีผงสีส้ม มีปริมาณแคโรทีนอยด์ 8.98 mg/100 g สีผงจากใบเตยด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ นำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยได้สีผงสีเขียวและมีกลิ่นหอมใบเตย มีปริมาณคลอโรฟิลล์ 103.63 mg/100 g เก็บรักษาสีผงในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ได้นาน 12 เดือน สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร และมีการนำสีจากดอกอัญชันมาทำแห้งแบบโฟมแมท โดยนำสารสกัดมาผสมมอลโตเด็กซ์ทริน เติมสารก่อโฟม methocel ปริมาณ 2.5% ตีให้เกิดโฟมแล้วบีบให้เป็นเส้นลงบนถาด นำไปอบให้แห้ง จะได้สีผงเป็นสีชมพู มีค่าการละลาย 86.92% และปริมาณแอนโทไซยานิน 19.37 mg cyanidin-3-glucoside/100g สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ซอร์เบต

ไฮโดรคอลลอยด์จากใบย่านาง สกัดจากของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ด้วยน้ำ ได้ไฮโดรคอลลอยด์สีเทาปริมาณ 5.45% มีกรดยูโรนิค 11.47% และมีโครงสร้างใกล้เคียงกับสารไซแลน สามารถใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ซอสพริกและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กในรูปแบบเพียวเร่ได้ โดยใช้ปริมาณ 1.5% ในซอสพริก และ 2.0% ในอาหารเสริมสำหรับเด็ก

เอนไซม์บรอมิเลน สกัดจากผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรด โดยส่วนเปลือกติดเนื้อกับตาเป็นส่วนเหลือทิ้งที่มีปริมาณมากที่สุด มีค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน 111.36 CDU/g น้ำหนักสด และมีความบริสุทธิ์ของเอนไซม์สูง นำน้ำคั้นมาสกัดแยกโปรตีน แล้วทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะได้เอนไซม์บรอมิเลนผงสีเหลืองอ่อน ที่มีค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน 19,832 CDU/g มีปริมาณผลผลิต 0.18-0.34% ต่อน้ำหนักสด นำไปประยุกต์ใช้ในสูตรซอสหมักเนื้อ ปริมาณที่เหมาะสมคือ 0.1% โดยน้ำหนักเนื้อสัตว์ และใช้เวลาหมักไม่เกิน 30 นาที และมีการนำเอนไซม์บรอมิเลนจากเปลือก เนื้อและแกนของสับปะรดมาผลิตเครื่องดื่มช่วยย่อยในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ โดยมีสูตรการผสมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (3.41 g) คือ ผงเอนไซม์บรอมิเลน 0.20 g กรดซิตริก 0.80 g กรดทาร์ทาริก 0.40 g โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.90 g พีวีพี 0.15g สารลดการก่อโฟม 0.036 g ซูคราโลส 0.007 g ไซลิทอล 0.80 g และสารให้กลิ่นสับปะรด 0.12 g นำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กรานูลด้วยการทำกรานูลแห้ง ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติการไหลของผงยาในระดับดี และยังคงค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนไว้ได้ที่ 87.9% ละลายน้ำได้ดี ใช้เวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่ 94 วินาที

สารสกัดจากเปลือกมังคุดที่มีสารแอลฟ่าแมงโกสตินเป็นองค์ประกอบหลัก สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียชนิด *Staphylococcus aureus* ได้ดี เมื่อนำมาเติมในฟิล์มพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ปริมาณ70,000 ppm สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นฟิล์มต้านจุลินทรีย์ได้ มีความต้านทานแรงดึงขาด 329.69 kgf/cm^2 และดึงยืดได้ 387.10 สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นฟิล์มยืดห่อหุ้มอาหารได้ เนื่องจากมีค่าสูงกว่ามาตรฐานฟิล์มยืดชนิดพอลิเอทิลีน

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ลิกนินและนาโนเซลลูโลสสกัดจากเปลือกทุเรียน จะสกัดลิกนินได้ 39.5% สกัดนาโนเซลลูโลสได้ 10% นำไปใช้เป็นสารเติมแต่งในฟิล์มชีวภาพจากสตาร์ชมันสำปะหลัง พบว่าฟิล์มชีวภาพเติมลิกนิน 3% มีคุณสมบัติที่เหมาะสำหรับใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารแห้ง เมื่อนำมาบรรจุเม็ดมะม่วงหิมพานต์เปรียบเทียบกับถุงทางการค้า พบว่า สามารถเก็บรักษามะม่วงหิมพานต์ได้ดีใกล้เคียงกับถุงทางการค้า เมื่อเก็บรักษานาน 3 เดือน
สีอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ โดยสกัดสีจากดอกอัญชันด้วยกรดอะซิติก เข้มข้น 0.15 M สีที่ได้มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงสีได้ดีในสารละลายบัฟเฟอร์ pH ต่างๆ และคงตัวได้ดี เมื่อเติมในฟิล์มคอมโพสิทระหว่าง PVA และไคโตซาน สามารถนำไปใช้เป็นฟิล์มตรวจวัดความเป็นกรดด่างได้ เมื่อนำมาไปใช้ตรวจวัดการเสื่อมเสียคุณภาพของเนื้อปลาสด พบว่าฟิล์มมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีสอดคล้องกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในเนื้อปลา และปริมาณก๊าซแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์

Abstracts

This research sub-program aimed to study the method of extraction and encapsulation including the utilization of active substances from agricultural produce and agricultural by-product. The research was conducted from 2017 to 2021 at the Postharvest and processing research and development division. Capsaicin and carotenoids were extracted from chili. Capsaicin was extracted from chili c.v. “Huarua” by 95% ethanol at the ratio of 1:5 w/v which the extract contained 2,374.35 μg/g of capsaicin. Whilst carotenoids was extracted from chili c.v. “Cheefah” by rice bran oil and the extract contained 229.42 μg/ml of carotenoid and antioxidant capacity as 97.62 μmoles Trolox/ml. Afterwards, Both extracts were spray dried for producing a food supplement. Moreover, the massage gel was created by added 1.5% of capsaicin extract from chili c.v. “Superhot”. The product contained 0.0123 % of capsaicin, total phenolic content as 2.83 mg gallic acid/g and an antioxidant activity (SC50) as 10.11 mg/ml. The product is non-Irritation when tested on the volunteers.

Lime juice, lime powder, essential oil and pectin were produced from lime c.v. “Pan Phichit” and “Pan” include the production of lime powder by spray drying. Lime powder contained 40.54 mg/100 g of vitamin C. The essential oil was extracted from Lime peel which contained 3.63-8.47% of the essential oil. The pectin was extracted from the white rind of lime and the degree of esterification of pectin was 56.21. These products were applied in the cosmetic product which was lime scented and has the benefit of vitamin C from lime powder.

Natural colorant powder was produced from the extract of butterfly pea flower, carrot and pandan leaf. The color from butterfly pea flowers was extracted by 0.15 M citric acid solution and spray dried. The colorant powder was pink with an anthocyanin content of 40.02 mg cyanidin-3-glucoside/100 g. The color from carrot was extracted by a juicer and spray dried. The colorant powder was orange color powder with carotenoid content of 8.98 mg/100 g. The color from pandan was also was extracted by a juicer and spray dried. The green colorant powder has existed the smell of pandan which contained chlorophyll as 103.63 mg/100 g. The Colorant powder could be kept in aluminium foil bags for 12 months and used in food products. Furthermore, the colorant

กรมวิทยาศาสตร์

powder from the butterfly pea could be produced by foam-mat drying following this procedure, mixing the extract with maltodextrin, adding 2.5% of methocel (foaming agent), whipping to be foam, squeezing as strips onto the tray and drying. The pink colorant powder color has a solubility of 86.92% and the anthocyanin content of 19.37 mg cyanidin-3-glucoside/100g which could be used in sorbet products.

Hydrocolloid was extracted from Yanang leaf by extracting the insoluble solid in alcohol with water. The extract was grey which contained 5.45% of hydrocolloids, 11.47% of uronic acid and a similar structure to xylan. It could be used as a stabilizer in chili sauce, baby food puree by the concentration as 1.5% and 2.0%, respectively.

Bromelain was extracted from by-products of the pineapple processing industry. The peel with pulp was the largest amount from the by-product and the enzyme activity of bromelain was 111.36 CDU/g of the fresh weight with high enzyme purity. The protein of the squeezing extract was separated and then freeze dried to produce bromelain powder. The bromelain powder was pale yellow. The enzyme activity of bromelain powder was 19,832 CDU/g with the production yield as 0.18-0.34% of the fresh weight. The bromelain powder was applied in meat marinade sauce. The optimal amount is 0.1% by weight of meat with the marinade time not over 30 minutes. Moreover, bromelain from the peel, pulp and core of the pineapple was used to produce an effervescent granule of digestive-aid drink. The formulation of one serving (3.41 g) consisted of bromelain powder 0.20 g, citric acid 0.80 g, tartaric acid 0.40 g, sodium bicarbonate 0.90 g, PVP 0.15g, antifoaming agent 0.036 g, sucralose 0.007 g, xylitol 0.80 g and pineapple flavor 0.12 g with the method of dry granulation. The product has good fluidity property with the appropriate water solubility and maintained the enzyme activity of bromelain for 87.9% good water solubility. The effervescent time was 94 seconds.

The extract of mangosteen peel containing alpha-mangostin as the main compound could inhibit the growth Staphylococcus aureus. When the extract of mangosteen peel was added to polyvinyl alcohol (PVA) film for 70,000 ppm, it acted as an anti-microbial film with the tensile strength of 329.69 kgf/cm2 and elongation of 387.10%. It could be applied as a food wrap film with higher quality than the standard of polyethylene stretch film.

Lignin and nanocellulose were extracted from durian peel which contained 39.5% of lignin and 10% of nanocellulose. They could be used as an additive in biofilm from cassava starch. The film with 3% of lignin has the appropriate property to be a container for low moisture food. Therefore, it was used to be a container of cashew nuts compared with the commercial container. It was found that the quality of cashew nut in each container was similar when stored for 3 months. The natural color indicator was extracted from butterfly pea flower with 0.15 M acetic acid. The color enabled to change in various pH buffer solutions and it was stable. When the color indicator was added into the composite film, PVA and chitosan, it could be a pH measuring film for indicating the deterioration and the freshness of the fish meat. The color of the film would change depending on the increase of microorganisms and ammonia gas inside the package.

บทนำ

ประเทศไทยมีผลผลิตจากพืชผัก สมุนไพร และผลไม้จำนวนมาก โดยการผลิตส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อรองรับการบริโภคสดและการแปรรูป มีส่วนน้อยที่ผลิตเพื่อนำเอาสารสำคัญซึ่งมีมูลค่าสูงในอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์ โดยสารสำคัญจากพืชผัก สมุนไพร และผลไม้หลายชนิดสามารถใช้ทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ได้ เช่น สีสังเคราะห์ สารเสริมสุขภาพและยาสังเคราะห์ สารแต่งกลิ่นสังเคราะห์ และสารทำให้เนื้อนุ่ม เป็นต้น โดยตัวอย่างสารสำคัญจากพืชที่นิยมใช้แทนสารเคมีสังเคราะห์ ได้แก่ รงควัตถุ(สารสี) น้ำมันหอมระเหย(สารให้กลิ่น) แทนนิน(สารฝาด) อัลคาลอยด์(สารขม) ไฮโดรคอลลอยด์(สารเพิ่มความคงตัว) และบรอมิเลน(เอนไซม์ย่อยโปรตีน) เป็นต้น ซึ่งที่ผ่านมาได้มีรายงานการศึกษาและมีข้อมูลของสารสกัดหรือสารสำคัญหลายชนิด รวมถึงวิธีการสกัด วิธีการกักเก็บ และคุณสมบัติของสารสกัด ตลอดจนการนำเอาสารสกัดมาใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. แคปไซซิน เป็นสารกลุ่มแคปไซซินอยด์ เป็นสารประกอบสำคัญของพริกที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสเผ็ดร้อน แคปไซซินอยด์ประกอบด้วยแคปไซซิน 61% ไดไฮโดรแคปไซซิน 22% นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน 1% โฮโมแคปไซ-ซิน1% และโฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน 1% โครงสร้างทางเคมีของแคปไซซิน คือ 8-methyl-n-vanillyl-6 noneamide มีสูตรโมเลกุล $C_{18}H_{27}NO_3$ สารแคปไซซินพบมากบริเวณเยื่อแกนกลางสีขาวหรือที่เรียกว่า “รกพริก” ในส่วนของเนื้อ เปลือก และเมล็ดพริกจะมีสารแคปไซซินอยู่น้อยมาก ปริมาณแคปไซซินจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดและสายพันธุ์ของพริก ดังนี้ พริกขี้หนูมีแคปไซซิน 18.2 ppm พริกเหลืองมีแคปไซซิน 16.7 ppm พริกชี้ฟ้ามีแคปไซซิน 4.5 ppm พริกหยวกมีแคปไซซิน 3.8 ppm และพริกหวาน(พริกยักษ์) มีแคปไซซิน 1.6 ppm (สัมพันธ์, 2546)

คุณสมบัติของแคปไซซินบริสุทธ์ คือ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายในน้ำได้เล็กน้อย ละลายได้ดีในไขมัน น้ำมันและแอลกอฮอล์ มีจุดหลอมเหลว 65 องศาเซลเซียส ทนความร้อนและความเย็นได้ดี (มโนวิชและจันทรัตน์, 2547) แคปไซซินมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย เช่น ช่วยสลายลิ่มเลือด ลดการเกิดการอุดตันของเส้นเลือด (ชวนพิศ, 2547) บรรเทาปวด ลดการอักเสบ โดยมีรายงานการวิจัยว่ามีการใช้แคปไซซินในการรักษาอาการปวดต่าง ๆ เช่น อาการปวดหรือคันที่ผิวจากการผ่าตัด บาดเจ็บ ความผิดปกติของระบบประสาทจากเนื้องอก ข้ออักเสบรูมาตอยด์ ข้อเสื่อม ปลายประสาทอักเสบจากเบาหวาน บรรเทาอาการคัดจมูกน้ำมูกไหลเรื้อรัง (สนทยา, 2540)

2. รงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์ เป็นสารให้สีในพริก โดยในผลพริกจะมีสารให้สีที่สำคัญ คือ แคปแซนทิน ซึ่งเป็นสารคีโตแคโรทีนอยด์ โดยสารประกอบแคปแซนทินบริสุทธิ์จะเป็นผลึกรูปเข็มสีแดงเข้ม ละลายได้ในแอลกอฮอล์ มีจุดหลอมเหลว 175-176 องศาเซลเซียส สารละลายแคปแซนทินในปิโตรเลียมอีเทอร์ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475 - 500 nm. ในพริกที่ยังไม่สุกจะไม่พบรงควัตถุพวกคีโตแคโรทีนอยด์ แต่จะพบรงควัตถุที่ให้สีเขียวและเหลืองส้ม ได้แก่ ลูเทอีน บีตาแคโรทีน ไวโอลาแซนทิน แคปโซรูบิน และคริปโตแซนทิน การกระจายตัวของรงควัตถุในผลพริกจะแตกต่างกันไปตามส่วนต่างๆ โดยพบในส่วนเนื้อสูงกว่าเมล็ด เช่น ในส่วนเนื้อของพริก Capsicum annuum var. acuminatum มีบีตาแคโรทีนอยู่ 94.6% ของปริมาณทั้งหมดในพริก ขณะที่ในเมล็ดมีอยู่เพียง 4.9% (สนทยา, 2540) สารรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์ในพริกมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันในร่างกาย รวมทั้งช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งได้

การวิจัยเกี่ยวกับสารแคปไซซินและแคโรทีนอยด์จากพริกจะเป็นแนวทางหนึ่งที่นำสารสำคัญจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ และพัฒนาเป็นแหล่งของอาหารที่มีความสำคัญต่อสุขภาพ แต่เนื่องจาก capsaicin และแคโรทีนอยด์ สามารถสลายตัวได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะแคโรทีนอยด์สามารถสลายตัวได้ง่ายด้วยแสง ความร้อน กรด และปฏิกิริยาออกซิเดชั่น จึงได้นำเทคโนโลยีการเก็บกัก (encapsulation) มาเป็นตัวช่วยเพื่อคงประสิทธิภาพและรักษาคุณภาพของสารสำคัญดังกล่าวไว้ให้คงอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถนำผลิตภัณฑ์สารสำคัญจากพริกที่อยู่ในรูปแบบผงมาประยุกต์ใช้สำหรับเป็นอาหารเสริมต่อไปได้

กรมวิชาการเกษตร

3. น้ำมะนาวผง มะนาวเป็นไม้ผลในตระกูลส้ม มีรสเปรี้ยวจัดหรือเป็นแหล่งของวิตามินซี ให้รสชาติและกลิ่นหอม มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ โดยการควบคุมอนุมูลอิสระให้อยู่ในภาวะสมดุลที่ร่างกายรับได้ ซึ่งหากทำให้น้ำมะนาวอยู่ในรูปผงจะทำให้การใช้งานสะดวกขึ้น โดยวรรณี (2545) ได้วิจัยการทำมะนาวผง โดยใช้ความร้อนลดความขมจากเปลือกมะนาวด้วยการลวกมะนาวที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ก่อนคั้นน้ำ พบว่าช่วยลดความขมจากสารให้ความขมที่เปลือกมะนาวลงได้ การทำแห้งมะนาวผงโดยใช้น้ำเชื่อมกลูโคสในสัดส่วนน้ำมะนาวต่อน้ำเชื่อมกลูโคสและมอลโตเด็กตริน DE26 อัตราส่วน 100:30 ให้ผลิตภัณฑ์มะนาวผงที่ดี แต่ต้องเติมกลิ่นมะนาวโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะนาวซึ่งได้จากการกลั่นเปลือกมะนาวด้วยน้ำ โดยนำมาผสมหลังการทำแห้งมะนาวผง สัดส่วนที่เหมาะสมในการเติม คือ 0.3%

4. น้ำมันหอมระเหยจากมะนาว มีการนำมาใช้เป็นสารให้กลิ่นอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องสำอาง รวมทั้งของใช้ภายในบ้านต่างๆ เช่น ก้อนหอมดับกลิ่น โดย Rao and McClements (2014) ได้วิจัยการสกัดน้ำมันมะนาว (Lemon Oil) จากเปลือกของมะนาว โดยศึกษาการเตรียมอิมัลชันในรูปแบบ Oil in water พบว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมันมะนาวก็คือ monoterpenes 35% sesquiterpenes 14% และ Oxygenated 33% เตรียมอิมัลชัน oil in water ด้วยเครื่อง High pressure Homogenizer ประกอบด้วยน้ำมันมะนาว 10% โดยน้ำหนัก Tween80 1% โดยน้ำหนัก และสารละลายบัฟเฟอร์ (10 mMole phosphate pH7) 89% โดยน้ำหนัก ทำให้ได้น้ำมันมะนาว 10% ในอิมัลชัน

