รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน

Development of Health Tea Product from Riceberry and Mulberry Leaf

ภาราดร งามดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณสนับสนุนการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน

Development of Health Tea Product from Riceberry and Mulberry Leaf

ภาราดร งามดี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณสนับสนุนการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี และสถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ได้มอบทุนวิจัย ซึ่งช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ตามเป้าประสงค์ และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย ซึ่งช่วยให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ภาราดร งามดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมชาเขียวใบหม่อน โดยศึกษาอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อชาเขียวใบหม่อนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 50:50, 60:40, 70:30 และ 80:20 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ชามีโทนสีเปลี่ยนไปทางโทนสีแดงมากขึ้นตามอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสี a* เพิ่มขึ้นตามลำดับจาก 5.1 ในชาสูตร 50:50 จนถึง 9.6 ในชาสูตร 80:20 เช่นเดียวกับปริมาณแอนโทไซยานินในผลิตภัณฑ์ชาที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณชาข้าวไรซ์เบอร์รี่เนื่องจากมีเพียงข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีแอนโทไซยานิน การเพิ่มอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 10 มีผลทำให้ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพมีค่าสูงขึ้นร้อยละ 16-41 อย่างไรก็ตามฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์ชาผสมทั้ง 4 สูตรมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 87-91 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อรสชม กลิ่นรสโดยรวม และความรู้สึกหลังกลืนของชาที่มีสัดส่วนของชาข้าวร้อยละ 70 และ 80 สูงกว่าชาที่มีสัดส่วนของชาข้าวต่ำกว่า ผลจากการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อนที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคได้ในอนาคต

คำสำคัญ : ชาข้าว, ชาเขียวใบหม่อน, ข้าวไรซ์เบอร์รี่, ชาพร้อมดื่ม, ชาเพื่อสุขภาพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.5 สถานที่ดำเนินการ	3
1.6 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ชาข้าว	5
2.2 ข้าวสีดำ	6
2.3 ใบหม่อน	7
2.4 แอนโทไซยานิน	9

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	11
3.1 วัตถุดิบในการทำวิจัย	11
3.2 อุปกรณ์ในการผลิต	12
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์	13
3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	13
3.5 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ	14
3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลทางสถิติ	14
3.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย	14
บทที่ 4 ผลและการอภิปลายผล	18
4.1 ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อน	18
4.2 คุณภาพทางเคมีกายภาพและทางเคมีของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อน	18
4.3 ผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อน	22
4.4 คุณภาพทางเคมีกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์	22
4.5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	24
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	26
บรรณานุกรม	27

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
4.1	คุณภาพทางเคมีกายภาพของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ และน้ำชาจากการชงชาข้าวไรซ์เบอร์รี่	19
4.2	คุณภาพทางเคมีกายภาพของชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อนในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน	23
4.3	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ และใบหม่อนที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อนในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน	25

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการเตรียมชาข้าวไรซ์เบอร์รี่	13
3.2 ขั้นตอนการเตรียมชาเขียวใบหม่อน	16
4.1 ภาพถ่ายชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ก) และชาเขียวใบหม่อน (ข)	18
4.2 น้ำชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนในอัตราส่วน (ก) 50:50, (ข) 60:40, (ค) 70:30 และ (ง) 80:20	22

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศในช่วงปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2564 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) และนโยบายประเทศไทย 4.0 ซึ่งอุตสาหกรรมอาหารเป็นหนึ่งอุตสาหกรรมเป้าหมายที่มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนา ในการนี้จังหวัดลพบุรีถูกจัดอยู่ในกลุ่มภาคเหนือตอนบน 2 ซึ่งกำหนดให้มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเกษตรโดยการสร้างมูลค่าเพิ่มจากการผลิตอาหารปลอดภัยผลักดันให้เกิดการวิจัยเชิงบูรณาการ การผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารระดับพรีเมี่ยม การพัฒนาอาหารสำหรับผู้บริโภคเฉพาะกลุ่ม เช่น ผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อ เด็กอ่อน และผู้สูงวัย และ การสร้างผู้ประกอบการณ์เกิดใหม่เช่น SMEs และ MicroSMEs ประกอบกับพันธกิจของ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีได้ถูกกำหนดสถานะให้เป็นมหาวิทยาลัยเพื่อชุมชน วิจัยสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมให้มีคุณภาพเพื่อพัฒนาท้องถิ่น และสร้างความร่วมมือกับชุมชนทั้งในด้านการวิจัย และการบริการวิชาการ

เพื่อตอบสนองต่อนโยบายข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพระดับพรีเมี่ยมจากผลิตผลทางเกษตรกรของชุมชนในเขตพื้นที่รับผิดชอบของมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ซึ่งจากการประสานงานกับสำนักงานสภาเกษตรกรจังหวัดลพบุรี ทำให้ทราบว่ากลุ่มเกษตรกรในจังหวัดลพบุรีมี ความประสงค์ในการพัฒนาผลิตผลทางการการเกษตรของกลุ่มขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์นวัตกรรม เพื่อยกระดับเศรษฐกิจของชุมชน ซึ่งกลุ่มเกษตรกรดังกล่าวประกอบด้วยกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรทำนาผู้ผลิตและแปรรูปข้าวโคกเจริญ อำเภอโคกเจริญ และกลุ่มเกษตรกรศูนย์ข้าวชุมชน ตำบลชอนสมบูรณ์ อำเภอหนองม่วง และกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกหม่อน 1 กลุ่ม คือ กลุ่มเกษตรผู้ปลูกหม่อนอินทรีย์ ตำบลหนองผักแว่น อำเภอท่าหลวง ทั้งนี้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวมีความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตข้าวของชุมชม และกลุ่มเกษตรกรทั้งสองกลุ่มนี้เป็นผู้ผลิตข้าวไรซ์เบอร์รี่ ที่มีศักยภาพ และอยู่ระหว่างขั้นตอนการขอขึ้นทะเบียนเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีข้าวสีดำสายพันธุ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนที่อยู่ระหว่างการขอขึ้นทะเบียนเป็นข้าวสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (geographical indication, GI) ซึ่งข้าวชนิดนี้เป็นข้าวสีดำที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระชนิดแอนโทไซยานินปริมาณสูง ในขณะที่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนมี การผลิตชาใบหม่อนจากใบหม่อนอินทรีย์อยู่ในปัจจุบัน แต่มีความต้องการยกระดับผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า ด้วยเหตุนี้ วัตถุดิบทางการเกษตรจากกลุ่มเกษตรกรทั้ง 3 กลุ่ม จึงมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ศักยภาพ ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพระดับพรีเมี่ยมได้ อีกทั้งเครื่องดื่มประเภทชากำลังเป็นที่นิยมในหมู่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพทั่วโลก

ชาข้าว หมายถึง เครื่องดื่มประเภทชาที่มีส่วนประกอบของข้าวคั่ว ซึ่งอาจแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ฮอนไมชา ซึ่งเป็นชาข้าวคั่วของประเทศเกาหลีใต้ และ เก็นไมชาซึ่งเป็นชาข้าวคั่วผสมใบชาเขียวของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งชาข้าวของประเทศไทยกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น และมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาข้าวชนิดต่างๆ ขึ้นมา เช่น ชาข้าวงอก (ศศิธร แท่นทอง, 2553) ชาข้าวก่ำผสมชาเขียว (วอนสี ลอคำเฮือง และคณะ, 2556) และชาข้าวก่ำเพาะงอกพร้อมชง (สิริกร หนูสิงห์ และ คณะ, 2557) ซึ่งในจำนวนนี้ ชาข้าวก่ำ หรือข้าวที่มีสีดำ มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพที่เพิ่มขึ้นมาจากแอนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดปัจจัยในการเกิดโรค เช่น มะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือดได้ อีกทั้งยังช่วยบำรุงสายตา (Yousuf et al., 2016) ดังนั้นการดื่มชาข้าวสีดำที่มีแอนโทไซยานินจึงมีความเหมาะสมกับผู้ที่ต้องการรักษาสุขภาพในปัจจุบัน

ใบหม่อน (mulberry leaf) ถูกนำมาผลิตเป็นชาที่มีรสชาติดี มีองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็งได้ และมีสาระสำคัญคือ กาบา (γ-aminobutyric acid, GABA) ที่ช่วยลดความดันโลหิตได้ (อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ และคณะ, 2550) นอกจากนี้ยังช่วย ลดน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานและผู้มีความเสี่ยงต่อโรคเบาหวานได้ (อรัญญา ศรีบุศราคัม, 2557) จึงทำให้ชาใบหม่อนได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในฐานะชาเพื่อสุขภาพ และมีการผลิตเพื่อการส่งออกในปัจจุบัน (อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ และคณะ, 2550) ดังนั้นเมื่อนำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมกับชาใบหม่อนจึงเป็นการประสานคุณประโยชน์ต่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภคให้มากยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุผลข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาข้าวผสมชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน ซึ่งเป็นผลิตผลทางการเกษตรของ กลุ่มเกษตรในจังหวัดลพบุรี โดยการวิจัยประกอบด้วยการผลิตชาข้าวคั่วจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ และผลิตจากชาเขียวจากใบหม่อน และศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมทั้งสองชนิดเพื่อผลิตเป็นชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ และใบหม่อน และศึกษาคุณประโยชน์ต่อสุขภาพจากการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน

1.2.2 เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบกรรมวิธีการผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน

1.3.2 ทราบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพจากข้าไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนโดยใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เพาะปลูกโดยกลุ่มเกษตรกรทำนาผู้ผลิตและแปรรูปข้าวโคกเจริญ อำเภอโคกเจริญ และกลุ่มเกษตรกรศูนย์ข้าวชุมชนตำบลชอนสมบูรณ์ อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี

1.4.2 ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนโดยใช้ใบหม่อนอินทรีย์ที่เพาะปลูกโดยกลุ่มเกษตรผู้ปลูกหม่อนอินทรีย์ ตำบลหนองผักแว่น อำเภอท่าหลวง จังหวัดลพบุรี

1.5 สถานที่ดำเนินการ

1.5.1 ห้องปฏิบัติการแปรรูปสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี

1.5.2 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี

1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 ชาข้าว หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการแช่ข้าวคั่วในน้ำร้อนจนได้สารละลายที่มีกลิ่นหอมของข้าวคั่ว

1.6.2 ชาเขียวใบหม่อน หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้ใบชาเขียวที่ทำจากใบหม่อนสด นวดด้วยความร้อนให้ช้ำและสุก มีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์

