

วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (2557)

ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปเพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชน

อรุณ ชานัญชัยเชาว์วิวัฒน์¹ เพ็ญพร จินคำพะเนา¹ และสุวิทย์ เกิดทับทิม²

¹สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ 10600

²สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ 10600

E-mail: arunchan_57@hotmail.com

รับบทความ: 31 สิงหาคม 2557 ยอมรับตีพิมพ์: 27 ตุลาคม 2557

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการแปรรูปข้าวหมากเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดและนำรับประทาน โดยผลิตภัณฑ์แบ่งเป็นสองประเภทคือ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อข้าวหมากและจากน้ำข้าวหมาก ได้แก่ ลูกกี้ยาวหมาก วัจนกะทิข้าวหมาก มัฟฟินข้าวหมาก น้ำข้าวหมากผสมน้ำกระเจี๊ยบแดง น้ำข้าวหมากผสมน้ำมะตูม และน้ำข้าวหมากผสมน้ำเก็กฮวย การประเมินความชอบของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ให้คะแนนในแบบสอบถาม การตรวจสอบคุณภาพข้าวหมากแปรรูปทางจุลชีววิทยาใช้วิธีตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ตรวจสอบการปนเปื้อนของยีสต์ รา และโคลิฟอร์ม ผลการวิจัยพบว่า ความชอบในภาพรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกกี้ยาวหมากและวัจนกะทิข้าวหมากอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.46$) และมัฟฟินข้าวหมากอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.70$) ผลการประเมินผลิตภัณฑ์แปรรูปน้ำข้าวหมาก พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบในภาพรวมต่อผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากผสมน้ำกระเจี๊ยบแดงในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$) น้ำข้าวหมากผสมน้ำมะตูมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.76$) และน้ำข้าวหมากผสมน้ำเก็กฮวยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.43$) การตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์แปรรูปที่เก็บไว้เป็นเวลา 9 วัน ไม่พบเชื้อเชื้อโคลิฟอร์มในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปทุกชนิด ซึ่งองค์ความรู้จากการแปรรูปข้าวหมากในครั้งนี้ควรถ่ายทอดให้กับวิสาหกิจชุมชนที่ประกอบกิจการผลิตอาหารจากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อเพิ่มรายได้และส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนให้มีความเข้มแข็งมากขึ้น

คำสำคัญ: ข้าวหมาก ภูมิปัญญาท้องถิ่น ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป เศรษฐกิจชุมชน

Kaomark Processing Products for Supporting Community Economy

Arun Chanchaichavivat^{1*}, Penporn Chinkhamphanoa¹ and Suwinai Kirdtabtim²

¹Program Study of Microbiology, Faculty of Science and Technology,
Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok 10600, Thailand

²Program Study of Public Administration, Faculty of Humanities and Social
Sciences, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok 10600, Thailand

*E-mail: arunchan_57@hotmail.com

Abstract

This research aimed to produce variety and wholesome food products from Kaomark. Two types of food processing included products from flesh and liquid of Kaomark. Bakery and dessert products were cook from Kaomark flesh which were Kaomark cookie, Kaomark muffin and Kaomark coconut agar. Three types of soft drinks were made from fermented liquid by mixing with three kinds of herbs including *Hibiscus sabdariffa* L., *Aegle marmelos* Corr. and *Chrysanthemum indicum* L. Sensory evaluation questionnaires of the products were used for measuring the preference of 30 consumers. Microbiological quality was detected by total plate count, yeast and mold enumeration, and coliform test. In overall preference, the results showed that Kaomark cookie and Kaomark coconut agar were favorably for consumer with average score (\bar{x}) of 4.46. Preference of Kaomark muffin was found to be the most level (\bar{x} = 4.70). Kaomark soft drink mixed with *Hibiscus sabdariffa* L. was the most favorable (\bar{x} = 4.50). Soft drinks mixed with *Aegle marmelos* Corr. and *Chrysanthemum indicum* L. were lesser favorable at score of 3.76 and 4.43, respectively. In preservation of all Kaomark processing products for 9 days, coliform bacteria were not observed. For further application, the knowledge of Kaomark processing should be transferred to community enterprises that produce foods from local wisdom in order to support and strengthen their community economy.

Keywords: Kaomark, Local wisdom, Food processing product, Community economy

บทนำ

ข้าวหมากเป็นขนมไทยที่เกิดจากภูมิปัญญาของคนโบราณ มีรสหวานและมีกลิ่นหอม สมัยก่อนคนไทยนิยมรับประทานเพื่อบำรุงร่างกาย บำรุงโลหิต และบำรุงกำลัง ข้าวหมากทำจากข้าวเหนียวหนึ่งผลผสมกับลูกแป้งนำมาหมักเพียง 2-3 วัน สามารถรับประทานได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ ปัจจุบันมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงคุณค่าของข้าวหมากและมีการค้นพบจุลินทรีย์โพรไบโอติก (probiotic) ได้แก่ ยีสต์ (yeast) และแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ในข้าวหมากซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายโดยช่วยการปรับสมดุลของระบบทางเดินอาหาร และป้องกันการติดเชื้อก่อโรคทางเดินอาหาร (อรุณ ชาญชัยเชาว์วิวัฒน์ และอัฐวิทย์ อุเทนสุต, 2556; Chan-

chaichavivat and Pasuk, 2013) นอกจากนี้เซลลูโลสดีในข้าวหมากยังเป็นแหล่งโปรตีน วิตามินบี และบีตาไกลูแคน (β -glucan) ที่มีสมบัติส่งเสริมภูมิคุ้มกันของมนุษย์ สามารถลดความเสี่ยงเป็นโรคเมเร็ง ข้าวหมากมีรสหวานจากธรรมชาติเนื่องจากราในลูกแป้ง ทำหน้าที่ย่อยแป้งในข้าวเหนียวให้เป็นน้ำตาลกลูโคส (glucose) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ร่างกายนำไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องย่อยก่อนเหมือนน้ำตาลซูโครส (sucrose) หรือน้ำตาลทราย เมื่อรับประทานข้าวหมากแล้วจึงรู้สึกสดชื่น อีกทั้งแป้งข้าวเหนียวที่เหลือจากการย่อยนั้นร่างกายสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้เช่นเดียวกับการรับประทานข้าวตามปกติ และยังได้รับวิตามินต่าง ๆ จากข้าว (Blandinob et al., 2003; Perera et al., 2014) ข้าวหมากมีแอลกอฮอล์อยู่เล็กน้อยไม่เกินร้อยละ 0.5 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม-