5. เพคติน (Pectin) มีองค์ประกอบเป็นพอลิแซคคาไรค์ เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ของพืชชั้นสูงเกือบทุกชนิด ช่วยเสริมผนังเซลล์ให้หนา แข็งแรง และยืดหยุ่นได้เล็กน้อย ทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อเพิ่มความเหนียวและความเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น ใช้ผสมในไอศกรีม เยลลี่ วุ้น ลูกอม เป็นต้น รวมทั้งยังมีการใช้ในเครื่องสำอางอีกด้วย (Wang et al., 2014) โดยทั่วไปสามารถพบเพคตินในผลไม้บางชนิด เช่น แอปเปิ้ล กล้วย มะเฟือง ฝรั่ง ลิ้นจี่ มะม่วง เป็นต้น ซึ่งผลไม้ตระกูลแอปเปิ้ลและส้มจะมีเพคตินในเปลือกปริมาณสูง ซึ่งในประเทศไทยมีพืชตระกูลส้มอยู่หลายชนิด เช่น ส้มโอ มะนาว และมะกรูด ซึ่งเป็นแหล่งของเพคตินธรรมชาติ โดยสมฤทัยและคณะ (2549) ได้ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการสกัดเพคติจากเปลือกด้านในของมะนาวซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้ง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเพคตินจากเปลือกมะนาว คือ ใช้กรดเกลือความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนัก ปรับ pH สารละลายให้เท่ากับ 2 ใช้เวลาสกัด 60 นาที จะได้สารสกัดเพคติน 2.34±0.05% น้ำหนักแห้ง มีลักษณะเป็นผงละเอียด ร่วน ดูดความชื้นได้ มีสีเนื้อถึงสีน้ำตาล เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายใสสีเหลืองถึงน้ำตาลเข้ม มี pH 3-4 เมื่อเติมกรดหรือด่างจะเกิดเจลหรือตะกอนวุ้นสีขาว มีค่า methoxy content ต่ำ 24.42% และค่า Loss on drying 5.62% ของน้ำหนักสาร

6. รงควัตถุหรือสี มีความสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากสีเป็นคุณลักษณะแรกที่ผู้บริโภคได้รับทางประสาทสัมผัส และเป็นปัจจัยที่ดึงดูดให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกและยอมรับอาหารชนิดนั้นๆ สำหรับอาหารแปรรูปกรรมวิธีการผลิตมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการเก็บรักษาก็มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้สีผสมอาหารเพื่อทดแทนการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตและเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีสม่ำเสมอ ปัจจุบันสีสังเคราะห์ผสมอาหารมีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย ทำให้ผู้ผลิตใช้แทนสีธรรมชาติมากขึ้น (เวณิกาและคณะ, ม.ป.ป.) แต่การบริโภคสีสีสังเคราะห์ในปริมาณมากเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อสุขภาพมากขึ้นจึงให้ความสนใจกับสีธรรมชาติที่สกัดจากพืชมากขึ้น เนื่องจากมีความปลอดภัยและมีสารสำคัญที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วย เช่น รงควัตถุสีม่วง มีสารแอนโทไซยานินพบในดอกอัญชัน รงควัตถุสีส้มมีสารแคโรทีนอยด์พบในแครอท และรงควัตถุสีเขียวพบในใบเตยมีสารคลอโรฟิลล์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.)

กรมวิชาการเกษตร

แอนโทไซยานิน เป็นสารประกอบฟีนอลิก ให้สีช่วงแดง-น้ำเงิน มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ สามารถละลายน้ำได้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็น แก้อาการตาฟาง ตามัว ช่วยยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด และช่วยขับปัสสาวะ เป็นต้น พบได้ในผักและผลไม้ต่างๆ เช่น ดอกอัญชัน กระเจี๊ยบ ผักกาดแดง องุ่น พลัม และผลไม้ตระกูลเบอร์รี เป็นต้น (Shahidi and Naczk, 2004 และ Giusti and Wrolstad, 2005)

แคโรทีนอยด์ เป็นกลุ่มสีที่ให้สีเหลืองจนถึงสีแดง ค่อนข้างคงตัว ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในไขมันและตัวทำละลายอินทรีย์ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ป้องกันโรคมะเร็งได้โดยผ่านกลไกลการยับยั้งอนุมูลอิสระ ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจคือยับยั้งอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผนังหลอดเลือดเกิดบาดแผลและสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของแอลดีแอลได้ นอกจากนี้แคโรทีนอยด์ยังเป็นสารตั้งต้นวิตามินเอ

คลอโรฟิลล์ เป็นกลุ่มสีที่ให้รงควัตถุสีเขียวในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของใบเป็นสีที่ไม่คงตัว โดยแสง อุณหภูมิ ระยะเวลาเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนสีคลอโรฟิลล์ คลอโรฟิลล์แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ คลอโรฟิลล์ a และคลอโรฟิลล์ b การเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวสว่างไปเป็นสีเขียวน้ำตาลทึบ และในสภาวะที่เป็นกรดที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการทางความร้อนก็มีผลต่อการเปลี่ยนสีด้วย (Dennis, 1998)

โดยมีงานวิจัยที่ศึกษาการทำแห้งแบบพ่นฝอยสารสกัดธรรมชาติ เช่น การสกัดสีจากดอกอัญชันด้วยน้ำและปรับค่า pH เท่ากับ 4 ผสมสารห่อหุ้ม 2 ชนิด คือ ไฮดรอกซิลโพรพิลเมทธิลเซลลูโลสและเจลาตินโดยควบคุมให้มีนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมร้อนเข้า 130 องศาเซลเซียส พบว่าสีผงจากดอกอัญชันที่ใช้เจลาตินเป็นสารห่อหุ้มมีความคงตัวมากกว่า (Angkana et al., 2008) การผลิตสีผงจากแครอททำการสกัดด้วยเอนไซม์และเติมมอลโตเดกซ์ตริน DE 10 ปริมาณ 10% ทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมร้อนเข้า 135-145 เซลเซียส อุณหภูมิลมร้อนออก 90-100 องศาเซลเซียส ผงสีที่ได้มีสีเหลืองอ่อน (กิติมา, 2549) ผลิตผงใบเตยโดยสกัดใบเตยด้วยน้ำ 1:6 นำสารสกัดที่ได้ 600 g ผสมกับน้ำมันปาล์ม 240 g มอลโตเด็กซ์ทริน 136 g โซเดียมเคซิเนต 24 g นำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมร้อนเข้า 170-200 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิในการทำแห้งที่เหมาะสมคือ 170 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ผงใบเตยมีคุณภาพดีที่สุด (Loh et al., 2005)

7. กัม (gum) หรือไฮโดรคอลลอยด์ เป็นพอลิเมอร์สายยาวนำมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของอาหารตามคุณสมบัติของไฮโดรคอลลอยล์แต่ละชนิด นิยมใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัว สารเพิ่มความหนืด อิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ สารช่วยให้เกิดเจล และสารที่ทำให้เกิดฟิล์ม เป็นต้น โดยไฮโดรคอลลอยด์ที่สกัดจากพืชกำลังเป็นที่สนใจในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารมีการใช้วัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) ในกระบวนการผลิตจำนวนมาก ซึ่งการพัฒนาไฮโดรคอลลอยด์จากผักผลไม้ชนิดต่างๆ จะเป็นการพัฒนาวัตถุเจือปนอาหารชนิดใหม่ที่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมได้ โดยไฮโดรคอลลอยด์จากธรรมชาติ ได้จากส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ เมล็ด ยาง เช่น โลคัสบีนกัม กัมอาราบิก ราก ลำต้น เช่น แป้ง หรือได้จากสาหร่ายทะเล เช่น คาร์ราจีแนน หรือได้มาจากสัตว์ เช่น ไคติน หรือจากกระบวนการหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แซนแทนกัม (นิธิยา, 2549)

ย่านางเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นอาหารและเป็นยามาตั้งแต่โบราณ เมื่อคั้นน้ำจากใบย่านางจะได้สารละลายที่มีความข้นหนืดซึ่งเกิดจากไฮโดรคอลลอยด์ที่อยู่ในใบย่านาง ซึ่งมีน้ำตาลไซโลสเป็นองค์ประกอบหลัก มีคุณสมบัติคล้ายไซแลนที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเล องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดใบย่านางมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดรวมทั้งกรดยูโรนิคคล้ายคลึงกับน้ำตาลที่พบในไซแลนจากบริชวูด ไซแลนจากโอ๊ตสเปลท์ และไซแลนจากเมล็ดฝ้าย น้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบหลักในไฮโดรคอลลอยด์จากใบย่านาง คือ น้ำตาลไซโรส 73% (จิตรา, 2550) นอกจากนี้ใบย่านางยังมีสารพฤกษเคมีในปริมาณสูง ได้แก่ สารกลุ่มอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แทนนิน และซาโปนิน โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (EC50) 9.63 ppm และวิธี FRAP เท่ากับ 0.7343 mmol/mg extract สารฟลาโวนอยด์ เท่ากับ 18.67 mg quercertin equivalent/g of extract (Rattana et al., 2010)

กรมวิทยาศาสตร์

8. บรอมิเลน เป็นเอนไซม์ที่เร่งการย่อยสลายโปรตีน ซึ่งมีการนำไปใช้กันในอุตสาหกรรมหลากหลายด้าน เช่น ใช้เป็นปองกันความขุ่นของเบียรขณะเก็บรักษา เรงกระบวนการหมักน้ำปลา ช่วยเพิ่มความกรอบใหคุกกี้ และใช้สารที่ชวยทำใหเนื้อนุมขึ้น (Valles et al., 2007) ใช้สำหรับชวยในการยอยอาหาร ชวยรักษาแผลใหหายเร็วขึ้น รวมทั้งช่วยลดการอักเสบได้ เป็นต้น โดยการผลิตโดยเอนไซม์บรอมิเลนทางการค้าจะผลิตสามารถผลิตได้จากพืชชนิดเดียว คือ สับปะรด (*Annanas comosus* (L.) Merr.) ซึ่งคุณสมบัติของเอนไซม์จะแตกต่างไปตามแหล่งที่พบเอนไซม์และพันธุ์ของสับปะรด โดยนำน้ำสับปะรดมาผ่านกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน ได้แก่ อัลตราฟิวเตรชัน (ultrafiltration) ให้ได้สารละลายเข้มข้นและบริสุทธิ์ การเซนตริฟิวจ์ (centrifugation) เพื่อแยกเอาเอนไซม์จากสารละลาย และไลโอฟิไลเซชัน (lyophilisation) เพื่อดึงน้ำออกจากโมเลกุล ซึ่งจะได้บรอมิเลนที่มีลักษณะเป็นผงโปรตีนสีเหลือง (Coelho et al., 2013) และมีราคาที่สูง (Ramli, 2017)

เนื่องจากประเทศไทยถือเป็นผู้ผลิตสับปะรดรายใหญ่ที่สุดของโลก นิยมปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย เนื่องจากมีสัดส่วนของผลที่ใช้ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจสูงและส่งโรงงานเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ (จารุพันธ์, 2526) และจะทำให้ได้เศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปถึง 70% (มาลี, 2521) คิดเป็น 7.17 ล้านตันต่อปี จากทั้งเปลือก ใบสับปะรด และจุก (สมบัติและคณะ, 2537)

การสกัดเอนไซม์บรอมิเลนในระดับห้องปฏิบัตการทำได้โดยการตีปั่นด้วยน้ำผสมน้ำแข็งปราศจากไอออน (ทนง และ อรวินทร์, 2530) การตีปั่นด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่เย็น (Ketnawa, 2011) การบีบอัดด้วยเครื่องไฮโดรริก (นิมิตพิสุทธิ์, 2530) หลังจากนั้นนำน้ำสับปะรดที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์โดยการกรอง/ปั่นเหวี่ยง ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำออกแล้วสกัดเอนไซม์บรอมิเลนด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยตัวทำละลายอะซิโตน เอทานอล ที่เย็น (ทนง และ อรวินท์, 2530) การตกตะกอนโดยใช้เกลืออิ่มตัว เช่น แอมโมเนียมซัลเฟส แมกนีเซียมซัลเฟส และ/หรือร่วมกับสารละลายพอลิเมอร์ (Ketnawa, 2011) เป็นต้น หลังจากนั้นนำตะกอนที่แยกได้ไปทำให้แห้ง โดยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะให้ร้อยละผลได้ของค่างกิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนสูงกว่า (Devakate, 2009) การนำเอนไซม์บรอมิเลนมาประยุกต์ใช้เพื่อทำให้เนื้อสัตว์นุ่มขึ้นทำได้จาการนวดหมักเนื้อและการจุ่มแช่ เอนไซม์บรอมิเลนจะสามารถทำให้คอลลาเจนที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อสัตว์ในส่วนกล้ามเนื้อลาย เสื่อมคุณภาพลง ทำให้เนื้อสัมผัสของเนื้อสัตว์อ่อนนุ่ม

ดังนั้นในกิจกรรมนี้จึงมุ่งเน้นศึกษา วิจัย และพัฒนาเพื่อหากระบวนการและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการสกัดหรือแปรรูปสารธรรมชาติจากพืชหรือวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเกษตรมาผลิตเป็นอาหาร อาหารเสริมสุขภาพ สารเติมแต่งในอาหาร ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเวชสำอาง โดยยังคงไว้ซึ่งคุณสมบัติและประโยชน์ของสารธรรมชาตินั้นๆ ทั้งช่วยส่งเสริม เพิ่มคุณสมบัติ และเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์ที่นำสารสกัดจากธรรมชาติไปใช้ รวมถึงเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภค

ปัจจุบันผู้บริโภคตื่นตัวและหันมาใส่ใจกับการดูแลสุขภาพของตัวเองมากขึ้น แนวโน้มการผลิตและการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพจึงเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เพื่อการดูแลสุขภาพที่มีส่วนประกอบของสารสกัดจากธรรมชาติที่สามารถดูแลสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และปราศจากผลข้างเคียงที่ไม่ดีต่อสุขภาพ

เอนไซม์บรอมิเลนสามารถผลิตจากสับปะรด ซึ่งจัดเป็นเอนไซม์ชนิด crytein protease ที่เร่งปฏิกิริยาการย่อยเปปไทด์และเอสเตอร์ของกรดอะมิโน (Murachi and Neurath, 1960) จึงสามารถย่อยโปรตีนซึ่งเป็นกลุ่มของโพลีเปปไทด์สายยาวให้สั้นลงได้ ด้วยเหตุนี้เอนไซม์บรอมิเลนจึงเป็นสารธรรมชาติที่จะสามารถช่วยส่งเสริมการย่อยระบบย่อยอาหารของเราได้ โดยเอนไซม์บรอมิเลนมีความเสถียรและคงกิจกรรมของการย่อยโปรตีนได้ในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่ค่อนข้างกว้าง ทำให้สามารถคงกิจกรรมของการย่อยโปรตีนได้ทั้งในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กของมนุษย์ (Balakrishnan et al., 1981) นอกจากนี้เอนไซม์บรอมิเลนยังจัดเป็นสารเติมแต่งอาหารที่

สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย (Generally Recognized As Safe) โดยองค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา(U.S. Food and Drug Administration, 2019; Hikisz and Bernasinska-Slomczewska, 2021) และมีความเป็นพิษในระดับที่ต่ำมาก โดยบรอมิเลนมีค่า LD50 สูงกว่า 10 กรัม/กิโลกรัม (Taussig et al., 1975) อย่างไรก็ตามในพลาสมาจะมีสารที่ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์บรอมิเลน ทำให้การได้รับเอนไซม์บรอมิเลนด้วยการบริโภคจะคงกิจกรรมของการย่อยโปรตีนได้ดีที่สุด (Hale, 2002) โดยมักจะพบเห็นเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบผลิตอาหารเสริมบรรจุแคปซูลที่มีวางจำหน่ายโดยทั่วไป ซึ่งทำให้เราจะต้องบริโภคแคปซูลเข้าไปด้วยซึ่งอาจเป็นปัญหากับผู้ที่มีภาวะกลืนได้ยาก งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาผลิตเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบเครื่องดื่มที่มีการประยุกต์ใช้รูปแบบนำส่งสารออกฤทธิ์ด้วยวิธีที่ทำให้เกิดฟองฟู่ (effervescent effect) ซึ่งจะช่วยเพิ่มชีวประสิทธิผลของตัวยาหรือสารออกฤทธิ์สำคัญได้ดี จากการละลายในแรงดันออสโมติกและนำส่งยาเพื่อให้ลอยตัวในกระเพาะอาหารได้ เป็นต้น อีกทั้งเป็นรูปแบบทีมีการนำไปใช้เพื่อเพิ่มการดูดซึมสารอาหาร วิตามิน หรือแร่ธาตุ ซึ่งวิธีการนำส่งสารชนิดฟองฟูมีขอดีที่ทำให้มีรสชาติที่ดี กลบกลิ่นรสไม่พึงประสงค์ของตัวยาได้ และดึงดูดความสนใจของผู้ใชไดเนื่องจากเกิดฟองหลังผสมน้ำ เหมาะกับผูที่ไมสามารถรับประทานยาเม็ดหรือแคปซูลได (Gothoskar and Kshirsagar, 2004) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อศึกษาการนำเอนไซม์บรอมิเลนจากสับปะรดที่สกัดโดยนำน้ำคั้นมาตะตอนโปรตีนด้วยเอทานอลและทำแห้งด้วยวิธีแช่เยือกแข็งมาผลิตเครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ดังนั้นการต่อยอดพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีส่วนประกอบสารสกัดและสารสำคัญจากธรรมชาติเพื่อการดูแลสุขภาพอย่างครอบคลุมในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีความทันสมัยสะดวกต่อการใช้งาน ปลอดภัย และเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค จึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่างๆ เช่น วิธีการสกัดสารสำคัญและการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเวชสำอาง จะทำให้ได้เทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตผลเกษตรส่งเสริมให้มีการใช้วัตถุดิบจากผลิตผลเกษตรในประเทศให้เป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรอุตสาหกรรมเกษตร และประเทศชาติต่อไป

Zimmer et al. (2012) ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดแคปไซซินจากพริกที่สกัดโดยเอทานอล พบว่าสารสกัดแคปไซซินจากพริกมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านการอักเสบ โดยสารสกัดแคปไซซินจากพริกที่สกัดได้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 180.08 mg GAE/g และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระแสดงเป็นค่า EC50 โดยวิธี DPPH เท่ากับ 267.58 µg/ml และยังมีฤทธิ์เป็นสารต้านการอักเสบที่มีประสิทธิภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านเภสัชวิทยา

แคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) เป็นสารประกอบสำคัญของพริก ที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสเผ็ดร้อน ซึ่งประกอบด้วยแคปไซซิน (capsaicin) มีปริมาณสูงสุด คือ 61 % ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin) 22 % นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin) 1% โฮโมแคปไซซิน (homocapsicin) 1% และโฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin) 1% (Cisneros-Pineda et al., 2007) โครงสร้างทางเคมีของแคปไซซิน คือ 8-methyl-n-vanillyl-6-noneamide มีสูตรโมเลกุลดังนี้ $C_{18}H_{27}NO_3$ สารแคปไซซินพบมากในบริเวณเยื่อแกนกลางสีขาวหรือที่เรียกว่า “รกพริก” (Placenta) ในส่วนของเนื้อ เปลือก และเมล็ดพริกจะมีสารแคปไซซินอยู่น้อยมาก (Reyes-Escogido et al., 2011)

ประโยชน์ทางด้านยาและการแพทย์ของพริกมีมากมาย โดยพบว่า capsaicin มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาบรรเทาปวด ลดการอักเสบ มีรายงานการวิจัยว่ามีการใช้ capsaicin ในรูปแบบครีมและแผ่นแปะเฉพาะที่เพื่อรักษากลุ่มอาการปวดเรื้อรัง เช่น โรคประสาท post-herpetic ปวดกล้ามเนื้อและกระดูก โรคเส้นประสาทอักเสบจากเบาหวาน โรคข้อเข่าเสื่อม และข้ออักเสบรูมาตอยด์ นอกจากนี้ยังใช้เพื่อรักษาอาการปวดจากผื่น, โรคสะเก็ดเงิน เป็นต้น (Reyes-Escogido et. al., 2011)

Thayne *et. al*. (2003) ศึกษาการใช้สารแคปไซซินเพื่อกระตุ้นการขยายตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนัง พบว่าสารแคปไซซินสามารถกระตุ้นการไหลเวียนของเลือดได้ โดยสารแคปไซซินจะกระตุ้นเส้นประสาทที่ผิวหนัง ทำให้หลอดเลือดบริเวณผิวหนังขยายตัว และเลือดไปเลี้ยงผิวหนังได้ดีขึ้น

Ghita et. al. (2017) ศึกษาการใช้สารแคปไซซินทาบริเวณผิวหนังของกลุ่มผู้ทดสอบจำนวน 27 คน และตรวจสอบการไหลเวียนของเลือดภายในเส้นเลือดฝอยบริเวณผิวหนังในช่วงเวลาตั้งแต่ 0-40 นาที พบว่าการไหลเวียนของเลือดภายในเส้นเลือดฝอยบริเวณผิวหนังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังจากทาสารแคปไซซินที่ผิวหนังผ่านไป 25 นาที

คณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริการยอมรับให้ใช้แคปไซซินเป็นยาเฉพาะที่ได้โดยไม่ต้องมีใบสั่งแพทย์ โดยทางการค้ามีครีมแคปไซซินจำหน่ายที่ความเข้มข้น 0.0123, 0.025% และ 0.075 % ดังนั้นการนำสารสกัดแคปไซซินจากพริกซึ่งเป็นสารสกัดจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เวชสำอางรูปแบบเจล จะเป็นการพัฒนาต่อยอดงานวิจัย ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการนำผลงานวิจัยมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

สีธรรมชาติเป็นสีที่ได้จากพืชซึ่งความหลากหลายของสีขึ้นอยู่กับรงควัตถุในพืชนั้นๆ รงควัตถุจัดเป็นสารประกอบฟีนอลิกมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันมีประโยชน์ในการช่วยป้องกันและลดการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่นรงควัตถุสีม่วงคือแอนโธไซยานินส์พบในดอกอัญชัน ดอกกระเจี๊ยบ องุ่น พลัม รงควัตถุสีเหลืองจนถึงสีแดงคือแคโรทีนอยด์พบมากในมะเขือเทศ แครอท ดอกคำฝอย และรงควัตถุสีเขียว คือ คลอโรฟิลล์มักพบที่ส่วนใบของพืช นอกจากนี้ยังมีพืชอีกหลายชนิดในประเทศไทยที่ให้สีสันสวยงาม เช่นสีครามได้จากรากและใบของต้นคราม สีเหลืองจากดอกกรรณิการ์ ดอกดาวเรือง สีดำจากผลมะเกลือ สีแดงจากแก่นฝาง ลูกคำแสด เป็นต้น ความหลากหลายนี้จึงน่าจะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสีจากธรรมชาติเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม และที่สำคัญวัตถุดิบจากธรรมชาติเหล่านี้ยังมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพทำให้การใช้สีจากธรรมชาติไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

ดอกอัญชันจัดเป็นสมุนไพร มีสีน้ำเงินเข้มหรือน้ำเงินอมม่วง สารสีจากดอกอัญชันคือสารแอนโทไซยานิน จัดเป็นสารประกอบฟีนอลิกมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ เพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็น แก้อาการตาฟาง ตามัว ตาเสื่อมจากโรคเบาหวาน โรคต้อหิน โรคต้อกระจก ดอกอัญชันนั้นยังช่วยยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด ช่วยขับปัสสาวะ และยังช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ นอกจากนี้แอนโทไซยานินยังมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของไขมัน ชะลอการเกิดโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือดและโรคหลอดเลือดหัวใจแข็งตัว (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, ม.ป.ป.ก) การใช้ประโยชน์ของดอกอัญชัน เช่น ใช้สีจากกลีบดอกเป็นส่วนผสมในอาหาร และเครื่องดื่ม ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เช่น ใช้ทำยาสระผมแก้ผมร่วง ดอกอัญชันกำลังเป็นที่นิยมอย่างมากสำหรับฮ่องกง ชาวฮ่องกงรู้จักเป็นอย่างดี เรียกดอกอัญชันว่า Blue Magic Water นำมาปรุงอาหารผสมกับ ข้าวเหนียวให้มีสีน้ำเงิน ทำเป็นเครื่องดื่ม เช่น ชาดอกอัญชัน หรือผสมกับมะนาวแล้วได้เป็นสีม่วง และนำมาผสมกับเค้กชนิดต่างๆ ดังนั้นดอกอัญชันและผลิตภัณฑ์จากดอกอัญชันจึงเป็นสินค้าจากประเทศไทยที่สามารถทำการขยายตลาดในต่างประเทศได้ (สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศฮ่องกง, ม.ป.ป.)

การทำแห้งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตร เนื่องจากเป็นวิธีที่ช่วยลดปริมาณความชื้นส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีมีค่าน้อยลง ซึ่งเป็นการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย นอกจากนี้การทำแห้งยังเป็นการลดน้ำหนักของผลิตภัณฑ์เพื่อสะดวกและประหยัดต้นทุนในการขนส่ง (Ratti, 2009) การทำแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การทำแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze drying) เป็นการทำแห้งแบบใช้ความเย็น การทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying) เป็นการทำแห้งแบบใช้ความร้อนสูง โดย 2 วิธีนี้มีต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง การทำแห้งโดยวิธีโฟมแมท (Foam-mat drying) เป็นการทำแห้งแบบที่ใช้ความร้อนไม่สูงมากและมีวิธีการที่ง่ายไม่ซับซ้อนที่สำคัญมีต้นทุนการผลิตไม่สูง

กรมวิทยาศาสตร์

การทำแห้งแบบโฟมแมท (Foam-mat drying) เป็นการเติมอากาศหรือก๊าซแก่ของเหลวเข้มข้นเพื่อก่อให้เกิดโฟมที่มีความคงตัวก่อนนำไปทำแห้ง (Morgan et al., 1961) กระบวนการทำให้เกิดโฟมทำได้โดยนำอาหารเหลวมาทำให้เข้มข้น อาจเติมสารช่วยให้เกิดฟอง (foaming agent) ลงไปแล้วตีหรืออัดอากาศหรือก๊าซ จนของเหลวเกิดลักษณะเป็นฟองโปร่ง จากนั้นจึงนำฟองมาเกลี่ยเป็นแผ่นบนถาดแล้วนำไปทำแห้งด้วยลมร้อนหรืออากาศร้อน เมื่ออาหารแห้งจะมีลักษณะโปร่ง เปราะ สามารถทำให้แตกเป็นแผ่นเล็กๆ หรือบดละเอียดได้ง่าย โครงสร้างของอาหารเล็กๆ นี้ จะมีรูพรุนอยู่ทั่วไป จึงนำมาคืนรูปได้ง่าย ข้อดีของการทำให้เป็นโฟม จะช่วยเพิ่มอัตราการทำแห้งของอาหาร เนื่องจากโครงสร้าที่เป็นรูพรุนของโฟม ทำให้มีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นมาก ส่งผลให้น้ำระเหยได้ง่ายและเร็วขึ้น อาหารจึงสัมผัสกับความร้อนในระยะเวลาสั้น ช่วยลดการสูญเสียคุณภาพอาหาร โดยเฉพาะด้านกลิ่น รสของอาหาร (กิตติพงษ์, 2536)

ในประเทศไทยมีผู้ศึกษาวิจัยนำเทคนิคการทำแห้งแบบโฟมแมทไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด เช่น การผลิตน้ำกระเทียมดองชนิดผงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท โดยใช้สารละลาย Methocel^{TM} ที่ระดับความเข้มข้น 0.9% โดยน้ำหนัก ร่วมกับมอลโตเด็กซ์ทริน 10 กรัม ให้ค่าความคงตัวที่เหมาะสม และสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งคืออุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (คุ้มเกล้า และพนิดา, 2551) การผลิตผงสำเร็จรูปจากตะไคร้โดยใช้เมโทเซลร่วมกับคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้น 1.0% และอุณหภูมิในการทำแห้งคือ 60 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที (ชุติมา และคณะ, 2553) การผลิตเนื้อตาลสุกผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท ใช้เอสพีร่วมกับโปรตีนถั่วเหลือง (อัตราส่วน 1:10) 5% นำไปทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที (จิตตะวัน และคณะ, 2561) การผลิตสีแดงผงจากกระเจี๊ยบแดงโดยใช้โปรตีนไข่ขาว 15% โดยน้ำหนัก และทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (Tan and Sulaiman, 2019) การผลิตน้ำซาวข้าวไรซ์เบอรี่ชงพร้อมดื่มสำเร็จรูป ใช้โปรตีนไข่ขาวปริมาณ 2.5% และใช้อุณหภูมิในการทำแห้ง 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที (ไชยภร และคณะ, 2562) การผลิตอาหารเสริมสุขภาพจากข้าวโพดฝักสดโดยนำน้ำข้าวโพดสีม่วงผสมกับมอลโตเด็กซ์ทริน 20% ปริมาณ 200 กรัม เติมสารละลาย Glyceryl monostearate : methocel K4M (อัตราส่วน 1:1) ความเข้มข้น 2% ปริมาณ 75 กรัม ทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที (วิมลวรรณ และคณะ, 2558)

ไอศกรีม เป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดหนึ่งที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง โดยชนิดของไอศกรีมตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2556 แบ่งไอศกรีมเป็น 5 ชนิด ได้แก่ ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง ไอศกรีมผสม ไอศกรีมชนิดเหลว หรือแห้งหรือผง และไอศกรีมหวานเย็น

ไอศกรีมหวานเย็น คือ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาล หรืออาจมีวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย โดยต้องผ่านกรรมวิธีตามลำดับดังนี้ การผ่านความร้อนต้องทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 68.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือ ทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 25 วินาที จากนั้นทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ แล้วนำไปปั่น กวน หรือผสม แล้วแต่กรณี และทำให้เยือกแข็งที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า -2.2 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้การแบ่งชนิดของไอศกรีม อาจจำแนกลักษณะไอศกรีมตามส่วนผสมและปริมาณไขมัน (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.ข) ดังนี้

- มิลค์ไอซ์ คือ ไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าไอศกรีมทั่วไป โดยมีไขมันนม 2.5-3%
- เชอร์เบต คือ ไอศกรีมหวานเย็นที่มีการเติมนมสดลงไปเล็กน้อย มักมีปริมาณไขมันนมต่ำกว่ามิลค์ไอซ์แต่หวานกว่า
- ซอร์เบต คือ ไอศกรีมที่มีผลไม้ หรือน้ำผลไม้ และสารให้ความหวานเป็นส่วนผสมหลัก ไม่มีไขมันหรือนมเป็นส่วนผสม

- เจลาโต คือ ไอศกรีมแบบอิตาลี มีกระบวนการผลิตต่างจากไอศกรีมทั่วไปทำให้มีฟองอากาศในเนื้อไอศกรีมน้อยกว่า จึงให้ความรู้สึกข้นมันในปากมากกว่าหรือเท่ากับไอศกรีมทั่วไป
- ไอศกรีมโยเกิร์ต คือ มิลค์ไอซ์ที่มีส่วนผสมของโยเกิร์ต โดยอาจใช้โยเกิร์ตเป็นส่วนผสมแทนนมสด

ผลิตภัณฑ์ซอร์เบต เป็นไอศกรีมที่มีส่วนผสมของผลไม้หรือน้ำผลไม้ จึงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำสีผงจากดอกอัญชันมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ได้ โดยไอศกรีมซอร์เบตจะมีลักษณะนุ่มเป็นเกล็ดน้ำแข็ง รสหวาน ปริมาณของน้ำตาลจะต้องพอเหมาะที่จะแข็งตัวได้ดี ถ้าหวานเกินไปเมื่อเป็นไอศกรีมแล้วจะแฉะเป็นน้ำเชื่อมและแยกตัวเมื่อทิ้งไว้ ถ้าน้ำตาลน้อยไปจะเกิดผลึกน้ำแข็งใหญ่ (สมจิต, 2540)

ระเบียบวิธีการวิจัย

<u>โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติ</u>

<u>กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติสำหรับอาหารและสำอาง</u>

<u>การผลิตแคปไซซินผงและแคโรทีนอยด์ผงจากพริกใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริม</u>

การสกัดสารแคปไซซินจากพริกขี้หนูพันธุ์จินดา ซุปเปอร์ฮอต หัวเรือ เพชรดำ จินดา ศก.84 และยอดสนที่อบแห้งและบดละเอียดแล้วดัดแปลงจากวิธีของ Gudeva et al. (2013) ด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส กวนผสม เมื่อครบเวลาตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน กรองแยกกากพริก เก็บสารสกัดส่วนใสที่ได้ทำให้เข้มข้นโดยใช้เครื่อง จะได้สารสกัดแคปไซซินในรูปโอเลโอเรซิน วิเคราะห์ปริมาณสารที่ได้จากการสกัด (%yield) และปริมาณสารแคปไซซินด้วยเครื่อง HPLC

การสกัดสารแคโรทีนอยด์จากพริกขี้ฟ้า พริกหวานพันธุ์สีแดง และพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่อบแห้งและบดละเอียดแล้ว ดัดแปลงจากวิธีของ Guadarrama-Lezama et al. (2012) ด้วยน้ำมันรำข้าว น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันข้าวโพด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กวนผสม จากนั้นแยกกากพริกออกด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง เก็บสารสกัดส่วนใสไว้นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารแคโรทีนอยด์ทั้งหมดด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

การทำเอนแคปซูเลชั่นสารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์โดยใช้สารเคลือบ 2 ชนิด คือ กัมอะราบิก (gum arabic) และมอลโตเด็กซ์ทริน (maltodextrin) ด้วยเครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย เก็บรักษาผงของสารสกัดที่ได้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ปริมาณผลผลิตที่ได้ หลังจากนั้นบรรจุสารสกัดแคปไซซินและแคโรทีนอยด์ผงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ แคปซูลผลิตจากเจลาตินแบบใส แคปซูลผลิตจากเจลาตินแบบขุ่น และแคปซูลผลิตจากเซลลูโลส แล้วนำแคปซูลบรรจุในขวดแก้วใสแบบปิดสนิท ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 45 วัน เป็นระยะเวลา 180 วัน วิเคราะห์คุณภาพ

วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ได้

<u>การผลิตมะนาวผง น้ำมันหอมระเหย และเพคตินจากมะนาวในรูปไมโคร-นาโนแคปซูล</u>

เตรียมตัวอย่างมะนาวพันธุ์แป้น และมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตร ลวกด้วยน้ำร้อนเพื่อลดความขม ปอกเปลือก แยกเปลือกและผล บีบสกัดน้ำมะนาวด้วยเครื่องบีบแบบไฮโดรลิค วิเคราะห์คุณภาพน้ำมะนาวที่ได้

สกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะนาว นำเปลือกที่คั้นน้ำมะนาวแล้วมาสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธี Hydrodistillation หรือการกลั่นด้วยไอน้ำ จะได้นำมันหอมระเหย

การสกัดเพคตินจากเปลือกและกากมะนาว มี 3 วิธี คือ

1 การสกัดเพคตินโดยใช้กรดซิตริกและเอทานอล นำเปลือกมะนาวส่วนที่เป็นสีขาวไปอบให้แห้งแล้วบดให้ละเอียด เติมกรดซิตริกเข้มข้น 50% นำไปสกัดที่ 95 องศาเซลเซียส กรองผ่านผ้าขาวบาง สกัดซ้ำแล้วนำสารละลายที่ได้ตกตะกอนเพคตินโดยเติมเอทานอลเข้มข้น 95% กรองแยกเอาตะกอนเพคติน ล้างตะกอนเพคตินที่

กรมวิชาการเกษตร

ได้ด้วยเอทานอล 95% ตามด้วยอะซิโตนความเข้มข้น 50% นำเพคตินที่ได้ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วบดให้เป็นผง

2 การสกัดเพคตินโดยใช้น้ำและเอทานอล นำเปลือกมะนาวส่วนที่เป็นสีขาวบดแห้งเติมน้ำกลั่น นำไปสกัดในที่ 95 องศาเซลเซียส กรองแล้วสกัดซ้ำ นำสารละลายที่ได้ตกตะกอนเพคติน โดยเติมเอทานอลเข้มข้น 95% กรองแยกเอาตะกอนเพคตินล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอล 95% ตามด้วยอะซิโตนความเข้มข้น 50% นำเพคตินที่ได้ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วบดให้เป็นผง

3 การสกัดเพคตินจากน้ำต้มจากการสกัดน้ำมันหอมระเหยมาสกัดเพคติน โดยการรีฟลักซ์ด้วยน้ำที่มีสภาพเป็นกรด แล้วสกัดด้วยเอทานอล 95%

วิเคราะห์คุณภาพของเพคตินที่ได้

การเตรียมน้ำมะนาวผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยเตรียมน้ำมะนาวผสมกับมอลโตเด็กซ์ตริน DE10 ที่อัตราส่วนต่างๆ และแปรอุณหภูมิขาเข้า วิเคราะห์คุณภาพน้ำมะนาวผงที่ได้

การประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร โดยนำมะนาวผง น้ำมันหอมระเหย และเพคตินมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น เครื่องดื่มมะนาวผสมน้ำผึ้งเข้มข้น แยม เยลลี่มะนาวจากเพคติน เครื่องดื่มมะนาวผง และเวชสำอาง ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้

<u>การผลิตสีผงจากพืชทดแทนสีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์อาหาร</u>

การสกัดสารสีจากดอกอัญชันด้วยน้ำ วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดด้วยวิธี pH differential เพื่อคัดเลือกสภาวะการสกัดที่เหมาะสม ศึกษาความเข้มข้นของกรดซิตริกและอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างดอกอัญชันแห้งต่อตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารสี

การสกัดสารสีจากแครอทด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ ได้สารสกัดแครอทสีส้ม และนำไปทำให้เข้มข้นโดยให้สารสกัดแครอทมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 25 องศาบริกส์

การสกัดสารสีจากใบเตยด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ได้สารสกัดใบเตยสีเขียว มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 5 องศาบริกส์

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาอุณหภูมิลมร้อนเข้าที่เหมาะสมในการทำแห้ง โดยนำสารสกัดผสมมอลโตเด็กซ์ทริน 20% โดยน้ำหนัก และนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย นำผงสีที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ ศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่เหมาะสม โดยผสมสารสกัดกับมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณต่างๆ แล้วนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย นำผงสีที่ได้วิเคราะห์คุณภาพ

การประยุกต์ใช้สีผงในผลิตภัณฑ์อาหาร

1 การใช้สีผงจากดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์เยลลี่ เตรียมผลิตภัณฑ์เยลลี่โดยปรับจากสูตรเยลลี่กระเจี๊ยบ (พรพิมล, 2545) แปรระดับปริมาณสีผง วิเคราะห์คุณภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี hedonic scale (7 point) จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน เพื่อคัดเลือกสูตรเยลลี่ที่เหมาะสม

2 การใช้สีผงจากแครอทในผลิตภัณฑ์เยลลี่ เตรียมผลิตภัณฑ์เยลลี่โดยปรับจากสูตรเยลลี่สับปะรดผสมแครอท (พรพิมล, 2545) แปรระดับปริมาณสีผง วิเคราะห์คุณภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี hedonic scale (7 point) จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน เพื่อคัดเลือกสูตรเยลลี่ที่เหมาะสม

3 การใช้สีผงจากใบเตยในผลิตภัณฑ์ครีมสังขยา เตรียมผลิตภัณฑ์ครีมสังขยา แปรระดับปริมาณสีผง วิเคราะห์คุณภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี hedonic scale (7 point) จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน เพื่อคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์ครีมสังขยาที่เหมาะสม

ศึกษาอายุการเก็บรักษาสีผง โดยทำการบรรจุสีผงปริมาณ 50 กรัม ในถุงพลาสติกซิปใสและบรรจุลงในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ สุ่มเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน ระยะเวลา 12 เดือน วิเคราะห์คุณภาพ

กรมวิชาการเกษตร

คำนวณต้นทุนการผลิต

<u>การผลิตไฮโดรคอลลอยด์ผงจากใบย่านางใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร</u>

การสกัดไฮโดรคอลลอยด์จากใบย่านาง นำใบย่านางแก่ปั่นผสมกับเอทานอลเข้มข้น 95% ให้ความร้อนส่วนผสมที่ 70 องศาเซลเซียส กวนผสม 45 นาที กรองแยกตะกอน นำตะกอนที่ได้ไปสกัดด้วยน้ำ แล้วนำส่วนผสมที่ได้ไปแยกกาก นำส่วนใสไประเหยน้ำออกด้วยเครื่องระเหยหมุนเหวี่ยงภายใต้สุญญากาศ จากนั้นนำของเหลวที่ระเหยได้ไปตกตะกอนด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% ทิ้งไว้ข้ามคืน แยกตะกอนที่ได้ไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน หลังจากนั้นนำผงสารสกัดที่ได้ไปบดและผ่านตะแกรงแยก จะได้สารสกัดไฮโดรคอลลอยด์จากใบย่านาง วิเคราะห์คุณสมบัติของสารสกัดที่ได้ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ตามวิธีของ Dubois et al. (1956) ปริมาณกรดยูโรนิก ตามวิธีของ Melton and Smith (2001) โครงสร้างของสารสกัดไฮโดรคอลลอยด์จากใบย่านาง ด้วยเครื่อง FT-IR

ศึกษาการใช้สารสกัดไฮโดรคอลลอยด์จากใบย่านางเพื่อเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ซอสพริกและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กในรูปแบบ puree โดยเติมสารสกัดจากใบย่านาง เปรียบเทียบกับแซนแทนกัม และกัมอาราบิก แปรปริมาณที่ใช้ วิเคราะห์คุณภาพทางด้านความคงตัว ตามวิธีของ Hardeep et al. (2002) และความหนืดทุก 15 วัน เป็นระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน

ศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ซอสพริกและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กในรูปแบบ puree ที่ใช้สารสกัดไฮโดรคอลลอยด์จากใบย่านางเป็นสารให้ความคงตัว เปรียบเทียบกับซอสพริกทางการค้าในท้องตลาด

วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ได้

<u>การผลิตเอนไซม์บรอมิเลนจากผลพลอยได้ของอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดเพื่อใช้เป็น meat tenderizer</u>

คัดเลือกส่วนต่างๆของสับปะรด โดยนำจุก เปลือก และ แกนสับปะรด มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปแช่เย็น 4 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเติมน้ำเย็น ปั่นละเอียด 2 นาทีแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง นำกากที่ได้ไปปั่นซ้ำ กรองแยกกาก นำน้ำคั้นที่ได้ไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง วิเคราะห์คุณสมบัติสารสกัดหยาบที่ได้ ตรวจสอบกิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนดัดแปลงจากวิธีของ Ketnawa (2009)

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมการสกัดเอนไซม์บรอมิเลน โดยศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเอนไซม์บรอมิเลน โดยแปรอุณหภูมิน้ำที่จะใช้สกัด และแปรเวลาในการสกัด กรองผ่านผ้าขาวบาง ตั้งทิ้งไว้ แล้วกรองซ้ำอีกครั้ง วิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน โปรตีน

ศึกษาการทำเอนไซม์ผง โดยนำสารกัดหยาบเอนไซม์บรอมีเลนมาตกตะกอนดวยเอทานอลเข้มข้น 95% ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้โดยแปรระยะเวลา แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง นำตะกอนเอนไซม์ที่ได้ไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของเอนไซม์ผงที่ได้

พัฒนาซอสหมักเนื้อสัตว์ที่ โดยแปรปริมาณเอนไซม์บรอมิเลนผงในส่วนผสม 0, 0.1, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนักหมูสด ตรวจสอบคุณสมบัติของเนื้อสัตว์ที่ผ่านการหมักด้วยซอสหมักเนื้อนุ่ม

<u>กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติสำหรับบรรจุภัณฑ์คุณภาพ</u>

<u>การผลิตฟิล์มต้านจุลินทรีย์ที่ผสมสารสกัดจากธรรมชาติ</u>

เตรียมสารสกัดจากเปลือกมังคุด ดัดแปลงจากวิธีของประสงค์และคณะ (2552) นำเปลือกมังคุดอบแห้งแบบชิ้นบาง เปลือกมังคุดอบแห้งแบบผง และเปลือกมังคุดผงทางการค้า มาสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% กรองด้วยชุดกรองสุญญากาศ นำกากมาสกัดซ้ำอีกครั้ง จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาระเหยด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยงภายใต้สุญญากาศ วิเคราะห์สารสกัดหยาบที่ได้

กรมวิทยาศาสตร์

ทดสอบประสิทธิภาพการต้านจุลินทรีย์ของสารสกัด โดยวิธี agar disc diffusion โดยดัดแปลงวิธีของพัชรินทร์และสุวิชญา (2561) บันทึกผลโดยสังเกตบริเวณต้านเชื้อแบคทีเรียแล้ววัดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้ง

เตรียมฟิล์มต้านจุลินทรีย์ ดัดแปลงจากวิธีของสุพัฒน์และคณะ (2554) โดยเตรียมสารละลาย PVA เข้มข้น 4% เติมกลีเซอรอล 30% กวนให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้ให้เย็น เติมสารสกัดจากเปลือกมังคุดชนิดที่ให้ปริมาณสารสกัดหยาบและปริมาณสารสำคัญมากที่สุด และมีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ดีที่สุด นำสารละลายพอลิเมอร์มาเทลงในเพลทอะคลิลิคขนาด 30×30 ตารางเซนติเมตร ทิ้งให้เซตตัวที่อุณหภูมิห้อง แล้วอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบคุณสมบัติของฟิล์มต้านจุลินทรีย์

ทดสอบประสิทธิภาพการต้านจุลินทรีย์ของฟิล์ม โดยวิธี agar disc diffusion บันทึกผลโดยสังเกตบริเวณต้านเชื้อแบคทีเรียแล้ววัดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสของการยับยั้ง

<u>การผลิตฟิล์มชีวภาพที่ผสมสารเติมแต่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร</u>

เตรียมการผลิตลิกนินและนาโนเซลลูโลส คัดเลือกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จำนวน 4 ชนิด คือ เปลือกทุเรียน ต้นกล้วย เปลือกข้าวโพด และเปลือกส้ม โดยอบแห้ง แล้วนำมาต้มด้วยด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 18% โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แยกน้ำดำไปสกัดลิกนิน โดยนำมาปรับค่า pH ให้เท่ากับ 2 ด้วยสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 50% กวนผสมที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองแยกตะกอน ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นจนมีค่า pH เท่ากับ 7 นำตะกอนไปสกัดด้วยอะซิโตน กวนผสม 1 ชั่วโมง แล้วแยกตะกอนไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง หาปริมาณลิกนินที่สกัดได้ ส่วนเยื่อที่ได้จากการต้มด้วยด่างนำไปล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด ฟอกเยื่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรท์ กวนผสมนาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 64% กวนผสมนาน 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 40% กวนผสมนาน 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ตั้งสารละลายที่ได้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำกลั่น 10 เท่าของปริมาณกรด ทำการล้างจนมีค่า pH เท่ากับ 7 จากนั้นนำไปโฮโมจิไนซ์เป็นเวลา 10 นาที วัดขนาดของเซลลูโลสที่ได้ด้วยเครื่องวัดขนาดอนุภาค

การผลิตแผ่นฟิล์มชีวภาพโดยใช้นาโนเซลลูโลสและลิกนินเป็นสารเติมแต่ง การเตรียมสตาร์ชมันสำปะหลัง ดัดแปลงจากวิธีของ Tsakama et al. (2010) และวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสตามวิธีของ Santisopasri et al. (1996) ศึกษาปริมาณสารเติมแต่งที่เหมาะสมในการเพิ่มคุณสมบัติของแผ่นฟิล์มชีวภาพ แปรระดับการเติมลิกนินและนาโนเซลลูโลส โดยทุกกรรมวิธีเติมกลีเซอรอลปริมาณ 30% โดยน้ำหนักของสตาร์ช กวนและให้ความร้อนที่ 75 องศาเซลเซียส นำไปขึ้นรูปแผ่นฟิล์ม และอบแผ่นฟิล์มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทดสอบคุณสมบัติฟิล์มที่ได้ วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

ศึกษาการประยุกต์ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ โดยคัดเลือกกฟิล์มชีวภาพที่มีสมบัติที่ดีแล้วปิดผนึกให้เป็นซองด้วยความร้อน บรรจุเม็ดมะม่วงหิมพานต์ปริมาณ 5 g ต่อซองและปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนที่อุณหภูมิห้อง ทดสอบสมบัติของบรรจุภัณฑ์

<u>การผลิตฟิล์มตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง</u>

สกัดสีจากดอกอัญชันด้วยกรดอะซิติกเข้มข้น 0.15M ทำให้เข้มข้นขึ้นโดยการระเหยตัวทำละลายออก นำสารสกัดที่ได้มาหาปริมาณสารแอนโธไซยานิน แล้วนำมาทดสอบการเปลี่ยนแปลงของสีเมื่อ pH เปลี่ยน ในสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่า pH 2 4 5 7 9 10 และ 12 ทดสอบความคงตัวของสี โดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ วัดค่าการเปลี่ยนแปลงสีทุกวัน

กรมวิทยาศาสตร์

นำสีอินดิเคเตอร์ที่สกัดได้เติมในฟิล์มคอมโพสิทระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA)และไคโตซาน โดยแปรปริมาณสีอินดิเคเตอร์ ทดสอบคุณสมบัติของฟิล์มอินดิเคเตอร์ และประสิทธิภาพการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างของฟิล์ม

นำฟิล์มที่ได้ไปทดสอบกับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงของ pH ระหว่างเก็บรักษา วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

<u>โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์จากสารสกัดธรรมชาติ</u>

<u>การผลิตผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ (effervescent granule)</u>

ผลิตเอนไซม์บรอมิเลนผงจากเปลือก เนื้อและแกนของสับปะรดโดยตีปั่น 1 นาที แล้วบีบคั้นน้ำพร้อมแยกกากด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ กรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นพักไว้ในขวดที่ปิดสนิดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ตู้เย็น) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ให้ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำตกตะกอน แล้วรินเอาน้ำคั้นส่วนใสมาใช้สกัดเอนไซม์บรอมิเลน โดยการตกตะกอนด้วยเอทานอลเกรดอาหารเข้มข้น 95% ที่แช่เย็นจัด (0 องศาเซลเซียส) อัตราส่วน 26:74 โดยปริมาตร จากนั้นพักไว้ให้ตกตะกอนสมบูรณ์ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงก่อนนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm เป็นเวลา 15 นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง แล้วรินแยกสารละลายส่วนใสออก เก็บตะกอนโปรตีนที่ได้มาละลายด้วยน้ำกลั่นและนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

ศึกษาอัตราส่วนผสมของกรดซิตริกต่อกรดทาร์ทาริค และปริมาณที่เหมาะสมผสมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการก่อให้เกิดสภาวะที่ทำให้เกิดฟองฟู่ ตรวจวัดคุณสมบัติ bulking density ความสามารถในการละลายตามวิธีของ Aslani and Jahangiri (2013)

พัฒนาสูตรการผลิตเครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ โดยแปรปริมาณของส่วนผสมที่ทำให้เกิดฟองฟู่ ในแต่ละกรรมวิธีจะมีส่วนประกอบของเอนไซม์บรอมิเลนผง 5.9% สารพีวีพี 4.4% สารลดโฟม 1.1% ซูคราโลส 0.2% น้ำตาลไซลิทอล 23.4% และสารให้กลิ่นรส 3.5% วิเคราะห์คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ได้ และคำนวนต้นทุนการผลิต

<u>การประยุกต์ใช้สารสกัดแคปไซซินในผลิตภัณฑ์เจลนวด</u>

สกัดสารสกัดแคปไซซินจากพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอต ดัดแปลงจากวิธีของ Gudeva et al. (2013) ด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% นำสารสกัดแคปไซซินที่ได้เติมในผลิตภัณฑ์เจลนวด แปรปริมาณสารสกัดที่เติม วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและจุลินทรีย์ ปริมาณสารแคปไซซิน สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ คุณสมบัติด้านการไหลเวียนโลหิต ทดสอบการใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่เติมสารสกัดแคปไซซินในกลุ่มอาสาสมัคร คำนวนต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ได้

<u>การผลิตสีผงโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท</u>

สกัดสีจากดอกอัญชันด้วยสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.15M อัตราส่วน 1:50 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เข้มข้นจนสารสกัดมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 8 องศาบริกซ์ด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ง แล้วผสมมอลโตเด็กซ์ทรินปริมาณ 20% ศึกษาชนิดสารก่อโฟมที่เหมาะสม โดยผสมสารก่อโฟม คือ โปรตีนไข่ขาว glyceryl monostearate (GMS) และ methocel ปริมาณ 2.5% ทำการตีให้เกิดโฟม 15 นาที จากนั้นเกลี่ยเป็นแผ่นลงบนถาดและนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง วิเคราะห์ปริมาณผลผลิตที่ได้ และคุณภาพของผงสีที่ได้

ศึกษาอุณหภูมิการทำแห้งที่เหมาะสม โดยแปรระดับอุณหภูมิ วิเคราะห์คุณภาพของผงสีที่ได้

ศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยนำสีผงที่ได้บรรจุใส่ซองอะลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน สุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพทุก 1 เดือน วิเคราะห์คุณภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ศึกษาการประยุกต์ใช้สีผงที่ผลิตได้ในผลิตภัณฑ์ซอร์เบต โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ซอร์เบตสูตรควบคุมและแปรปริมาณผงสีที่เติม วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ และทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดลองและอภิปราย

การผลิตแคปไซซินผงและแคโรทีนนอยด์ผงจากพริก ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริม โดยอบพริกที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาสกัดสารแคปไซซินด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% (อัตราส่วน 1: 5) ได้สารสกัดจากพริกพันธุ์หัวเรือ เป็นของเหลวข้นหนืดที่มีปริมาณแคปไซซิน 2,374.35 mg/g และได้ไฮโดรแคปไซซิน 1,772.50 mg/g สารสกัดแคโรทีนอยด์โดยนำพริกแห้งมาสกัดโดยน้ำมันพืชบริโภค (1:2.5) จะได้สารสกัดจากพริกชี้ฟ้าในน้ำมันรำข้าวที่เป็นของเหลวใสสีน้ำตาลอมส้ม ที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด 229.42 mg/l แล้วนำสารสกัดแคปไซซินและสารสกัดแคโรทีนอยด์ที่ได้ มาทำแคปซูเลชันโดยใช้สารละลายมอลโตเด็กตริน ความเข้มข้น 35% และสารละลายกัมอาราบิก ความเข้มข้น 35% ด้วยเครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย ซึ่งการใช้สารละลายมอลโตเด็กซ์ตริน จะให้ปริมาณผลผลิต 31.46% หลังจากนั้นนำสารสกัดแคปไซซินและคาโรทีนอยด์ผงบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยด์และในแคปซูล เก็บในขวดแก้วปิดสนิทเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าสารสำคัญมีการลดลงเล็กน้อย และคุณสมบัติอื่นๆมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเช่นกัน ต้นทุนการผลิตสารสกัดแคปไซซินและคาโรทีนอยด์ผงเท่ากับ 1.78 บาทต่อกรัม และบรรจุในแคปซูลเท่ากับ 1.15 บาทต่อแคปซูล

การผลิตมะนาวผง น้ำมันหอมระเหย และเพคตินจากมะนาว ในรูปไมโคร-นาโนแคปซูลการนำน้ำมะนาวมาผสมกับมอนโตเด็กตริน DE อัตราส่วน 50:50 แล้วนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย มีปริมาณวิตามินซี 40.59 mg/100g การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะนาวโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำเปลือกมะนาวสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ 3.63-8.47% โดยน้ำมันหอมระเหยที่ได้มี D-Limonene เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ การสกัดเพคตินจากเปลือกมะนาวส่วนที่เป็นสีขาวที่อบแห้งแล้ว เพคตินที่ได้มีค่า Degrees of Esterification 56.21 และมีการนำไมโครแคปซูลวิตามินซี น้ำมันหอมระเหยที่ได้ไปประยุกต์ใช้มาร์คพอกหน้า ครีมโฟมล้างหน้า เจลล้างหน้า และเซรั่มวิตามินซีบำรุงผิว รวมทั้งผลิตภัณฑ์ให้ความหอมกลิ่นมะนาวในรูปนาโนอิมัลชัน

การผลิตสีผงจากพืชทดแทนสีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยการสกัดสารสีจากดอกอัญชันแครอทและใบเตย การสกัดสีจากดอกอัญชันด้วยสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.15 M อัตราส่วน 1:50 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะได้สารสกัดที่มีปริมาณแอนโทไซยานิน 228.75 mg cyanidin-3-glucoside/100g น้ำหนักแห้ง สารสกัดสีจากแครอทด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ จะได้สารสกัดที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ 22.00 mg/100 ml การสกัดสารสีจากใบเตยด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้จะได้สารสกัดที่มีปริมาณคลอโรฟิลด์ 16.37 mg/100 ml จากนั้นทำแห้งสารสกัดที่ได้ด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยผสมกับมอลโตเด็กตริน จะได้สีผงจากดอกอัญชันที่มีค่าการละลายสูงสุด สีผงทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณสารหนูและตะกั่วอยู่ในมาตรฐาน สำหรับสารสกัด ให้สีจากส่วนของพืชและสัตว์ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ทำสีผงจากสารสกัดดอกอัญชันที่ได้ไปประยุกต์ใช้ปริมาณ 2.5% และสีผงจากสารสกัดแครอทปริมาณ 1.0 % ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใส่สีผงมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใส่สีผง ส่วนการใช้สีผงจากใบเตยในผลิตภัณฑ์ครีมสังขยา ปริมาณ 2.0% ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุด การเก็บรักษาสีผงในถุงพลาสติกแบบใสและถุงอลูมิเนียมฟอยด์ เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าผงสีจากดอกอัญชันและแครอทในช่วง 6 เดือนแรก มีค่าสีแตกต่างจากค่าสีของสีผงเริ่มต้นเล็กน้อย ผงสีจากใบเตยเมื่อเก็บไว้นาน 12 เดือน ค่าสีไม่แตกต่างจากค่าสีของสีผงเริ่มต้น ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) มีค่าเพิ่มขึ้นแต่อยู่ในเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์อาหารและยา ส่วนค่าอื่นๆ มีค่าลดลง ต้นทุนการผลิตต่อ 1 กิโลกรัมสีจากดอกอัญชัน 544 บาท สีจากแครอท 1,340 บาท และสีจากใบเตย 940 บาท

กรมวิทยาศาสตร์

การผลิตให้ไฮโดคอลลอยด์จากใบย่านาง ใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยนำไปสกัดของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ (AIS) ด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% แล้วสกัด AIS ด้วยน้ำ อัตราส่วน 1:20 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที แล้วนำส่วนใสไประเหยน้ำออก แล้วตกตะกอนด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% แล้วนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะได้ไฮโดคอลลอยด์จากใบย่านาง 5.45% มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีปริมาณกรดยูโรนิค 11.47% มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ IC_{50} เท่ากับ 12.63 mg/ml เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจากใบย่านาง จะทำให้ค่าความหนืดและความแข็งแรงของเจนเพิ่มขึ้น ศึกษาโครงสร้างของสารสกัดจากใบย่านางกับไซแลนทางการค้า พบว่า โครงสร้างสารทั้ง 2 ชนิด มีน้ำตาลไซเป็นโรสเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นไฮโดคอลลอยด์จากใบย่านางที่สกัดได้น่าจะเป็นสารไซแลน การนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่าการเติมสารไฮโดคอลลอยด์ปริมาณ 1.5% ในผลิตภัณฑ์ซอสพริก และปริมาณ 20% ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กในรูปแบบpuree จะให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมสารมีความคงตัวทางการค้า และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีค่าความหนืดลดลง และร้อยละการแยกชิ้นเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 10% ต้นทุนการผลิตสารไฮโดคอลลอยด์จากใบย่านาง 1 กิโลกรัม ราคา 7,800.46 บาท

การผลิตเอนไซม์บรอมิเลนจากผลพลอยได้ทางอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดเพื่อใช้เป็น meat tend ringer โดยศึกษาคุณสมบัติของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ส่วนต่างๆที่จะนำมาผลิตเอนไซม์บรอมิเลน น้ำคั้นจากส่วนเปลือกติดเนื้อกับตา มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ 111.36 CDU/g น้ำหนักสด และมีค่ากิจกรรมจำเพาะสูง คือ 26.14 CDU/mg โปรตีน จึงใช้เปลือกติดเนื้อกับตาเป็นวัตถุดิบหลักเนื่องจากมีสัดส่วนที่เหลือทิ้งสูงกว่าส่วนอื่นๆ นำมาตีปั่นที่อุณหภูมิห้อง 1 นาที นำไปบีบคั้นน้ำ นำน้ำคั้นสกัดเอนไซม์โดยวิธีตกตะกอนโปรตีนด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% อัตราส่วน 26:74 v/v นาน 60 นาที ปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 rpm 15 นาที (ต้องทำภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) นำตะกอนที่ได้ไปแขวนลอยในน้ำแล้วทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะได้เอนไซม์บรอมิเลนผงสีเหลืองอ่อนที่มีค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน 19,832 CDU/g มีปริมาณผลผลิต 0.18-0.34% ต่อน้ำหนักสด การประยุกต์ใช้เอนไซม์บรอมิเลนผงเป็นซอสหมักเนื้อ (meat tenderizer) หมักเนื้อหมูสูตรสุกี้-ชาบู โดยเติมผงเอนไซม์ต่อการหมักชิ้นเนื้อหั่นบาง ปริมาณ 0.1% ต่อน้ำหนักเนื้อสัตว์ หมักไม่เกิน 30 นาที จะทำให้เนื้อสัตว์นุ่มขึ้น

วิจัยการผลิตฟิล์มต้านจุลินทรีย์ที่ผสมสารสกัดจากธรรมชาติ โดยสกัดสารจากผงเปลือกมังคุดด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% สารสกัดที่ได้จะมีแอลฟ่า-แมคโกสติน 55.74% ที่สามารถต้านเชื้อ *S. aureus* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียก่อโรค จึงนำไปเติมในฟิล์มที่ใช้ PVA เป็นสารก่อฟิล์มปริมาณ 70,000 ppm จะได้ฟิล์มยืดห่อหุ้มอาหารที่สามารถต้านเชื้อจุลินทรีย์ และมีสมบัติในการต้านทานแรงดึงดูด 329.69 kgf/cm^2 ดึงยืดได้ 387.10% สูงกว่ามาตรฐานฟิล์มยืดชนิดพอลิเอทิลีน ตามมาตรฐาน มอก.1136-2536 และมีความสามารถในการละลายน้ำ 94.28% จึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วิจัยฟิล์มชีวภาพที่ผสมสารเติมแต่งจากวัสดุเหลือใช้การการเกษตร โดยการผลิตลิกนิน และนาโนเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนที่จะได้ลิกนิน 39.5% ที่มีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลที่มีค่าความคงตัวสูง และนาโนเซลลูโลส 10% ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสารเติมแต่งในฟิล์มชีวภาพจากสตาร์ชมันสำปะหลังได้ โดยมีการเติมลิกนินและนาโนเซลลูโลส ปริมาณ 1 – 3% พบว่าได้แผ่นฟิล์มชีวภาพที่มีลักษณะของกายภาพแตกต่างกันออกไป โดยฟิล์มชีวภาพที่เติมลิกนิน 3% มีสมบัติเชิงกลและกายภาพเหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารแห้ง เช่น เม็ดมะม่วงหิมพานต์

วิจัยการผลิตฟิล์มตรวจวัดความเป็นกรดด่าง ฟิล์มตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง เตรียมได้จากฟิล์มคอมโพสิทระหว่าง PVA และไคโตซาน เติมกลีเซอรอลเป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่น โดยสีอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมคือสีจากดอกอัญชันสกัดด้วยกรดอะซิติกเข้มข้น 0.15M เตรียมสารละลายฟิล์มก่อนการขึ้นรูปโดยไม่ต้องปรับ pH ของสารละลาย สภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาฟิล์ม คือ เก็บในถุงซิปที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถเก็บ

รักษาได้ 1 เดือน ฟิล์มมีค่าความสว่างลดลงจาก 87.13 ในฟิล์มไม่เติมสีอินดิเคเตอร์ เป็น 69.35 ในฟิล์มเติมสีอินดิเคเตอร์ 8% และมีค่าความเป็นสีน้ำเงินเพิ่มขึ้น ฟิล์มมีการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างชัดเจนเมื่อสัมผัสกับสารละลายที่ pH ต่างๆ ไอระเหยของกรดอะซิติกและไอระเหยของแอมโมเนีย สามารถนำฟิล์มไปประยุกต์ตรวจวัดความสุกของผลไม้ที่ปลดปล่อยกรดอินทรีย์ระเหยได้เมื่อสุก เช่น ฝรั่ง องุ่น และสตรอเบอรี่ และอาหารที่ปลดปล่อยก๊าซแอมโมเนียเมื่อเกิดการเน่าเสีย เช่น อาหารทะล เมื่อนำมาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจวัดการเสื่อเสียคุณภาพเนื้อปลาสด พบว่าปริมาณสีอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม คือ 4 และ 6% เนื่องจากฟิล์มมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีสอดคล้องกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในเนื้อปลา และปริมาณก๊าซแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์

วิจัยการผลิตผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ โดยศึกษาชนิดและอัตราส่วนของส่วนผสมพื้นฐานสำหรับก่อสภาวะฟองฟู่ (effervescent base) จะได้อัตราส่วนกรดซิตริก : กรดทาร์ทาริก : โซเดียมไบคาร์บอเนต เท่ากับ 1.03 : 0.00 : 0.77 และ 0.67 : 0.34 : 0.80 เป็นสภาวะเริ่มต้นที่เหมาะสม มีผลศึกษาปริมาณเอนไซม์บรอมิเลนผงที่เหมาะสมคือ 0.2 g เนื่องจากเป็นปริมาณมากพอที่เติมลงไปในสูตรแล้วสามารถละลายได้หมดเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา การศึกษาปริมาณ effervescent based ที่เหมาะสมคือ 70% โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ซึ่งก่อให้เกิดสภาวะฟองฟู่อย่างรุนแรงและสิ้นสุดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็ว อีกทั้งมีการละลายที่ดี ซึ่งอัตราส่วนที่มีกรดทาร์ทาริกจะให้รสชาติที่ดี จึงเลือกอัตราส่วนอัตราส่วนกรดซิตริก : กรดทาร์ทาริก : โซเดียมไบคาร์บอเนต เท่ากับ 0.67 : 0.34 : 0.80 โดยใช้ซูคลาโรสร่วมกับไซลิทอลเป็นสารให้ความหวานเพื่อให้เครื่องดื่มมีรสชาติที่ดี จะได้สูตรที่เหมาะสมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค 3.41 g คือกรดซิตริก 0.80 g กรดทาร์ทาริก 0.40 g โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.90 g เอนไซม์บรอมิเลนผง 0.20 g พีวีพี 0.15 g สารลดการก่อโฟม 0.036 g ซูคลาโรส 0.007 g ไซลิทอล 0.800 g และสารให้กลิ่นสับปะรด 0.120 g และสามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กรานูลด้วยวิธีการทำกรานูลแห้ง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติการไหลของผงยาในระดับดี Compressibility Index 11.14±1.40 และเมื่อละลายในน้ำ 100 ml ผลิตภัณฑ์นี้สามารถละลายได้ดี และยังคงค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนไว้ได้ 87.9% ซึ่ง โดยเกิดสภาวะฟองฟู่และสิ้นสุดได้รวดเร็วในเวลา 94 วินาที

วิจัยการนำสารสกัดแคปไซซินจากพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอต โดยการสกัดสารแคปไซซินจากพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮฮตด้วยเอทานอล 95% ที่อัตราส่วน 1:5 จะได้สารสกัดแคปไซซินที่มีปริมาณผลผลิต 13.85 % มีปริมาณสารแคปไซซิน 2,213.54 mg/g สารฟีนอลิกทั้งหมด 1,964.56 mg gallic acid/g และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH %) SC_{50} เท่ากับ 41.29 เมื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน โดยเติมสารสกัดแคปไซซินปริมาณ 1.5 % พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินมีปริมาณสารแคปไซซิน 0.0123 (% ต่อน้ำหนักตัวอย่าง) สารฟีนอลิกทั้งหมด 2.83 mg gallic acid/g และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH %) SC50 เท่ากับ 0.11±4.34 mg/ml คิดเป็น 0.001 เท่าของวิตามินซี การทดสอบความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังมนุษย์ พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ความเข้มข้น 0.001-1 mg/ml ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังของมนุษย์ ในขณะที่ความเข้มข้น 10 mg/ml เป็นพิษต่อเซลล์ การทดสอบการก่อการระคายเคืองของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินพบว่าเจลนวดแคปไซซินไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัครส่วนใหญ่

การผลิตสีผงจากดอกอัญชันโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท มีขั้นตอนการผลิตคือ ทำการสกัดดอกอัญชันแห้งด้วยสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.15 M อัตราส่วนดอกอัญชันแห้งต่อสารละลายกรดซิตริกเป็น 1:50 (w/v) ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที นำสารสกัดที่ได้ระเหยน้ำออกเพื่อให้สารสกัดมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8 องศาบริกส์ ผสมมอลโตเด็กซ์ทริน 20% โดยน้ำหนัก จากนั้นเติมสารก่อโฟม methocel ปริมาณ 2.5% ตีให้เกิดโฟมเป็นเวลา 15 นาที ใส่ถุงบีบให้เป็นเส้นขนาดกว้าง 0.5-0.7 cm ยาว 34-36 cm ลงบนถาด นำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้

สีผงเป็นสีชมพูและมีรสเปรี้ยว การเก็บรักษาสีผงระยะเวลา 4 เดือน มีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน การประยุกต์ใช้สีผงในผลิตภัณฑ์ซอร์เบตมีสูตรที่เหมาะสมคือ น้ำ 78.5% น้ำตาล 19% และสีผง 2.5% ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่ได้มีปริมาณแอนโทไซยานิน 19.37 mg cyanindin-3-glucoside/100 g และเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเป็นการสกัดสารสำคัญจากพืชและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เวชสำอาง และบรรจุภัณฑ์ จะได้เทคโนโลยีการสกัด คุณสมบัติของสารสกัดที่ได้และการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ดังนี้

1. วิจัยสกัดสารแคปไซซินจากพริกพันธุ์หัวเรือด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% อัตราส่วน 1:5 w/v ได้สารสกัดของเหลวข้นหนืดที่มีปริมาณแคปไซซิน 2,374.35 mg/g การสกัดแคโรทีนอยด์จากพริกชี้ฟ้าด้วยน้ำมันรำข้าว อัตราส่วน 1:2.5 w/v จะได้ของเหลวใสสีน้ำตาลอมส้ม ที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด 229.42 mg/l นำสารสกัดทั้ง 2 ชนิดมาผสมกับสารละลายมอลโตเด็กตริน ความเข้มข้น 35% แล้วทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย หลังจากนั้นนำสารสกัดแคปไซซินและคาโรทีนอยด์ผงบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยด์และในแคปซูล เพื่อเป็นอาหารเสริมสุขภาพ ต้นทุนการผลิต 1.15 บาทต่อแคปซูล

2. วิจัยการผลิตมะนาวผง น้ำมันหอมระเหย และเพคตินจากมะนาว ในรูปไมโคร-นาโนแคปซูลโดยนำน้ำมะนาวมาผสมกับมอนโตเด็กตรินทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย จะได้ผลิตภัณฑ์ผงที่มีความหอมและรสเปรี้ยว มีวิตามินซี 40.59 mg/ 100g การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ (hydrodistillation) จากเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นพิจิตร จะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 3.63 – 8.47% การสกัดเพคตินจากเปลือกมะนาวส่วนที่เป็นสีขาวที่อบแห้งแล้ว จะได้ปริมาณเพคติน 22.40% เพคตินที่ได้มีค่า Degree of Esterification เท่ากับ 56.21 และมีการนำผลิตภัณฑ์จากมะนาวที่ได้ไปประยุกต์ใช้มาร์คพอกหน้า ครีมโฟมล้างหน้า เจลล้างหน้า และเซรั่มวิตามินซีบำรุงผิว รวมทั้งผลิตภัณฑ์ให้ความหอมกลิ่นมะนาวในรูปนาโนอิมัลชัน

3. วิจัยการผลิตสีผงจากพืชทดแทนสีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยการสกัดสารสีจากดอกอัญชัน แครอทและใบเตย การสกัดสีจากดอกอัญชันด้วยสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.15 M อัตราส่วน1:50 จะได้สารสกัดที่มีปริมาณแอนโทไซยานิน 228.75 mg cyanidin-3-glucoside/100g น้ำหนักแห้ง การสกัดสารสีจากแครอทด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ จะได้สารสกัดที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ 22.00 mg/100 ml การสกัดสารสีจากใบเตยด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ จะได้สารสกัดที่มีปริมาณคลอโรฟิลด์ 16.37 mg/100 ml ทำแห้งสารสกัดที่ได้ด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย จะได้สีผงจากดอกอัญชันที่มีค่าการละลายสูงสุด นำสีผงจากสารสกัดดอกอัญชันที่ได้ปริมาณ 2.5% และสีผงจากสารสกัดแครอทปริมาณ 1.0 % ไปใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ นำสีผงจากใบเตยในผลิตภัณฑ์ครีมสังขยา ปริมาณ 2.0% พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใส่สีผงมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใส่สีผง การเก็บรักษาสีผงในถุงพลาสติกแบบใสและถุงอลูมิเนียมฟอยด์ ผงสีจากดอกอัญชันและแครอทในช่วง 6 เดือนแรก และผงสีจากใบเตยเมื่อเก็บไว้นาน 12 เดือน มีค่าสีแตกต่างจากค่าสีของสีผงเริ่มต้นเล็กน้อย ต้นทุนการผลิตต่อ 1 กิโลกรัมสีจากดอกอัญชัน 544 บาท สีจากแครอท 1,340 บาท และสีจากใบเตย 940 บาท

4. วิจัยการผลิตให้ไฮโดคอลลอยด์จากใบย่านางใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% นำตะกอนไปสกัดด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที แล้วนำส่วนใสไปทำให้เข้มข้น หลังจากนั้นตกตะกอนด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะได้ไฮโดคอลลอยด์จากใบย่านางผงสีขาว มีปริมาณกรดยูโรนิค 11.47% มีน้ำตาลไซโรสเป็นองค์ประกอบหลัก การนำไปใช้ใน

ผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่าการเติมสารไฮโดคอลลอยด์ปริมาณ 1.5% ในผลิตภัณฑ์ซอสพริก และปริมาณ 20% ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กในรูปแบบ puree จะให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมสารมีความคงตัวทางการค้า และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีค่าความหนืดลดลง และร้อยละการแยกชิ้นเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 10% ต้นทุนการผลิตสารไฮโดคอลลอยด์จากใบย่านาง 1 กิโลกรัม ราคา 7,800.46 บาท

