

การผลิตผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก

Production of Yogurt-Like Product from Germinated Brown Rice Milk

ศุภศิษฐ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์ *
นิอร ชุมศรี*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอกด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* อัตราส่วน 1:1 หมักที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อนํ้า 1:5 และ 1:7 พบว่าเมื่ออัตราส่วนของนํ้าเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และปริมาณกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์ลดลง ขณะที่ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เพิ่มขึ้น นํ้านมข้าวกล้องงอกหมักอัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อนํ้า 1:7 ได้คะแนนการยอมรับด้านประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากกว่านํ้านมข้าวกล้องงอกหมักอัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อนํ้า 1:5

นํ้านมข้าวกล้องงอกอัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อนํ้า 1:7 มาศึกษาความเข้มข้นของหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมที่เหมาะสมต่อการหมักระหว่างความเข้มข้นร้อยละ 5.0 กับร้อยละ 10.0 โดยนํ้าหนักต่อปริมาตรพบว่าผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 10.0 มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงมากกว่าเมื่อหมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 5.0 ขณะที่ปริมาณกรดแลคติกมีค่าเท่ากันที่ร้อยละ 0.13 เมื่อสิ้นสุดการหมัก อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 5.0 ได้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติและความชอบโดยรวมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นนํ้านมข้าวกล้องงอกอัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อนํ้า 1:7 หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์

* อาจารย์ประจำสาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน

ผสมความเข้มข้นร้อยละ 5.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ต จากน้ำนมข้าวกล้องงอก ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณ โปรตีนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยไม่พบการสูญเสียของสาร ประกอบกานา (1.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) พบจุลินทรีย์

ทั้งหมด แบคทีเรียแลคติก ยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อมิลลิตรและปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 3 โคโลนีต่อมิลลิตรและผลิตภัณฑ์มีฤทธิ์ การต้านอนุมูลอิสระทดสอบด้วยวิธี DPPH ร้อยละ 18.28

Abstract

The objective of this study was development the formulation of yogurt-like product made from germinated brown rice milk. The rice milk was added with mixed starter cultures *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* (ratio 1:1) and fermented at 43 °C for 24 hours and kept at 4 °C. The treatment with different ratios of rice and water 1:5 and 1:7 respectively were determined for fermentation. The results showed that the water ratio increasing related to the reducing of the total soluble solid and lactic acid content while the acidity (pH) was increased. The sensory attributes evaluation of yogurt-like product with the ratio of rice and water 1:7 had higher score in flavor, texture and overall acceptance than the ratio 1:5.

The optimum of starter culture concentration between 5.0% w/v and 10.0 % w/v for fermentation of the germinated-brown rice milk with the ratio of rice and water 1:7 at the same

condition was studied, the data indicated that the product contained with 10.0 % w/v starter culture had the acidity (pH) and total soluble solid lower than the 5.0 % w/v contained product while both samples showed the same level of lactic acid (0.13%) at the end of fermentation. However the product contained with 5.0% w/v starter culture had the higher score significantly difference at $p < 0.05$ in flavor and overall acceptance. Therefore the yogurt-like product from germinated-brown rice milk with the ratio of rice and water 1:7 contained with 5.0% w/v mixed starter culture was suitable for production. The protein content in yogurt-like product had slightly increasing and it was no significantly change of GABA (1.06 mg/100g). The product was found the total plate count, lactic acid bacteria yeast and mold were less than 10 cfu/ml and MPN coliform bacteria less than 3 cfu/ml. The scavenging DPPH radical of yogurt-like product was 18.28 %.

ความสำคัญของปัญหา

พฤติกรรมกรรมการบริโภคและกิจกรรมในการดำเนินชีวิตเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสุขภาพของประชากรทุกช่วงวัย จากรายงานทางสถิติสาธารณสุขในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2545-2554) พบอัตราการป่วยและการเสียชีวิตจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมกรรมการบริโภคได้แก่ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน หลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมอง โดยทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ พ.ศ. 2552 เป็นต้นมา (อมรา ทองหงษ์และคณะ, 2555) วิถีชีวิตที่เร่งรีบการรับประทานอาหารจานด่วน หรืออาหารที่ผ่านการปรุงแต่งด้วยสารกันบูด การนำวัตถุดิบที่มีสารเคมีตกค้าง ขาดการบริโภคผักและผลไม้รวมทั้งขาดการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ นานวันจากเดือนเป็นปีจนก่อให้เกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังดังกล่าว (Getoft, 2007)