กรรม, 2557) แอลกอฮอล์เกิดจากการหมักน้ำตาลของยีสต์ (Ghosh et al., 2015) ช่วยให้เลือดไหลเวียนได้ดีป้องกันโรคเส้นเลือดอุดตันได้เช่นเดียวกับการดื่มไวน์ ซึ่งปัจจุบันพบว่ามีคนรุ่นใหม่ไม่นิยมรับประทานข้าวหมากและมีการทำข้าวหมากน้อยลงโดยเฉพาะในเขตเมือง แต่อาจพบการทำลูกแป้งและข้าวหมากได้บ้างในเขตชนบทห่างไกล ดังนั้นการแปรรูปข้าวหมากให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำรับประทาน มีความหลากหลายและทันสมัยจะช่วยส่งเสริมให้คนหันมาเรียนรู้การทำข้าวหมากมากขึ้น เป็นประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจชุมชนโดยสามารถเพิ่มรายได้และโอกาสให้กับผู้ประกอบการทำขนมจากภูมิปัญญาไทยที่มีเอกลักษณ์และมีประโยชน์ต่อสุขภาพให้สามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์อาหารจากต่างประเทศที่มีราคาแพง เป็นอาหารคุณค่าต่ำ หรือไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย แนวทางการแปรรูปอาหารไทยจึงมีส่วนช่วยให้เศรษฐกิจชุมชนเข้มแข็งสามารถพึ่งตนเองได้ในยุคที่มีการแข่งขันของเศรษฐกิจทุนนิยมสูง (เสรี พงศ์พิศ, 2550; รุ่งนภา ปิตะวชิรกุล และกันต์ อินทวงศ์, 2556)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแปรรูปข้าวหมากเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ขนมหวาน และขนมเบเกอรี่ (bakery) ที่มีความหลากหลายและนำรับประทาน ทำให้เยาวชนรุ่นใหม่สามารถรับประทานข้าวหมากได้มากขึ้น นอกจากนั้นจะได้เสนอแนวทางการส่งเสริมการผลิตข้าวหมากให้กับผู้ประกอบการอาหาร เพื่อเสริมรายได้ และเพิ่มความเข้มแข็งให้กับเศรษฐกิจชุมชน

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการทดลองแปรรูปข้าวหมากเป็นผลิตภัณฑ์ขนมเบเกอรี่ วุ้นกะทิ และเครื่องดื่มผสมสมุนไพร ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปเพื่อประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส และประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยา โดยตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และโคลิฟอร์มในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 9 วัน พร้อมทั้งเสนอแนวทางการส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนด้วยผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

นิยามศัพท์เฉพาะ

ข้าวหมาก (Kaomark) หมายถึง ขนมหวานของไทยที่เกิดจากการนำลูกแป้งข้าวหมากบดมาผสมกับข้าวเหนียวหนึ่งสุก แล้วหมักในภาชนะปิดเป็นเวลา 2-3 วัน ข้าวหมากมีกลิ่นหอมและมีแอลกอฮอล์อยู่เล็กน้อย

การแปรรูปอาหาร (food processing) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพหรือทางเคมีของวัตถุดิบไปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร หรือการเปลี่ยนสภาพอาหารให้เป็นรูปแบบใหม่ โดยมีจุดประสงค์เพื่อถนอมอาหาร เพิ่มรสชาติอาหาร หรือเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ

การทดสอบทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) หมายถึง การตรวจวัดและประเมินผลคุณภาพอาหารด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของผู้บริโภค ได้แก่ การมองเห็น การได้ยั้ง การดม การชิม และการสัมผัส จากนั้นวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ โดยทั่วไปการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีวัตถุประสงค์เพื่อการวัดความชอบ (measurement of preference) หรือ การวัดการยอมรับ (measurement of acceptance)

เศรษฐกิจชุมชน (community economy) หมายถึง กิจกรรมทางเศรษฐกิจที่ดำเนินงานโดยคนในชุมชนหรือท้องถิ่น โดยมีผลประโยชน์ร่วมกัน ซึ่งความสามารถในการประกอบกิจกรรมมาจากพื้นฐานภูมิปัญญาของชุมชน หรือทุนในชุมชน เช่น สภาพภูมิประเทศ ทรัพยากร วัฒนธรรม และประเพณีที่มีอยู่

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแรกเป็นการแปรรูปเนื้อข้าวหมากเป็นลูกกึ่ง มีฟิฟิน และวุ้นกะทิ ส่วนของน้ำข้าวหมากแปรรูปเป็นเครื่องดื่มผสมสมุนไพร ขั้นตอนที่ 2 เป็นการประเมินค่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป และขั้นตอนที่ 3 เป็นการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป จากนั้นวิเคราะห์แนวทางการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชน ดังนี้