1.6.3 ชาพร้อมดื่ม หมายถึง น้ำชาที่ชงสำเร็จบรรจุในบรรจุภัณฑ์พร้อมดื่มได้ทันที

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชาข้าว

ชาข้าว หมายถึง เครื่องดื่มประเภทชาที่ผลิตจากข้าว ซึ่งชาข้าวที่มีเอกลักษณ์ คือ ชาข้าวของประเทศญี่ปุ่น และชาข้าวของประเทศเกาหลีใต้ แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด

2.1.1 ชาข้าวฮอนไมชา (Hyeonmi-cha)

ชาข้าวฮอนไมชา คือ ชาข้าวของประเทศเกาหลี เป็นชาที่ผลิตจากข้าวกล้องคั่ว (Lim, 2012) โดยนิยมผลิตจากข้าวสายพันธุ์ญี่ปุ่น (japonica rice) ซึ่งวิธีการผลิตชาข้าวฮอนไมชาทำโดยการล้าง แช่ และคั่วเมล็ดข้าวบนกระทะ การชงชาทำโดยการแช่ข้าวที่คั่วแล้วในน้ำ 600 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 นาที แล้วจึงกรองเมล็ดข้าวออกก่อนดื่ม ซึ่งน้ำชาจะมีสีน้ำตาลอ่อน (Doopedia, 2017)

2.1.2 ชาข้าวฮอนไมนุกชา (Hyeonmi-nokcha)

ชาเขียวฮอนไมนุกชา คือ ชาข้าวผสมชาเขียว โดยมีส่วนผสมของชาเขียว nokcha และชาข้าวคั่ว (Hyeonmi-cha) โดยชาเขียวผลิตจากชาเขียว (jeungje-cha) ที่ผ่านการนึ่งใบชาแทนการคั่ว จากนั้นทำให้แห้ง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการชงชา ชาข้าวฮอนไมนุกชา เท่ากับ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการชงประมาณ 2 นาที (Jeong et al., 2012)

2.1.3 ชาข้าวเก็นไมชา (Genmaicha)

ชาข้าวเก็นไมชา คือ ชาข้าวของประเทศญี่ปุ่น เป็นชาที่มีส่วนผสมของชาเขียว และข้าวญี่ปุ่นคั่ว (Vittayaporn et at., 2010) น้ำตาลและแป้งจากข้าวช่วยให้ชาข้าวมีกลิ่นรสที่รู้สึกอบอุ่นคล้ายถั่ว จัดเป็นชาที่ดื่มง่ายและช่วยให้สบายท้อง (Wu, 2013) น้ำชาจากชาเก็นไมชา มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นอ่อนๆ ที่ผสมระหว่างกลิ่นพืชสดของชาเขียว และกลิ่นหอมของข้าวคั่ว การชงชาเขียวข้าวคั่ว ควรใช้อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส และควรแช่ชาในน้ำเป็นเวลา 3-5 นาที เพื่อให้ได้น้ำชาที่มีความเข้มข้นตามความต้องการ

สำหรับประเทศไทยมีการจำหน่ายชาข้าวทั้ง ชาข้าวเก็นไมชา และ ชาข้าวฮอนไมนุกชา อยู่ในปัจจุบัน ในขณะเดียวกันมีรายงานการพัฒนาชาข้าวชนิดต่างๆ จากข้าวไทย เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ และเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวไทย (Vittayaporn et al., 2010)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ศศิธร แท่นทอง (2553) ผลิตชาข้าวงอกจากข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. ข้าวเหนียวกล่ำม้ง และข้าวเจ้าพันธุ์หอมมะลิ ซึ่งพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้าน รส และสีของน้ำชาในระดับชอบมาก และให้คะแนนความชอบต่อกลิ่นของชาในระดับชอบมากที่สุด และมีความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก

วอนสี ลอคำเฮือง และคณะ (2556) พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาเขียวผสมข้าวก่ำชนิดชงละลาย โดยพบว่าอัตราส่วนชาเขียวต่อข้าวก่ำคั่วผงโดยน้ำหนัก เท่ากับ 60:40 เป็นอัตราส่วนที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

สิริการ หนูสิงห์ และคณะ (2557) พัฒนาชาข้าวก่ำเพาะงอกพร้อมชง โดยผลิตชาข้าวก่ำโดยการคั่วนาน 5 นาที และใช้การทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้มอลโทเด็กซ์ทริน (maltodextrin) เป็นสารช่วยทำแห้ง

Kwak (2010) พัฒนาชาข้าวกล้องของข้าวมีสีที่มีปริมาณ กาบา สูง โดยพบว่าการคั่วข้าวด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ชาที่มีสี กลิ่นรส และรสชาติที่ได้รับการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด

2.2 ข้าวสีดำ

ข้าวสีดำในประเทศไทยมีทั้งสายพันธุ์ที่เป็นข้าวเหนียว ซึ่งมักเรียกว่าข้าวก่ำ โดยมีชื่อแตกต่างกันไปตามแหล่งเพาะปลูก เช่น ข้าวก่ำเขาค้อ ข้าวก่ำดอยมูเซอ ข้าวก่ำดอยสะเก็ด ข้าวก่ำพะเยาแล้วข้าวเหนียวดำพิจิตร (Ngamdee et al., 2016) ซึ่งข้าวเหนียวดำมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าข้าวเจ้าสีดำ (ณัตฐาวุฒิ ฐิติปราโมทย์ และคณะ, 2555) ข้าวเจ้าสีดำสายพันธุ์ที่มีชื่อเสียงในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวหอมนิล และข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีชื่อเสียงมากที่สุดในปัจจุบัน และมีการเพาะปลูกในหลายๆ พื้นที่ของประเทศไทย โดยปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวสีดำของไทย ได้แก่ ข้าวเจ้าไรซ์เบอร์รี่ข้าวเจ้าหอมนิล แล้วข้าวเหนียวดำแสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวสีดำของไทย

ข้าว	ปริมาณแอนโทไซยานิน(มิลลิกรัม/กรัม)
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	2.1
ข้าวหอมนิล	3.8
ข้าวเหนียวดำ	4.6

ที่มา : สิริการ หนูสิงส์ และคณะ (2557)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2.2.1 คุณประโยชน์ต่อสุขภาพของข้าวสีดำ

เนื่องจากข้าวสีดำ ซึ่งรวมทั้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ และ ข้าวเหนียวดำ มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลักชนิดเดียวกันคือ แอนโทไซยานิน ดังนั้นข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวสีดำจึงมีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพด้วยคุณสมบัติที่คล้ายกัน โดยมีรายงานว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวสีดำมีฤทธิ์ในการป้องกัน และยับยั้งโรค และสาเหตุของโรคไม่ติดต่อที่ถูกกระตุ้นด้วยอนุมูลอิสระ ได้แก่

Guo et at. (2007) สารสกัดจากข้าวสีดำช่วยลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative stress) ในหนูทดลอง

Xia et al. (2006) พบว่าสารสกัดปริมาณแอนโทไซยานินสูงจากข้าวสีดำสามารถลดขนาดแผ่นพลาค (plaque) ในหลอดเลือดของหนูทดลอง ซึ่งช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดแข็งตัว และยังช่วยลดไขมันไตรกลีนเซอไรด์ (triglyceride) คลอเลสเตอรอล (cholesterol) และไขมันเอชดีเอลที่ไม่ใช่คลอเลสเตอรอล (non-HDL cholesterol) ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้

Hui et al. (2010) พบว่าสารสกัดจากข้าวเจ้าสีดำมีแนวโน้มป้องกันโรคมะเร็งเต้านมได้ โดยพบว่าสามารถลดอัตราการรอดชีวิตของเซลมะเร็งชนิดต่างๆ คือ MDA-7 , MDA-MB-231 และ MDA-MB-453 จากการทดลองในระดับเซลล์ นอกจากนี้ยังยับยั้งการโตของเนื้องอกและกระบวนการสร้างเส้นเลือดใหม่ (angiogenesis) ในหนูทดลองที่ถูกกระตุ้นให้เป็นมะเร็งได้

Hou et al. (2010) พบว่าสารสกัดจากข้าวสีดำช่วยลดการเสียหายของในตับหนูทดลองซึ่งเกิดจากพิษของเอทานอล

Tananuwong and Tewaruth (2010) พบว่าเมื่อผสมสารสกัดแอนโทไซยานินจากข้าวสีดำในปริมาณ 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในมายองเนสสามารถช่วยให้ลดอัตราการเหม็นหืนของมายองเนสลดลงได้เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามมายองเนสที่มีสารสกัดปริมาณแอนโทไซยานินสูงมีสีที่เปลี่ยนไปตามเวลาการเก็บรักษา

Sangkitikomol et al. (2010) พบว่าสารสกัดจากข้าวสีดำจากประเทศไทยสามารถลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและช่วยลดปริมาณไขมันเลว LDL ออกจากพื้นผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ได้ ส่งผลให้ร่างกายสามารถรักษาสมดุลของไขมันได้

Apichai et al. (2012) พบว่ารำของข้าวสีดำพันธุ์ข้าวก่ำดอยสะเก็ด (*Oryza sativa L.* cv. Kum Doi Saket) ของประเทศไทยสามารถลดการเกิดโรคเบาหวานในหนูทดลองได้

2.3 ใบหม่อน

ใบหม่อน (Morus alba Linn) เป็นพืชที่ปลูกมากในประเทศไทย ใบหม่อนสามารถใช้เป็นชาที่มีรสชาติเฉพาะตัว มีรสฝาดน้อยกว่าชาที่ทำจากใบชาอื่นๆ มีสมบัติในการลดความดันโลหิตนอกจากนี้ยังพบสารไฟโตสเตอรอล (phytosterol) ที่มีฤทธิ์ลดระดับคอเลสเตอรอล และ ลดระดับน้ำตาลใน

เลือดของผู้ป่วยเบาหวาน และผู้ที่มีความเสี่ยงเป็นเบาหวานได้โดยไม่พบผลข้างเคียงที่เป็นอันตราย และมีผลลดน้ำตาลในเลือดของคนปกติได้เช่นกัน โดยไม่เกิดอาการข้างเคียงที่อัตราย (อรัญญา ศรีบุศราคัม, 2557)

2.3.1 สารประกอบฟีนอลิกในใบหม่อน

สารประกอบฟีนอลิก (polyphenolic compouds) ในใบหม่อนประกอบด้วยสารในกลุ่มฟลาวานอยด์ (7lavonoids) ฟลาวานอยด์ (7lavonoids) ฟลาโวนอลไกลโคไซด์ (flavonol glycosides) และลูโคแอนโทไซยานิน (leucoanthocyanins) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในใบหม่อน (Sanchez-Salcedo et al., 2015) โดยการศึกษาของ รัตติยา สำราญกุล (2544) พบว่าใบหม่อนพันธุ์นครราชสีมา 60 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในใบหม่อนที่มีอายุต่างๆ กันดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในใบหม่อนพันธุ์นครราชสีมา 60 ที่มีอายุต่างๆกัน

