



MJU 2017 ANNUAL CONFERENCE

การประชุมวิชาการ
ประจำปี 2560
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายงาน

การประชุมวิชาการ
ประจำปี 2560

ภาคโปสเตอร์

7-8 ธันวาคม 2560

ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ISBN 978-616-8146-02-6

รายงาน

การประชุมวิชาการ ประจำปี 2560 ภาคโปสเตอร์

เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ : 978-616-8146-02-6

พิมพ์ครั้งที่ 1 : ธันวาคม 2560, จำนวน 50 เล่ม

ราคา : 1,500 บาท

ผู้เขียน : ผู้เสนอบทความทางวิชาการ ในการประชุมวิชาการ ประจำปี 2560
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณะกรรมการ : คณะกรรมการจัดประชุมวิชาการ (ฝ่ายวิชาการ) ประจำปี 2560
สาขาเกษตรศาสตร์: พืชศาสตร์
สาขาเกษตรศาสตร์: สัตวศาสตร์
สาขาเกษตรศาสตร์: ประมงและทรัพยากรทางน้ำ
สาขาเกษตรศาสตร์: ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สาขาวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
สาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์

จัดพิมพ์โดย : สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เลขที่ 63 หมู่ที่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50210

พิมพ์ที่ : หจก. ดีพรี้นท์ เลขที่ 397 หมู่ที่ 3 ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

คำนำ

รายงานการประชุมวิชาการฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการประชุมวิชาการ ประจำปี พ.ศ. 2560 ในวันที่ 7-8 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อเป็นเวทีในการนำเสนอความก้าวหน้าด้านการวิจัยในสาขาวิชาการต่างๆ ตลอดจนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความเคลื่อนไหวทางด้านวิชาการ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต เนื้อหาของรายงานการประชุมวิชาการในเอกสารฉบับนี้มีทั้งภาคโปสเตอร์ จำนวน 70 เรื่อง ประกอบด้วยสาขาเกษตรศาสตร์ (พืชศาสตร์ สัตวศาสตร์ ประมงและทรัพยากรทางน้ำ และทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร และสาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ขอขอบคุณนักวิจัย นักวิชาการ และผู้เข้าร่วมประชุมวิชาการในครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และคณะกรรมการฝ่ายวิชาการที่เสียสละเวลาในการตรวจผลงานวิชาการและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดจนคณะผู้จัดทำ และหน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานในครั้งนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารเล่มนี้คงจะเป็นประโยชน์ต่อวงการวิจัยของไทย และผู้สนใจทั่วไป



(รองศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ชำมสี)

ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร

ประธานคณะกรรมการดำเนินงาน

การประชุมวิชาการ ประจำปี 2560

สารบัญ

หน้า

ผลงานทางวิชาการภาคโปสเตอร์

สาขาเกษตรศาสตร์: พืชศาสตร์

1-83

ผลของวัสดุชำและสารชีวภาพต่อการเกิดรากในกิ่งชำเก็กฮวยอินทรีย์

อดิศักดิ์ การพึ่งตน ธนวัฒน์ รอดขาว..... 1

อิทธิพลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของเตยหอม

ภาวิณี อาริศรีสม นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์
กอบลาภ อาริศรีสม และรุ่งทิพย์ กาวารี..... 8

ผลของ BAP และ IAA ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยหอมทอง

จิระศักดิ์ วิชาสวัสดิ์ ประสาทพร กอวยชัย และปิยนุช จันทรัมย์พร..... 17

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากไซยาโนแบคทีเรีย *Oscillatoria* sp.

ในการยับยั้งเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก

ศิริโสภา อินชะ วรรณวงศ์ ฤมรัตน์ ชัชวาลย์
ฉันทนา ชูแสงทรัพย์ และจิรวินัยกานท์ อ่อนศรี..... 24

ผลของความเข้มข้นของสารแพคโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของต้นหนามแดง

รุ่งนภา ช่างเจรจา อภิญญา พึ่งเย็น และสันติ ช่างเจรจา..... 32

ผลของไทโอยูเรียต่อการแตกตาของมะกรูด

สันติ ช่างเจรจา ชนัญญู จะงาม และรุ่งนภา ช่างเจรจา..... 39

การพัฒนาเครื่องหมาย SCAR ด้วยเทคนิค Touchdown PCR เพื่อตรวจสอบลำไยลูกผสม

จันทร์เพ็ญ สาระ ฉันทนา วิชรรัตน์ อีรนุช เจริญกิจ
พาวัน มะโนชัย และแสงทอง พงษ์เจริญกิต..... 46

ความแตกต่างระหว่างเพศและตำแหน่งของใบต่อลักษณะและคุณภาพบางประการ

ของมะกิ้ง (*Hogdsonia heteroclita* spp. *heteroclita*)

อดิศักดิ์ จุ่มวงษ์ นารท นาคเฉลิม วินัย แสงแก้ว และบุญเลิศ อิทธิพลจันทร์..... 55

ฤทธิ์ต้านเชื้อราก่อโรคในข้าวของตะกอนที่แยกได้จากรากพามี่ (*Linostoma pauciflorum* Griff.)