1. การทำข้าวหมาก

นำข้าวเหนียวดิบ 1 กิโลกรัม มาล้างให้สะอาด 2-3 ครั้ง แช่น้ำทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง นำข้าวเหนียวที่แช่ไว้ใส่ลังถึงหรือหวด นำไปนึ่งให้สุก ใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที ตรวจสอบว่าข้าวเหนียวสุกทั่วกันและไม่เป็นไตแข็งจึงใช้ได้ จากนั้นนำข้าวเหนียวที่สุกแล้วใส่ถาดผึ่งให้เย็น ควรพลิกข้าวเหนียวกลับไปกลับมานำข้าวเหนียวที่เย็นแล้วไปล้างด้วยน้ำต้มสุกให้หมดอย่างข้าวประมาณ 2-3 ครั้ง นำข้าวขึ้นมาสะเด็ดน้ำในภาชนะสะอาด ในระหว่างนี้ให้บดลูกแป้งข้าวหมาก 2 ลูกให้ละเอียดแล้วโรยลูกแป้งบดบนข้าวเหนียวสุกพร้อมกับคลุกเคล้าให้เข้ากัน แบ่งบรรจุในถ้วยพลาสติกที่มีฝาปิดมิดชิดประมาณ 3/4

ส่วน นำไปหมักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน (ภาพที่ 1) จะได้ข้าวหมากที่มีรสหวานหอมและมีน้ำเกิดขึ้น จากนั้นนำข้าวหมากมาแยกส่วนเนื้อและน้ำออกจากกันโดยใช้กระชอน แล้วจึงนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ลักษณะลูกแป้งและภาชนะบรรจุข้าวหมาก

(ก) ลูกแป้งข้าวหมาก และ (ข) ข้าวหมาก

2. การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อข้าวหมาก

2.1 ลูกกึ่งข้าวหมาก มีขั้นตอนการแปรรูปดังนี้

นำเนื้อข้าวหมากไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งเนยสดรสจืดชนิดนี้่ม 120 กรัม และน้ำตาลทรายขาว 80 กรัม เทลงภาชนะสะอาด ผสมให้เข้ากันและตีให้เนยสดเข้ากับน้ำตาล ร่อนแป้งอเนกประสงค์ 200 กรัม ผสมกับผงฟูที่ร่อนแล้ว 1/2 ช้อนชา จากนั้นเติมเนย-สดที่เตรียมไว้ ข้าวหมากอบ 60 กรัม และไข่ไก่ 3 ฟอง (แยกเอาเฉพาะไข่แดง) ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แต่งกลิ่นด้วยวานิลลาเพื่อเพิ่มความหอม แบ่งแป้งลูกกึ่งแม่พิมพ์ แล้วนำมาเรียงบนถาด นำไปอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 10-12 นาที จากนั้นนำลูกกึ่งออกจากตู้อบ แกะแม่-พิมพ์ออก ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเก็บลูกกึ่งข้าวหมากไว้ในโหลแก้วที่มีฝาปิดสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2.2 มัฟฟินข้าวหมาก มีขั้นตอนการแปรรูปดังนี้

นำไข่ไก่ 2 ฟองมาผสมกับน้ำตาลทรายขาว 120 กรัม ตีผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่เนยสดรสจืดที่ละลายแล้ว 50 กรัม และนมพาสเจอร์ไรส์รสจืดที่อุณหภูมิห้อง

ตีผสมจนเนยขึ้นฟู ใส่แป้งอเนกประสงค์ 300 กรัม และผงฟูที่ร่อนแล้ว 1 ช้อนชา ลงไป ตีผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นใส่ข้าวหมากปั่นละเอียด 40 กรัม ผสมลงไปในเนื้อมัฟฟินแล้วแต่งกลิ่นด้วยวานิลลา ตักเนื้อมัฟฟินใส่ถ้วยที่เตรียมไว้ แต่งหน้ามัฟฟินด้วยเนื้อข้าวหมากให้สวยงาม นำไปอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที แล้วนำมัฟฟินข้าวหมากออกมาเรียงบนถาด ทิ้งไว้ให้เย็น บรรจุถุงพลาสติกและปิดปากถุงให้สนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2.3 วุ้นกะทิข้าวหมาก มีขั้นตอนการแปรรูปดังนี้

ให้ทำวุ้นชั้นล่างเป็นวุ้นใบเตยโดยใส่ผงวุ้น 3 ช้อนโต๊ะ และน้ำใบเตย 8 ถ้วยตวง ลงในหม้อสเตนเลสแล้วนำไปต้มจนผงวุ้นละลาย ใส่น้ำตาลทรายขาว 2 ถ้วยตวงลงไป คนให้ละลายดีจึงหรีไฟเบาลงตักวุ้นลงไปแบบพิมพ์ที่เตรียมไว้ โดยหยอดให้ได้ประมาณ 2/4 ส่วนของแบบพิมพ์ และปล่อยให้วุ้นจับตัวพอดี ในระหว่างรอวุ้นชั้นล่างแข็งตัวให้ทำวุ้นชั้นกลางเป็นวุ้นข้าวหมาก โดยผสมผงวุ้น 3 ช้อนโต๊ะ เนื้อข้าวหมากปั่นละเอียด 1 ถ้วยตวง และน้ำสะอาด 7 ถ้วยตวง ใส่ลงในหม้อสเตนเลสแล้วนำไปต้มจนผงวุ้นละลาย ใส่ น้ำตาลทรายขาว 2 ถ้วยตวงลงไป คนให้ละลายดี ตักส่วน-ผสมวุ้นข้าวหมากลงไปแบบพิมพ์ที่มีวุ้นใบเตยอยู่ โดยหยอดให้ได้ประมาณ 1/4 ส่วนของแบบพิมพ์ และปล่อยให้วุ้นเริ่มแข็งตัว จากนั้นทำวุ้นชั้นบนเป็นวุ้นข้าวหมากผสมกะทิ โดยผสมหัวกะทิ 4 ถ้วยตวง เนื้อข้าวหมากปั่นละเอียด 2 ถ้วยตวง เกลือ 2 ช้อนโต๊ะ และน้ำสะอาด 6 ถ้วยตวง กวนอย่างต่อเนื่องจนส่วนผสมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ใส่ น้ำตาลทราย 1 ถ้วยตวงลงไปคนให้ละลายแล้วหรีไฟเบาลง ตักส่วน-ผสมวุ้นข้าวหมากผสมกะทิลงไปแบบพิมพ์ที่เตรียมไว้ โดยหยอดให้ได้ประมาณ 1/4 ส่วนของแบบพิมพ์ ปล่อยให้วุ้นแข็งตัว แล้วแต่งหน้าวุ้นด้วยฟอยทองเพื่อความสวยงามและนำรับประทาน บรรจุในถุงพลาสติกและปิดปากถุงให้สนิท เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3. การแปรรูปผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากน้ำข้าวหมาก มีขั้นตอนดังนี้