ปัจจุบันผู้บริโภคบางส่วนไม่นิยมรับประทานเนื้อสัตว์จากวัว ควาย แพะหรือแกะ เนื่องจากเป็นเนื้อสัตว์จากการผลิตในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรเร่งการเติบโตที่ผิดธรรมชาติ นิดฮอร์โมนสังเคราะห์ ยาปฏิชีวนะและสารเร่งเนื้อแดง ซึ่งอาจตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งข้อมูลการระบาดของเชื้อโรคสมองพุน (bovine spongiform encephalopathy, BSE) หรือโรคควัวบ้า (mad cow diseases) และโรคสูญเสียความทรงจำหรือโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease, AD) (ปราธนา พุกษะศรี, 2544) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากสัตว์ เช่น นํ้านมวัว ก็พบปัญหาในผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่ดื่มจนแล้วเกิดอาการปวดท้อง ท้องอืด คลื่นไส้ อาเจียนและถ่ายเป็นน้ำ (Bulh es, 2007) อันเป็นภาวะพร่องเอนไซม์แลคเตส (lactase deficiency) โดยในประเทศไทยพบภาวะนี้มากถึงร้อยละ 90 (Curry, 2013)

จากสาเหตุเหล่านี้ทำให้อาหารที่ได้จากการแปรรูปผัก ผลไม้และธัญพืชจึงเป็นทางเลือกในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหรือเครื่องดื่มซึ่งเชื่อว่า

อุดมไปด้วยสารพฤกษเคมี (phytochemicals) หลายชนิดที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพช่วยป้องกันยับยั้งและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังหลายชนิด โดยใช้กระบวนการถนอมอาหารแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ นมเปรี้ยวหรือโยเกิร์ตที่หมักด้วยจุลินทรีย์กลุ่มแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus* sp.) ที่ช่วยรักษาสสมดุลระบบนิเวศในทางเดินอาหาร ป้องกันจุลินทรีย์ก่อโรคไม่ให้ทำอันตรายต่อร่างกายและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Zhang, 2011) มักถูกนำมาศึกษาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์คล้ายนมเปรี้ยวหรือโยเกิร์ต เช่น โยเกิร์ตนมข้าวโพด นมถั่วเหลือง นมข้าวกล้อง เครื่องดื่มคล้ายนมเปรี้ยวผสมธัญพืชจากข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ (Gee et al., 2007; Mårtensson and Holst, 2000; Walsh et al., 2010; Buono, 1990; จิรากร ประเสริฐชิวะ, 2546 และกฤษณาลิยา ครุฑกะ, 2544 ตามลำดับ) เป็นต้น

ข้าวหอมมะลิ (Jasmine rice) เป็นอาหารหลักของคนไทยเป็นข้าวที่มีกลิ่นรสเฉพาะ และมีปริมาณโปรตีนสูงและมีไขมันที่ต่ำกว่านมวัว (จุฑามาศ ภิระสาโรช, 2553) การบริโภคเป็นประจำจะมีผลช่วยป้องกันหรือลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเมธิ่งลำไส้ใหญ่ (Varanyanond, et al., 2005) นอกจากนี้เมื่อใช้ข้าวหอมมะลิที่เป็นข้าวกล้องงอกจะพบสารพฤกษเคมีชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารกาบาหรือแกมมาอะมิโนบิวไทริก แอซิด (γ -amino butyric acid, GABA) (วีรวัฒน์ รอดคุ้ม, 2554; อิงฟ้า คำแพงและคณะ, 2552 และ จารุรัตน์ สันเต, 2550) ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงมีความสนใจนำข้าวหอมมะลิที่ผ่านการออกมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตแทนการใช้นมวัวผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์คล้ายนมเปรี้ยวหรือโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอกด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม *Lactobacillus*

วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน

ปีที่ ๒๑ ฉบับที่ ๒ (เมษายน - มิถุนายน) ๒๕๕๘

bulgaricus และ *Streptococcus thermophilus* อัตราส่วน 1:1 และศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารพฤกษเคมีกาบาและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์

วิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ อุปกรณ์และสารเคมี

ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ น้ำตาลทราย หัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* อัตราส่วน 1:1 เครื่องผลิตนํ้านมธัญพืช โซเดียมไฮดรอกไซด์ ฟีนอล์ฟธาไลน์ เมทานอล และ 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH)

วิธีการเตรียมนํ้านมข้าวกล้องงอกและกระบวนการหมัก

เตรียมนํ้านมข้าวกล้องงอกด้วยเครื่องผลิตนํ้านมธัญพืชกรองนํ้านมข้าวกล้องงอกด้วยตะแกรงและผ้าขาวบาง นํ้านมข้าวกล้องงอก 500 มิลลิลิตร เติมนํ้าตาลทรายร้อยละ 5 ต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิ 40-43 องศาเซลเซียส เติมหหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* อัตราส่วน 1:1 ในอัตราส่วนที่ทำการศึกษานํ้าไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องบ่มโยเกิร์ต

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอกและคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส

เตรียมนํ้านมข้าวกล้องงอก โดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อนํ้า 1:5 และ 1:7 ตามลำดับ หัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมร้อยละ 5 วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่าง โดยใช้เครื่อง pH meter วิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติก วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (AOAC, 2000) และวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ให้ระดับคะแนนความชอบ 9 จุด (9-point hedonic scale) โดยการทดสอบคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น

รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม (เมธาวิ อนุวัชกุลและสุตารัตน์เจียมยั้งยืน, 2552) สูตรที่ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสที่สุด ถูกนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมและคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก

นำผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอกที่ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสดีที่สุดมาศึกษาปริมาณความเข้มข้นของหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมโดยใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมที่ความเข้มข้นร้อยละ 5.0 กับร้อยละ 10.0 โดยนํ้าหนักต่อปริมาตรหมักในเครื่องบ่มโยเกิร์ต เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บผลิตภัณฑ์ที่ได้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรดแลคติกและทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ให้ระดับคะแนนความชอบ 9 จุด (9-point hedonic scale) (เมธาวิ อนุวัชกุลและสุตารัตน์ เจียมยั้งยืน, 2552) สูตรที่ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสที่สุด ถูกนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

การศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมีทางจุลชีววิทยาและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก

นำผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอกที่ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสดีที่สุดมาทำการวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดความหนืด วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl วิเคราะห์ไขมันด้วยวิธี soxhlet (AOAC, 2000) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบกาบาด้วยวิธี HPLC (Varayanond et al., 2005) วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียแลคติก ยีสต์และรา และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (AOAC, 2000) และทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (ดัดแปลงจาก Shimada et al., 1992)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ยกเว้นการทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวกล้องงอกและคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส

เมื่อหมักน้ำนมข้าวกล้องงอกอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:5 และ 1:7 พบว่าเมื่ออัตราส่วนของน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และปริมาณกรดแลคติกลดลง ขณะที่ค่าความเป็นกรดต่างเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เกิดจากน้ำตาลที่เติมลงไปและเกิดจากความร้อนในการต้มทำให้โมเลกุลของแป้งแตกตัวเป็นน้ำตาลซึ่งถูกใช้เป็นแหล่ง

อาหารของจุลินทรีย์โดยเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์ลดลง ดังนั้นจากอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ไม่เท่ากันส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่าง และการผลิตกรดแลคติกที่ไม่เท่ากันสอดคล้องกับงานวิจัยของจุฬามาตและเฉลิมพงษ์ (2553) พบว่าระดับน้ำเชื่อมกล้วยในการผลิตผลิตภัณฑ์คล้ายนมเปรี้ยวจากน้ำนมข้าวกล้องหอมมะลิที่ความเข้มข้นร้อยละ 7 มีผลต่อการผลิตกรดได้ปริมาณสูงกว่าและส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างลดลงต่ำกว่าการใช้น้ำเชื่อมกล้วยที่ความเข้มข้นต่ำกว่า

ผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวกล้องงอกอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:7 ได้รับคะแนนในทุกคุณลักษณะมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:5 โดยได้รับคะแนนด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2) จึงเลือกผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:7 ไปทำการศึกษาในขั้นต่อไป