ใบหม่อน	**ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม/100 กรัม โดยน้ำหนักแห้ง)**
ยอดใบ	4149.22 ± 64.34
ใบอ่อน	2018.47 ± 109.23
ใบแก่	2707.05 ± 132.36

ที่มา : รัตติยา สำราญกุล (2554)

นอกจากสารต้านอนุมูลอิสระแล้ว ในใบหม่อนยังมีสารชนิดอื่นที่มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น กาบา (γ-aminobutyric acid, GABA) และ DNJ (1-deoxynojirimycin) ซึ่งพบในปริมาณ 24 มิลลิกรัม/100 กรัม โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งกาบามีสมบัติในการลดความดันโลหิต (Chen et al., 1995) และพบสาร DNJ ในปริมาณ 4000 ppm (Kim et al., 2003) ซึ่งสารสารนี้มีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดได้

ในตำราสมุนไพรจีนมีการกล่าวถึงการใช้ใบหม่อน 30 กรัม ผสมกับดอกเก็กฮวย 10กรัม ต้มดื่มเพื่อบรรเทาอาการความดันโลหิตสูง หรือใช้ใบหม่อน 30กรัม คั่วแล้วเติมน้ำเดือดดื่มเป็นประจำ เหมือนน้ำชาเพื่อแก้อาการเหงื่อออกตอนหลับเป็นต้น (วิโรจน์ แก้วเรือง, 2541) ในปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตชาจากใบหม่อนมากขึ้น และสถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร ได้วิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์จากใบหม่อนในหลายรูปแบบ (สถาบันวิจัยหม่อนไหม, 2541)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

2.3.2 ชาใบหม่อน

ชาใบหม่อนอาจให้คำนิยามได้ตามคำนิยามของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) หมายเลข 30/2558 (มผช.2558) ซึ่งได้กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ชนิด ใบหม่อนแห้งชงดื่ม ที่มีความหมาย คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำใบของต้นหม่อน (*Morus alba* L.) ที่สดและอยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์และแหล่งพลังงานอื่น อาจบดเป็นผง อาจผสมส่วนผสมอื่นจากธรรมชาติเพื่อแต่งกลิ่น เช่น ดอกมะลิ ใบเตย ซึ่งจากคำนิยามนี้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาที่มีส่วนผสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนจึงสามารถทำได้

ชาจากใบหม่อน เป็นเครื่องดื่มบำรุงสุขภาพในประเทศญี่ปุ่น คนไทยใช้ใบหม่อนประกอบด้วยอาหาร ชาจีนใช้เป็นพืชสมุนไพร ใบหม่อนสามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชาได้ทั้งชาเขียว (ชาใบ) ปละชาฝรั่ง (ชาผง) การทำชาใบหม่อนทั้งสองแบบสามารถทำได้ในระดับครัวเรือน แต่ต้องให้ความสำคัญกับความชื้น ซึ่งสามารถทำได้โดยการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ก่อนเก็บในภาชนะที่ปิดมิดชิด ซึ่งการทำชาใบหม่อนเพื่อใช้เป็นเครื่องดื่มสามารถทำได้ในครัวเรือน (สวก., 2561)

2.4 แอนโทไซยานิน (anthocyanin)

2.4.1 สมบัติทางเคมีของแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานินจัดอยู่ในกลุ่มของสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยของสารประกอบฟีนอลิก เป็นสารอินทรีย์ที่เกิดจากกระบวนการเมทาบอลิซึมลำดับที่สอง (secondarymetabolite) ของพืชชั้นสูง จัดเป็นสารสี หรือรงค์วัตถุในพืช แอนโทไซยานินมีสารอนุพันธ์ที่หลากหลายขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ซึ่งในปัจจุบันพบอยู่ 6 กลุ่มหลักประกอบด้วย เพลาโกนิดิน (pelargonidin) ไซยานิดิน (cyaniding) พิโอนิดิน (peonidin) เดลฟินิดิน (delphinidin) พิทูนิดิน (petunidin) และมัลวิดิน (malvidin) นอกนี้สีของแอนโทไซยานินยังเปลี่ยนแปลวไปตามพีเอชของสารละลายอีกด้วย (Ananga et al., 2013)

อุณหภูมิมีผลอย่างมากต่อการเสื่อมสลายของแอนโทไซยานิน ส่งผลให้แอนโทไซยานินตกตะกอน ทำให้ความเข้มข้นของแอนโทไซยานินลดลง เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ แอนโทไซยานินมีครึ่งชีวิตมากกว่า 138 วันเมื่อยู่ในสารละลายที่มีพีเอชอยู่ในช่วง 0.9-3 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเป็น 98 องศาเซลเซียส ครึ่งชีวิตของแอนโทไซยานินในสารละลายที่มีพีเอชเท่ากับ 3.0 จะลดเหลือเพียง 2-4 ชั่วโมง (Cevallos-Casals and Cisneros-Zevallos, 2004)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2.4.2 คุณประโยชน์ด้านสุขภาพของแอนโทไซยานิน

สารในกลุ่มแอนโทไซยานินได้รับความสนใจในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอาง เนื่องจาก แอนโทไซยานินมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจึงเชื่อว่าสามารถป้องกันโรคที่ถูกกระตุ้นด้วยอนุมูลอิสระ เช่น มะเร็งได้ และมีความเป็นพิษต่ำ มีผลงานวิจัยตีพิมพ์ที่แสดงคุณประโยชน์ต่อสุขภาพของแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งช่วยยืนยันว่าแอนโทไซยานินมีฤทธิ์ป้องกัน ยับยั้ง บรรเทา หรือ แม้แต่อาจช่วยรักษาโรคชนิดต่างๆ ได้ด้วยกลไกที่แตกต่างกัน (Kong et al., 2003)

แอนโทไซยานินช่วยลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นซึ่งเกิดจากโมเลกุลที่มีองค์ประกอบของออกซิเจนที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา (reactive oxygen species, ROS) ซึ่งถ้าร่างกายมีการผลิต ROS มากเกินความสามารถในการกำจัดออกนอกร่างกายได้ จะก่อให้เกิดความเสียหายในระดับเซลล์ เป็นต้นเหตุให้เกิดโรค เช่น การอักเสบ โรคระบบหัวใจ มะเร็ง และการเสื่อมโทรมของร่างกาย (Allen and Tresini, 2000)

การป้องกันโรคระบบหัวใจของแอนโทไซยานินอาจเกี่ยวข้องกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของแอนโทไซยานิน (Kamei et al., 1995) เนื่องจากสาเหตุหนึ่งของโรคหัวใจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไลโพโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (low-density lipoprotein, LDL) ทำให้เกิดแผ่นพลัาค (plaque) เกาะติดบนผนังหลอดเลือดแดงเป็นสาเหตุของหลอดเลือดแข็งตัว (atherosclerosis) และก่อให้เกิดโรคหัวใจ (cardiovascular diseases) ในที่สุด (Aviram et al., 2005; He and Giusti, 2010)

แอนโทไซยานิน มีฤทธิ์ต้านการอักเสบซึ่งก่อให้เกิดการเสียหายของเซลล์ ซึ่งเซลล์มะเร็งมักเกิดขึ้นจากบริเวณที่เกิดการอักเสบเนื่องจากเซลล์ที่อักเสบก่อให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการพัฒนาของเนื้องอก (tumor) สารพฤษเคมีที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจึงมีส่วนช่วยป้องกันการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ (neoplastic progression) และการเปลี่ยนเป็นเซลล์มะเร็งได้ (Coussens and Werb, 2002)

ฤทธิ์การต้านสารก่อมะเร็งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้แอนโทไซยานินเป็นที่สนใจศึกษาของนักวิจัยหลายกลุ่มและมีผลการทดลองระดับห้องทดลองยืนยันคุณสมบัตินี้ของแอนโทไซยานินสารสกัดปริมาณแอนโทไซยานินสูงจากพืชต่างๆ พิสูจน์ได้ว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งได้หลากหลายชนิด เช่น เซลล์มะเร็งในลำไส้ (carcinoma-derived HCT-15 cell) (Kamei et al., 1995) เซลล์มะเร็งในกระเพาะอาหาร (AGS cell) (Kamei et al., 1998) เซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ (colon cancer-derived HT-29) และ (Caco-2 cell) (Yi et al., 2005) ซึ่งคุณประโยชน์สูงสุดของแอนโทไซยานินในการจัดการกับโรคมะเร็งคือแนโทไซยานินมีความเป็นพิษต่ำ และมีความจำเพาะเจาะจงต่อเซลล์มะเร็งสูงซึ่งออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งโดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญของเซลล์ปกติ เช่น เซลล์ลำไส้ใหญ่ปกติ (NCM460 cell) (Jing et al., 2008) เป็นต้น

โรคอ้วน (obesity) เป็นผลมาจากการรวมตัวกันของเนื้อเยื่อไขมันที่มากเกินไปซึ่งเกิดจากการรับประทานอาหารและการใช้พลังงานของร่างกายที่ไม่สมดุลกัน ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับความผิดปกติในการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย ซึ่งพบว่าแอนโทไซยานินอาจช่วยผดุงให้เซลล์ไขมันทำงานเป็นปกติ จึงช่วยป้องกันอาการเผาผลาญพลังงานที่ผิดปกติและป้องกันโรคอ้วนได้ (Tsuda, 2008)

นอกจากนี้คุณประโยชน์ในการป้องกันโรคแล้ว แอนโทไซยานินยังมีคุณประโยชน์ในด้านอื่นอีก ได้แก่ การบำรุงสายตา จากการทดลองของ (Nakaishi et al., 2000) พบว่าแอนโทไซยานินช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของตาในการรับแสงในที่มืดได้ คุณสมบัติอีกด้สนหนึ่งของแอนโทไซยานินคือ การต้านแบคทีเรียโดย (Puupponen-Pimia et al., 2001) พบว่าสารสกัดจากผลเบอรี่ช่วยยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบที่เป็นแบคทีเรียก่อโรค Escherichia coli สายพันธุ์ CM 873 แต่ไม่ยับยั้ง *E. coli* ปกติ และแบคทีเรียแกรมบวกที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (probiotic bacteria) และลดจำนวนแบคทีเรีย *Salmonella enterica serovar Typhimurium* (Nohynek et al., 2006) ได้

จากรายงานข้างต้นแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในการใช้แอนโทไซยานินเป็นส่วนประกอบหรือใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตขนมหวานประเภทช็อกโกแลต เพื่อเพิ่มคุณประโยชน์ทางยาให้กับขนมหวานซึ่งรับประทานได้ง่าย และบ่อยครั้ง และจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคในวงกว้างและแอนโทไซยานินอาจไม่เป็นพิษเลยเมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกายในรูปของอาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบในการทำวิจัย

3.1.1 ปลายข้าวไรซ์เบอรี่ (กลุ่มเกษตรกรทำนาผู้ผลิตและแปรรูปข้าวโคกเจริญ อำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี)

3.1.2 ใบหม่อน (กลุ่มผู้ปลูกหม่อน ต.หนองผักแว่น อ.ท่าหลวง จ.ลพบุรี)

3.2 อุปกรณ์ในการผลิต

3.2.1 อุปกรณ์เครื่องครัว

3.2.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (precision balance; ยี่ห้อ Mettler Toledo, รุ่น OL202-L, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์)

3.2.3 ถังแก๊ส (ยี่ห้อ ปตท, ประเทศไทย)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.3.1.1 เครื่องวัดสีระบบ CIE L* a* b* (colorimeter; ยี่ห้อ Hunter Lab, รุ่น FlexZ2, ประเทศญี่ปุ่น)

3.3.1.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (water activity meter; ยี่ห้อ Aqua Lab, รุ่น 4TE, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.3.1.3 ชุดเครื่องแก้ว

3.3.1.4 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (analytical balance; ยี่ห้อ Mettle Toledo, รุ่น AL204, ประเทศสวิสเซอร์แลนด์)

3.3.1.5 ชุดอุปกรณ์เครื่องแก้ว

3.3.1.6 เครื่องวัดอุณหภูมิระบบอินฟราเรด (infrared thermometer; ยี่ห้อ ETEKCITY, รุ่น Lasergrip 1080, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.3.1.7 เครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (hand refractometer; ยี่ห้อ ATAGO, รุ่น 3840 PAL-α, ประเทศจีน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer; ยี่ห้อ HITACHI, รุ่น UH5300, ประเทศญี่ปุ่น)

3.3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.3.4.1 แบบสอบถาม

3.3.4.2 อุปกรณ์สำหรับการชิม

3.4 สารเคมี

3.4.1 โซเดียมอะซิเตต (sodium acetate; $CH_3COONa.3H_2O$; ยี่ห้อ Univar, ประเทศออสเตรีย)

3.4.2 โพแทสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride; KCl; ยี่ห้อ Univar, ประเทศออสเตรีย)

3.4.3 โฟลิน (Folin-Ciocalteu's reagent; ยี่ห้อ Loba chemie, ประเทศอินเดีย)

3.4.4 กรดแกลลิก (3,4,5-Trihydroxybenzoic acid: $C_6H_2(OH)_3COOH$; ยี่ห้อ Sigma-Aldrich , ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.4.5 เมทานอล (methanol; CH_3OH; ยี่ห้อ VS.HOUSE, ประเทศไทย)

3.4.6 โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate; Na_2CO_3; ยี่ห้อ Merck, ประเทศเยอรมนี)

3.4.7 ดีพีพีเอช (2,2-diphenyl 1,1-picrylhydrazyl; DPPH; ยี่ห้อ Sigma Aldrich, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลทางสถิติ

3.5.1 โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel 2013

3.5.2 โปรแกรมประมวลผลทางสถิติสำเร็จรูป SPSS version 20

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3.6 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.6.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน

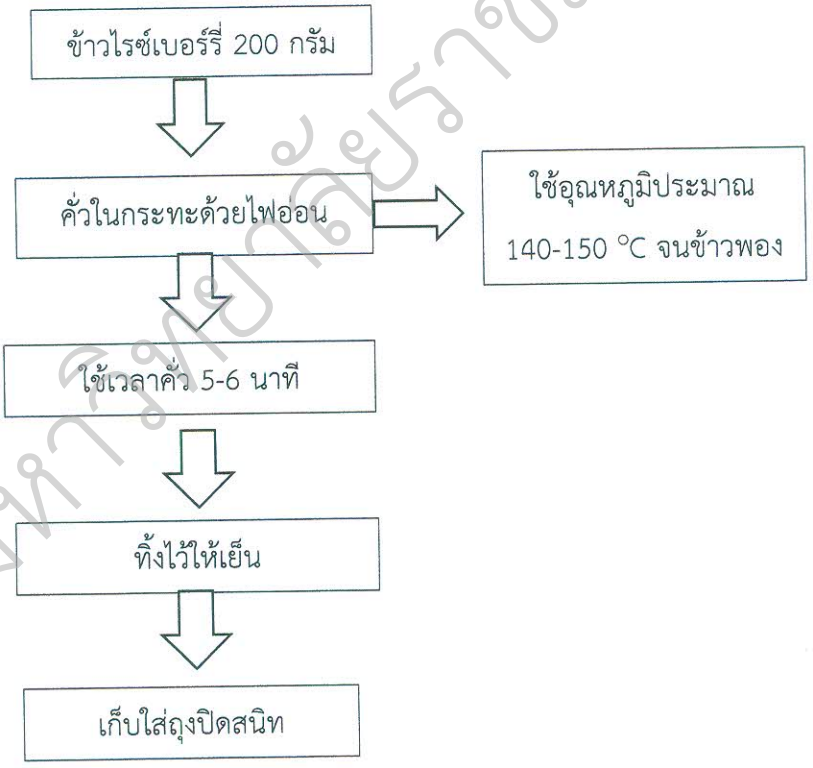
3.6.1.1 การศึกษาวิธีการเตรียมชาข้าวไรซ์เบอร์รี่

1) วัตถุดิบปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่

ตัวอย่างปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้จากข้าวที่ปลูกด้วยกลุ่มเกษตรกรทำนาผู้ผลิตและแปรรูปข้าวโคกเจริญ อำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี เตรียมตัวอย่างโดยการคัดแยกสิ่งปลอมปน เช่น เปลือกข้าว และกรวดออกจากตัวอย่างปลายข้าว เก็บรักษาเมล็ดข้าวในถุงสุญญากาศ เก็บในที่เย็นและไม่สัมผัสกับแสง

2) การเตรียมชาข้าวไรซ์เบอร์รี่

ชาข้าวสามารถเตรียมได้โดยการคั่วข้าวด้วยไฟอ่อนจนกระทั่งข้าวพองตัวและเกิดกลิ่นหอม (วอนสี ลอคำเฮือง และคณะ, 2556; สิริการ หนูสิงห์ และคณะ, 2557) ซึ่งการเตรียมชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ใช้วิธีการเตรียมตามคำอธิบายของ วอนสี ลอคำเฮือง และคณะ (2556) ดังรูปภาพที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมชาข้าวไรซ์เบอร์รี่

ที่มา วอนสี ลอคำเฮือง และคณะ (2556)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

3) การเตรียมชาพร้อมดื่มชาข้าวไรซ์เบอร์รี่

ชาพร้อมดื่มจากชาข้าวไรซ์เบอร์รี่เตรียมโดยนำข้าวไรซ์เบอร์รี่จำนวน 200 กรัม คั่วในกระทะด้วยไฟอ่อน จนกระทั่งเมล็ดข้าวพองตัว และเกิดกลิ่นหอม ซึ่งใช้เวลาคั่วประมาณ 5-6 นาที เทน้ำร้อนลงไปทิ้งไว้ 5 นาที และกรองเอากากออก จากนั้นนำมาบรรจุลงขวด (ดัดแปลง วอนสี ลอคำเฮือง และคณะ, 2556)

มีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และการประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ มีดังนี้

3.6.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์

ชาพร้อมดื่มชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ ชาพร้อมดื่มชาเขียวใบหม่อน และชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน ถูกนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ ดังนี้

1) การวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter lab (MiniScan XE Plus, Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA) โดยแสดงค่าสีในระบบ CIE L*, a* และ b*

2) การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (total soluble solid, TSS) ของน้ำชา โดยใช้เครื่องรีเฟล็กโตมิเตอร์ (refractometer) และแสดงค่า TSS ในหน่วยองศาบริกซ์ (°Brix)

3.6.1.3 การวิเคราะห์ทางเคมี

1) การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (determination of total phenolic content, TPC) สามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer; ยี่ห้อ HITACHI, รุ่น UH5300, ประเทศญี่ปุ่น) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteau reagent

2) การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (determination of total anthocyanin content, TAC) โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer; ยี่ห้อ HITACHI, รุ่น UH5300, ประเทศญี่ปุ่น) สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธี pH differential method

3) การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH) สามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer; ยี่ห้อ HITACHI, รุ่น UH5300, ประเทศญี่ปุ่น) โดยวิธีของ Leong and shui (2002)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

3.6.1.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนใช้การประเมินด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ซึ่งต้องเป็นผู้ที่เคยดื่มชาและไม่เป็นผู้ไม่ชื่นชอบการดื่มชา โดยทำการประเมินคุณลักษณะทั้งหมด 4 ด้าน คือ สี ความใส กลิ่นรสโดยรวม ความชอบโดยรวม โดยดัดแปลงจากงานวิจัยของ วอนสี ลอคำเฮียง และคณะ (2556) วิธีการประเมินทำโดยการเสริฟน้ำชาที่แช่เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในแก้วกระดาษสีขาว เพื่อให้ผู้ทดสอบชิมทำการชิม และแก้วน้ำอุณหภูมิห้องให้กับผู้ทดสอบชิมเพื่อปรับสภาพของช่องปากในระหว่างการชิมตัวอย่างที่ต่างกัน (ดัดแปลง วอนสี ลอคำเฮียง และคณะ, 2556)