นำสมุนไพรร 3 ชนิด ได้แก่ ดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง ดอกเก๊กฮวย หรือมะตูมแห้ง มาล้างน้ำทำความสะอาด สะเด็ดน้ำแล้วใส่หม้อต้มจนเดือด 10-15 นาที จากนั้นลดไฟอ่อนลง เคี่ยวไปเรื่อย ๆ จนน้ำเป็นสีเข้มตามต้องการ กรองกากสมุนไพรรอกด้วยผ้าขาวบางสะอาด นำน้ำสกัดสมุนไพรรตั้งทิ้งไว้ให้เย็นลง แล้วจึงนำน้ำข้าวหมากปริมาณ 250 มิลลิลิตร

ผสมกับน้ำสกัดสมุนไพรมะขาม 250 มิลลิลิตร ใช้เครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ (refractometer) วัดค่าความหวานของส่วนผสม แล้วปรับค่าให้ได้ 19 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$ Brix) ด้วยน้ำสกัดสมุนไพรมะขามหรือน้ำเชื่อมเข้มข้น 25 องศาบริกซ์ จากนั้นจึงนำเครื่องตีข้าวหมากผสมสมุนไพรมะขามบรรจุขวดแก้วที่ผ่านการลวกน้ำร้อน ปิดฝาเกลียวหลวม ๆ นำไปฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรเซชัน (pasteurization) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปิดฝาขวดให้แน่น เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ผานิต รุจิระพิสิทธิ์, 2549)

4. การประเมินทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation)

ค่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปใช้การประเมินทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้บริโภคทดลองชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป ได้แก่ ลูกกี้ยาวหมาก วุ้นข้าวหมาก มัฟฟิน น้ำกระเจี๊ยบแดงข้าวหมาก น้ำแกกฮวยข้าวหมาก และน้ำมะตูมข้าวหมาก ใช้ผู้บริโภคจำนวน 30 คน ให้คะแนนด้านกลิ่น (odour) สี (color) รสชาติ (taste) เนื้อสัมผัส (texture) และความชอบโดยรวม โดยใช้เกณฑ์พิจารณาแบบสเกล (hedonic scaling) 5 ระดับ ประกอบด้วยช่วงระดับคะแนนดังนี้

- 4.50 – 5.00 หมายถึง ชอบมากที่สุด
- 3.50 – 4.49 หมายถึง ชอบมาก
- 2.50 – 3.49 หมายถึง ชอบปานกลางหรือเฉย ๆ
- 1.50 – 2.49 หมายถึง ชอบน้อย
- และ 1.00 – 1.49 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด

5. การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

นำผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปที่เก็บไว้เป็นเวลา 3 5 7 และ 9 วัน โดยลูกกี้ยาวหมากเก็บไว้ในโหลแก้ว และมัฟฟินข้าวหมากเก็บไว้ในถุงพลาสติกปิดสนิทเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี pour plate ดังนี้

5.1 เจือจางผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อข้าวหมากโดยชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ละลายในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.85 (normal saline) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 225 มิลลิลิตร ผสมในเครื่องปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้ความเจือจาง 1:10 จากนั้นเจือจางในน้ำเพปโตน (peptone water) ร้อยละ 0.1 ต่อไป

จนได้ค่าที่ต้องการ ในกรณีที่เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำข้าวหมากให้ใช้ปิเปต (pipette) ดูดตัวอย่างน้ำ 1 มิลลิลิตร เติมน้ำในน้ำเพปโตนร้อยละ 0.1 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จะได้ความเจือจางเริ่มต้น 1:10 เช่นเดียวกัน จากนั้นเจือจางในเพปโตนต่อไปจนได้ระดับที่ต้องการ

5.2 ใช้ปิเปตปลอดเชื้อดูดสารละลายที่ค่าความเจือจาง $1:10^2$ และ $1:10^3$ ความเจือจางละ 1 มิลลิลิตรใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นเทอาหารแข็งพีซีเอ (plate count agar, PCA) อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ

5.3 หมุนจานเพาะเชื้อเบา ๆ ตามเข็มนาฬิกา เพื่อให้ตัวอย่างอาหารกระจายทั่วจาน จากนั้นวางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว แล้วนำไปบ่มโดยคว่ำจานเพาะเชื้อลงในตู้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 ชั่วโมง (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ)

6. การตรวจสอบการปนเปื้อนของยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

นำผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปที่เก็บไว้เป็นเวลา 3 5 7 และ 9 วัน มาตรวจสอบการปนเปื้อนของยีสต์และราด้วยวิธี spread plate ดังนี้

6.1 เจือจางตัวอย่างอาหาร 1 กรัม ในน้ำกลั่นหรือสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer solution) 99 มิลลิลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วใช้ปิเปตปลอดเชื้อดูดตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร นำไปเจือจางต่อในน้ำกลั่นหรือบัฟเฟอร์ 9 มิลลิลิตร และเจือจางทำต่อไปจนได้ความเข้มข้น $1:10^3$

6.2 เติมน้ำกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) 1 มิลลิลิตร ในอาหารแข็งมันฝรั่ง (potato dextrose agar, PDA) ที่หมอมไว้ ณ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เทอาหารใส่ในจานเพาะเชื้อ แล้วปล่อยให้อาหารเย็นลง