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวกล้องงอก

องค์ประกอบทางเคมี	อัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อน้ำ	
	1:5	1:7
ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)	4.21 ± 0.10^a	5.08 ± 0.10^b
ปริมาณกรดแลคติก(%)	0.15 ± 0.05^a	0.13 ± 0.02^a
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้(Brix)	18.0 ± 0.00^a	13.0 ± 0.00^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 คะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอกที่อัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อนํ้าต่างกัน

คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส	อัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อนํ้า	
	1:5	1:7
สี	6.43 ^a	6.43 ^a
กลิ่น	5.53 ^a	6.07 ^a
รสชาติ	5.10 ^a	6.03 ^b
เนื้อสัมผัส	5.50 ^a	6.53 ^b
ความชอบโดยรวม	5.80 ^a	6.63 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมและคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และความเป็นกรดต่างมีค่าลดลงในผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตที่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 5.0 และร้อยละ 10.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 10.0 มีค่าความเป็นกรดต่างและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 5.0 แต่มีปริมาณกรดแลคติกเท่ากับที่ร้อยละ 0.13 เมื่อหมักครบ 24 ชั่วโมง

ระหว่างการหมักปริมาณนํ้าตาลที่เติมลงไปและนํ้าตาลที่เกิดจากนํ้านมข้าวแตกตัวเมื่อได้รับความร้อนจะถูกใช้เป็นอาหารของจุลินทรีย์ทำให้มีการผลิตกรดมากขึ้นส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการหมัก (Coda et al., 2012) และหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* เป็นการเจริญเติบโตแบบอาศัยกัน (symbiosis) นอกจากผลิตกรดแลคติกแล้วยังมีการผลิตกรดฟอร์มิก (formic acid) (Vedamuthu, 1991) ด้วยทำให้ค่าความเป็นกรดต่างมีค่าไม่เท่ากัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอกที่หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม ความเข้มข้นร้อยละ 5.0 และ 10.0

องค์ประกอบทางเคมี	ความเข้มข้นหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม	
	5.0 % w/v	10.0 % w/v
ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)	5.09 ± 0.07 ^a	4.42 ± 0.02 ^b
ปริมาณกรดแลคติกทั้งหมด (%)	0.13 ± 0.03 ^a	0.13 ± 2.14 ^a
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	18.0 ± 0.00 ^a	15.0 ± 0.00 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 10.0 มีค่าใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมวัว โดยน้ำนมวัวก่อนและหลังกระบวนการหมักมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 6.55-6.62 และ 4.33-4.64 ตามลำดับ และลดลงอย่างช้าๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 35 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความเป็นกรดต่างสุดท้ายระหว่าง 4.16-4.40 (Dave and Shah, 1997) อย่างไรก็ตามการหมักผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวกล้องงอกต้องใช้ปริมาณหัวเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมวัวหรือจากน้ำนมธัญพืชอื่นๆ ที่มีส่วนผสมจากน้ำนมวัว

กรดแลคติกในผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวกล้องงอกมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากไม่มีส่วนผสมของน้ำนมวัวที่จุลินทรีย์กลุ่มแลคโตบาซิลลัสใช้น้ำตาลนมในการเจริญและผลิตกรดแลคติกที่สูงกว่า สอดคล้องการศึกษาค้นคว้าการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวกล้องพันธุ์หอมนิลที่มีค่าความเป็นกรดต่างในช่วง 6 ของการหมักอยู่ในช่วง 4.43 - 4.60 และมีปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.25 - 0.27 (อำพรณชัยกุลเสวีวัฒน์และคณะ, 2557) ขณะที่การศึกษาของ

ปริญญาพันธุ์และคณะ (2553) ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำธัญพืชและน้ำนมวัว โดยใช้หัวเชื้อผสมระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ร้อยละ 5 และเติมนมผงร้อยละ 10 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณกรดแลคติกใกล้เคียงกับโยเกิร์ตจากน้ำนมวัว (ร้อยละ 0.83-0.85) สอดคล้องกับการศึกษาผลิตภัณฑ์คล้ายนมเปรี้ยวจากน้ำนมข้าวกล้องหอมมะลิที่มีการเติมหางนมผงร้อยละ 6 มีการเปลี่ยนแปลงของกรดแลคติกในช่วงร้อยละ 0.97-0.99 (จุฑามาศ ภิระสาโรชและเฉลิมพล วัฒนวงศ์, 2553)