ทวีสิน นาวารัตน์ และอมรรัตน์ ชุมทอง..... 61

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การศึกษาพันธุ์ขั้นต้นและการเปรียบเทียบผลผลิตของสายพันธุ์ข้าวเหนียวหอมจากข้าวเจ้าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และชัณนาท 80 ที่ได้จากวิธีผสมกลับโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก	
วราภรณ์ แสงทอง สุภารัตน์ สีนันชอุตม ทูเรียน ทาเจริญ สุภักตร์ ปัญญา อนุชิตา วงศ์ชื่น และศิริินภา อ้ายเสาร์.....	67
การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเจ้าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และชัณนาท 80 ให้เป็นข้าวเหนียวหอมด้วยวิธีผสมกลับโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก	
อนุชิตา วงศ์ชื่น วราภรณ์ แสงทอง ทูเรียน ทาเจริญ และศิริินภา อ้ายเสาร์.....	74
สาขาเกษตรศาสตร์: สัตวศาสตร์	85-108
การปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของไก่ไข่ในระยะช่วงท้ายของการเลี้ยง โดยการเสริมโปรไบโอติก พลังงานใช้ประโยชน์ได้ และการปรับสมดุลระดับกรดอะมิโนที่ย่อยได้	
เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ และนันทนา ช่วยช่วงค์.....	85
ผลของผงถ่านกัมมันต์จากกากกาแฟในอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิตไข่และคุณภาพไข่	
รชานนท์ ธนภัทรพงศ์ บัวเรียม มณีวรรณ ทองเลี่ยน บัวจุม อัจฉรา แก้วกล้า และจุฬากร ปานะถึก.....	90
องค์ประกอบทางเคมีของกากผลปาล์มน้ำมันและการนำไปใช้ในอาหารไก่พื้นเมือง	
สุรวิรัตน์ ถือแก้ว ทองเลี่ยน บัวจุม และบัวเรียม มณีวรรณ.....	96
ผลของการป้อนยาเม็ดจากสารสกัดใบพลูในสุกรตอนท้องร่วม	
กมลชนก จารลงศิริชัย ศัตรารุส เจริญประยูร วิศิษฐ์ เกตุปัญญางค์ และกุลิสรา มรบัณฑิต.....	101
สาขาเกษตรศาสตร์: ประมงและทรัพยากรทางน้ำ	109-121
ผลของการใช้อาร์โธรสไปราเป็นอาหารต่อการเจริญเติบโตและต้นทุนการอนุบาลลูกปลานิล	
จกมล พรหมยะ ปัญญาดี มณฑิราอาสน์ และชนกันต์ จิตมนัส.....	109
ความหลากหลายของไส้เดือนน้ำจืดในแหล่งน้ำอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ และจากร้านขายสัตว์เลี้ยงในภาคกลาง	
ประจวบ ฉายบุ สิริฉัตร สุนทรวิภาต สุทธิธี สมบูรณ์ชัย และน้ำเพชร ประกอบศิลป์.....	116

สารบัญ

หน้า

สาขาเกษตรศาสตร์: ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม	123-147
การศึกษารูปแบบการออกแบบภูมิทัศน์ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชเพื่อพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน รมย์ชลิรดา ดำวันดี มุจลินทร์ ผลจันทร์ และพิทักษ์พงศ์ แบ่งทิศ.....	123
การศึกษาการเจริญและการสลายตัวของแทนแดง ศิริวรรณ ชื่นบาล วิภาพร จารุณกุล ฐปน ชื่นบาล และปานวาด ศิลปวัฒนา.....	132
อัตราส่วนที่เหมาะสมของของเสียจากฟาร์มสุกรกับหญ้าเนเปียร์ หมักด้วยเชื้อ <i>Lactobacillus pantarump</i> 107 ในกระบวนการผลิตก๊าซมีเทน ฐปน ชื่นบาล ศิริวรรณ ชื่นบาล มยุรา ศรีกลียานุกูล รุ่งทิพย์ กาวารี และณัฐกิตติ์ คำปา.....	139
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	149-390
การแยกและศึกษาคุณสมบัติของแบคทีเรียโอเฟกที่จำเพาะต่อเชื้อก่อโรคปลา <i>Edwardsiella tarda</i> เพื่อใช้เป็นตัวควบคุมโรคทางชีวภาพ ปาริชาติ พุ่มขจร และพงศ์ศักดิ์ รัตนชัยกุลโสภณ.....	149
การคัดเลือกแบคทีเรียในลำไส้ปลวกที่สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ปิยะนุช เนียมทรัพย์ ญัฐชา อินทา ปานไพลิน ศรีวิยศ นลิน วงศ์ขัตติยะ และศรีกาญจนา คล้ายเรือง.....	157
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของโรคอีสุกอีใสเมื่อมีการฉีดวัคซีนป้องกันโรค อดิศักดิ์ เต็มเพชรหนอง และศรัณยา เฮงสวัสดิ์.....	165
ตัวแบบทางสถิติสำหรับจำนวนผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วงของจังหวัดสงขลาในปี พ.ศ. 2554-2558 ธีระพงศ์ คงเกื้อ ปิยธิดา บุญสนอง สายใจ เพชรคงทอง มูณี หะสา และอิสมาแอ มามะ.....	176
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และด้านการอักเสบของสารสกัดจากขี้เหล็ก วรรณิดา ชัยญาณะ กันต์กนิษฐ์ ยี่รงค์ กลวัชร เจริญกาญจน์ เฮลมัท เวียร์นสไตน์ และโมนิก้า มูลเลอร์.....	184
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์อันเป็นสาเหตุของรังแคของสารสกัดจากขี้เหล็ก ฉันทน์ ปัญญาใหญ่ ศศิธร ศิริสุน ภาณุวรรณ จันทวรรณกุล และวรรณิดา ชัยญาณะ.....	193
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพรท้องถิ่นของจังหวัดสงขลา 15 ชนิด นันธิดา ลิ้มสฤงฐ ปาตีเมาะห์ บาเหะ ธมวรรณ แวนแก้ว และสายใจ เลรัมย์าน.....	203

การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจากใบยอที่เพาะปลูกต่างพื้นที่	
ฉันทนา ชูแสงทรัพย์ อนุวัฒน์ จรัสรัตน์ไพบูลย์ ศิริโสภา อินชะ วรรณวงศ์ อมรัตน์ ชัชวาล และขวัญจิรัส เชิงปัญญา.....	212
ผลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของชิงจูฉ่าย	
ภาวิณี อารีศรีสม นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ วาริน สุทนต์ เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์ และกอบลาภ อารีศรีสม.....	221
การตั้งตำรับนาโนอิมัลชันที่ประกอบด้วยน้ำมันอะโวคาโด	
สุวิมล สมวงษ์อินทร์ และวรรณิดา ชัยญาณะ.....	229
การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดน้ำมันจากฝาง	
รุ่งทิพย์ กาวารี นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ และภาวิณี อารีศรีสม.....	238
การทดสอบกิจกรรมเอนไซม์แอสพาราจิเนสและเมไทโอนีนเนสของแบคทีเรียเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากงาขี้ม่อน	
ศรียาญจนา คล้ายเรือง นพมณี ไทบุญญานนท์ ปวีณา ภูมิสุทธาผล และปิยะนุช เนียมทรัพย์.....	247
การตรวจสอบลูกผสมข้ามชนิดระหว่างปทุมมาและพลอยทักซิณ	
(<i>Curcuma alismatifolia</i> Gagnep. x <i>C. aurantiaca</i> Van Zip.) ด้วยเครื่องหมาย ISSR	
นฤมล เข้มกลัดเงิน และเฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี.....	256
องค์ประกอบทางเคมีของน้ำลูกยอและวันจากการหมัก	
กัญญาวิรุ์ บุญศรี สุทธาทิพย์ วันเพ็ญ และเชาวนิพร ชีพประสพ.....	265
การถ่ายยีน Rc ที่ควบคุมการสังเคราะห์โปรแอนโทไซยานินดินเข้าสู่ข้าว	
รอยพิมพ์ สุขเกษม แสงทอง พงษ์เจริญกิต ศรีเมธ ขาวโพพวง วราภรณ์ แสงทอง และช่อทิพา สกุลสิงหาโรจน์.....	273
ปริมาณอะไมโลสและความคงตัวของแป้งสุกในข้าวไทย	
ยุพเยาว์ คบพิมาย ปณิธาน คงเทศ อรพิน พะเก๋พอ เจษฎา สายสุภา ศักรินทร์ ชัยทา ภาณุวัฒน์ สะทองป่า ศิริกัญญา สวัสดิ์ชัย กฤษฎา ไนวะ สิริมา สุวรรณ์ วิวัฒน์ หวังเจริญ วราภรณ์ แสงทอง และศรัณย์ จินะเจริญ.....	282
การจัดกลุ่มข้าวไทยด้วยยีนแก้ความเป็นหมันของเรณูในระบบข้าวลูกผสมสามสายพันธุ์	
ทุเรียน ทาเจริญ กนกวรรณ จันทรเพ็ญ ช่อทิพา สกุลสิงหาโรจน์ วราภรณ์ แสงทอง และแสงทอง พงษ์เจริญกิต.....	291

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การพัฒนาแผ่นแปะไฮโดรเจลจากอนุพันธ์โคโคซานเพื่อการใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง หนึ่งฤทัย ชมเชย กนกวรรณ เกียรติสิน และพิมพ์พร สีสภาพพิสิฐ.....	299
การพัฒนาอนุภาคนาโนไขมันที่มีสารสกัดเมล็ดกาแฟโรบัสต้าเพื่อนำไปใช้ทางเครื่องสำอาง ณิชา ญธิธิกานต์ พิมพ์พร สีสภาพพิสิฐ สุรพล นธการกิจกุล และกนกวรรณ เกียรติสิน.....	308
การแปรรูปผลิตภัณฑ์แยมน้อยหน้าเครือ (<i>Kadsura</i> spp.) ปราศจากน้ำตาล ฉวีวรรณ พันธุ์ไชยศรี อุมพร อุประ แนนนาริน มาตโค และเบญจวรรณ งานสูง.....	317
การผลิตไส้กรอกเปรี้ยวจากเนื้อแพะ วาสนา มูสา และเตือนใจ ศิริพาหนะกุล.....	325
การลดการแสดงของสารก่อภูมิแพ้ (<i>Hev b5</i> และ <i>Hev b6</i>) จากน้ำยางธรรมชาติโดยเทคนิคแอนติเซน รัฐพร จันทร์เดช และวารุต อยู่คง.....	334
ศักยภาพการใช้โพลีแลสโตนีตรธรรมชาติเป็นสารก่อผลึกสำหรับกลาส-เซรามิกโมเสค ศุภการ แก้วศิริ ธารรัตน์ ศิริพันธ์ และนภัส จันทรมี.....	341
การประดิษฐ์และหาลักษณะเฉพาะของวัสดุผสมจีโอพอลิเมอร์/เซอร์โคเนียมออกไซด์ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานโครงสร้างอาคารสีเขียว เรวดี วงศ์ณีนรุต.....	348
การย่อยสลายทางแสงของวัสดุผสมพอลิไวนิลคลอไรด์ โทเทเนียมไดออกไซด์ และพอลิเอทิลีนออกไซด์ ธวัชณ์ สร้อยทอง.....	355
อิทธิพลของเก้าอี้กลบต่อเฟส โครงสร้างทางจุลภาค และสมบัติทางกลของวัสดุผสมซีเมนต์ ศุภรัตน์ นาคสิทธิพันธุ์ นิตยา ใจทอง และทศพล ใจหลง.....	363
การพัฒนาระบบกักตุนพลังงานภายใต้ความดันสูญญากาศโดยใช้ไมโครเวฟพลาสมา สำหรับการเพาะร่องลึกระดับไมโครเมตร ชูพงษ์ ภาคภูมิ.....	371
สมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุผสมท่อนาโนคาร์บอน/พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น อริสรา ปันญาติ และสุภาพร ดาวทอง.....	378
การเตรียมและการหาลักษณะเฉพาะของเซรามิกแบเรียมออกไซด์ไททานต สุพัตรา วงศ์แสนใหม่.....	384