6.3 ดูดตัวอย่างอาหารที่ค่าการเจือจาง $1:10^1$ $1:10^2$ และ $1:10^3$ ค่าความเจือจางละ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในจานอาหารแข็งมันฝรั่ง กระจายเชื้อบนจานเพาะเชื้อ (spread plate) ด้วยแท่งแก้ว (glass spreader) นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2-5 วัน (ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ) ตรวจสอบคอโลนียีสต์หรือราที่ขึ้นในแต่ละวัน จากนั้นนำจุลินทรีย์วางลงบนกระดาษไลต์ที่หยดน้ำยาแล็กโทฟีโนลคอตทอลบลู (lactophenol cotton blue) แล้วสังเกตลักษณะรูปร่างของเซลล์ เส้นใย และสปอร์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบไบรท์ฟิลด์ (bright field microscope)

7. การตรวจสอบการปนเปื้อนของจำนวน โคลิฟอร์มในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

วิธีการตรวจสอบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์ม
ในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปดำเนินการตามขั้นตอนของ U.S.
Food and Drug Administration (2002) ดังนี้

7.1 ชั่งตัวอย่างอาหารแปรรูป ปริมาณ 25 กรัม
ใส่ในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ จากนั้นตีบดให้เป็นเนื้อเดียวกัน
แล้วใส่ลงในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ปริมาตร 225 มิลลิ-
ลิตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ค่าการเจือจางอาหารที่ 10^{-1}

7.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างเจือจางที่ $1:10^1$ มา
1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์
ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ค่าความเจือจางที่
 $1:10^2$ แล้วทำการเจือจางต่อไปที่ $1:10^3$

7.3 ดูดตัวอย่างอาหารเจือจางที่ $1:10^1$ $1:10^2$
และ $1:10^3$ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเหลวลอริล
ซัลเฟตทริปโทส (Lauryl sulphate tryptose broth, LST) ที่
บรรจุหลอดดักแก๊สไว้ ค่าความเจือจางละ 3 หลอด รวมเป็น
9 หลอด บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48
ชั่วโมง

7.4 สังเกตหลอดที่เกิดความขุ่นและเกิดแก๊ส
ขึ้นในหลอดดักแก๊ส ให้อ่านผลเป็นบวก จากนั้นนำไปตรวจ
ยืนยันโดยใช้ลูป (loop) ถ่ายเชื้อที่ให้ผลบวกใส่ในหลอดอาหาร
เหลวบิลเลียนท์กรีนแลคโทสไบล์ (billiant green lactose
bile broth, BGLB) และอาหารเหลวอีโคไล (*Escherichia*
coli broth, EC) ที่บรรจุหลอดดักแก๊สไว้ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ
35 องศาเซลเซียส สำหรับอาหารเหลวอีโคไล ให้บ่มไว้ที่
อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

7.5 ถ้าอาหารเหลวบิลเลียนท์กรีนแลคโทส
ไบล์และอาหารเหลวอีโคไลมีความขุ่นเกิดขึ้นและเกิดแก๊สใน
หลอดดักแก๊สให้อ่านผลเป็นบวก โดยหลอดอาหารเหลวบิล
เลียนท์กรีนแลคโทสไบล์อ่านค่าโคลิฟอร์มจากรางเอ็มพี
เอ็น (most probable number, MPN) จำนวน 3 หลอด และ
หลอดอาหารเหลวอีโคไลอ่านค่าฟีคัลโคลิฟอร์มจากราง
เอ็มพีเอ็น จำนวน 3 หลอด

7.6 จากนั้นนำอาหารเหลวอีโคไลที่มีความขุ่น
ไปลาก (streak) บนจานอาหารแข็งอีโอซินเมทิลีนบลู (eosin
methylene blue agar, EMB) ด้วยลูป บ่มที่อุณหภูมิ 35
องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ถ้าพบคอลลอยด์สีตะกั่ว
(metallic sheen) มีจุดดำตรงกลางให้นำไปทดสอบยืนยันเชื้อ

Escherichia coli โดยวิธีทางชีวเคมีต่อไป

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวหมาก
แปรรูปด้วยสถิติพรรณนา (descriptive statistics) ในรูปแบบ
ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และร้อยละ (%)

ผลการวิจัย

จากการสำรวจความชอบในผลิตภัณฑ์ข้าวหมาก
แปรรูปและการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิต-
ภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป โดยการวิเคราะห์ผลการตอบแบบ-
สอบถามความชอบของผู้บริโภค และการตรวจวิเคราะห์
ด้วยวิธีทางจุลชีววิทยาเป็นเวลา 3 5 7 และ 9 วัน ได้ผล
ดังนี้

1. ผลการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวหมาก

จากการหมักข้าวหมากทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน
เมื่อตรวจวัดปริมาณน้ำตาลในข้าวหมากโดยใช้เครื่องรีแฟก-
โทมิเตอร์ พบว่ามีค่าความหวานที่ 32 องศาบริกซ์ จากนั้น
นำเนื้อข้าวหมากไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลูกกึ่งข้าว-
หมาก วันกะทิข้าวหมาก และมัทผินข้าวหมาก ผลิตภัณฑ์
แปรรูปจากน้ำข้าวหมาก ได้แก่ เครื่องดื่มน้ำข้าวหมากผสม
สมุนไพโร 3 ชนิด คือ ดอกกระเจี๊ยบแดง ดอกเก๊กฮวย และ
เนื้อมะตูม ได้ผลดังภาพที่ 2-3

2. ผลการประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อ ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อผลิต-
ภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ความ
ชอบต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อข้าวหมากและผลิตภัณฑ์
แปรรูปจากน้ำข้าวหมาก จำนวน 6 ตัวอย่าง ได้แก่ ลูกกึ่งข้าว-
หมาก วันข้าวหมาก มัทผินข้าวหมาก น้ำข้าวหมากผสมน้ำ
กระเจี๊ยบแดง น้ำข้าวหมากผสมน้ำมะตูม และน้ำข้าวหมาก
ผสมน้ำเก๊กฮวย โดยผู้ชิมจำนวน 30 คน ประเมินคุณภาพ
ผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสได้ผลดังนี้

2.1 ผลการประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์ แปรรูปจากเนื้อข้าวหมาก

ผู้ชิมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อข้าวหมาก
ประกอบด้วย เพศหญิงจำนวน 20 คน (ร้อยละ 66.7) เพศ
ชายจำนวน 10 คน (ร้อยละ 33.3) มีอายุระหว่าง 15-25 ปี
จำนวน 28 คน (ร้อยละ 93.3) อายุ 36 ปีขึ้นไป จำนวน 2 คน
(ร้อยละ 6.7) ระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 2 คน
(ร้อยละ 6.7) และระดับปริญญาตรี จำนวน 28 คน (ร้อยละ 93.3)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 2 ลักษณะผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อข้าวหมาก ได้แก่ (ก) ลูกกี้ยาวหมาก (ข) มัฟฟินข้าวหมาก และ (ค) วุ้นกะทิข้าวหมาก



(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 3 ลักษณะผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำข้าวหมาก ได้แก่ (ก) น้ำกระเจี๊ยบแดงผสมน้ำข้าวหมาก (ข) น้ำมะตูมผสมน้ำข้าวหมาก และ (ค) น้ำเก็กฮวยผสมน้ำข้าวหมาก

โดยมีสถานภาพเป็นนักศึกษาจำนวน 28 คน (ร้อยละ 93.3) และรับจ้างอิสระจำนวน 2 คน (ร้อยละ 6.7) ผลการประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อข้าวหมากพบว่า ผู้ตอบแบบประเมินมีความชอบในภาพรวมต่อผลิตภัณฑ์ลูกกี้ยาวหมากในระดับมาก ($\bar{x} = 4.46$) วุ้นข้าวหมากอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.46$) และมัฟฟินข้าวหมากอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.70$) (ตาราง 1)

2.2 ผลการประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปน้ำข้าวหมาก

ผู้ประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำข้าวหมาก ประกอบด้วย เพศหญิงจำนวน 25 คน (ร้อยละ 83.3) เพศชายจำนวน 5 คน (ร้อยละ 16.7) มีอายุระหว่าง 15-25 ปี จำนวน 29 คน (ร้อยละ 96.7) และอายุระหว่าง 26-35 ปี จำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.3) มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 29 คน (ร้อยละ 96.7) และระดับปริญญาเอกจำนวน 1 คน (ร้อยละ 3.3) มีสถานภาพเป็นนักศึกษาจำนวน 29 คน (ร้อยละ 96.7) และข้าราชการ จำนวน 1 คน

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความชอบในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อข้าวหมาก

ผลิตภัณฑ์	$\bar{x} \pm SD$	ระดับความชอบ
ลูกกี้ยาวหมาก		
1. กลิ่น	4.53±0.50	มากที่สุด
2. สี	4.60±0.49	มากที่สุด
3. รสชาติ	4.26±0.63	มาก
4. เนื้อสัมผัส	4.33±0.60	มาก
5. ความชอบโดยรวม	4.46±0.57	มาก
วุ้นกะทิข้าวหมาก		
1. กลิ่น	4.50±0.57	มาก
2. สี	4.40±0.49	มาก
3. รสชาติ	4.53±0.57	มากที่สุด
4. เนื้อสัมผัส	4.53±0.57	มากที่สุด
5. ความชอบโดยรวม	4.46±0.57	มาก
มัฟฟินข้าวหมาก		
1. กลิ่น	4.70±0.46	มากที่สุด
2. สี	4.56±0.50	มากที่สุด
3. รสชาติ	4.70±0.46	มากที่สุด
4. เนื้อสัมผัส	4.66±0.47	มากที่สุด
5. ความชอบโดยรวม	4.70±0.46	มากที่สุด

(ร้อยละ 3.3) ผู้ประเมินมีความชอบในภาพรวมต่อผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากผสมน้ำกระเจี๊ยบแดงอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.50$) น้ำข้าวหมากผสมน้ำมะตูมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.76$) และน้ำข้าวหมากผสมน้ำเก็กฮวยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.43$) (ตาราง 2)

3. ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

3.1 ผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความชอบในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำข้าวหมาก

ผลิตภัณฑ์	$\bar{x} \pm SD$	ระดับความชอบ
น้ำข้าวหมากผสมน้ำกระเจี๊ยบแดง		
1. กลิ่น	4.50±0.75	มากที่สุด
2. สี	5.00±0.67	มากที่สุด
3. รสชาติ	4.00±0.71	มาก
4. ความชอบโดยรวม	4.50±0.71	มากที่สุด
น้ำข้าวหมากผสมน้ำมะตูม		
1. กลิ่น	3.60±0.85	มาก
2. สี	3.53±1.19	มาก
3. รสชาติ	3.60±1.00	มาก
4. ความชอบโดยรวม	3.76±0.97	มาก
น้ำข้าวหมากผสมน้ำเก็กฮวย		
1. กลิ่น	4.56±0.62	มากที่สุด
2. สี	4.26±0.63	มาก
3. รสชาติ	4.46±0.57	มาก
4. ความชอบโดยรวม	4.43±0.62	มาก

จากการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป ได้แก่ ลูกกึ่งข้าวหมาก รุ้นข้าวหมาก มัฟฟินข้าวหมาก ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 5 7 และ 9 วัน ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์บนอาหารแข็งพีซีเอที่บ่มไว้นาน 24 ชั่วโมง (ตาราง 3)