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 5.0 ในด้านรสชาติและความชอบโดยรวมมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 10.0 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4) จึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 5.0 เป็นสูตรที่ดีที่สุดไปทำการศึกษาในขั้นต่อไป

ตารางที่ 4 คะแนนทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวกล้องงอกด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 5.0 และ 10.0

คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส	ความเข้มข้นหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม	
	5.0 % w/v	10.0 % w/v
สี	6.93 ^a	6.87 ^a
กลิ่น	6.67 ^a	6.63 ^a
รสชาติ	7.33 ^a	6.37 ^b
เนื้อสัมผัส	6.77 ^a	7.03 ^a
ความชอบโดยรวม	7.53 ^a	6.97 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน

ปีที่ ๒๑ ฉบับที่ ๒ (เมษายน - มิถุนายน) ๒๕๕๘

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพทางเคมี ทางจุลชีววิทยาและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก

องค์ประกอบทางกายภาพ

สูตรที่ได้รับการคัดเลือกในการศึกษาครั้งนี้คือนํ้านมข้าวกล้องงอกที่ใช้อัตราส่วนข้าวต่อนํ้า 1:7 หัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมความเข้มข้นร้อยละ 5.0 โดยนํ้าหนักต่อปริมาตรหมักที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมงและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีขาวครีมและมีความหนืดเพิ่มขึ้น

เมื่อผ่านกระบวนการหมัก (ตารางที่ 5) สอดคล้องกับการศึกษาของจุฑามาศและเฉลิมพล (2553) พบว่านมเปรี้ยวข้าวกล้องงอกหอมมะลิมีความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการหมัก อย่างไรก็ตามเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่เหมาะสมเกี่ยวข้องกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณไขมัน การให้ความร้อนกับนํ้านมก่อนการบ่ม การโฮโมจีไนส์ สารให้ความคงตัวและสภาวะที่ใช้ในการบ่ม (Kumar and Mishra, 2004 และ Schellhaass and Morris, 1985)

ตารางที่ 5 ลักษณะของนํ้านมข้าวกล้องงอกและผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก

ผลิตภัณฑ์	ลักษณะสี	ความข้นหนืด		
		T (°C)	rpm	cps
นํ้านมข้าวกล้องงอก	ขาวครีม	23	150	3,151.7 $\pm$ 123.03 ^a
โยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก	ขาวครีมอมเหลือง	23	150	3,236.3 $\pm$ 879.64 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันตามแนวดิ่ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 1 ข้าวกล้องงอกนํ้านมข้าวกล้องงอก และโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก

องค์ประกอบทางเคมี

นํ้านมข้าวกล้องงอกที่ผ่านการหมักมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณสารประกอบเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนเล็กน้อย และไม่มีการ กาบาและปริมาณไขมัน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของนํ้านมข้าวกล้องและโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก

ผลิตภัณฑ์	โปรตีน (กรัมต่อ 100 กรัม)	ไขมัน (กรัมต่อ 100 กรัม)	ปริมาณสารประกอบกาบา (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)
นํ้านมข้าวกล้องงอก	0.76 $\pm$ 0.15 ^b	0.00 $\pm$ 0.00	1.00 $\pm$ 0.01 ^b
โยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอก	1.06 $\pm$ 0.02 ^a	0.06 $\pm$ 0.00	1.06 $\pm$ 0.00 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเกิดปฏิกิริยาโปรติโอไลซิส (proteolysis) ในกระบวนการหมักด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดแลคติกทำให้โมเลกุลโปรตีนเกิดการแตกตัวมีขนาดเล็กลงหรือเกิดเปปไทด์ขนาดเล็กซึ่งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Ortakci and Sert, 2012 และ Sidira et al., 2013) อย่างไรก็ตาม การศึกษาการหมักผลิตภัณฑ์คล้ายนมเปรี้ยวจากนํ้านมข้าวกล้องหอมมะลิมีปริมาณโปรตีน ไขมัน ลดลง (จุฬามาต ถิระสาโรชและเฉลิมพล ถนอมวงศ์, 2553)

ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบกาบาอาจขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ สายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ สภาวะก่อนการหมัก สภาวะในการหมัก จากการศึกษาของ Vidal-Valverde และคณะ (2002) พบปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารประกอบกาบาในถั่วปากอ้า (Fava bean) โดยขึ้นอยู่กับเวลาในการงอก อุณหภูมิ ความเป็นกรดต่าง การยับยั้งทางเคมี นอกจากนี้โปรตีนในธัญพืชมีการเปลี่ยนรูปทางชีวภาพ (biotransformation) โดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติก (Stromerck et al., 2011) เช่นเดียวกับการศึกษาปริมาณกาบาและการพัฒนาโยเกิร์ตเสริม

กาบาจากข้าวกล้องงอกที่มียีสปริมาณสารกาบาสสูงที่สุดเท่ากับ 21.32 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเมื่อนำไปผลิตเป็นโยเกิร์ตปริมาณสารกาบาลดลงเหลือ 4.09 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (เมธาวิ อนุะวัชกุลและสุตารัตน์ เจียมยั่งยืน, 2552)

อย่างไรก็ตาม ในการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactococcus lactis* และ *Lactobacillus rhamnosus* ในขั้นตอนการเตรียมถั่วเริ่มต้นด้วยการให้ความเย็นอย่างรวดเร็ว (cold shock treatment) ทำให้ถั่วมีปริมาณกาบาเพิ่มขึ้น 150 เท่า เป็น 201.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณกาบาเพิ่มขึ้นเป็น 20 เท่าของถั่วที่ไม่ผ่านการหมัก (Liao et al., 2013)

องค์ประกอบทางทางจุลชีววิทยา

ผลิตภัณฑ์จากการหมักนํ้านมข้าวกล้องงอกมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียแลคติก ยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และมีปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 โคโลนีต่อมิลลิลิตร อย่างไรก็ตาม งานวิจัยของจุฬามาตและเฉลิมพล (2553) พบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรดแลคติกมีปริมาณ

เพิ่มขึ้นจาก 1.1×10 ต่อ มิลลิลิตร เป็น 6.3×10^8 ต่อ โคโลนีต่อ มิลลิลิตร และปริมาณโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 มิลลิลิตร และมีปริมาณยีสต์ รา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อ มิลลิลิตร เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวกล้องงอก

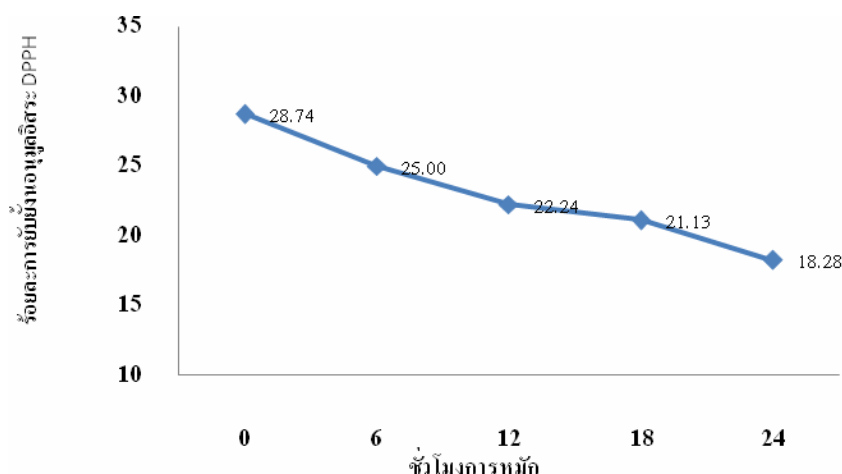
องค์ประกอบทางจุลชีววิทยา	จำนวนจุลินทรีย์ (cfu/ml)
จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)	< 10
แบคทีเรียแลคติกทั้งหมด (Lactic acid Bact.)	< 10
ยีสต์และราทั้งหมด (Yeast and Mold)	< 10
แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN Coliform)	< 3

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตน้ำนมข้าวกล้องงอก

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมงสอดคล้องกับการศึกษาเครื่องดื่มคล้ายนมเปรี้ยวผสมธัญพืช ถั่วเหลือง และน้ำองุ่นที่ผ่านการหมักไวน์ (must grape) พบความสามารถในการต้านอนุมูล

อิสระลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน โดยผลิตภัณฑ์คล้ายนมเปรี้ยวจากข้าวและถั่วเหลือง และข้าวกับข้าวสาลี มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 7 และ 15 ตามลำดับ (Coda et al., 2012)