3.6.1.5 ศึกษาการผลิตชาจากใบหม่อน

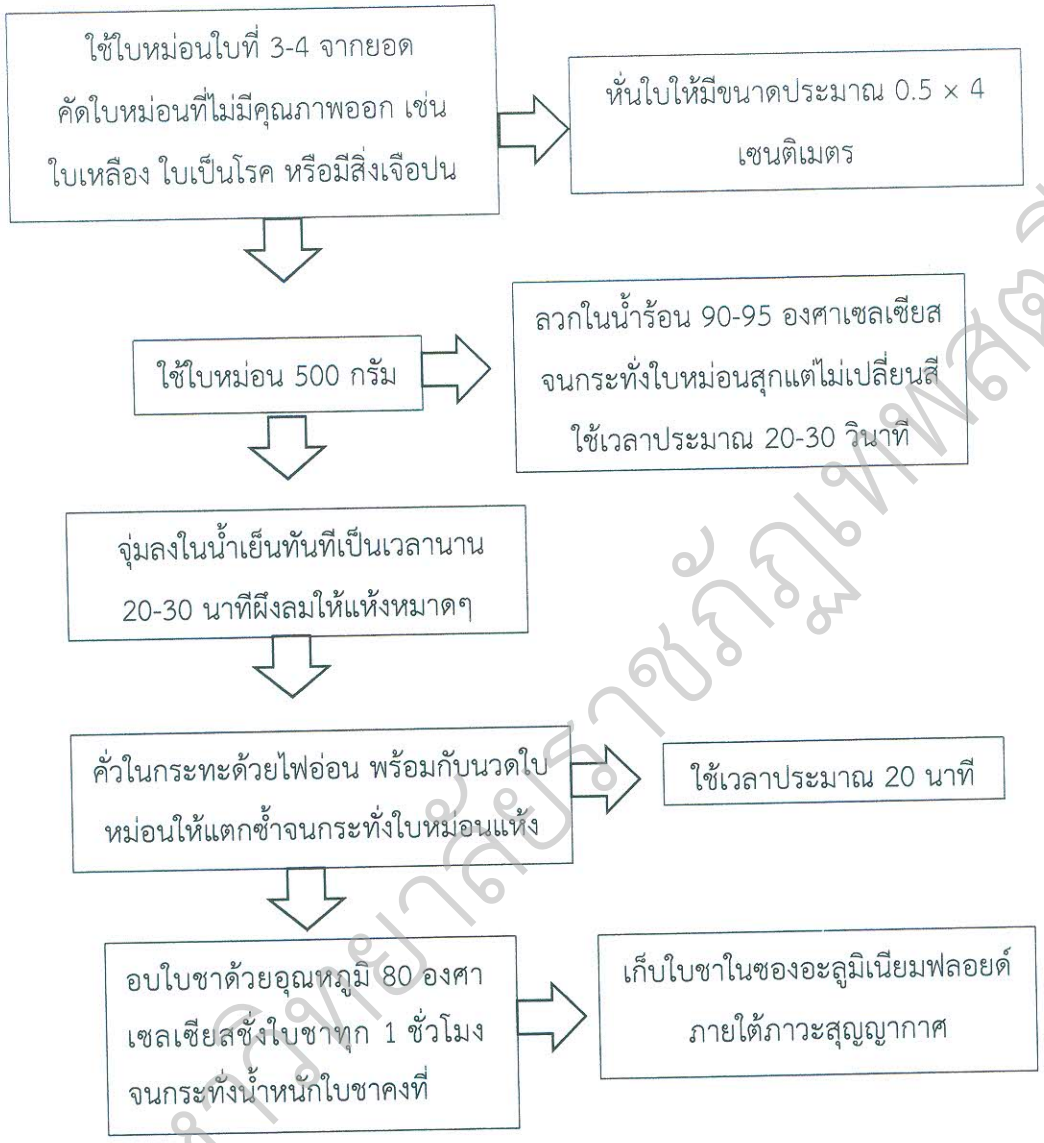
1) วัตถุดิบใบหม่อน

ในงานวิจัยนี้ใช้ใบหม่อนสดจากหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์โดยตรงจากกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนอินทรีย์ ตำบลหนองผักแว่น อำเภอท่าหลวง จังหวัดลพบุรี โดยใบหม่อนสดที่เก็บเกี่ยวในตอนเช้า ใบมีความสมบูรณ์ ทำความสะอาดใบโดยการล้างในน้ำสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งเจือปน เช่น ดิน ทราย และสิ่งสกปรกอื่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

2) การเตรียมชาเขียวใบหม่อน

การเตรียมชาเขียวใบหม่อนเตรียมได้ดังรูปภาพที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมชาเขียวใบหม่อน

ที่มา วิโรจ เรืองกิจ และคณะ, (2541)

3) การเตรียมชาพร้อมดื่มชาเขียวใบหม่อน

ชาพร้อมดื่มจากชาเขียวใบหม่อนเตรียมโดย ใช้ใบหม่อนใบที่ 3-4 จากยอดคัดใบหม่อนที่ไม่มีคุณภาพออก เช่น ใบเหลือง ใบเป็นโรค หรือมีสิ่งเจือปน ตัดก้านออก หั่นครึ่งใบหม่อนตามความยาวของใบ แล้วหั่นใบให้มีขนาดประมาณ 0.5 x 4 เซนติเมตร ใช้ใบหม่อน 500 กรัม ลวกใบในน้ำร้อน 90-95 องศาเซลเซียส จนกระทั่งใบหม่อนสุก แต่สีใบหม่อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ยังไม่เปลี่ยน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 20-30 วินาที จุ่มลงในน้ำเย็นทันทีเป็นเวลานาน 20-30 นาที ผึ่งลมให้แห้งหมาด ๆ คั่วในกระทะด้วยไฟอ่อน พร้อมกับนวดใบหม่อนให้แตกช้ำจนกระทั่งใบหม่อนแห้ง โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที อบใบชาด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ชั่งใบชาทุก 1 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำหนักใบชาคงที่และเทน้ำร้อนลงไปทิ้งไว้ 5 นาที และกรองเอากากออก จากนั้นน้ำมาบรรจุลงขวด (ดัดแปลง วิโรจ เรืองกิจ และคณะ, 2541)

มีการวิเคราะห์ดังหัวข้อต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพตามหัวข้อที่ 3.6.1.2
2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีตามหัวข้อที่ 3.6.1.3
3) การประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ตามหัวข้อที่ 3.6.1.4

3.6.1.6 การพัฒนาสูตรการเตรียมชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน

การพัฒนาสูตรชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน ดัดแปลงจากวิธีการของ (วอนสี ลอคำเฮือง และคณะ, 2556) ซึ่งศึกษาโดยการผสมชาพร้อมดื่มชาข้าวไรซ์เบอร์รี่กับชาพร้อมดื่มชาเขียวใบหม่อนในอัตราส่วนร้อยละโดยปริมาตรเท่ากับ 50:50, 60:40, 70:30 และ 80:20

มีการวิเคราะห์ดังหัวข้อต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพตามหัวข้อที่ 3.6.1.2
2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีตามหัวข้อที่ 3.6.1.3
3) การประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ตามหัวข้อที่ 3.6.1.4

3.6.2 การประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน

อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อน ใช้เป็นการบรรจุร้อนเก็บในอุณหภูมิห้องด้วยอุณหภูมิ 30-32 °C เก็บเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ โดยมีการวิเคราะห์ดังหัวข้อต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพตามหัวข้อที่ 3.6.1.2
2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีตามหัวข้อที่ 3.6.1.3
3) การประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ตามหัวข้อที่ 3.6.1.4

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อน

ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ดังแสดงในรูปที่ 4.1(ก) มีลักษณะเป็นข้าวเต็มเมล็ดที่ถูกคั่วจนมีกลิ่นหอมและเกิดการพองตัวของเมล็ดเล็กน้อย สำหรับชาเขียวใบหม่อนมีลักษณะเป็นเส้นยาวมีสีเขียวเข้มดังแสดงในรูปที่ 4.1(ข)

(ก) (ข)

รูปที่ 4.1 ภาพถ่ายชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ก) และชาเขียวใบหม่อน (ข)

4.2 คุณภาพทางเคมีกายภาพและทางเคมีของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อน

คุณภาพทางเคมีกายภาพและทางเคมีของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ ใบหม่อนสดและชาเขียวใบตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าค่าความชื้นของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่มีความมีค่าต่ำกว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่อย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับชาเขียวใบหม่อนที่มีค่าความชื้นต่ำกว่าใบหม่อนสดอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการผลิตชา เช่น การคั่วข้าว และการนวดชาบนกระทะที่ร้อน ทำให้เกิดการสูญเสียความชื้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ และน้ำชาจากการชงชาข้าวไรซ์เบอร์รี่

ตัวอย่าง	คุณภาพทางเคมีกายภาพ						
	ความชื้น (ร้อยละ)	a_w	ค่าสี			TAC (mg/100 g)	TPC (mg/100 g)
			L*	a*	b*		
ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่	12.3±0.2	0.47±0.12	50.6±2.4	8.3±1.0	14.4±1.0	1,404±21	2,751±44
ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่	9.1±0.2	0.42±0.03	33.3±1.1	5.1±0.3	5.8±0.9	541±9	739±27
ใบหม่อนสด	67±1.0	0.74±1.8	38.1±1.8	-8.1±1.0	14.7±3.2	*na*	2,443±27
ชาเขียวใบหม่อน	12±1.0	0.31±0.8	21.1±2.2	-11.7±2.0	24.8±7.9	*na*	977±46

na (not applicable) = ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ หรือตรวจไม่พบ

จากการวิเคราะห์ค่า a_w พบว่าชาข้าวไรซ์เบอร์รีมีค่า a_w ลดลงเล็กน้อยแต่มีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า a_w ของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ อย่างไรก็ตามทั้งสองตัวอย่างมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.5 จึงเกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ยาก (ยุทธนา พิมลศิริผล, 2561) ในขณะที่ใบหม่อนสดมีค่า a_w ที่สูงแต่เมื่อแปรรูปเป็นชาเขียวใบหม่อนส่งผลให้ค่า a_w ลดลงประมาณร้อยละ 43 และมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.4

ผลการวิเคราะห์ค่าสีพบว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีค่าสี L* ซึ่งแสดงถึงความสว่างสูงกว่าชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ เช่นเดียวกับใบหม่อนสดที่มีค่าสี L* สูงกว่าค่าของชาเขียวใบหม่อน แต่โดยรวมแล้วข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่และชาข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่าสี L* สูงกว่าใบหม่อนสดและชาเขียวใบหม่อนตามลำดับ สำหรับค่าสี a* ของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่และชาข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่าเป็นบวก แสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 ตัวอย่างมีสีอยู่ในโทนสีแดง ในขณะที่ใบหม่อนสดและชาเขียวใบหม่อนค่าสี a* ที่เป็นลบหรือมีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีสีอยู่ในโทนสีเขียวเข้ม ค่าสี b* ของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ และน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่มีต่ำ แสดงให้เห็นว่าค่าสี b* ไม่ใช่ค่าสีสำคัญของข้าวไรซ์เบอร์รี่และผลิตภัณฑ์ชาจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ในขณะที่ค่า b* ของใบหม่อนสด ชาเขียวใบหม่อน และน้ำชาเขียวใบหม่อนมีค่าอยู่ในช่วง 14.7-24.8 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์จากใบหม่อนมีสีอยู่ในโทนสีน้ำเงินเข้ม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในในผลิตภัณฑ์จากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนได้แก่ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (TAC) ปริมาณสารพอลิฟีนอลทั้งหมด (TPC) โดยที่ TAC ตรวจพบเฉพาะในผลิตภัณฑ์จากข้าวไรซ์เบอร์รี่เท่านั้น โดยพบว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีค่า TAC สูงที่สุด และมีค่าลดลงประมาณร้อยละ 61 เมื่อแปรรูปข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เป็นชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเมื่อเตรียมเป็นน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่พบว่าผลิตภัณฑ์มีค่า TAC ประมาณ 50 mg/100 g