3.2 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

จากการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป 6 ชนิด ที่เก็บไว้เป็นเวลา 9 วัน พบว่ามี การปนเปื้อนของเชื้อยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งข้าวหมาก รุ้นข้าวหมาก และมัฟฟินข้าวหมากตั้งแต่วันที่ 5 โดยพบว่ามี การเจริญของยีสต์และราบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งมันฝรั่งที่บ่มไว้ 2 - 5 วัน (ตาราง 3) และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อยีสต์และราในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวหมากผสมสมุนไพรที่เก็บไว้นาน 9 วัน

3.3 ผลการตรวจสอบโคลิฟอร์มในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อโคลิฟอร์มในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปในระยะเวลาการเก็บ 3 5 7 และ 9 วัน ไม่พบการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์มในผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 ชนิด (ตาราง 3)

ตาราง 3 ผลการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย ยีสต์ และรา ในผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป

ผลิตภัณฑ์	จุลินทรีย์ที่ตรวจพบ				
	ข้าวหมากแปรรูป	วันที่ 3	วันที่ 5	วันที่ 7	วันที่ 9
1. ลูกกึ่งข้าวหมาก	-	-	-	M	
2. รุ้นข้าวหมาก	-	Y	Y	Y	
3. มัฟฟินข้าวหมาก	-	M	M	M	
4. น้ำข้าวหมากผสมน้ำกระเจี๊ยบแดง	-	-	-	-	
5. น้ำข้าวหมากผสมน้ำมะตูม	-	-	-	-	
6. น้ำข้าวหมากผสมน้ำเก็กฮวย	-	-	-	-	

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ Y หมายถึง ยีสต์ และ M หมายถึง รา

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยแปรรูปข้าวหมากเป็นผลิตภัณฑ์ขนมและเครื่องดื่มผสมสมุนไพร จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ลูกกึ่งข้าวหมาก รุ้นข้าวหมาก มัฟฟินข้าวหมาก น้ำข้าวหมากผสมน้ำกระเจี๊ยบแดง น้ำข้าวหมากผสมน้ำมะตูม และน้ำข้าวหมากผสมน้ำเก็กฮวย พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์แปรรูปโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ($\bar{x} = 3.76 - 4.70$) โดยผู้บริโภคชอบมัฟฟินข้าวหมากมากที่สุดและชอบน้ำข้าวหมากผสมน้ำมะตูมน้อยที่สุด ซึ่งผู้บริโภคที่ใช้ในการประเมินผลิตภัณฑ์แปรรูปร้อยละ 80 เป็นเยาวชนเพศหญิง อายุ 15 - 25 ปี การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์พบว่า ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อข้าวหมากสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในภาชนะปิด (ลูกกึ่งข้าวหมากและมัฟฟินข้าวหมาก) และในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (รุ้นข้าวหมาก) ได้นาน 9 วัน โดยไม่พบเชื้อก่อโรคทางเดินอาหาร ซึ่งสังเกตจากการตรวจไม่พบโคลิฟอร์ม แต่ในการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 5 วัน พบการปนเปื้อนของราในลูกกึ่งข้าวหมากและมัฟฟินข้าวหมาก และพบยีสต์เจริญในวันข้าวหมาก สำหรับเครื่องดื่มน้ำข้าวหมากผสมสมุนไพร 3 ชนิด คือ น้ำข้าวหมากผสมน้ำกระเจี๊ยบแดง น้ำข้าวหมากผสมน้ำมะตูม และน้ำข้าวหมากผสมน้ำเก็กฮวย พบว่า สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 9 วัน โดยไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทุกประเภท

อภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ความชอบผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปของผู้บริโภคซึ่งส่วนใหญ่เป็นเยาวชนในภาพรวม

ได้รับการยอมรับในระดับมากถึงมากที่สุด ลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ดูน่ารับประทาน (ข้อมูลจากการสอบถามผู้ชิม) และความชอบด้าน กลิ่น สี รสชาติ และเนื้อสัมผัส อยู่ในระดับดีถึงดีมากเช่นกัน อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อข้าวหมากพบว่าน้อยกว่าเครื่องดื่มแปรรูปน้ำข้าวหมากผสมสมุนไพรที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่เล็กน้อยและมีปริมาณน้ำตาลซึ่งจะช่วยรักษาเครื่องดื่มไม่ให้เน่าเสียง่าย (นิอร โฉมศรี, 2555) ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากข้าวหมากที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก พบว่า การเน่าเสียเกิดจากราที่ส่วนใหญ่สามารถสร้างเอนไซม์แอมิเลส (amylase) ย่อยสลายแป้งได้ดี และวัณกะทิจข้าวหมาก พบว่า เน่าเสียจากยีสต์ที่มักปล่อยเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase) ออกมาใช้น้ำตาลซูโครสที่เป็นองค์ประกอบในวัณกะทิจ โดยการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้สังเกตได้เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 5 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาเจริญสูงสุดของจุลินทรีย์กลุ่มฟังไจ (fungi) การแก้ปัญหาอาจทำได้โดยออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานเพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากภายนอก (วิไล รัตนาทอง, 2552) นอกจากนี้ในกระบวนการทำข้าวหมากแปรรูปมีการใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อโดยการอบ ต้ม และพาสเจอร์ไรเซชัน ทำให้ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจากทางเดินอาหาร (โคลิฟอร์มแบคทีเรีย) ที่อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบหรือผู้ประกอบอาหารซึ่งอาจเป็นเชื้อก่อโรคทางเดินอาหารได้ ดังนั้นการทดลองแปรรูปผลิตภัณฑ์หลากหลายจากข้าวหมากในครั้งนี้จึงนับว่าได้ผลดีเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่น่ารับประทานและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ แต่ควรพัฒนาต่อไปเพื่อให้สามารถจำหน่ายได้ในเชิงพาณิชย์