รูปที่ 2 ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตน้ำนมข้าวกล้องงอก

อย่างไรก็ตามความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดแลคติก (*Lactobacillus casei* subsp. *Casei*SY 13 และ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*LJJ) ที่ใช้ในผลิตโยเกิร์ตสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ร้อยละ 22.75 (Zhang et al., 2011)

สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตจากนํ้านมข้าวกล้องงอกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้คือ นํ้านมข้าวกล้องงอกที่ใช้อัตราส่วนข้าวต่อนํ้า 1:7 หัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ

Streptococcus thermophilus อัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้นร้อยละ 5.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรหมักที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีค่าความเป็นกรดต่าง เท่ากับ 5.09 ปริมาณกรดแลคติก ร้อยละ 0.13 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ร้อยละ 18.0 ค่าความหนืดเท่ากับ 3,236.3 เซนติพอยด์มีปริมาณโปรตีนและไขมัน เท่ากับ 1.06 และ 0.06 กรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ ปริมาณสารพิษเคมีกาบาเท่ากับ 1.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดแบคทีเรียแลคติก ยีสต์และราทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อมิลลิลิตร แบคทีเรียโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 โคโลนีต่อมิลลิลิตรและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ร้อยละ 18.28

บรรณานุกรม

- กฤษณาลิยา ครุฑทกะ. (2544). การผลิตโยเกิร์ตจากนํ้านมถั่วเหลือง นํ้านมข้าวกล้องและรำข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จารุรัตน์ สันเต. (2550). ผลของกระบวนการแช่และกระบวนการงอกของข้าวกล้อง(หอมมะลิ 105) ต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวเทอริกเอซิดในข้าวกล้องงอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จิรากร ประเสริฐชีวะ. (2546). การพัฒนาโยเกิร์ตนมข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- จุฑามาศ ถิระสาโรชและเฉลิมพล ถนอมวงศ์. (2553). “การหมักผลิตภัณฑ์คล้ายนมเปรี้ยวจากนํ้านมข้าวกล้องหอมมะลิ”. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 38(1) 87-95.
- ประภาพรพรณ พรมหิรัญกุล. (2551). “การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มสมุนไพรและไวน์ไทย”. เวชสารโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา. 32(2) : 101-108.
- ปรารถนา พฤกษ์ศรี. (2544). โรควัวบ้า. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2556. จาก <http://suwan.kps.ku.ac/th/bprdc/upload/BSE.pdf>.
- ปริญญาพันธุ์ เพชรจรัส อุมภาพร วรธนเชษฐ์และสุริยาพร สารกุล. (2553). “การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตที่ผลิตจากนํ้าถั่วพีชและนํ้านมวัว”. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 41(3/1) พิเศษ : 585-588.

- เมธาวี อนุวัชกุลและสุตารัตน์ เจียมยังยืน. (2552). การศึกษาปริมาณ GABA และการพัฒนาโยเกิร์ตเสริม GABA จากข้าวกล้องงอก. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร 17-20 มีนาคม 2551. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วีรวัฒน์ รอดคุ้ม. (2554). การหาปริมาณ Gamma-Aminobutyric Acid ในข้าวกล้องงอกโดยเทคนิค Capillary Electrophoresis. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- อมรา ทองหงส์, กมลชนก เทพพิชิต, ภาควิชา จงพิริยะอนันต์ และ ชนวันต์ กาบภิรมย์. (2555). รายงานการเฝ้าระวังโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง พ.ศ.2553. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์. 43 [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2556 จาก <http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2011/index.html>.
- อิงฟ้า คำแพง, อรพิน เกิดชูชื่นและณัฐลา เลหากุลจิตต์. (2552). “การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารฟรุกโตสในข้าวและธัญพืช 4 ชนิด”. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 40(3) : 93-96.
- อำพรณชัย กุลเสรีวัฒน์, วิญญู ช่วยแก้ว และเนตรนา สุกุลซัง. (2557). “การผลิตโยเกิร์ตข้าวกล้องพันธุ์หอมนิล. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 45(2) : 273-276.
- A.O.A.C. (2000). *In association of official analytical chemists*, 17th ed. AOAC Inc. Arlington, Virginia, USA.
- Bulhões, A.C., Goldani, H.A.S., Oliveira, F.S., Matte, U.S., Mazzuca, R.B., and Silveira, T.R. (2007). “Correlation between lactose absorption and the C/T-13910 and G/A-22018 mutations of the lactase-phlorizin hydrolase (LCT) gene in adult-type hypolactasia”. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 40 (11) : 1441-6.
- Buono, M.A. and et al. (1990). “Soy milk yogurt : sensory evaluation and chemical Measurement”. *Journal of Food Science*. (55) : 528-531.
- Coda, R., Lanera, A., Trani, A., Gobetti, M., and Cagno, R.D. (2012). Yogurt-like beverages made of a mixture of cereals, soy and grape must : Microbiology, texture, nutritional and sensory properties. *International Journal of Food Microbiology*, 155 : 120-127.
- Curry, A. (2013). “The milk revolution”. *Nature*. 500. 1(8) : 20-22.
- Dave, R.I. and Shah, N.P. (1997). “Viability of yogurt and probiotic bacteria in yogurt made from commercial starter”. *Dairy Journal*. (7) : 31-34.
- Gee, V.L., Vasanthan, T., Temelli, F., (2007). “Viscosity of model yogurt systems enriched with barley-glucan as influenced by starter culture”. *International Dairy Journal*. (17) : 1083-1088.