5. วิจัยการผลิตเอนไซม์บรอมิเลนจากผลพลอยได้ของอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดเพื่อใช้เป็น meat tenderizer โดยนำเปลือกติดเนื้อส่วนตามาคั้นน้ำ น้ำคั้นที่ได้จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน 111.36 CDU/g น้ำหนักสด และมีค่ากิจกรรมจำเพาะ คือ 26.14 CDU/mg โปรตีน นำเปลือกติดเนื้อส่วนตามาปั่น 1 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำของเหลวที่ได้ไปเติมเอทานอลเข้มข้น 95% พักไว้ที่ 4 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที แยกตะกอนแล้วเติมน้ำให้ตะกอนกระจายตัวนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะได้ผงเอนไซม์สีเหลืองอ่อนที่มีค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน 19,832.66 CDU/g ปริมาณผลผลิตที่ได้ 0.18-0.34% ต่อน้ำหนักสด เมื่อนำผงเอนไซม์ไปเติมในซอสหมักเนื้อปริมาณ 0.1% ต่อน้ำหนักเนื้อสัตว์ หมักไม่เกิน 30 นาที จะทำให้เนื้อสัตว์นุ่มขึ้น

6. วิจัยการผลิตฟิล์มต้านจุลินทรีย์ที่ผสมสารสกัดจากธรรมชาติ โดยสกัดสารจากผงเปลือกมังคุดด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% สารสกัดที่ได้จะมีแอลฟ่า-แมงโกสติน 55.74% ที่สามารถต้านเชื้อ *S. aureus* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียก่อโรค จึงนำไปเติมในฟิล์มที่ใช้ PVA เป็นสารก่อฟิล์มปริมาณ 70,000 ppm จะได้ฟิล์มยืดห่อหุ้มอาหารที่สามารถต้านเชื้อจุลินทรีย์ และมีสมบัติในการต้านทานแรงดึงดูด 329.69 kgf/cm^2 ดึงยืดได้ 387.10% และมีความสามารถในการละลายน้ำ 94.28% จึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

7. วิจัยฟิล์มชีวภาพที่ผสมสารเติมแต่งจากวัสดุเหลือใช้การการเกษตร โดยการผลิตลิกนิน และนาโนเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนที่จะได้ลิกนิน 39.5% ที่มีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลที่มีค่าความคงตัวสูง และนาโนเซลลูโลส 10% ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสารเติมแต่งในฟิล์มชีวภาพจากสตาร์ชมันสำปะหลังได้ โดยมีการเติมลิกนินและนาโนเซลลูโลส ปริมาณ 1 – 3% พบว่าได้แผ่นฟิล์มชีวภาพที่มีลักษณะของกายภาพแตกต่างกันออกไป โดยฟิล์มชีวภาพที่เติมลิกนิน 3% มีสมบัติเชิงกลและกายภาพเหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารแห้ง เช่น เม็ดมะม่วงหิมพานต์

8. วิจัยการผลิตฟิล์มตรวจวัดความเป็นกรดด่าง โดยใช้สารสกัดจากดอกอัญชัน เป็น สีอินดิเคเตอร์เตรียมฟิล์มจากฟิล์มคอมโพสิทระหว่าง PVA และโดโตซาน เติมสารกลีเซอรอลเป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่น และเติมสีอินดิเคเตอร์ 8% ฟิล์มที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงสีอย่างโดเจน เมื่อสัมผัสกับสารละลายที่pH ต่างๆ ไอระเหยของครอซิติก และไอระเหยของแอมโมเนีย สามารถนำไปใช้ตรวจวัดความสุกของผลไม้ ส่วนการนำไปใช้เพื่อตรวจวัดการเสื่อมเสียของเนื้อปลาสด ฟิล์มที่เติมสีอินดิเคเตอร์ 4% และ 6% จะเหมาะสมกว่า

การวิจัยและพัฒนาต่อยอดการนำสารสกัดจากธรรมชาติคือเอนไซม์บรอมิเลนจากสับปะรด สารแคปไซซินจากพริกและสารสีจากดอกอัญชันมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ง่ายและสะดวกขึ้น จะได้ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่างๆดั งนี้

การนำสารสกัดเอนไซม์บรอมิเลนจากส่วนเปลือก เนื้อและแกนของสับปะรดมาทำให้อยู่ในรูปผงที่มีกิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน 32,253.35 CDU/g มาผสมกับสารก่อฟองฟู่ที่เหมาะสม และใช้ซูคลาโรสกับไซลิทอลเป็นสารให้ความหวาน โดยมีสูตรการผสมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (3.41 g) คือ ผงเอนไซม์บรอมิเลน 0.20 g กรดซิตริก 0.80 g กรดทาร์ทาริก 0.40 g โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.90 g พีวีพี 0.15g สารลดการก่อโฟม 0.036 g ซูคราโลส 0.007 g ไซลิทอล 0.80 g และสารให้กลิ่นสับปะรด 0.12 g นำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กรานูลด้วยการทำกรานูลแห้ง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติการไหลของผงยา compressibility index 11.14 ± 1.40 จัดว่า

กรมวิทยาศาสตร์

อยู่ในระดับดี และยังคงมีค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน 87.9% เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถละลายได้ดี โดยเกิดสภาวะฟองฟู่และสิ้นสุดภายใน 94 วินาที

การนำสารสกัดแคปไซซินจากพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอต ที่มีปริมาณแคปไซซิน 2,213.54 mg/g สารฟินอลิก ทั้งหมด 1,964.65 mg gallic acid/g และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH SC50 เท่ากับ 41.29 เติมในผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ปริมาณ 1.5% จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแคปไซซิน 0.0123% สารฟินอลิกทั้งหมด 2.83 mg gallic /g และค่า SC50 เท่ากับ 0.11±4.34 mg/ml การทดสอบความเป็นพิษพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มข้น 0.001-1 mg/ml ไม่เป็นพิษ และไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง

การผลิตสีผงจากดอกอัญชันด้วยวิธีการทำแห้งแบบโฟมเมท ที่มีการผสมสารสกัดจากดอกอัญชันกับมอลโตเด็กซิตริน 20 โดยน้ำหนัก และผสมกับสารก่อโฟม Methocel ปริมาณ 2.5% แล้วตีให้เกิดโฟม 15 นาที นำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะได้สีผงสีชมพูมีรสเปรี้ยว นำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ซอร์เบต พบว่าผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่ได้มีปริมาณแอนโทไซยานิน 19.37 mg cyanidin-3-glucoside/100g สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเวชสำอางอื่นๆ ได้ อาทิเช่น

1. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลน สามารถนำวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดต่างๆ ได้

2. สารสกัดแคปไซซินจากพริกสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เวชสำอางชนิดอื่นๆ เช่น ครีมนวดผิวบรรเทาปวด ยาหม่องแคปไซซินสำหรับบรรเทาปวด เป็นต้น

3. การผลิตสีผงจากดอกอัญชัญสามารถนำเทคโนโลยีการผลิตไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สีผงจากพืชชนิดอื่นได้

กรมวิชาการเกษตร

แผนงานวิจัยย่อยที่ 2
วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเชิงพาณิชย์
Research and Development on the Commercialization of the Functional Products

คณะผู้วิจัย

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.

คำสำคัญ
มะนาวผง ดอกอัญชัน สารให้กลิ่นรส ฟรุคแตน สารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดส โลชั่น

Key words
lime powder, butterfly pea, flavoring agent, fructan, encapsulate alpha-glucosidase inhibitor, lotions

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 จังหวัดเพชรบุรี 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 และมีปริมาณจุลินทรีย์

กรมวิชาการเกษตร

เป็นไปตามข้อกำหนดของ 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 องศาบริกส์ 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

กรมวิชาการเกษตร

Abstracts

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.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ประเทศไทยมีผลิตผลเกษตรหลายชนิดที่สารสำคัญสามารถใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพด้วยวัตถุประสงค์ต่าง 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 จะให้เพิ่มทางเลือกให้กับผู้ประกอบการในการผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายและปลอดภัย

เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากธรรมชาติ ยารักษาโรคเบาหวานจะมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดส ส่วนใหญ่ได้จากการสังเคราะห์และส่งผลในเชิงลบต่อตับและระบบทางเดินอาหาร ทั้งนี้หัวหอมแดงมีสารเควอซิทินที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสได้ ดังนั้นการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากธรรมชาติในรูปแบบพร้อมใช้งานในผลิตภัณฑ์อาหารร่วมกับการใช้เทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชันที่เหมาะสมจะช่วยรักษาประสิทธิภาพของสารสกัด และจะส่งผลให้เกิดการยกระดับมาตรฐานในการผลิตวัตถุดิบเพื่ออาหารสุขภาพ และภาคอุตสาหกรรมอาหารสามารถนำไปต่อยอดได้

เนยเมล็ดมะม่วงเพื่อใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง สารให้ความชุ่มชื่นในเครื่องสำอางมักใช้ไขมันเชียและโกโก้ที่มีอุณหภูมิหลอมละลายใกล้เคียงกับอุณหภูมิร่างกาย รวมทั้งมีราคาแพง ทั้งนี้ไขมันจากเนื้อในเมล็ดมะม่วงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเช่นเดียวกับไขมันเชียและโกโก้ ถ้านำเมล็ดมะม่วงที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมมาผลิตเป็นเนยเมล็ดมะม่วงจะช่วยลดการนำเข้าไขมันเชียและโกโก้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและลดส่วนเหลือทิ้งให้กับอุตสาหกรรมแปรรูป ผู้ประกอบการในประเทศจะสามารถใช้เนยมะม่วงทดแทนส่วนประกอบที่ต้องนำเข้า ส่งผลให้เกิดการลดต้นทุนการผลิต และทำให้ผู้บริโภคเข้าถึงสินค้าที่มีคุณภาพดีได้

ระเบียบวิธีการวิจัย

<u>โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเชิงพาณิชย์</u>

<u>การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากมะนาวเชิงพาณิชย์</u>

ติดต่อประสานงานเพื่อเตรียมความพร้อมเบื้องต้นของกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกมะนาวหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือผู้ประกอบการที่สนใจ

เตรียมมะนาวผงจากมะนาวพันธุ์แป้นด้วยเครื่องทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอยดัดแปลงจากวิธีของวิไลศรีและคณะ (2562) ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ปริมาณสารฟีนอลทั้งหมดดัดแปลงจากวิธีของ Kim et al. (2016) และ Muthukumarasamy et al. (2018) ความสามารในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ตามวิธีของ Saikia et al. (2014)

เตรียมสบู่ก้อนผสมมะนาวผง โดยหลอมเบสสบู่ใสให้ละลายโดยการให้ความร้อนผ่านน้ำ ทิ้งให้อุณภูมิลดลงที่อุณหภูมิห้อง เติมมะนาวผงที่ละลายในน้ำกลั่น คนให้เข้ากัน แล้วเติมสารกันเสีย น้ำมันหอมระเหย คนให้ส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาเทลงแม่พิมพ์ซิลิโคน วิเคราะห์คุณภาพ ความคงตัวของฟอง (foam stability) ตามวิธีของ Setiadi and Anindia (2018) การระคายเคืองต่อผิวหนังด้วยวิธี single patch test และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ด้วยวิธี 7 point hedonic scale จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

เตรียมโลชันบำรุงผิวผสมมะนาวผง นำส่วนผสมเฟสต่างๆ มาให้ความร้อน ผสมส่วนผสมปั่นด้วยเครื่องปั่นชนิดมือจับ จนส่วนผสมทั้ง 2 ส่วนกลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นทิ้งให้ส่วนผสมทั้งหมดอุณหภูมิลดลงที่อุณหภูมิห้อง นำส่วนผสมที่มีมะนาวผง น้ำมันหอมระเหย ผสมลงไป คนให้เข้ากัน ทิ้งให้เซ็ตตัวประมาณ 2 ชั่วโมง บรรจุในภาชนะบรรจุ วิเคราะห์คุณภาพ ความคงสภาพตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เอส ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว

กรมวิชาการเกษตร

(มอก. เอส 15-2561) การระคายเคืองต่อผิวหนังด้วยวิธี single patch test และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี 7-point hedonic scale จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

ถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคคลทั่วไปผ่านสื่อโซเชียล FACEBOOK จัดเตรียมสื่อวิดีโอแสดงกระบวนการผลิต ข้อมูลวิธีการผลิต และส่วนผสมสำหรับผลิต ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนผสมมะนาวผง และโลชันผสมมะนาวผง ไปให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง ตำบลไร่ใหม่พัฒนา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี เพื่อทดลองผลิตจริง และนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทดลองผลิตมาวิเคราะห์คุณภาพ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์หลังการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่รับการถ่ายทอด

วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

<u>การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสีดอกอัญชันเชิงพาณิชย์</u>

จัดเตรียมการจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่กลุ่มเกษตรกร/กลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยติดต่อประสานงานเพื่อเตรียมความพร้อมเบื้องต้นของกลุ่มเกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือผู้ประกอบการที่สนใจ เตรียมเอกสารข้อมูลสำหรับการฝึกอบรม เรื่องการทำแห้งแบบพ่นฝอยและเรื่องบรรจุภัณฑ์ ทดลองทำผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลี่อัญชันที่ผสมสีผงอัญชัน วิเคราะห์คุณภาพ และศึกษาอายุการเก็บรักษา

ถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคคลทั่วไปผ่านสื่อโซเชียล FACEBOOK จัดเตรียมสื่อวิดีโอแสดงกระบวนการผลิต ข้อมูลวิธีการผลิต และส่วนผสมสำหรับผลิต เพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง ตำบลไร่ใหม่พัฒนา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ทดลองผลิตจริง ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และสอบถามความพึงพอใจต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี

วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

<u>โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredient เชิงพาณิชย์</u>

<u>การขยายผลการผลิตเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง</u>

จัดเตรียมหลักสูตรการฝึกอบรมและวัสดุอุปกรณ์เพื่อการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น หรือการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง หรือการเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้น ทั้งภาคบรรยาย และปฏิบัติ

จัดการฝึกอบรมทั้งภาคบรรยาย และปฏิบัติในการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น หรือการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง และการเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้น ณ ไร่สุขสมาน ตำบลละทาย อำเภอกันทรารมณ์ จังหวัดศรีสะเกษ

ทดลองผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง และเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกสูง โดยการทำแห้งเยือกแข็ง ร่วมกับผู้เข้าอบรม โดยกลุ่มผู้เข้าอบรมสามารถผลิตได้ที่ บริษัทปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยวิธี 7 point-hedonic scale

<u>การขยายผลการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่นสู่เชิงพาณิชย์</u>

เตรียมสื่อดิจิตัลเพื่อใช้ในการบรรยายเตรียมความพร้อมด้านองค์ความรู้ให้แก่ผู้รับเทคโนโลยีก่อนลงมือปฏิบัติ

จัดอบรมเชิงปฏิบัติการภาคปฏิบัติให้แก่กลุ่มวิสาหกิจการเกษตร ศรีสะเกษแฟร์เทรด ณ ไร่สุขสมาน ตำบลละทาย อำเภอกันทรารมณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ที่สนใจการผลิตสารสกัดจากหอมแดง ใช้กระบวนการปฏิบัติแบบมีส่วนร่วมโดยให้ผู้เข้าร่วมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้ลงมือปฏิบัติจริงกับอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ และเข้าเยี่ยมชมสถานที่ผลิตในระดับโรงงานอุตสาหกรรม ณ บริษัทปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ ร่วมทั้งทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหอมแดง วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

ประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีกับผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

กรมวิชาการเกษตร

การขยายผลผลิตภัณฑ์เนยมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

จัดเตรียมฝึกอบรมเรื่องการผลิตและการประยุกต์ใช้เนยเมล็ดมะม่วงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ทั้งภาคบรรยาย และปฏิบัติให้กับผู้ประกอบการ และปรับสูตรโลชันผสมเนยเมล็ดมะม่วงเพื่อเพิ่มความเสถียรต่อการเก็บรักษา

ศึกษาคุณสมบัติทางเครื่องสำอางของเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น ความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไฮยารูลอนิเดสตามวิธีของ Sutthiwanjampa and Kim (2015) ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์อีลาสเตสตามวิธีของ Lee et al.(2009) และ Kim et al. (2010) และความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์คอลลาจีเนสตามวิธีของ Park et al. (2005)

ประยุกต์ใช้เนยมะม่วง (ไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วง) พันธุ์แก้วขมิ้นเป็นส่วนผสมที่ให้ความชุ่มชื่นในผลิตภัณฑ์โลชันทาผิวสูตรทางการค้า โดยแปรปริมาณเนยมะม่วง ทดสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ และทดสอบการแพ้และระคายเคือง

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไขมันเนื้อในเมล็ดมะม่วงและการผลิตโลชันทาผิวให้กับ บริษัท เบลเอ็นเอ็นทริลเลียน จำกัด และทดลองผลิตโลชันทาผิวในระดับขยายขนาดโดย บริษัท ไอเดียร์สแควร์ แลบบอลาทอรี จำกัด และวิเคราะห์คุณภาพผลผลิตที่ได้ และทดสอบการยอมรับระหว่างโลชันสูตรที่ผลิตได้จากห้องปฏิบัติการและการผลิตระดับขยายขนาดในด้านความหนืด ความเป็นเนื้อเดียวกัน การซึมสู่ผิว ความชุ่มชื้น ความรู้สึกบนผิวหลังทา และความชอบโดยรวม โดยใช้ 7-point hedonic scale กับผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติต่าง ๆ ด้วยวิธี paired t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองและอภิปรายผล

วิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากมะนาวเชิงพานิชย์ โดยการผลิตมะนาวผงจากน้ำมะนาวพันธุ์แป้นแล้วทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย จะได้ผงสีขาวครีมที่มีความชื้น 2.5% ปริมาณน้ำอิสระ 0.15 ค่าความเป็นกรดด่าง 2.50 และมีค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส 50% เท่ากับ 3.52 mg/g (mg/ml) และได้นำไปใช้ในสบู่ก้อน ปริมาณ 1.4% และโลชั่นปริมาณ 1.5% สบู่ก้อนผสมมะนาวผงที่ได้มีลักษณะก้อนใสสีเหลืองอ่อน ไม่พบการระคายเคืองในกลุ่มอาสาสมัคร ผู้ทดสอบให้การยอมรับระดับความชอบเล็กน้อยต่อกลิ่น ส ปริมาณฟอง และความชุ่มชื่นต่อผิว ขณะที่มีความชอบปานกลางต่อความรู้สึกสะอาดหลังการใช้ โลชั่นผสมมะนาวมีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืดสีขาวครีมไม่พบการระคายเคืองในกลุ่มอาสาสมัคร และผู้ทดสอบให้การยอมรับ ระดับความชอบเล็กน้อยต่อความเหนอะหนะ กลิ่น การซึมสู่ผิว และความชุ่มชื่นหลังทา ได้ถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคคลทั่วไป เรื่องการประยุกต์ใช้มะนาวผงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ในวันที่ 7 กันยายน 2564 ผ่าน Facebook live มีผู้เข้าร่วมฟัง 20 คน ผู้เข้าร่วมฟังบรรยายมีความพึงพอใจมาก 93.75% และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง ต.บ้านแหลม อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี โดยส่งชุดทดลองผลิตสบู่ก้อนและโลชั่นผสมมะนาวผงพร้อมคลิปวีดีโอขั้นตอนการผลิตให้ทางกลุ่มผลิตและส่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาทดสอบสมาชิกของกลุ่มมีความพึงพอใจมาก 70% และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติต่างกันเล็กน้อย โลชั่นที่ได้ไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อทดสอบความคงตัวมีผลเป็นไปตามเกณฑ์ มอก.เอส 15 – 2561 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์สมาชิกพบว่ามีความชอบสบู่ก้อนผสมมะนาวผงและโลชั่นผสมมะนาวผงระดับปานกลาง

วิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสีดอกอัญชันเชิงพานิชย์ โดยการผลิตสีผงจากดอกอัญชันที่มีสีชมพูและรสเปรี้ยว นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม และเยลลี่อัญชัน ปริมาณ 2.5% จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแอนโทเซยานิน 0.54 และ 1.16mg cyanidin – 3 glucoside / 100g ตามลำดับ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียสได้ 14 วัน ได้ถ่ายทอดองค์ความรู้แก่บุคคลทั่วไป เรื่องการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากสี

กรมวิชาการเกษตร

ผงดอกอัญชัน ในวันที่ 7 กันยายน 2564 ผ่าน Facebook live มีผู้เข้าร่วมฟัง 20 คน การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม และเยลลี่อัญชันมีความชอบในระดับชอบปานกลาง

การขยายผลการผลิตเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงได้จัดฝึกอบรมอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูงและสารเอนแคปซูเลทน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง ให้กับเกษตรกร ผู้ประกอบการและผู้สนใจ 24 คน ในวันที่ 18 มีนาคม 2564 ณ ไร่สุขสมาน ตำบลละหาย อำเภอกันทรารมณ์ จังหวัดศรีสะเกษ และได้ทดลองผลิตน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง เอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง ณ บริษัท ปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผง และไซรัปที่สามารถนำไปใช้เป็นสารแต่งกลิ่นรสในเครื่องดื่มได้ ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบมาก

การขยายผลการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเคส โดยวิธีเอนแคปซูเลชั่นสู่เชิงพานิชย์ ได้จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการผลิตสารยับยั้ง ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจการเกษตร ศรีสะเกษแฟร์เทรด จำนวน 40 คน วันที่ 17 มีนาคม 2564 ณ ไร่สุขสมาน ตำบลละทาย อำเภอกันทรารมณ์ จังหวัดศรีสะเกษ โดยทดลองผลิตเอนแคปซูเลทสารยับยั้งแอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหอมแดงในระดับโรงงาน บริษัท ปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ ได้ผลิตภัณฑ์แคปซูลที่มีสารยับยั้งแอลฟ่ากลูโดซิเดส 500 mg 1 แคปซูล มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่า-กลูโคซิเดสในหลอดทดลอง 39.2% ต้านทานการผลิตเม็ดละ 0.375 บาท ผู้เข้ารับการอบรมพึงพอใจและให้ข้อคิดเห็นว่าสามารถนำไปต่อยอดทำธุรกิจได้ สร้างผลิตภัณฑ์ สร้างอาชีพ และสร้างรายได้ให้เกษตรกรได้

การขยายผลผลิตภัณฑ์เนยมะม่วงเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเนยมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น และการประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมให้ความชุ่มชื้นในผลิตภัณฑ์โลชั่นทาผิวกับ บริษัท เบลเอ็นเอ็น ทริลเลียน จำกัด และร่วมทดลองผลิตในระดับขยายขนาดโดยบริษัท ไอเดียร์สแควณ์ แลบอลาทอรี่ จำกัด ผลิตภัณฑ์โลชั่นทาผิวที่ผลิตได้ในระดับขยายขนาด เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในห้องปฏิบัติการจะมีสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าแรงผลักของประจุระหว่างอนุภาคจะแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในระดับขยายจะมีคุณภาพโดยรวมดีกว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้บริโภคให้ความพึงพอใจสูงกว่าแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

แผนงานวิจัยย่อย “วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเชิงพาณิชย์” ได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติ และผลิตภัณฑ์ startup ingredients รวมทั้งการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่าง ๆ ดังนี้

โครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติเชิงพาณิชย์

การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากมะนาวเชิงพาณิชย์

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตมะนาวผงและการประยุกต์ใช้มะนาวผงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางคือ สบู่และโลชันทาผิวให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี โดยสบู่ก้อนที่ผลิตได้มีค่า pH 9.21 และมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.เอส 13-2561 สบู่ก้อนสมุนไพร และโลชันที่ผลิตได้มีค่า pH 5.22 และมีความคงตัว และปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.เอส 15-2561 ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร

การวิจัยและพัฒนาขยายผลผลิตภัณฑ์จากสีดอกอัญชันเชิงพาณิชย์

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสีผงจากดอกอัญชันและการประยุกต์ใช้สีผงดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่มและเยลลีดอกอัญชันให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านขนมปังขิง อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้สามารถเก็บที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส ได้นาน 14 วัน และมีคุณภาพด้านต่างๆ รวมถึงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐาน มผช.533/2554 น้ำดอกอัญชัน และ 519/2547 เยลลีอ่อน

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์ startup ingredients เชิงพาณิชย์

การขยายผลการผลิตเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำผลไม้เข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง

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

การขยายผลการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดยวิธีเอนแคปซูเลชั่นสู่เชิงพาณิชย์

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสโดสวิธีเอนแคปซูเลชั่นสู่เชิงพาณิชย์ให้กับกลุ่มศรีสะเกษแฟร์เทรด จังหวัดศรีสะเกษ และร่วมกับบริษัทปัจจัยชีวี จำกัด จังหวัดศรีสะเกษ ในการทดลองผลิตขยายขนาด โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในระดับโรงงานมีความใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการ ผลิตภัณฑ์แคปซูลเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากการสกัดหอมแดง 1 แคปซูลมีสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูซิเดส 500 แอลฟ่ามิลลิกรัมกรัม มีปริมาณเควอซิติน 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% ไปทดลองผลิตในระดับขยายขนาด 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 สารสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหอมแดงที่ช่วยลดการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือด รวมไปถึงเนยเมล็ดมะม่วงที่สามารถประยุกต์ใช้เป็นสารให้ความชุ่มชื่นในเครื่องสำอาง จะสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่หลากหลายได้ ซึ่งการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของแผนงานวิจัยย่อยเป็นเพียงตัวอย่างของการประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตของบางผลิตภัณฑ์เท่านั้น นอกจากนี้เทคโนโลยีในการผลิตทั้งในเรื่องของการสกัดสารสำคัญ การเพิ่มปริมาณสารสำคัญ การห่อหุ้มสารสำคัญ รวมถึงวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลผลิตเกษตรอื่น ๆ ได้ แต่อาจ

กรมวิทยาศาสตร์

ต้องมีการปรับกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับชนิดผลิตผลเกษตรรวมถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ ทั้งนี้เพื่อช่วยส่งเสริมศักยภาพทางการตลาดของผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูปของไทย และเพิ่มตัวเลือกให้กับผู้ประกอบการและผู้บริโภคมากขึ้น รวมทั้งส่งเสริมให้มีการใช้วัตถุดิบจากผลิตผลเกษตรในประเทศให้เป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร อุตสาหกรรมเกษตร และประเทศชาติต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เพื่อวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากผลิตผลเกษตร ผลิตผลพลอยได้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม เป็นการเพิ่มมูลค่าและเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีคุณสมบัติตรงตามต้องการ โดยวิจัยพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ startup ingredients คือการผลิตสารให้กลิ่นรสจากน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูงและสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหัวหอมแดงที่ช่วยลดการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดโดยการเอนแคปซูเลชั่น ผลิตภัณฑ์เอนแคปซูเลทน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกสูงจะทนความร้อนอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียสนาน 15 นาทีมีปริมาณฟรุคแตน 64.53% และเก็บได้นาน 12 เดือน ผลิตภัณฑ์แคปซูลเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหัวหอมแดง 1 เม็ดมีสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหัวหอมแดง 0.5 g มีการยับยั้งเอนไซม์ 42% การผลิตเนยเมล็ดมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นที่มีความสามารถยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเน(IC_{50}) 0.47 mg/ml เมื่อพัฒนาให้อยู่ในรูปเกล็ดจะมีจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้น 6.6 องศาเซลเซียส วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพให้แคลอรี่ต่ำโดยการผลิตผลิตภัณฑ์วุ้นสับปะรดพร้อมดื่มผสมน้ำหญ้าหวาน วุ้นสับปะรดพร้อมดื่มผสมสารสกัดจากหญ้าหวานและวุ้นลิ้นจี่พร้อมดื่มผสมสารสกัดหญ้าหวานที่ให้ค่าพลังงาน 30, 30 และ 35 กิโลแคลอรี่ต่อหน่วยบริโภค วิจัยการผลิตผลิตภัณฑ์สุขภาพลดพลังงาน คือ ผลิตภัณฑ์สับปะรดในน้ำเชื่อม ผลิตภัณฑ์เงาะในน้ำเชื่อมที่ใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวาน สามารถลดพลังงานคิดเป็น 48.24 และ 17.01% ผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล มะม่วงแช่อิ่มอบแห้งมีการใช้น้ำตาลอิริทริทอลและสารสกัดจากหญ้าหวาน เงาะแช่อิ่มอบแห้งใช้น้ำตาลมอลทิทอล ซึ่งสามารถลดพลังงานได้เพียง 5.76 และ 6.44% และมีการใช้เพคตินจากเปลือกมะม่วงและเปลือกเสาวรสในไอศกรีมและมายองเนสเพื่อทดแทนไขมัน จะสามารถลดพลังงานได้ 18.87 และ 31.19% การวิจัยพัฒนาจากสารธรรมชาติโดยการสกัดสารแคปไซซินจากพริกพันธุ์หัวเรือและสารแคโรทีนอยด์จากพริกชี้ฟ้า นำสารสกัดทั้ง 2 ชนิดมาทำแห้งแบบพ่นฝอย แล้วบรรจุผงในแคปซูลเพื่อเป็นอาหารเสริมสุขภาพ การผลิตมะนาวผงที่มีวิตามินซี 40.59 mg/100 g จากน้ำมะนาว น้ำมันหอมระเหยและเพคตินจากเปลือกมะนาว มีการนำไมโครแคปซูลวิตามินซีผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และนำน้ำมันหอมระเหยจากมะนาวไปผลิตผลิตภัณฑ์ให้ความหอมกลิ่นมะนาวในรูปแบบนาโนอิมัลชัน การสกัดสารสีจากดอกอัญชัน แครอทและใบเตย แล้วนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย สีผงจากดอกอัญชันจะมีค่าการละลายสูงสุด มีการนำสีผงจากดอกอัญชันและแครอทไปเติมในผลิตภัณฑ์เยลลี่ และสีผงจากใบเตยเติมในผลิตภัณฑ์ครีมสังขยา ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมสี การสกัดไฮโดรคอลลอยด์จากใบย่านาง จะได้สารไฮโดรคอลลอยด์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสารให้ความคงตัวทางการค้า สามารถเติมในผลิตภัณฑ์ซอสพริกและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็ก และเก็บรักษาได้นาน 6 เดือน การสกัดเอนไซม์บรอมิเลนจากจุก เปลือกติดเนื้อส่วนตา และแกน พบว่าสารสกัดจากเปลือกส่วนเนื้อติดตา จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนและค่าความจำเพาะของเอนไซม์ค่อนข้างสูง ได้สกัดเอนไซม์แล้วทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะได้ผงเอนไซม์บรอมิเลนที่มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ 19,832.66 CDU/g เมื่อเติมในซอสหมักเนื้อสามารถหมักเนื้อหมูให้นุ่มได้ การผลิตฟิล์มต้านจุลินทรีย์ที่ใช้สาร PVA เป็นสารก่อฟิล์มผสมสารสกัดจากผงเปลือกมังคุดปริมาณ 70,000 ppm จะได้ฟิล์มยืดห่อหุ้มอาหารที่สามารถต้านเชื้อจุลินทรีย์ และมีความสามารถในการละลายน้ำ 94.28% การสกัดลิกนินและนาโนเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนจะได้ปริมาณลิกนิน 39.05% และปริมาณนาโนเซลลูโลส 10.0% เมื่อนำมาใช้เป็นสารเติมแต่งแผ่นฟิล์มจากสตาร์ชมันสำปะหลัง ฟิล์มที่ได้สามารถลดระยะเวลาการขึ้นรูป และมีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี สามารถพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์บรรจุอาหารได้ การนำสารสีจากดอกอัญชันที่มีการเปลี่ยนแปลงสีชัดเจนเมื่อความเป็นกรดด่างเปลี่ยนไป จึงนำมาเป็นสีอินดิเคเตอร์เติมในฟิล์มคอมโพสิทระหว่าง PVA และไคโตซานเพื่อวัดความเป็นกรดด่าง จะได้ฟิล์ม

ดุษฎีนิพนธ์

ตรวจวัดความเป็นกรดด่างของอาหารได้ จากผลงานวิจัยที่กล่าวมาสารธรรมชาติบางชนิดสามารถนำมาต่อยอดและขยายผลเชิงพาณิชย์ จึงมีการวิจัยการผลิตผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยในรูปแบบกรานูลฟองฟู่จากเอนไซม์บรอมิเลนที่ได้จากเปลือก เนื้อและแกนของสับปะรด โดยผสมผงเอนไซม์ที่ได้กับสารที่ทำให้เกิดฟองฟู่คือ กรดซิตริก กรดทาร์ทาริก และโซเดียมไบคาร์บอเนต แล้วทำให้อยู่ในรูปแบบกรานูลจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ 1,718 CDU/g เมื่อนำไปละลายน้ำจะยังคงมีค่ากิจกรรมเอนไซม์เหลืออยู่ 87.9% การนำสารแคปไซซินจากพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอต ที่มีปริมาณสารแคปไซซิน 2,213.54 mg/g สารฟินอลิกทั้งหมด 3,142.58 mg/g เติมในผลิตภัณฑ์เจลนวด จะได้ผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินที่มีปริมาณสารแคปไซซิน 0.0123 % ไม่เป็นพิษและไม่ก่อการระคายเคือง การทำแห้งสารสีจากดอกอัญชันด้วยวิธีโฟมแมท โดยผสมสารสกัดจากดอกที่ระเหยน้ำกับมอลโตเด็กซ์ทรินและสารก่อโฟม methocel แล้วอบแห้ง จะได้สีผงสีชมพูมีรสเปรี้ยวสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ซอร์เบต ส่วนการขยายผลเชิงพาณิชย์ได้มีการจัดเตรียมหลักสูตร เนื้อหา สื่อการฝึกอบรมและปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่จะไปถ่ายทอด โดยมีการทดลองผลิตสบู่ก้อนและโลชันผสมมะนาวผง การทดลองผลิตผลิตภัณฑ์น้ำอัญชันพร้อมดื่ม เยลลี่อัญชัน และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้ทดลองผลิตจริงผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนและโลชันผสมมะนาวผงที่ได้มีคุณภาพและมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน และได้มีการบรรยายผ่าน Facebook live การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการผลิตเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสจากน้ำสับปะรดเข้มข้นพรีไบโอติกส์สูง และการเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากสารสกัดหอมแดงให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดศรีสะเกษ ร่วมทดลองผลิตกับผู้ประกอบการ ผลิตภัณฑ์แคปซูลเอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากสารสกัดหอมแดงที่ได้ 1 แคปซูล จะมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ 39.2% การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเนยเมล็ดมะม่วงและประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์โลชันทาผิวกับผู้ประกอบการ และมีการผลิตในระดับขยายขนาดจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเสถียรและความคงตัวที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบในห้องปฏิบัติการ

ข้อเสนอแนะ

เทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์สุขภาพจากสารสำคัญจากธรรมชาติ และผลิตภัณฑ์ startup ingredients ที่มีประโยชน์ในการดูแลสุขภาพเชิงหน้าที่ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เพื่อการดูแลสุขภาพและการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพได้ แต่อาจต้องมีการปรับเปลี่ยนไปตามความต้องการของตลาดและความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งในด้านความสะดวก รูปแบบของการบริโภค ประโยชน์ที่ได้รับ และราคาที่สามารถเข้าถึงได้ ผลผลิตจากงานวิจัยหลายผลิตภัณฑ์สามารถนำไปประยุกต์ผลิตภัณฑ์อาหารและเวชสำอางอื่นๆ ได้ เช่น

1. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลน สามารถนำวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดต่างๆ ได้
2. สารสกัดแคปไซซินจากพริกสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เวชสำอางชนิดอื่นๆ เช่น ครีมนวดผิวบรรเทาปวด ยาหม่องแคปไซซินสำหรับบรรเทาปวด เป็นต้น
3. การผลิตสีผงจากดอกอัญชัญสามารถนำเทคโนโลยีการผลิตไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สีผงจากพืชชนิดอื่นได้
4. ไซรัปสับปะรดพรีไบโอติกสูงและเอนแคปซูเลทสารให้กลิ่นรสที่มีพรีไบโอติกสูงจากน้ำสับปะรด สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหาร น้ำผลไม้ รวมถึงผลิตภัณฑ์ confectionery เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเพิ่มกลิ่นรสได้
5. ผลิตภัณฑ์เอนแคปซูเลทสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟ่ากลูโคซิเดสจากหอมแดง สามารถใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนประกอบของน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตสูง เพื่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

กรมวิชาการเกษตร

6. เนยเมล็ดมะม่วงที่สามารถประยุกต์ใช้เป็นสารให้ความชุ่มชื่นในเครื่องสำอาง เพื่อทดแทนการใช้เนยโกโก้และเนยเชียที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในเครื่องสำอางที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง

นอกจากนี้เทคโนโลยีในการผลิตทั้งในเรื่องของการสกัดสารสำคัญ การเพิ่มปริมาณสารสำคัญ การห่อหุ้มสารสำคัญ รวมถึงวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลผลิตเกษตรอื่น ๆ ได้ อาจต้องมีการปรับกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับชนิดผลิตผลเกษตรรวมถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ เพื่อช่วยส่งเสริมศักยภาพทางการตลาดของผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูปของไทย และเพิ่มตัวเลือกให้กับผู้ประกอบการและผู้บริโภคมากขึ้น รวมทั้งส่งเสริมให้มีการใช้วัตถุดิบจากผลิตผลเกษตรในประเทศให้เป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร อุตสาหกรรมเกษตร และประเทศชาติต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

เอกสารอ้างอิง

โครงการวิจัยและพัฒนาวิจัยและพัฒนาการผลิต Startup ingredients สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สุขภาพ

Abrams, S. A., I. J. Griffin, K. M. Hawthorne, L. Liang, S. K. Gunn and G. Darlington. 2005. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. The American Journal of Clinical Nutrition, 82(2), 471-476.