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือควรมีการนำองค์ความรู้การแปรรูปข้าวหมากจากการวิจัยในครั้งนี้ถ่ายทอดให้กับชุมชนที่ประกอบกิจการผลิตข้าวหมากก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ในด้านการส่งเสริมเศรษฐกิจระดับชุมชน เนื่องจากชาวบ้านมีความรู้เรื่องการทำข้าวหมากอยู่แล้วจากภูมิปัญญาดั้งเดิมของแต่ละท้องถิ่นประกอบกับความหลากหลายของทรัพยากรในพื้นที่ทำให้ชุมชนมีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนเอง ดังนั้นภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษา หรือองค์กรปกครองท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง จึงควรมีส่วนสำคัญในการร่วมมือกันสนับสนุนและพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากให้มีความเข้มแข็ง ให้ชาวบ้านสามารถเลี้ยงดูตัวเองและครอบครัวได้ (ฉัตรทิพย์ นาถสุภา, 2548; ประเวศ วะสี, 2542) ซึ่งในที่นี้คณะผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางการส่งเสริม สนับสนุน และ

คุ้มครองภูมิปัญญาท้องถิ่นการทำข้าวหมากและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวหมาก โดยเริ่มจากการพัฒนาคุณภาพของข้าวหมากและผลิตภัณฑ์แปรรูปให้มีเอกลักษณ์และมีคุณภาพมาตรฐานซึ่งอาจนำผลการวิจัยนี้ประกอบการพิจารณาได้จากนั้นสร้างหลักสูตรฝึกอบรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวหมากเพื่อเผยแพร่ความรู้ให้กับชาวบ้านและผู้สนใจโดยยึดแนวคิดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พร้อมกับพัฒนาสถานที่ประกอบการทำข้าวหมากของชาวบ้านให้รวมเป็นกลุ่มอาชีพเพื่อการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพและอาจรองรับการศึกษาดูงานในอนาคต นอกจากนี้ควรสร้างเครือข่ายด้านการตลาดให้กับชุมชน และเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผลิตภัณฑ์แปรรูปของชุมชนสู่สังคมในวงกว้าง โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอในการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนคือการทำให้ชุมชนมีส่วนร่วมคิดร่วมทำ ร่วมรับผลประโยชน์ บนพื้นฐานของความสามารถที่มีอยู่ และจากการใช้ทุนของชุมชนนั้น เพื่อให้สามารถพึ่งตนเองได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรวิจัยบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูป เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาและสร้างแรงจูงใจในการซื้อให้กับผู้บริโภค
2. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปข้าวหมากโดยกำหนดพื้นที่เป้าหมายไปที่วิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารท้องถิ่นและสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้อง เพื่อเผยแพร่แนวคิดการอนุรักษ์และตระหนักถึงคุณค่าอาหารจากภูมิปัญญาท้องถิ่น
3. จัดทำเว็บไซต์ (website) หรือแอปพลิเคชัน (application) พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวหมาก เพื่อให้ผู้บริโภคเข้าถึงสินค้าได้สะดวกและรวดเร็ว

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรทิพย์ นาถสุภา. (2548). **แนวคิดเศรษฐกิจชุมชน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สร้างสรรค์.
- นิอร โฉมศรี. (2555). **จุลชีววิทยาอาหาร**. เชียงใหม่: เชียงใหม่ปริทัศน์.
- ประเวศ วะสี. (2542). **เศรษฐกิจพอเพียงและประชาสังคม แนวทางพลิกฟื้นเศรษฐกิจสังคม**. กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.
- ผานิต รุจิระพิสิทธิ์. (2549). กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ผสมสมุนไพรจากฝรั่งและตะไคร้. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย** 26(1): 183-191.

- รุ่งนภา ปิตะวชิรกุล และกันต์ อินทวงศ์. (2556). การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องแปรรูปหน่อไม้เพื่อการถนอมอาหารด้วยรูปแบบการจัดการองค์ความรู้สู่ผู้ประกอบการ. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ* 16(2): 37-43.
- วิไล รังสาดทอง. (2552). เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เท็ก แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.
- เสรี พงศ์พิศ. (2550). *เศรษฐกิจพอเพียง เกิดได้ ถ้าใจปรารถนา*. กรุงเทพฯ: พลังปัญญา.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2557). *รายชื่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ประกาศใช้*. สืบค้นจากเว็บไซต์ <http://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx> เมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2557.
- อรุณ ชาญชัยเชาว์วิวัฒน์ และอัฐวิทย์ อุเทนสุด. (2556). ประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหารโดยแบคทีเรียกรดแลกติกจากลูกแป้งข้าวหมาก. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้* 4(2): 124-131.
- Blandinob, A., Al-Aseeria, M. E., Pandiellaa, S. S., Canterob, D., Webba, C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International* 36: 527-543.
- Chanchaichaovivat, A. and Pasuk, A. (2013). Inhibitory effect of fermented glutinous rice on enteropathogenic bacteria. *The Journal of Interdisciplinary Networks* 2 (2): 30-36.
- Ghosh, K., Ray, M., Adak, A., Dey, P., Halder, S. K., Das, A., Jana, A., Parua Mondal, S., Das Mohapatra, P. K., Pati, B. R., and Mondal, K. C. (2015). Microbial, saccharifying and antioxidant properties of an Indian rice based fermented beverage. *Food Chemistry* 168: 196-202.
- Perera, P. R. D, Ekanayake, S., Ranaweera, K. K. D. S. (2014). Antiglycation and antioxidant activities of a ready to serve herbal drink of *Syzygium Cumini* bark extract. *Medicinal & Aromatic Plants* 3(1): 148.
- U.S. Food and Drug Administration (2002). *Bacteriological analytical manual online (Chapter 4)*. Maryland: Department of Health and Human Services.