สารบัญ

หน้า

สาขาวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร	391-483
การเติมพืชรากในผลิตภัณฑ์เค้กเนย	
กรรมกร ห้วยแสน หนูเดือน สารบุตร พนอจิต นิตินุช	
จิระพันธ์ ห้วยแสน และชาญณรงค์ ชมนาวัง.....	391
ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากก้านเห็ดกระด้าง	
อภิญา ภูมิสายดอน พนอจิต นิตินุช พนิดา วงศ์ปรีดี และศิริลักษณ์ สมการ.....	399
การเติมข้าวโพดหวานและการใช้ถั่วฟอยล์ต่อคุณภาพและการยอมรับขนมถั่วฟองของผู้บริโภค	
จารุวรรณ มณีศรี และณัฐวณิช นุเคราะห์วัด.....	407
การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่สลิบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด	
ประเทือง โชคประเสริฐ พัตรเพ็ญ เพ็ญจำรัส และภรณ์ชอรัตน์ กาศสกุล.....	416
ความหลากหลายของจุลินทรีย์ในเครื่องต้มสกัดจากข้าวกล้อง	
กนกวรรณ ตาลดี จารุนันท์ แม่นปั้น จิตติพร สุภาพ และจตุรภัทร วาฤทธิ.....	424
การพัฒนาสูตรเครื่องแกงที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มันนึ่งไก่สเปด	
สิริรัตน์ จุฑาเกตุ และชมพูท สีสโสมณ.....	434
การย่อยกากมันสำปะหลังด้วยกรดและเอนไซม์	
จุฑามาศ มณีวงศ์ และรัชพล โสมสองชั้น.....	442
การผลิตเม็ดเจลนน้ำมะละกอด้วยสารประกอบแอลจิเนต	
สุปราณี มนุรักษ์ชินากร ทิพย์สุดา เทศโล และอรุณี ขาวสอาด.....	449
คุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของแผ่นยางพาราที่ผลิตจากน้ำยางพาราโปรตีนต่ำ	
ไพโรจน์ วงศ์พูนสิน จิตินันท์ รัตนพรหม อัจฉรา แก้วกล้า พรพิทักษ์ วงศ์เปี้ยจันทร์	
ศุภโรจน์ โรจนสุวรรณ และสุกัญญา ศรีวิภักดิ์.....	455
การเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องเติมอากาศใต้ผิวน้ำต้นแบบสำหรับบำบัดน้ำเสีย	
เสมอขวัญ ตันติกุล และวิชาริณี มะโนราษฎร์.....	465
การศึกษาวัสดุไฟเบอร์บอร์ดโดยการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม	
ศุภกิจ เด็กศิริ อามิณห์ หล้าวงศ์ วิโรจน์ ฉัตรเกษ และวรรณรพ ชันธิรัตน์.....	475

สารบัญ

หน้า

สาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์	485-572
กลยุทธ์การตลาดเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบมีส่วนร่วมโดยชุมชนจังหวัดนครศรีธรรมราช	
สุพัตรา คำแหง และสุธิภาณุจณ์ แก้วคงบุญ.....	485
ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมในการเลือกใช้บริการเดย์สปา ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	
ศรินาฏ จันทนะเปอโณ และชนิษฐา จิกชาตรี.....	498
การมีส่วนร่วมของชุมชนในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ	
ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2558-2560	
พิมพ์ชนก สังข์แก้ว อนุพันธ์์ สมบูรณ์วงศ์ เบญจวรรณ จันทรแก้ว	
ยมนา ปานันท์ และนารินจง วงศ์อุต.....	507
การอนุรักษ์และฟื้นฟูประเพณีกินวอของกลุ่มชาติพันธุ์ลาหู่ บ้านห้วยมะฆาง	
ตำบลลาวา อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา	
พิมพ์ไฉ่ อุทัยม.....	514
การประเมินระบบแถวคอยการให้บริการสถานีบีบีบี NGV อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	
ธนรัตน์ รัตนกุล กันต์ธมน สุขกระจ่าง และพุดธิธรร ตุ๊กเตียน.....	522
ปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งปั๊มแอลพีจีในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น	
กันต์ธมน สุขกระจ่าง ธนรัตน์ รัตนกุล พุดธิธรร ตุ๊กเตียน และสารภี จุลแก้ว.....	531
สัมพันธภาพครอบครัวและสังคมกับภาวะความสุขของผู้สูงอายุ ในเขตพื้นที่รับผิดชอบ	
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพันดุง ตำบลพันดุง อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา	
นันทนา คะลา คุณัญญา พรหมวัน สุกัญญา สีพลัง สุนิสา นิลดา	
สุภาภรณ์ ศรีผ่อง และสิทธิชัย นิลกั้ง.....	538
การรับรู้และนิสัยการบริโภคอาหารเสี่ยงต่อโรคพยาธิใบไม้ตับในชุมชนแห่งหนึ่งของจังหวัดนครราชสีมา	
รชานนท์ งามใจรัก พัชร ศรีฤดา นิตยา ศรีบุญเรือง ขวัญกมล พรหมผล	
จิรัชยา นะรารัมย์ บุษบง อันทะบาล พัชร ชัยเสน และณัฐกร ป้องชาลี.....	546
พฤติกรรมการใช้ยานิรภัยรับประทานของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 อำเภอโคกชัย จังหวัดนครราชสีมา	
จิรัชญา บุรีมาศ อรอนงค์ พงษ์นุรักษ์ จิรพรรณ พิมพ์ทอง ชุตินันท์ จันทะคาด	
ลลิตา สุพร วิลาวรรณ ศรีมีงาม และเขมภัทร จิตต์จะโปะ.....	555

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

พฤติกรรมความปลอดภัยในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรปลูกข้าว