Anderson, J. W. 1995. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. New England Journal of Medicine 333: 276-282.

AOAC. 2000. Association of Official Chemists, Official Methods of Analysis. 17th ed. Washington, D.C.

AOCS. 1990. American Oil Chemists Society.. The official methods and recommended practices. 4th ed, Champaign, USA.

Chang, T.S. 2009. An updated review of tyrosinase inhibitors. International journal of molecular sciences. 10(6): 2440-2475.

González, S., M. Fernádez-Lorente and Y. Gilaberte-Calzada. 2008. The latest on skin photoprotection. Clinics in Dermatology.26(6): 614-626.

Kleessen, B., and M. Blaut. 2005. Modulation of gut mucosal biofilms. The British Journal of Nutrition, 93, S35-S40.

Kulling, S. E. and H. M. Rawel. 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) - A review on the characteristic components and potential health effects. Planta Medica 74:1625-1634.

Kuroda, M., Y. Mimaki and T. Nishiyama. 2005. Hypoglycemic effects of Turmeric (*Curcuma longa* L. Rhizomes) on genetically diabetic KK-Ay mice. Biological and Phamaceutical Bulletin 28: 937-939.

Lebowitz, J., M. Teale and P. Schuck. 1998. Analytical band centrifugation of proteins and protein complexes. *Biochem. Soc. Transact.* 26: 745– 749.

Miroslav, S. 2014. Food Industry Waste Utilization: Utilizing Mango Seed for the Production of Mango Seed Kernel Oil. from http://www.qualifoodacademy.com/posts/18. access on 10 June 2014.

Nistor Baldea, L. A., L. C. Martineau, A. Benhaddou-Andaloussi, J. T. Arnason, E. Levy, and P. S. Haddad. 2010. Inhibition of intestinal glucose absorption by anti-diabetic medicinal plants derived from the James Bay Cree traditional pharmacopeia. Journal of Ethnopharmacology 132: 473-482.

Nyman, M. 2002. Fermentation and bulking capacity of ingestible carbohydrates: the case of inulin and oligofructose. The British Journal of Nutrition, 87, S163-S168.

กรมวิชาการเกษตร

O'Brien, R. D. 2008. Capillary melting point. Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications 3rd Edition. CRC press, Taylor & Francis Group, Florida, USA. 680 p.

Pinent, M., A. Castell, I. Baiges, G. Montagut, and L. Arola. 2008. Bioactivity of flavonoids on insulin-secreting cells. Comprehensive Review Food Science and Food Safety 7: 299-308.

Puravankara, D., V. Bohgra, and R. S. Sharm. 2000. Effect of antioxidant principles isolated from mango (Mangifera indica L.) seeds kernels on oxidative stability of buffalo ghee (Butter-fat). J.Sci Food Agri. 80(4):522-526.

Roberfroid, M. B., J. A. B. Van Loo and Gibson, G. R. 1998. The bifidonenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. The Journal of Nutrition, 128(1), 11-19.

Tari, T. A. and R. S. Singhal. 2002. Starch based spherical aggregates: reconfirmation of the role of amylose on the stability of a model flavouring compound, vanillin. Carbohydrates Polymers 50: 279–282.

Van Loo, J. A. B., Y. Clune and J. K. Collins. 2005. The SYCAN projects: Goals, setups, first results and settings of the human intervention study. *The British Journal of Nutrition*, 93, S91-S98.

โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพให้แคลอรี่ต่ำ

ชุติมา อัศวเสถียร สุปรียา ศุขเกษม พัจนา สุภาสูรย์ ศักดิ์ชัย อาษาวัง และอกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์. 2553. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเครื่องดื่มวุ้นสับปะรดพร้อมดื่ม ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2553. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 399 หน้า.

ธานุวัฒน์ ลาภตันศุภผล ปฏิมา ทองขวัญ และ ศิริลักษณ์ สรงพรมทิพย์. 2556. การสกัดเพคตินจากเปลือกผักและผลไม้. ว. วิทย์. กษ. 44(2) (พิเศษ): 433-436.

Melton, L. D. and B. G. Smith. 2001. Determination of the uronic acid content of plant cell walls using a colorimetric assay, pp. E3.3.1-E3.3.4. In R. E. Wrolstad, T. E. Acree, H. An, E.A. Decker, M.H. Penner, D.S. Reid, S.J. Schwartz, C.F. Shoemaker, D.M. Smith and P. Sporns, eds. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Yamazaki, E., O. Kurita and Y. Matsumura. 2009. High viscosity of hydrocolloid from leaves of *Corchorus olitorius* L. Food Hydrocolloid. 23: 655-660.

แผนงานวิจัยย่อย วิจัยและพัฒนาสารสกัดจากธรรมชาติ

กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป. คำแนะนำที่ 120 เรื่องสีผสมอาหารจากธรรมชาติ. กลุ่มงานเคหกิจเกษตร กองพัฒนาการบริหารงานเกษตร. 22 หน้า.

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2536. กระบวนการแปรรูปอาหาร. สาขาวิชาอุตสาหกรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

กิติมา เหมวงษา. 2549. การพัฒนาการผลิตผงสีจากแครอตและการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 168 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร

คุ้มเกล้า ตุลาดิลก และพนิดา รัตนปิติกรณ์. 2551. น้ำกระเทียมดองชนิดผงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 36 ฉบับที่ 3(พิเศษ): 515-518.

จารุพันธ์ ทองแถม. 2526. สับปะรด และอุตสาหกรรมสับปะรดในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 48.

จิตตะวัน กุโบลา และคณะ. 2561. การผลิตเนื้อลูกตาลสุกผงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมทและการประยุกต์ใช้ในขนมไทย. วารสารการเกษตรราชภัฏ. 17(1): 17-26.

จิตรา สิงห์ทอง สุเวทย์ นิงสานนท์ และ Steve W. Cui. 2550. การศึกษาการสกัดองค์ประกอบและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของสารสกัดใบย่านาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล .2547. พริก : พืชน่าพิศวง. จ.นครปฐม งานเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืช ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.

ชุติมา อัศวเสถียร สุปรียา ศุขเกษม พัจนา สุภาสูรย์ ศักดิ์ชัย อาษาวัง และอกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์. 2553. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเครื่องดื่มวุ้นสับปะรดพร้อมดื่ม ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2553. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 399 หน้า.

ไชยภร เก็บเงิน, ลลิตา ศิริวัฒนานนท์ และ อินทิรา ลิจันทร์พร. 2562. ผลของสารก่อโฟมต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำซาวข้าวไรซ์เบอรี่ชงพร้อมดื่มสำเร็จรูป, น. 673-682. *ใน* การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20.

ทนง ภัครัชพันธุ์ และ อรวินท์ วงศ์มีเกรียรติ. 2530. กระบวนการตกตะกอนและความคงตัวของบรอมิเลน. ว.เกษตรศาสตร์(วิทย์.) 21: 289-294.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ

นิมิตพิสุทธิ์ ณรงคะชวนะ. 2530. การผลิตโบรมิเลนจากต้นสับปะรด. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

ประสงค์ ศิริวงศ์วิไลชาติ วิไลวรรณ อางนานนท์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2552. การพัฒนาสารสกัดจากเปลือกมังคุดเพื่อใช้ในการยืดอายุผลิตภัณฑ์อาหาร. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 69 หน้า.

พรพิมล เลี้ยงสุทธิสกนธ์. 2545. เยลลี่กระเจี๊ยบแดง, น. 52-55. ใน คู่มือการแปรรูปผักและผลไม้. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. ม.ป.ป.ข ไอศกรีม. สืบค้นจาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1139/ice-cream [14 มกราคม 2565].

พัชรินทร์ มีทรัพย์ และ สุวิชญา บัวชาติ. 2561. ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรต่อการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli*. ว.วิทย์.กษ. 49(2)(พิเศษ). 485-488.

มาลี วราหกิจ. 2521. การใช้ประโยชน์ของเศษเหลือจากขบวนการแปรรูปสับปะรด. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 23(6):44.

มโนวิช เรืองดิษฐ์ และ จันทรัตน์ จินดารัศมี. 2547. พริกใครว่าดีแต่เผ็ด. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 52 ฉบับที่ 164 มกราคม.

วรรณี มาวิมล. 2545. วิทยานิพนต์ เรื่องการพัฒนากรรมวิธีการผลิตมะนาวผงและการประเมินอายุการเก็บรักษา ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมวิชาการเกษตร

วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์ และประยูร เอ็นมาก. 2558. การศึกษาเทคโนโลยีการผลิต ฟรุกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ในน้ำผลไม้โดยเอนไซม์ฟรุกโตซิลทรานส์เฟอเรส, รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2558 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, 594-607.

เวณิกา เบ็ญจพงษ์ อาณดี นิติธรรมยง และ จักรกฤษณ์ สกลกิจติณภากุล. ม.ป.ป. สีสันในอาหาร. สืบค้นจาก: http://www.arda.or.th/ebook_flipbook.php?book_id=17 [11 กรกฎาคม 2562].

สนทยา โสสนุย. 2540. พริก capsicums และประโยชน์ของสาร capsaicin, โปรแกรมวิชา ชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

สมจิต สุรพัฒน์. 2540. ไอศกรีมและผลิตภัณฑ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมฤทัย จิตภักดีบดินทร์และคณะ (2549) การพัฒนาการสกัดเพคตินจากเปลือกมะนาวให้มีความบริสุทธิ์และปริมาณมากในเชิงพาณิชย์.

สมบัติ ตงเต๊า, ทวีศักดิ์ แสงอุดม และ ยุพิน กสินเกษมพงษ์. 2537. สรุปผลงานกรมวิชาการเกษตรปี 2534-2535. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการสับปะรด ครั้งที่ 1 โรงแรมไพน์พีช ระยอง.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2546. พริกเรื่องเผ็ดร้อนที่น่ารู้. ฉบับที่ 191. หน้าที่ 45-54.

สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศฮ่องกง. ม.ป.ป. รายงานการตลาด: โอกาสของสินค้าสมุนไพรในฮ่องกง. สืบค้นจาก: https://www.ditp.go.th/contents_attach/160350/160350.pdf [11 พฤศจิกายน 2562]

สุพัฒน์ คำไทย กิตติกุล อุงคเนติวัติ และวีรบูรณ์ คิดเก่ง. 2554. การเติมสารสกัดจากผงเปลือกมังคุดในฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเพื่อควบคุมเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนส. ว.วิทย.กษ. 42:1 (พิเศษ): 583-583.

Angkana, T., W. Pornpen, J. Pacharaporn and M. Kasorn. 2008. Preparation and stability of butterfly pea color extract loaded in microparticles prepared by spray drying. Thai J. Pharm. Sci. 32: 59-69.

Aslani, A. and H. Jahangiri. 2013. Formulation, characterization and physicochemical evaluation of ranitidine effervescent tablets. Adv Pharm Bull. 3(2):315-22.

Balakrishnan, V., A. Hareendran and C. Nair. 1981. Double-blind cross-over trial of an enzyme preparation in pancreatic steatorrhoea J. Assoc. Phys. 29:207-209.

Coelho, D. f., E. Silveira, , Jr. A. Pessoa and B. N. Tambourgi. 2013. Bromelain purification through unconventional aqueous two-phase system (PEg/ammonium sulphate). *Bioprocess Biosyst. Eng.* 36: 185-192.

Cisneros- Pineda O., L. W.Torres- Tapia, L. C. Gutie´rrez- Pacheco, F. Contreras- Martin, T. Gonzalez- Estrada and S. R. Peraza-Sa´nchez. 2007. Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico. Food Chemistry 104: 1755–1760.

Dennis, D. M. 1998. Food Chemistry A Laboratory Manual. John Wiley & Sons Inc. USA.

Devakate, R. V., V. V.Patil, S. S. Waje and B. N. Thora. 2009. Purification and drying of bromelain. Separation and Purification Technology 64: 259–264.

Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry,* 28, 350-356.

กรมวิชาการเกษตร

Ghita, M. A., C. Caruntu, A. E.Rosca, A. Caruntu, L. Moraru, C. Constantin, M. Neagu and D. Boda. 2017. Real-Time Investigation of Skin Blood Flow Changes Induced by Topical Capsaicin. Acta Dermatovenerol Croat 2017; 25(3) :223-227.

Giusti, M.M. and R. E. Wrolstad. 2005. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. p. 19-31. In: Handbook of Food Analytical Chemistry. Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey.

Gothoskar, A. and S. Kshirsagar. 2004. A Review of Patents On Effervescent Granules. Pharmaceutical Reviews.

Guadarrama-Lezama, A., L. D. Y,Alvarez, M. E. Jaramillo-Flores, C. P. Alonso, K. Niranjan, G. F. Gutierrez-Lopeza and L. Alamilla-Beltran. 2012. Preparation and characterization of non-aqueous extracts from Chilis (*Capsicumannuum L.*) and their microencapsulates obtained by spray-drying. Journal of Food Engineering 112 (2012) 29–37.

Gudeva, L. K., S. Mitrev, V. Maksimova and D. Spasov. 2013. Content of capsaicin extracted from hot pepper (Capsicum annuum ssp. microcarpum L.) and its use as an ecopesticide. Hem. ind. 67 (4): 671–675.

Hardeep, S. G., S. Abhishek and S. Narpinder. 2002. Effect of Hydrocolloids, storage temperature, and duration on the consistency of tomato ketchup. International Journal of Food Properties, 5(1), 179–191.

Hale, L.P. 2004. Proteolytic activity and immunogenicity of oral bromelain within the gastrointestinal tract of mice. Int Immunopharmacol. 4(2):255-64.

Hikisz, P. and J. Bernasinska-Slomczewska. 2021. Beneficial Properties of Bromelain. Nutrients. 13(12):4313.

Ketnawa, S., P. Chaiwut, and S. Rawdkuen. 2011 Aqueous Two-phase Extraction of Bromelain from Pineapple Peels (‘Phu Lae’ cultv.) and Its Biochemical Properties. Food Sci. Biotechnol. 20(5): 1219-1226.

Loh, S. K., Y. B. Che Man, C. P. Tan, A. Osman and N. S. A. Hamid. 2005. Process optimization of encapsulated pandan (Pandanus amaryllifolius) powder using spray-drying method. J. Sci Food Agric. 85: 1999-2004.

Melton, L. D. and B. G. Smith. 2001. Determination of the uronic acid content of plant cell walls using a colorimetric assay, pp. E3.3.1-E3.3.4. In R. E. Wrolstad, T. E. Acree, H. An, E.A. Decker, M.H. Penner, D.S. Reid, S.J. Schwartz, C.F. Shoemaker, D.M. Smith and P. Sporns, eds. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Morgan, Jr., A. I., R. P. Graham, L. F. Ginnette and G. S. Williams. 1961. Recent developments in foam-mat drying. Food Technology. 15(4): 37-39.

Murachi, T. and H. Neurath. 1960. Fraction and specify studied on stem bromelain. J. Biol Chem. 235: 99-107.

กรมวิทยาศาสตร์

Ramli, A. N., T. N. Aznan and R. M. Illias. 2017. Bromelain: from production to commercialisation. J Sci Food Agric. 97(5):1386-1395.

Rao, J. and D. J. McClements. 2014. Impact of Lemon Oil composition on formation and stability of model food and beverage emulsion Food Chemistry 134. 749-757.

Rattana, S., U. Phadungkit and B. Cushine. 2010. Phytochemical screening, Flavonoid content and Antioxidant Activity of Tiliacora Triandra leaf extracts. The 2nd Annual International Conference of Northeast Pharmacy Research.

Ratti, C. 2009. Advances in Food Dehydration. CRC Press, New York.

Reyes- Escogido, M. L., E. G. Gonzalez- Mondragon and E. Vazquez- Tzompantzi. 2011. Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin. Molecules 16: 1253-1270.

Santisopasri, V., K. Kanjana, B. Opas and S. Klanarong. 1996. Influence of Water Stress During Growth to Quality and Physiochemical Properties of Cassava Starch. The 37th Kasetsart University Annual Conference: 154-161.

Shahidi, F. and M. Naczk. 2004. Phenolics in food and nutraceuticals. CRC Press, New York.

Tan, S.L. and R. Sulaiman. 2019. Color and rehydration characteristics of natural red colorant of foam mat dried Hibiscus sabdariffa L. powder. International Journal of Fruit Science. [online: https://www.tandfonline.com /loi/wsfr20.]

Taussig, S. J., M. M. Yokoyama and A. Chinen. 1975. Bromelain: a proteolytic enzyme and its clinical application: a review. Hiroshima Journal of Medical Sciences. 24(2-3):185–193.

Thayne, A. M. and W. L. Kenney. 2003. Age-Specific Skin Blood Flow Responses to Acute Capsaicin. Journal of Gerontology: BIOLOGICAL SCIENCES. Vol. 58A, No. 4, 304–310.

Tsakama, M., A. M. Mwangwela., T. A. Manani and N. M. Mahungu. 2010. Physicochemical and pasting properties of starch extracted from eleven sweetpotato varieties. African Journal of Food Science and Technology. 1(4):90-98.

Valles, D., S. Furtado and A. M. B. Cantera. 2007.. *Enzyme and Microbial Tech*. 40(3): 409-416.

Wang, X., Q. Chen and X. Lu. 2014. Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water Journal of Food Hydrocolloids. 38, 129-137.

Zimmer, A. R., B. Leonardi, D. Mirona, E. Schapovala, J. R. Oliveirac and G. Gosmanna. 2012. Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Capsicum baccatum*: From traditional use to scientific approach. Journal of Ethnopharmacology 139: 228–233.

แผนงานวิจัยย่อย วิจัยและพัฒนาการขยายผลผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเชิงพาณิชย์

วิไลศรี ลิมปพยอม วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร และอกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์. 2562. การผลิตมะนาวผง น้ำมันหอมระเหย และเพคตินจากมะนาวในรูปไมโคร-นาโนแคปซูล, น. 320-335. *ใน* รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2562 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร.

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

กรมวิทยาศาสตร์

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

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2555. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ทาบำรุงผิว มอก. 478-2555. กระทรวงอุตสาหกรรมม กรุงเทพฯ. 7 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2561. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ไซรับจากพืช. มผช.1500/2561. กระทรวงอุตสาหกรรมม กรุงเทพฯ. 9 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2561. มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมสมุนไพร. มอก. เอส 15-2561. กระทรวงอุตสาหกรรมม กรุงเทพฯ. 15 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2561. มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส สบู่ก้อนผสมสมุนไพร. มอก. เอส 13-2561. กระทรวงอุตสาหกรรมม กรุงเทพฯ. 16 หน้า.

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

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

Park, H., B. Y. Sin, and H. P. Kim. 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.

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.

กรมวิชาการเกษตร