ค่า TPC แสดงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระชนิดพอลิฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่าง โดยพบว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีค่า TPC สูงที่สุดและลดลงร้อยละ 73 ในชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ ในขณะที่ใบหม่อนสดมีปริมาณพอลิฟีนอลสูงที่สุดเท่ากับ 2,443 mg/100 g แต่มีปริมาณลดลงประมาณร้อยละ 33 เมื่อแปรรูปเป็นชาเขียวใบหม่อน

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.1 พบว่าค่าสี a* ที่มีค่าเป็นลบซึ่งแสดงถึงสีในโทนสีเขียวเป็นค่าสีสำคัญของใบหม่อน ชาเขียวใบหม่อน และน้ำชาเขียวใบหม่อนของชาเขียวใบหม่อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนกิจ ถาหมี และ พิไลรัก อินธิปัญญา (2559) ที่รายงานว่าใบหม่อนแห้งที่มีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 44.4, -6.3 และ 14.2 ตามลำดับ การแปรรูปใบหม่อนสดเป็นชาเขียวใบหม่อนพบว่าค่าสี a* มีค่าเป็นลบมากขึ้น เนื่องเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ (enzymatic browning) ซึ่งเซลล์ของใบหม่อนเกิดการเสียหายจากขั้นตอนการนวดเพื่อผลิตชาเขียวใบหม่อน (Innocenti et al., 2005) ทำให้ชาเขียวใบหม่อนมีสีเขียวมากกว่าใบหม่อนสดในขณะที่ค่าสีของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ และน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่ามีค่าสี L* a* และ b* เป็นค่าสีหลัก เนื่องจากเมล็ดข้าวและน้ำชาข้าวมีสีเข้มมากและมีสีอยู่ในโทนสีม่วงเข้ม

ค่า TAC ของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมชาเขียวใบหม่อนที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าอยู่ในช่วง 230-570 mg/L (ตารางที่ 4.1) ซึ่งสูงกว่างานวิจัยของ สิริการ หนูสิงห์ และคณะ (2557) ที่รายงานค่า TAC ในน้ำชาข้าวก่ำเพาะงอกที่ชงนาน 5 นาที โดยใช้อุณหภูมิต่างๆ กัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 30-59 mg/L ถึงแม้จะใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:3 โดยน้ำหนัก ซึ่งต่ำกว่าสัดส่วนที่ใช้ในการเตรียมชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ในงานวิจัยนี้ก็ตาม ซึ่งความแตกต่างของค่า TAC อาจเกิดได้จากขั้นตอนการเพาะงอกที่ทำให้สูญเสียแอนโทไซยานินจากการละลายน้ำเนื่องจากแอนโทไซยานินเป็นโมเลกุลที่ละลายน้ำได้ค่อนข้างดี Giusti and Wrolstad (2001) การแปรรูปข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เป็นชาข้าวไรซ์เบอร์รี่มีผลทำให้ค่า TAC ในชาข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากแอนโทไซยานินเป็นโมเลกุลที่สลายตัวได้ง่ายจากความร้อน (Loypimai et al., 2016) โดยพบว่าในชาข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณแอนโทไซยานินคงเหลือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ประมาณร้อยละ 38 ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Wu et al. (2013) ที่พบว่าชาข้าวที่เตรียมโดยการอบมีประมาณแอนโทไซยานินคงเหลือประมาณร้อยละ 28 อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ตรวจไม่พบแอนโทไซยานินในใบหม่อน ซึ่งต่างจากรายงานของ ธนกิจ ถาหมี และ พิไลรัก อินธิปัญญา (2559) ที่พบแอนโทไซยานินในใบหม่อนในปริมาณ 2.6 mg/100 g ทั้งนี้อาจเนื่องจากจากความแตกต่างกันของสายพันธ์หม่อนและกระบวนการวิเคราะห์ปริมาณสารพอลิฟีนอลในข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีการลดลงมากกว่าในใบหม่อน เนื่องจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีแอนโทไซยานินที่ไม่ทนต่อความร้อนเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีปริมาณ TPC ในชาข้าวไรซ์เบอร์รี่คิดเป็นร้อยละ 27 ของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ในขณะที่ชาเขียวใบหม่อนจามีปริมาณ TPC คงเหลือประมาณร้อยละ 40 ซึ่งสูงกว่าชาข้าวไรซ์ แต่ปริมาณ TPC ของเหลืองใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ที่พบว่ามีปริมาณ TPC คงเหลือหลังจากการอบด้วยความร้อน 110 องศาเซลเซียส ประมาณ 700 mg/100 g หรือคิดเป็นร้อยละ 38 ของปริมาณ TPC ในใบหม่อนสด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า TPC ในชาเขียวใบหม่อนจากงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยใบหม่อนอบแห้งมีปริมาณสารพอลิฟีนอลเท่ากับ 196 mg/100 g (Shen et al., 2559) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าผลการทดลองจากงานวิจัยนี้ ซึ่งอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น กระบวนการผลิต และอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใบหม่อนได้รับความร้อน

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าชาเขียวใบหม่อนมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ประมาณ 1.1 เท่า ซึ่งฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชาเขียวใบหม่อนมีค่าลดลงประมาณร้อยละ 16 หลังจากแปรรูปเป็นชาเขียว ในขณะที่ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีมีค่าลดลงมากกว่า โดยคิดเป็นประมาณร้อยละ 56 เมื่อแปรรูปเป็นชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้าวไรซ์เบอร์รี่แอนโทไซยานินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ ซึ่งแอนโทไซยานินไม่ทนต่อความร้อน ทำให้เกิดการสูญเสียไปในปริมาณมาก จากรายงานการวิจัยพบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของชาข้าวก่ำเพาะงอกจากรายงานของ สิริการ หนูสิงห์ และคณะ (2557) พบว่ามีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 4.7 mg/mL จากรายงานของ ธนกิจ ถาหมี และ พิไลรัก อินธิปัญญา (2559) พบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในใบหม่อนมีค่าเท่ากับ 102 mg/mL

4.3 ผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อน

ผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อนที่มีอัตราส่วนของชาใบหม่อนต่อชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่างกัน 4 ระดับ 50:50, 60:40, 70:30 และ 80:20 แสดงไว้ดังรูปที่ 4.2(ก) ถึงรูปที่ 4.2(ง) ตามลำดับ โดยชาพร้อมดื่มสัดส่วนร้อยละ 50:50 จะมีสีน้ำตาลเข้มเล็กน้อย และจะมีสีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงเข้มขึ้นเมื่อมีสัดส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่เพิ่มมากขึ้น

(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 4.2 น้ำชาเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนในอัตราส่วน (ก) 50:50, (ข) 60:40, (ค) 70:30 และ (ง) 80:20

4.4 คุณภาพทางเคมีกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อนมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสี a* อย่างมีนัยสำคัญตามอัตราส่วนของชาข้าวที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากค่า a* ที่เป็นบวกแสดงถึงค่าสีในโทนสีแดงซึ่งสอดคล้องกับสีของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.1 – 9.6 ดังแสดงในตารางที่ 4.2 สำหรับค่าสี b* ของชาทุกตัวอย่างมีค่าเป็นบวก ซึ่งแสดงถึงโทนสีน้ำตาล โดยค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มมีโน้มโน้มลดลงเมื่อมีปริมาณของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามค่าความสว่างของผลิตภัณชาพร้อมดื่มทุกตัวอย่างซึ่งแสดงด้วยค่าสี L* พบว่าอัตราส่วนชา 50:50 มีค่าสี L* สูงกว่าค่า L* ของผลิตภัณฑ์ชาที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ 60, 70 และ 80 ซึ่งมีค่าสี L* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ปริมาณแอนโทไซยานิน (TAC) ในผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพมีค่าเพิ่มขึ้นอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ เนื่องจากแอนโทไซยานินสามารถตรวจพบได้ในข้าวไรซ์เบอร์รี่แต่ไม่พบในใบหม่อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ซึ่งปริมาณแอนโทไซยานิน (ตารางที่ 2) ในผลิตภัณฑ์ชาข้าวมีค่าเพิ่มขึ้นคิดเป็นประมาณร้อยละ 35 ในทุกๆ ร้อยละ 10 ของปริมาณชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางเคมีกายภาพของชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อนในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

อัตราส่วน ชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ : ชาเขียวใบหม่อน	คุณภาพทางเคมีกายภาพ					
	ค่าสี			TAC	TPC	DPPH
	L*	a*	b*	(mg/100 g)	(mg/100 g)	(%)
100:0	47.1±0.3^{c}	8.1±1.2^{a}	9.5±0.6^{d}	49.5±1.6^{a}	24±6^{d}	82±2.6^{c}
0:100	56.9±2.8^{b}	-1.3±0.2^{e}	12.9±4.2^{c}	*nd*	42±2^{c}	91±3.2^{a}
50:50	63.3±1.1^{a}	5.1±0.3^{d}	55.8±0.9^{a}	23±1.7^{d}	34±4^{d}	87±4.1^{b}
60:40	49.2±5.8^{c}	7.4±1.5^{c}	52.5±6.6^{a}	31±1.2^{c}	48±8^{c}	86±2.4^{b}
70:30	46.3±2.3^{c}	8.4±1.2^{ab}	46.7±7.4^{b}	42±1.9^{b}	56±7^{b}	89±1.9^{ab}
80:20	51.2±2.7^{bc}	9.6±0.5^{a}	44.9±3.9^{b}	48±1.1^{a}	71±12^{a}	91±2.2^{a}

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวยกที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p>0.05), *nd* (not detected) = ตรวจไม่พบ, TAC = ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด, TPC = ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด, DPPH = ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH

ปริมาณสารฟีนอลิก (TPC) ของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพมีค่าลดลงเป็นลำดับอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่เนื่องจากชาข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่า TPC เท่ากับ 24 mg/100 g ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า TPC ของชาเขียวใบหม่อนที่มีค่าเท่ากับ 42.0 mg/100 g ถึงประมาณร้อยละ 75 คุณประโยชน์ด้านฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1-3 และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 91 ในผลิตภัณฑ์ชาที่มีอัตราส่วนชาทั้งสองชนิดร้อยละ 80:20

ผลการประเมินคุณภาพในตารางที่ 4.2 แสดงคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ชาผสมพร้อมดื่มของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ : ชาเขียวใบหม่อนในอัตราส่วน 50:50, 60:50, 70:30 และ 80:20 ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มอัตราส่วน 50:50 มีค่าสี L* สูงที่สุด ในขณะชาพร้อมดื่มที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่มากกว่า 50 มีค่าสี L* ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจาก

อัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มากขึ้น ส่งผลทำให้น้ำชาพร้อมดื่มมีสีเข้มข้น เนื่องจากน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสีม่วงดำ (ตารางที่ 1) ค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมชาเขียวใบหม่อนมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเป็นลำดับตามปริมาณของน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ เนื่องจากค่าสี a* เป็นค่าสีสำคัญของน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ ในขณะที่ค่าสี b* ซึ่งเป็นค่าสำคัญของน้ำชาเขียวใบหม่อนมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณของน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่

ปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำชาผสมชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมชาเขียวใบหม่อนมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเพียงประมาณร้อยละ 35 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรก่อนหน้า เช่น ชาผสมอัตราส่วน 60:40 มีค่า TAC สูงกว่าชาผสมอัตราส่วน 50:50 เท่ากับ 8 mg/100 g ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 35 ซึ่งสาเหตุที่ค่า TAC มีค่าเพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเนื่องมาจากในน้ำชาเขียวใบหม่อนไม่มีแอนโทไซยานิน อย่างไรก็ตาม ค่า TPC ในชาผสมอัตราส่วน 60:40, 70:30 และ 80:20 มีการเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นรูปแบบ โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 41, 23 และ 27 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า TAC ของชาผสมอัตราส่วน 50:50 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสลายตัวของแอทนโทไซยานินที่เด่นชัดขึ้นเมื่อมีปริมาณมากขึ้นในชาผสมอัตราส่วน 70:30 และ 80:20 โดยแอนโทไซยานินสลายตัวได้จากทั้งพีเอชและความร้อนจากการชงชาที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ซึ่งจากการที่ค่า TAC และ TPC เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตามสัดส่วนของน้ำชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของชาผสมทั้ง 3 สูตรมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเช่นกันจากสัดส่วนของแอนโทไซยานินในน้ำชาผสมมีมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแอนโทไซยานินบางส่วนสลายตัว และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของแอนโทไซยานินมีค่าลดลงในสภาวะแวดล้อมที่มีค่าพีเอชสูง เนื่องจากส่งผลต่อความสามารถในการให้โปรตรอนเพื่อกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ของแอนโทไซยานินมีแนวโน้มลดลง

4.5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ในอัตราส่วนร้อยละ 50, 60, 70 และ 80 มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 3 โดยผู้ชิมมีแนวโน้มชอบลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ชาในอัตราส่วน 50:50 และ 60:40 ที่ไม่แตกต่างกัน แต่มีคะแนนความชอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ชาในอัตราส่วน 70:30 และ 80:20 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ผู้ชิมมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบต่อความใสของผลิตภัณฑ์ 50:50 และ 60:40 สูงกว่า 70:30 และ 80:20 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ผลจากการประเมินพบว่าผู้ชิมมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านรสขม กลิ่นรสโดยรวม และความรู้สึกหลังกลืนของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 70 และ 80 สูงกว่าผลิตภัณฑ์ชาที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่น้อยกว่า ทั้งนี้ผู้ชิมให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อนเท่ากับ 70:30 และ 80:20 ในระดับชอบ แต่คะแนนที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบหม่อนที่มีอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อนในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	อัตราส่วนชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ : ชาเขียวใบหม่อน			
	50:50	60:40	70:30	80:20
สี	7.4 ± 0.9^{a}	7.5 ± 0.9^{a}	6.9 ± 0.9^{b}	6.3 ± 1.0^{b}
ความใส^{ns}	7.6±0.8	7.5±0.9	7.3±0.9	7.4±1.0
รสขม	4.0 ± 0.9^{b}	5.1 ± 0.8^{ab}	6.2 ± 0.4^{a}	6.5 ± 0.4^{a}
กลิ่นรสโดยรวม	4.2 ± 0.7^{b}	5.2 ± 0.9^{ab}	6.4 ± 0.8^{a}	6.9 ± 0.5^{a}
ความรู้สึกหลังกลืน	4.1 ± 0.8^{b}	4.0 ± 0.9^{b}	6.0 ± 0.8^{a}	6.1 ± 0.8^{a}
ความชอบโดยรวม	4.0 ± 0.9^{ab}	4.2 ± 0.9^{ab}	5.6 ± 1.0^{a}	5.4 ± 0.4^{a}

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความค่อนข้างชอบผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มชาข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อน อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สิริการ หนูสิงห์ และคณะ (2557) ที่พบว่าค่าคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติและความชอบโดยรวมมีค่าอยู่ในช่วง 4.6-5.2 เท่านั้น ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เฉยๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการไม่ปรุงแต่รสชาติด้วยส่วนผสมใดๆ จึงส่งผลให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิษณุโลก

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมชาเขียวใบหม่อน โดยศึกษาอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อชาเขียวใบหม่อนที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 50:50, 60:40, 70:30 และ 80:20 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ชามีโทนสีเปลี่ยนไปทางโทนสีแดงมากขึ้นตามอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสี a* เพิ่มขึ้นตามลำดับจาก 5.1 ในชาสูตร 50:50 จนถึง 9.6 ในชาสูตร 80:20 เช่นเดียวกับปริมาณแอนโทไซยานินในผลิตภัณฑ์ชาที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณชาข้าวไรซ์เบอร์รี่เนื่องจากมีเพียงข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีแอนโทไซยานิน การเพิ่มอัตราส่วนของชาข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 10 มีผลทำให้ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพมีค่าสูงขึ้นร้อยละ 16-41 อย่างไรก็ตามฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์ชาผสมทั้ง 4 สูตรมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 87-91 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อรสขม กลิ่นรสโดยรวม และความรู้สึกหลังกลืนของชาที่มีสัดส่วนของชาข้าวร้อยละ 70 และ 80 สูงกว่าชาที่มีสัดส่วนของชาข้าวต่ำกว่า ผลจากการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และชาเขียวใบหม่อนที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคได้ในอนาคต

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บรรณานุกรม

AOAC. (2005). Official methods of analysis (18th ed.). Arlington, VA, USA: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.

Allen, R. G. and Tresini, M. (2000). Oxidative stress and gene regulation. Free Radical Biology and Medicine, 28(3), 463-499.

Ananga, A., Georgiev, V., Ochieng, J., Phills, B. and Tsolova, V. (2013). Production of Anthocyanins in Grape Cell Cultures: A Potential Source Of Raw Material for Pharmaceutical, Food, and Cosmetic Industries. The Mediterranean Genetic Code- Grapevine and Olive. Intech.

Apichai, S., Pongchaidecha, A., Kaeapai, W., Jitprawet, N. and Lailerd, N. (2012). Beneficial effcts of Thai purple sticky rice supplement in streptozotocin induced diabetic rats. CMU. Journal of Natural science Special Issue on Agricultural & Natural Resources, 12(1), 371-381.

Aviram, M., Kaplan, M., Rosenblat, M. and Fuhrman, B. (2005). Dietary antioxidants and paraoxonases against LDL oxidation and atherosclerosis development. Handbook of Experimental Pharmacology, 170, 263-300.

BAM. (2001a). Chapter 3 "Aerobic Plate Count", in Bacteriological Analyical Manual. In U. S. F. A. D. Administration (Ed.).

Cevallos-Casals, B. V. A. and Cisneros-Zevallos, L. (2004). Stability of anthocyanin-based aqueous extracts of Andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natueal colorants. Food Chemistry, 86(1), 69-77.

Chen, F., Nakashima, N., Kimura, I., kimura, M., Asano, N., & Koya, S, (1995). Potentiating effects on Pilocarpine-induced saliva secretion, by extracts and N-containing sugars derived from mulberry leaves, in streptozocin-diabetic mice. Biol Pharm Bull, 18(12), 1676-1680.

Coussens, L. M. and Werb, Z. (2002). Indlammation and cancer. Nature, 420(6917), 860-867.

Doopedia. (2017). Hyonmi-cha. In: Doosan Corporation.

Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. In Current Protocols in Food Analytical Chemistry: John Wiley & Sons, Inc.

Guo, H., Ling, W., Wang, Q., Liu, C., Hu, y., Xia, M., Feng, X. and Xia, X. (2007). Effect of anthocyanin-rich extract from black rice (Oryza sativa L. indica) on hyperlipidemia and insulin resistance in fructose-fed rats. Plant Foods for Human Nutrition, 62(1), 1-6.

He, J. and Giusti, M. M. (2010). Anthocyanins: Natural Colorants with Health- Promoting Pro perties. Annual Review of Food Science and Technology, 1(1), 163-187.

Hou, Z., Qin, P. and Ren, G. (2010). Effect of Anthocyanin-Rich Extract from Black rice (Oryza sativa L. Japonica) on Chronically Alcohol-Induced Liver Damage in Rats. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(5), 3191-3196

Hui, C., Bin, Y., Xiaoping, Y., Long, Y., Chunye, c., Mantian, M. and Wenha, L. (2010). Anticancer Activities of an Anthocyanin-Rich Extract From Black Rice Against Breast Cancer Cells In Vitro and In Vivo. Nutrition and Cancer, 62(8), 1128-1136.

Jay, J. M. (1999). Modern Food Microbiology 5th: Chapman & Hall, New York.

Jeong, D. h., Yun, D. h. & Yi, Y. h. (2012). Cha saengheal munhwa Daejeon (in Korean). Seoul, Korea: Hongikjae.

Jing, P., Bomser, J. A. Schwartz, S. J., He, J., Magnuson, B. A. and Giusti, M. M. (2008). Structur Function relation relhe of anthocyanina from vaious anthocyanin rich extract on the inhibition of colon cancer cell growth. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 56(20), 9391-8.

Kamei, H., Hasegawa, Y., Koide, T., Kojima, T. and Hasegawa, M. (1998). Anti-tumor effect of methanol extracts from red and white wines. Cancer Biotherapy Radiopharmaceuticals, 13(6), 590-4.

Kamei, H., Kojima, T., Hasegawa, M., Koide, T., Umeda, T., Yukawa, T. and terabe, k. (1995). Suppressoion of tumor cell growth b anthocyanins in vitro. Cancer Investigation, 13(6), 590-4.

Kim, J. W., Kim, S. U., Lee, H. S., Kim, I., Ahn, M. Y., & Ryu, K. S. (2003). Determination of 1-deoxynojirimycin in Morus alba L. leaves by derivatization with 9-fluorenylmethyl chloroformate followed by reversed-phase high-performance liquid chromatography. Journal of Chromatography A, 1002(1), 93-99

Kwak, E. J. (2010). Development of brown colored rice tea with high GABA content. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 39(8).

Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F. and Brouillard, R. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanins. Phytochemistry, 64(5), 923-933.

Leong, L. P., & Shui, G. (2002). An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. Food Chemistry, 76(1), 69-75

Li, T., Yu, L. J., Li, M. t., & Li, W. (2007). Comparative studies on the qualities of green teas in Kars and non-Karst areas of Yichang, Hubei Province, PR China. Food Chemistry, 103(1), 71-74.