- Getoft, N. (2007). "Anti-aging and aging factors in life : The role of free radicals". *Radiation Physics and Chemistry Journal*. (76) : 1577-1586.
- Kumar P, Mishra HN . (2004). "Mango soy fortified set yoghurt : effect of stabilizer addition on physico-chemical, sensory and textural properties". *Food Chemistry*. (87) : 501-507.
- Liao, W.C., Wang, C.Y., Shyu, Y.T., Yu, R.C., Hoe, K.C. (2013). "Influence of preprocessing methods and fermentation of adzuki beans on γ amino butyric acid (GABA) accumulation by lactic acid bacteria". *Journal of Functional Foods*. (5) : 1108-1115.
- Mårtensson, O. and Holst, O.(2000). "Lactic acid bacteria in an oat-based non-dairy milk substitute : fermentation characteristics and exopolysaccharide formation". *LWT-Food Science and Technology*. (33) : 525-530.
- Ortakci, F., & Sert, S. (2012). "Stability of free and encapsulated *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 in yogurt and in an artificial human gastric digestion system". *Journal of Dairy Science*. 95(12) : 6918-6925.
- Schellhaass SM, Morris HA. (1985). "Rheological and scanning electron microscopic examination of skim milk gels by fermenting with rropy and non-ropy strains of lactic acid bacteria". *Food Microstructure*. (4) : 279-287.
- Shimada, K., Fujikawa, K. and Nakamura, T. (1992). "Antioxidant Properties of Xanthans on the Autooxidation of Soybean Oil in Cyclodextrin Emulsion". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40 (6) : 945-948.
- Sidira, M., Saxami, G., Dimitrellou, D., Santarmaki, V., Galanis, A., & Kourkoutas, Y. (2013). "Monitoring survival of *Lactobacillus casei* ATCC 393 in probiotic yogurts using an efficient molecular tool". *Journal of Dairy Science*. 96(5) : 3369-3377.
- Stromeck, A. et al. (2011). "Proteolysis and bioconversion of cereal proteins to glutamate and aminobutyrate (GABA) in rye malt sourdoughs". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (59) : 1392-1399.
- Varanyanond, W. et al. (2005). "Effects of soaking on gamma-aminobutyric acid (GABA) in germ of different Thai rice Varieties". *Kasetsart Journal of Natural Science*. (39) : 411-415.
- Vedamuthu, E.R. (1991). "The yoghurt story". *Dairy Food and Environmental Sanitation*. (11) : 265- 267.

- Vidal-Valverde, C., Frias, J., Sierra, I., Blazquez, I., Lambein, F., and Kuo, Y. H. (2002). "New functional legume foods by germination:Effect on the nutritive value of beans, lentils and peas". *European Food Research and Technology*. (215) : 472-477.
- Walsh, H., Ross, J., Hendricks, G., Guo, M., (2010). "Physico-chemical properties, probiotic survivability, microstructure and acceptability of a yogurt-like symbiotic oatsbased product using pre-polymeried whey protein as a gelation agent". *Journal of Food Science*. (75) : 327-337.
- Zhang, S. (2011). "Antioxidative activity of lactic acid bacteria in yogurt". *African Journal of Microbiology Research*. 5(29) : 5194-5201.