ในพื้นที่ตำบลกระเบื้องใหญ่ อำเภอยะผา จังหวัดนครราชสีมา

อนุสรณ์ เป้าสูงเนิน นันทนา คะลา ธิญญาพร ทองแจ่ม

กาญจนา หวังทองกลาง และปิยะพงษ์ สังข์สาย..... 563

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

Development of Muesli Bar Products from Oil-free Puffed Brown Rice

ประเทือง โชคประเสริฐ* พัตร์เพ็ญ เพ็ญจำรัส และภณนชอร์ณ กาศสกุล

Pratheung Chokeprasert*, Patpen Penjumras and Phatnasaon Kartsakun

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

Department of Food Science and Technology, Maejo University-Phrae Campus, Phrae, Thailand 54140

*Corresponding author: pratheung@phrae.mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาสายพันธุ์ข้าวเหนียวที่เหมาะสมในการทำเป็นข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบแทนข้าวโอ๊ตในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด ซึ่งมีข้าวเหนียวทั้งหมด 6 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวกล้องสันป่าตอง ข้าวเหนียวกล้อง กข 6 ข้าวเหนียวกล้อง กข 10 ข้าวกำลังมณี ข้าวกำลังทอง และข้าวกำลังพะเยา โดยพันธุ์ที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส คือ ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง และข้าวกำลังมณี ที่ผ่านกระบวนการทำให้พองโดยการคั่วในกระทะร้อน ซึ่งมีอัตราส่วนการพองตัวโดยปริมาตร 1.23 ± 0.03 และ 1.56 ± 0.03 เท่าของข้าวก่อนการพองตัว ตามลำดับ จากนั้นศึกษาปริมาณกลูโคสไซรัปและปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้บริโภคริเคให้คะแนนความชอบสูตรที่มีปริมาณ กลูโคสไซรัป 15 กรัม และปริมาณน้ำผึ้ง 50 กรัม โดยมีอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องพองต่อข้าวกำลังมณี 75:25 นอกจากนี้ยังได้ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานมากกว่า 3 เดือน ในส่วนของการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค โดยการทดสอบกับผู้ทดสอบ 50 คน พบว่าผู้บริโภคริเคยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 และมีผู้บริโภคริเคกว่าร้อยละ 90 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ จึงนับเป็นความสำเร็จในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

คำสำคัญ: มูสลีบาร์ ข้าวกล้อง ข้าวพอง อัตราการพองตัวโดยปริมาตร

Abstract

The optimization of glutinous rice variety for preparation of oil-free puffed brown rice instead of oat in muesli bar product was studied. Six varieties of rice including Sanpatong, Kor Khor 6, Kor Khor 10, Leumpua, Seethong and Payao were investigated. The glutinous rice was prepared by using pan roasting. The muesli bar produced from Sanpatong and Leumpua provided good texture characteristic with volume expansion ratio of 1.23 ± 0.03 and 1.56 ± 0.03 , respectively. The influence of amount of glucose syrup and honey on texture and taste was also tested by using sensory evaluation. The muesli bar product prepared from ratio of 75:25 (Sanpatong:Leumpua) added with 15g of glucose syrup and 50g of honey obtained highest sensory value. In addition, this

present study found that selected formulation muesli bar product has its shelf-life more than 3 months. As for consumers acceptance was conducted by 50 panelists, the result presented that 100% of the consumers accepted this product and 90% of the consumers preferred to purchase. Therefore, the use of oil-free puffed brown rice as ingredient of muesli bar product has successfully developed.

Keywords: muesli bar, brown rice, puffed rice, volume expansion ratio

คำนำ

มูสลีบาร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่รับประทานสะดวก อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการ จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการดำเนินชีวิตในปัจจุบันที่ต้องการความรีบเร่ง เป็นการทำให้พองเริ่มจากการหุงข้าวเหนียวให้สุก แล้วนำไปทำแห้ง จากนั้นจึงนำมาทอดด้วยน้ำมันร้อนเพื่อให้ข้าวพองตัว ซึ่งสิ้นเปลืองน้ำมันที่ใช้ทอดเป็นจำนวนมาก มีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากการเหม็นหืน และหากใช้น้ำมันทอดซ้ำๆ อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ จึงมีแนวคิดในการวิจัยข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด เพื่อนำไปเป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์ โดยเริ่มจากการนึ่งข้าวเหนียวให้เมล็ดแบ่งเปลี่ยนเป็นเจล แต่เมล็ดยังไม่เกาะติดกัน จากนั้นจึงนำไปทำให้เย็นตัว และทำแห้งอย่างช้าๆ ภายใต้ความเย็น เพื่อให้โครงสร้างเมล็ดแบ่งแข็งแรง เมื่อนำไปผ่านความร้อนซึ่งเป็นการใช้ความร้อนสูงเวลาสั้น จะทำให้ความชื้นภายในโครงสร้างเมล็ดเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว และเกิดแรงดันอากาศทำให้เมล็ดแบ่งพองตัวขึ้น ผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำ ทำให้เกิดการเหม็นหืนช้า

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ ข้าวที่ใช้ พันธุ์ข6 พันธุ์ข10 และข้าวกล้องนา พันธุ์ลิ้มผัว พันธุ์กำสืทอง และพันธุ์กำพะยา ส่วนผสม ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด กลูโคสไซรัป น้ำผึ้ง เนยเค็ม มะพร้าวคั่ว ถั่วลิสงคั่ว งาขาว งาดำ เมล็ดฟักทอง ผลไม้อบแห้ง ลูกเกด และน้ำเปล่า