Lim, T. K. (2012). Edible medicinal and non-medicinal plants. Dordrecht, Netherlands: Springer.

Nakaishi, H., Matsumoto, H., Tominaga, S. and Hirayama, M. (2000). Effects of black current anthocyanoside intake on dark adaptation and VDT work- induced transient refractive alteration in healthy humans. Alternative Medical Review, 5(6), 553-62.

Ngamdee, P., Wichai, U., & Jiamyangyuen, S. (2016). Correlation between phytochemical and mineral contents and antioxidant activity of black glutinous rice bran, and its potential chemopreventive property. Food Technology and Biotechnology, 54(3), 282-289.

Nohynek, L. J., Alakomi, H. L., Kahkonen, M. P., Heinonen, M., Helander, I. M., Oksman-Caldentey, K. M. and puupponen-Pimia, R. H. (2006). Berry phenolics: antimicrobial properties and mechanisms of action against severe human pathogens. Nutrition and Cancer, 54(1), 18-32.

Puupponen-Pimia, R., Nohynek, L., Meier, C., Kahkonen, M., Heinonen, M., Hopia, A. and Oksman- Caldentey, K. M. (2001). Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. Journal of Applied Microbiology, 90(4), 494-507.

Sanchez-Salcedo, E. M., Mena, P., Garcia-Viguera, C., Hernandez, F., & Martinez, J. J. (2015). (Poly) phenolic compounds and antioxidant activity of white (Morus alba) and black (Morus nigra) Mulberry leaves: Their potential for new products rich in Phytochemicals. Journal of Functional Foods, 18, 1039-1046.

Shen, Y., Jin, L., Xiao, P., Lu, Y., & Bao, J. (2009). Total phenolics, Flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. Journal of Cereal Science, 49(1), 106-111.

Tanànuwong, k. and Tewaruth, W. (2010). Extraction and application of antioxidants from black glutinous rice. LWT-Food Science and Technology, 43(3), 476-481.

Tsuda, T. (2008). Regulation of adipocyte function by anthocyanins; possibility of preventing the metabolic syndrome. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(3), 642-6.

Vittayaporn, V., Chompreeda, P., Haruthaithanasan, V., & Rimkeeree, H. (2010). Preference mapping of Thai consumers for commercial green tea with roated brown rice. Kasetsart Journal (Natural Science), 44, 652-663.

Wu, W. (2013). Green Tea : Varieties, Production and Health Benefits. New York: Nova Science Publishers, Inc.

Xia, X., Ling, W., Ma, J., Xia, M., Hou, M., Wang, Q., Zhu, H. and Tang, Z. (2006). An anthocyanin- rich extract from black rice enhances atherosclerotic plaque stabilization in apolipoprotein E-deficient mice. The Journal Of Nutrition, 136(8), 2220-2225.

Yi, W., Fischer, J. and Akoh, C. C. (2005). Study of anticancer activities of Muscadine grape Phenolics in vitro. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(22), 8804-12.

Yousuf, B., Gul, K., Wani, A. A., & Singh, P. (2016). Health Benefits of Anthocyanins and Their Encapsulation for Potential Use in Food Systems: A Review. Crit Rev Food Sci Nutr, 56(13), 2223-2230.

D. L. McKay and J. B. Blumberg, "The role of tea in human health: an update," Journal of the American College of Nutrition, Vol. 21, No. 1, pp. 1-13, Jan. 2002.

L. Wu, M. Zhai, Y. Yao, C. Dong, S. Shuang and G. Ren, "Changes in nutrition constituents, anthocyanins, and volatile compounds during the processing of black rice tea," Food Science and Biotechnology, Vol. 22, No. 4, pp. 917-923, Aug. 2013.

B. Yousuf, K. Gul, A. A. Wani and P. Singh, "Health benefits of anthocyanins and their encapsulation for potential Use in food systems: a review," Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Vol. 56, No. 13, pp. 2223-2230. Oct. 2016.

A. Wanna, R. Singanusong, J. Wichaphon and W. Klangpetch, "Effect of extraction solvents on antioxidant and antibacterial activities of Riceberry bran extracts," Proceeding of The 17th Food Innovation Asia Conference 2015 (FIAC 2015), Thailand, June 18-19, 2015, pp. 423-428.

R. Mosallam, N. Younis, H. Farouk and O. Mosallam, "Effect of green tea and two mulberry leaf extracts on micro-tensile bond strength to dentin," Future Dental Journal, Vol. 4, No. 2, pp. 150-155, Dec. 2018.

T. Li, L. Yu, M. Li and W. Li, "Comparative studies on the qualities of green teas in Karst and non-Karst areas of Yichang, Hubei Province, PR China," Food Chemistry, Vol. 103, No. 1, pp. 71-74, Jan. 2007.

M. M. Giusti, and R. E. Wrolstad, Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy, In current protocols in food analytical chemistry, John Wiley & Sons, 2001.

Y. Shen, L. Jin, P. Xiao, Y. Lu and J. Bao, "Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight," Journal of Cereal Science, Vol. 49, No. 1, pp. 106-111, Jan. 2009.

L. P. Leong and G. Shui, "An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets," Food Chemistry, Vol. 76, No., 1, pp. 69-75, Jan. 2002.

E. D. Innocenti, L. Guidi, A. Paradossi and F. Tognoni, "Biochemical study of leaf browning in minimally processed leaves of lettuce (*Lactuca sativa* L. Var. Acephala)," Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 53, No. 26, pp. 9980-9984, Feb. 2005.

P. Loypimai, A. Moongngarm and P. Chottanom, "Thermal and pH degradation kinetics of anthocyanins in natural food colorant prepared from black rice bran,"

Journal of Food Science and Technology, Vol. 53, No. 1, pp. 461-470, Jan. 2016.

ธิดารัตน์ จันทร์ดอน. (2557). ชาเขียว (Green Tea) ดื่มอย่างไรให้ได้ประโยชน์. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
สืบค้นจาก : https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/185/ชาเขียว (Green Tea) ดื่มอย่างไรให้ได้ประโยชน์/

สวก. (2561). ชาใบหม่อน.สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.). สืบค้นจาก : http://www.arda.or.th/Kasetinfo/silk/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=85.

ศศิธร แท่นทอง, "ชาข้าวงอก," ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร, ปีที่ 12, ฉบับที่ 2, หน้า 7-14, 2553.

วอนสี ลอคำเฮือง, กันตภาส กังสุวรรณ และ นิรมล อุตมอ่าง, "การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาเขียวผสมข้าวก่ำชนิดชงละลาย," การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร), กรุงเทพฯ, กุมภาพันธ์ 2556, หน้า 455-463.

สิริการ หนูสิงห์, ปาจารีย์ มั่นดี และ บุศราภา ลีละวัฒน์, "การพัฒนาชาข้าวก่ำเพาะงอกพร้อมชง," วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 22, ฉบับที่ 3, หน้า 337-346, 2557.

อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ, Bruce R Harte, สุวัสสา พงษ์อำไพ และ สุภาภรณ์ ดั๊กกลาส. "เทคโนโลยีเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของชาเขียวใบหม่อน (เพื่อการส่งออก)," จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

อรัญญา ศรีบุศราคัม, ใบหม่อนกับโรคเบาหวาน, จุลสารข้อมูลสมุนไพร ฉบับที่ 32, สำนักงานข้อมูลสมุนไพรม 2557.

วิโรจน์ แก้วเรือง, กิตติชัย จันทคัต, สถาพร วงศ์เจริญวนกิจ, วสันต์ นุ้ยภิรมย์, ประยูร หาสาง และ ทิพรรณี เสนะวงศ์, "การทำชาจากใบหม่อน," สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร, 2541.

ยุทธนา พิมลศิริผล, เทคนิคการประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2561.

ธนกิจ ถาหมี และ พิไลรัก อินธิปัญญา, "การพัฒนาสูตรชาชงใบหม่อนผสมผลหมอ่นโดยใช้การทดลองออกแบบส่วนผสม," วารสารเกษตร, วารสารเกษตร, ปีที่ 32, ฉบับที่ 2, หน้า 235-245, 2559.

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา. (2559). พิมพ์เขียว Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่งคั่ง มั่นคง และยั่งยืน. กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา.

ณัตฐาวุฒิ ฐิติปราโมทย์, นิสากร แซ่วัน, ภาณุพงษ์ ใจวิฒิ, ปัญญาวัฒน์ ปินตาทอง, นนท์ ธิติเลิศเดชา, นัฏฐเนศวร์ ลับเลิศลบ และ อัษฎาวุธ หิรัญรัตน์. (2555). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของโปรแอนโทไซยานิดินและแอนโทไซยานินจากข้าวมีสี 4 ชนิด. ในการประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 2 (21-23 ธันวาคม). โรงแรม Swissotel Le Concorde, กรุงเทพมหานคร.

มผช. (2558). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน "ใบหม่อนแห้งชงดื่ม". สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

รัตติยา สำราญกุล. (2544). ปริมาณสารโพลีฟีนอลและฤทธิ์การต้านออกซิเดชั่นโดยรวมของใบหม่อนจากบาง แหล่งในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วอนสี ลอคำเฮือง, กันตภาส กังสุวรรณ และ นิรมล อุตมอ่าง. (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาเขียว ผสมข้าวก่ำชนิดชงละลาย.ในเรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วิโรจน์ แก้วเรือง, กิตติชัย จันทคัต, สถาพร วงศ์เจริญวนกิจ, วสันต์ นุ้ยภิรมย์, ประยูร หาสาง และ ทิพรรณี เสนะวงศ์. (2541). การทำชาจากใบหม่อน.สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร.

ศศิธร แท่นทอง. (2553). ชาข้าวงอก. ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร, 12(2), 7-14.

สถาบันวิจัยหม่อนไหม. (2541). การทำชาหม่อน. In กรมวิชาการเกษตร (Ed.): โรงพิมพ์ ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สิริการ หนูสิงห์, ปาจารีย์ มั่นดี และ บุศราภา ลีละ วัฒน์. (2557). การพัฒนาชาข้าวก่ำเพาะงอกพร้อมชง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 22(3), 337-346.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564). สำนักนายกรัฐมนตรี.

อรัญญา ศรีบุศราคัม. (2557). ใบหม่อนกับโรคเบาหวาน. ในจุลสารข้อมูลสมุนไพร, ฉบับที่ 32. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร.

อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ, Bruce R Harte, สุวัสสา พงษ์อำไพ และ สุภาภรณ์ ดั๊กกลาส. (2550). เทคโนโลยีเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของชาเขียวใบหม่อน (เพื่อการส่งออก) . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์