วิธีการทดลอง

1. กระบวนการผลิตข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

1.1 การทำข้าวให้สุก แช่น้ำให้ท่วมข้าวประมาณ 2 นิ้ว นาน 6-8 ชั่วโมง หุงข้าว 30 นาที (ยี่ห้อ SHARP รุ่น KS-ZT18 ความจุ 2.0 ลิตร) ใส่ข้าว 1,500 กรัม : น้ำ 100 มิลลิลิตร) ให้เปิดฝาหม้อ ใช้ทัพพีพลิกข้าวกันหม้อขึ้นมาไม่ให้ข้าวติดกันหม้อ ตวงน้ำ 50-75 มิลลิลิตร ทอยยพรมน้ำ และใช้ทัพพีพลิกข้าวจากล่างขึ้นบนให้ได้รับน้ำทั่วถึง หุงอีกครั้ง 30 นาที เปิดฝาหม้อพลิกข้าวกันหม้อขึ้นมาเพื่อป้องกันข้าวไหม้ แล้วจึงปิดฝาหม้อหุงต่อจนข้าวสุก ปล่อยให้ระอุ 15 นาที

1.2 การบ่มข้าวให้เย็นตัว และการทำแห้งอย่างช้าๆ ในอุณหภูมิต่ำ โดยนำข้าวที่หุงสุกแล้วใส่ถาด เกลี่ยให้ ความสูงของเมล็ดข้าวในภาชนะไม่เกิน 1/2 นิ้ว นำไปทำให้เย็นตัว และทำแห้งอย่างช้าๆ ในอุณหภูมิต่ำ โดยใช้ตู้เย็น หรือห้องเย็นที่มีช่วงอุณหภูมิ 4-8°C นาน 48 ชั่วโมง บิเมล็ดข้าวเพื่อช่วยให้เมล็ดข้าวไม่จับตัวเป็นก้อน

1.3 การลดความชื้นในเมล็ดข้าว ตากแสงแดดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง หรือใช้ตู้อบรมร้อนที่อุณหภูมิ 45-60°C. เป็นเวลา 4-8 ชั่วโมง ร้อนเมล็ดข้าวที่จับตัวเป็นก้อนทิ้ง ใช้เฉพาะเมล็ดข้าวที่เป็นเมล็ดเดี่ยว

1.4 การทำข้าวพอง ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 250-300°C. โดยการคั่วในกระทะ เป็นเวลา 10-20 วินาที หรือสังเกตจนกว่าเมล็ดข้าวจะพองตัว หรือใช้เตาอบ ที่อุณหภูมิ 250°C. เป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้เครื่องมีอุณหภูมิคงที่ นำข้าวที่ผ่านกระบวนการการลดความชื้นเกลี่ยลงในถาดทนความร้อน อบเป็นเวลา 3-4 นาที

1.5 การศึกษาคุณภาพ วิเคราะห์ค่าคุณสมบัติการพองตัว และวิธีการทำให้ข้าวพองตัวมีผลต่อการพองแตกต่างกันมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale ทดสอบความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผู้บริโภค วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS หาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$) และรายงานผลการทดสอบ

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

2.1 สูตรการทำ ส่วนผสมที่ใช้ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด 2 ถ้วยตวง กลูโคสไซรัป 15 กรัม น้ำผึ้ง 50 กรัม เนยเค็ม 15 กรัม มะพร้าวคั่ว 50 กรัม ถั่วลิสงคั่ว 15 กรัม งาขาว งาดำ 15 กรัม เมล็ดฟักทอง 15 กรัม ผลไม้อบแห้ง 15 กรัม ลูกเกด 15 กรัม และน้ำเปล่า 1 กรัม

2.2 วิธีการทำ ตั้งกระทะและเปิดไฟกลาง จากนั้นใส่น้ำเปล่า กลูโคสไซรัป และน้ำผึ้งลงไปเคี่ยวจนหนืดในกระทะ ที่อุณหภูมิ 200°C. ใส่ข้าวกล้องพอง ถั่วลิสงคั่ว เมล็ดฟักทอง มะพร้าวคั่ว ลูกเกด งาขาว งาดำ และผลไม้อบแห้ง คนให้เข้ากันแล้วจึงตักใส่ถาด และใช้ลูกกลิ้งกดอัดให้แน่น ตัดเป็นชิ้นขนาด 3 x 8 x 1 ซม. และนำไปให้ความเย็นเพื่อให้แข็งตัวจับกันเป็นแท่ง จึงบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์พร้อมทั้งฉลากซองโดยใช้การซีล (ยี่ห้อ AKIRA รุ่น PCS 200)

2.3 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

2.3.1 ทางกายภาพ การตรวจวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Color Flex เพื่ออ่านค่า L^* a^* และ b^*

2.3.2 ทางเคมี การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture) โดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบอัตโนมัติ (Sartorius MA35M-0002301V1 SWB24807725) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) การวิเคราะห์ปริมาณกลุ่มสาร (Proximate analysis) ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า และความชื้น รวมทั้งปริมาณพลังงาน

2.3.3 ทางจุลินทรีย์ การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร (AOAC. 2002) ด้วยวิธีการ Pour plate สำหรับการตรวจนับบนอาหารวุ้นแข็ง (Plate count agar)

การตรวจหาปริมาณยีสต์และราในอาหารด้วยวิธี Pour Plate (AOAC. 2002)

2.4 การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* a^* และ b^*) ค่าความชื้น เปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร และการตรวจหาปริมาณยีสต์ราในอาหารที่เปลี่ยนไปตามระยะเวลาที่แตกต่างกัน

2.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยบุคลากร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ จำนวน 50 คน

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. การศึกษากระบวนการผลิต ด้านคุณภาพ และประสาทสัมผัส สามารถใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (Segnini *et al.*, 2004)

$$\text{อัตราส่วนการฟองตัว} = \frac{\text{ปริมาตรหลังการฟองตัว}}{\text{ปริมาตรก่อนการฟองตัว}}$$

ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง และข้าวเก่าพันธุ์ลิ้มผัว ที่ผ่านกระบวนการทำให้ฟองโดยการคั่ว มีอัตราส่วนการฟองตัว 1.23 ± 0.03 และ 1.56 ± 0.03 เท่าของข้าวก่อนการฟองตัว ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราส่วนการฟองตัวสูงกว่าข้าวสายพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส ที่แสดงให้เห็นว่าข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง และข้าวเก่าพันธุ์ลิ้มผัวที่ผ่านกระบวนการทำให้ฟองโดยการคั่วในกระทะร้อนได้รับคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงกว่าข้าวสายพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง และข้าวเก่าพันธุ์ลิ้มผัวที่ผ่านกระบวนการทำให้ฟองโดยการคั่วในกระทะร้อน จึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากการทดสอบความชอบของผู้บริโภค ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales โดยมีจำนวนผู้ทดสอบ 30 คน พบว่า สูตรที่มีปริมาณกลูโคสไซรัป 15 กรัม ได้รับคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.80 ± 0.92 และ 7.73 ± 0.69 ตามลำดับ ซึ่งได้รับคะแนนสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ สูตรที่มีปริมาณน้ำผึ้ง 50 กรัม ได้รับคะแนนความชอบในด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.13 ± 0.97 และ 6.93 ± 0.90 ตามลำดับ ซึ่งได้รับคะแนนสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ปริมาณกลูโคสไซรัป และปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัส และรสชาติของผลิตภัณฑ์ คือ 15 และ 50 กรัม ตามลำดับ และเมื่อได้สัดส่วนที่เหมาะสมจึงนำไปศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องฟองต่อข้าวเก่าฟองที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะด้านสี และความชอบ

จากการศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องฟองต่อข้าวเก่าฟองที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะด้านสี และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ สูตรที่มีอัตราส่วนข้าวกล้องฟอง 75 : ข้าวเก่าฟอง 25 ได้รับคะแนนความชอบ 7.96 ± 0.93 ซึ่งมีความแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

3. การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 สูตร ซึ่งสูตรที่มีอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องฟองต่อข้าวเก่าฟอง 75:25 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในคุณลักษณะด้านสี เมื่อนำมาตรวจวัดค่าสีด้วยระบบ Hunter color system มีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 46.46 ± 3.13 , 5.54 ± 0.41 และ 21.80 ± 0.95 ตามลำดับ (Table 2) จะเห็นว่าค่าความสว่าง (L^*) แปรผันตามอัตราส่วนของข้าว กล่าวคือเมื่ออัตราข้าวกล้องฟอง (ข้าวขาว) ลดลง ค่าความสว่าง (L^*) ก็จะลดลงเช่นกัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับ สำหรับองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยโปรตีน 9.39:100 กรัม คาร์โบไฮเดรต 66.07:100 กรัม ไขมัน 14.04:100 กรัม เถ้า 1.44:100 กรัม ความชื้น 9.06:100 กรัม โดยที่ผลิตภัณฑ์ 100 กรัม มีพลังงาน 428.20 กิโลแคลอรี:100 กรัม นอกจากนี้ยังได้ทดสอบน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลกาแลกติกอส น้ำตาลฟรักโทส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันที สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 19.71:100 กรัม ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) เป็นค่าที่ใช้การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา Lipid oxidation ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืน (Rancidity) เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของน้ำมันและไขมันรวมทั้งอาหารที่มีไขมันสูง มีค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) 6.64 มิลลิกรัมสมมูลต่อกิโลกรัม (Table 3) สุดท้ายเป็นผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ทั้งที่ 0, 1, 2 และ 3 เดือน พบว่าตรวจไม่พบจุลินทรีย์

Table 1 size and volume expansion ratio

Rice variety	Treatment	Grain width (mm)	Grain length (mm)	volume expansion ratio
Sanpatong	processed	0.98	5.73	-
	roast	2.64	7.46	1.23±0.03 ^c
	oven	2.28	6.28	0.89±0.03 ^e
Kor Khor 6	processed	0.95	5.42	-
	roast	2.52	6.02	0.86±0.03 ^d
	oven	1.73	4.53	0.34±0.04 ^g
Kor Khor 10	processed	0.77	5.70	-
	roast	2.29	6.67	1.11±0.03 ^e
	oven	1.78	7.83	0.40±0.03 ^h
Leumpua	processed	1.44	5.06	-
	roast	3.23	7.84	1.56±0.03 ^a
	oven	2.91	6.55	0.90±0.03 ^e
Seethong	processed	0.89	6.61	-
	roast	3.01	6.38	1.34±0.03 ^b
	oven	2.10	4.80	0.41±0.02 ^g
Payao	processed	0.95	5.42	-
	roast	2.52	6.02	1.36±0.04 ^b
	oven	1.73	4.53	0.62±0.02 ^f

Remarks : a, b, c, d, e, f, g and h = Means within the same column followed by the different letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's new multiple range test (p<0.05) Processed = rice were cooked and curing and drying but no puffing. Roast = puffing processed rice with iron hot pan. Oven = puffing processed rice with hot oven.

Table 2 Color value of muesli bar produce from oil-free puffed brown rice.

Treatment	ratio	L*	a*	b*
Sanpatong:Leumpua				
1	100 : 0	53.95±0.78 ^a	7.03±3.34 ^a	25.20±0.84 ^a
2	75 : 25	46.46±3.13 ^b	5.54±0.41 ^{ab}	21.80±0.95 ^b
3	50 : 50	42.89±0.67 ^{bc}	4.38±0.09 ^b	17.25±0.34 ^c
4	25 : 75	39.65±0.80 ^c	3.78±0.27 ^b	15.72±1.06 ^d
5	0 : 100	26.38±2.94 ^d	3.37±0.68 ^b	9.59±0.20 ^e

a, b, c, d and e = Means within the same column followed by the different letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's new multiple range test.

4. การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพ เคมี และ จุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ค่าความชื้น เปรียบเทียบกับปริมาณ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร และการตรวจหาปริมาณยีสต์ราในอาหาร ที่เปลี่ยนไปตามระยะเวลาที่แตกต่างกันแต่ละเดือน เป็นเวลา 3 เดือน สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าสี จะเห็นได้ว่ามีค่าความสว่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับ ค่าความชื้นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์ใช้เป็นข้าวกล้องซึ่งมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลที่มีแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุ เมื่อ เยื่อหุ้มสีสัมผัสกับความชื้นที่ถูกปลดปล่อยจากโครงสร้างภายในของวัตถุดิบ และอาจมีส่วนมาจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ไม่สนิท จึงทำให้สีน้ำตาลจากเยื่อหุ้มหลุดออกมาทำให้ค่าความสว่างลดลง สุดท้ายเป็นผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของ ผลิตภัณฑ์ทั้งที่ 0, 1, 2 และ 3 เดือน ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ (Table 4)

Table 3 Proximate composition of muesli bar produce from oil-free puffed brown rice

List	content	unit	LOQ	LOD	Methods
Protein (%N $\times$ 6.25)	9.39	g/100g	-	-	AOAC (2012) 991.20. (Kjeldhal Method)
Carbohydrate	66.07	g/100g	-	-	Compendium of Method for Food analysis Thailand 1st Edition (2003)
Fat	14.04	g/100g	-	-	AOAC (2012) 948.15
Ash	1.44	g/100g	-	-	AOAC (2012) 923.03 and 920.153
Moisture	9.06	g/100g	-	-	AOAC (2012) 920.10 and 950.46
Energy	428.20	kcal/100g	-	-	Compendium of Method for Food analysis Thailand 1st Edition (2003)
Reducing sugar	19.71	g/100g	-	-	Compendium of method for food analysis (2003)
Peroxide value	6.64	mEq/kg	-	-	In house method based on AOAC (2000) 965.33

LOD = Limit of quantitation, LOD = Limit of detection

5. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าจำนวน 50 คน ยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 100 ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 90 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6 ยังไม่แน่ใจว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่ และจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4 ไม่สนใจที่จะซื้อ ทั้งนี้ผู้ที่เลือกไม่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ได้ให้ข้อเสนอว่า มูสลี่บาร์มีการเกาะติดกันของวัตถุดิบยังไม่เป็นที่น่าพอใจ

Table 4 Physical, chemical and microbial change during storage of muesli bar produce from oil-free puffed brown rice

Factor	Time of storage (month)			
	0	1	2	3
Physical				
- Color value				
L [*]	46.46±3.13 ^d	45.65±1.67 ^c	44.77±3.03 ^b	45.01±2.09 ^a
a [*] ^{ns}	7.03±3.34	7.86±2.70	8.93±1.54	8.23±3.16
b [*]	21.80±0.95 ^a	23.09±0.92 ^{ab}	24.36±0.72 ^b	23.14±1.92 ^{ab}
Chemical				
- Moisture (%) ^{ns}	8.27±0.22	8.35±0.82	8.54±0.11	8.73±0.53
Microbiology (CFU/g)				
- Total plate count	ND	ND	ND	ND
- Yeast and mold	ND	ND	ND	ND

Remark : ^{a, b and c} = Means within the same row followed by the different letter are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's new multiple range test. ^{ns} = not significant different. ND = Not detected

สรุปผลการวิจัย

สายพันธุ์ข้าวเหนียวที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบ ข้าวกล้องพอง คือ ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง และข้าวกล้องพันธุ์ลิ้นควาย ที่ผ่านกระบวนการทำให้พองโดยการคั่วในกระทะร้อน ซึ่งมีอัตราส่วนการพองตัว 1.23 ± 0.03 และ 1.56 ± 0.03 เท่าของข้าวก่อนการพองตัว ตามลำดับ จึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยมีปริมาณกลูโคสไซรัป และปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัส และรสชาติของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 15 และ 50 กรัม ตามลำดับ โดยมีอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องพองต่อข้าวกล้อง 75:25

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 3 เดือน เนื่องจากไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เพราะวัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นของแห้ง และผ่านการคั่วด้วยความร้อน ก่อนนำมาขึ้นรูป ทำให้จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบถูกทำลายจึงสามารถรับประทานได้ แต่จะมีความชื้นเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากความชื้นถูกปลดปล่อยจากโครงสร้างภายในของวัตถุดิบ และมีส่วนมาจากการหมักบรรจุภัณฑ์ไม่สนิททำให้ผลิตภัณฑ์ไม่คงความกรอบ และไม่จับตัวกันเป็นแผ่น เช่น ผลิตภัณฑ์เดือนที่ 0 สำหรับการยอมรับผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 100 และมีผู้บริโภคมกกว่าร้อยละ 90 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ จึงนับเป็นความสำเร็จในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดในครั้งนี้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกๆ ท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- ประเทือง โชคประเสริฐ. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันทอด. โครงการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม สวทช.ภาคเหนือ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ. 52 น.
- Hoke K., J. Housova and M. Houska. 2005. Optimum conditions of rice puffing. *Journal of Food Sciences* 23(1): 1-11.
- Keeratipibul S. and N. Luangsakul. 2008. The effect of Thai glutinous rice cultivars, grain length and cultivating locations on the quality of rice cracker (arare). *LWT – Food Science and Technology* 41(10): 1934-1943.
- Mariotti M., C. Alamprese., M.A. Pagani and M. Lucisano. 2006. Effect of puffing on ultrastructure and physical characteristics of cereal grains and flours. *Journal of Cereal Science* 43(1): 47-56.
- Segnini S., F. Pedreschi and P. Dejmek. 2004. Volume measurement method of potato chips. *International Journal of Food Properties* 37-44.