การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากถั่วหรั่ง
The Development of a Ready-to-Drink Yogurt from Bambara Groundnut

พิพัฒน์ จันทร์ประดิษฐ์[1] อธิราชย์ เริงณรงค์[2] ขนิษฐา คงนุ่ม[3] ผจงสุข สุธารัตน์[4] สิทธิกร อ่อนแช่ม[5] และจตุพร คงทอง[5*]
Pipat Junpadit[1], Athirat Rerngnarong[2], Khanitta Kongnum[3], Pajongsuk Sutarut[4], Sittikorn Onchaem[5] and Jatuporn Khongtong[5*]

[1]คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตกระบี่ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ 81000
[2]อุทยานวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
[3]วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนราธิวาส มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส 96130
[4]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000
[5]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280
[1]Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University Krabi Campus, Mueang, Krabi 81000, Thailand
[2] Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkla 90110, Thailand
[3] Narathiwat College of Agriculture and Technology, Princess of Naradhiwas University, Ra-ngae, Narathiwat 96130, Thailand
[4]Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Mueang, Songkhla 90000, Thailand
[5]Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Mueang, Nakhon Si Thammarat 80280, Thailand
*Corresponding author, e-mail: Jatuporn_kho@nstru.ac.th
(Received: Jun 26, 2022; Revised: Sep 16, 2022; Accepted: Sep 26, 2022)

บทคัดย่อ

ถั่วหรั่ง พืชตระกูลถั่วพบในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย มีโปรตีนใกล้เคียงกับถั่วเหลืองแต่ยังไม่พบข้อมูลการแพ้ในถั่วหรั่ง นอกจากนี้ยังเป็นพรีไบโอติก เหมาะสำหรับนำไปแปรรูปเป็นโยเกิร์ตจากพืชเพื่อเป็นอาหารแหล่งโพรไบโอติกสำหรับผู้แพ้แลคโตสและโปรตีนถั่วเหลือง การแปรรูปโดยใช้ถั่วหรั่งเป็นวัตถุดิบเกิดปัญหาคือ มีกลิ่นถั่วซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภคไม่พึงพอใจได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตถั่วหรั่งให้ได้รับความพึงพอใจจากผู้บริโภค โดยศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดกลิ่นถั่วด้วยความร้อนและคุณสมบัติของโยเกิร์ตเมื่อแปรรูปด้วยถั่วที่ผ่านความร้อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ และศึกษากลิ่นรสที่ผู้บริโภคให้ความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่าการให้ความร้อนถั่วหรั่งเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะสามารถลดกลิ่นถั่วให้อยู่ในระดับที่ผู้บริโภคพึงพอใจและทำให้น้ำนมถั่วหรั่งมีสภาวะที่จุลินทรีย์ *Lactobacillus bulgaricus Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus rhamnosus* เจริญได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้ถั่วหรั่งที่ไม่ผ่านความร้อนและผ่านความร้อนเป็นเวลา 15 นาที และ 45 นาที หลังจากนั้นจึงปรับความหวานด้วยน้ำตาลโตนดให้เท่ากับ 12 °Brix แต่งกลิ่นด้วย กลิ่นมะขาม กลิ่นลิ้นจี่ และกลิ่นสตรอว์เบอร์รี่ ทดสอบความชอบของผู้บริโภคจำนวน 30 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่แต่งกลิ่นและไม่แต่งกลิ่น ด้วย 5-Points Hedonic Scale วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนด้วย Duncan's Multiple Range Test ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โยเกิร์ตที่ได้รับคะแนนความชอบในระดับมาก มี 2 กลิ่นคือ สตรอว์เบอร์รี่ และลิ้นจี่ ตามลำดับ

คำสำคัญ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ นมถั่วหรั่ง โยเกิร์ตพร้อมดื่ม การลดกลิ่นถั่ว

Abstract

Bambara groundnut is leguminosae plant mainly found in the southern part of Thailand. It has protein content similar to soybean but no food allergy record has been found. In addition, Bambara groundnut is prebiotic which is suitable for plant based yoghurt processing as a food source of probiotics for consumers who are suffering allergy from lactose and soy bean. However, there is a problem with the processing of Bambara groundnut as raw materials because it has natural beany odor and can make consumers unsatisfied with the product. The objectives of this research were to create yoghurt products

from Bambara groundnut to achieve high satisfaction from consumers by study the appropriate time for reducing the beany odor of nut by thermal processing, study yoghurt properties when varying time of the odor reducing process and study the flavors that consumers most like for ready to drink Bambara groundnut yoghurt. The results showed heating the raw nut at 60 °C for 30 minutes was able to reduce the bean odor. Moreover, that condition also supported the growth of *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus rhamnosus* when fermenting the yoghurt and the result was better than applying the heat for 15 and 45 minutes to Bambara groundnut or without any of heat applied. After that, sweetness was adjusted with jaggery palm sugar to 12 °Brix and flavored with tamarind, lychee and strawberry. The number of 30 consumers would taste the preference of flavored and unflavored products with 5- Points Hedonic Scale. The taste scores were analyzed by Duncan's Multiple Range Test at 95% confidence. Strawberry and lychee were the two of flavors that the consumers mostly preferred.

Keywords: Product development, Bambara milk, Ready-to-drink yogurt, Reducing bean odor

บทนำ

กระแสนิยมของผู้บริโภคในปัจจุบันมีความสนใจอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารเพื่อปรับสมดุลและเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน อาหารที่ไม่ก่อให้เกิดการแพ้ อาหารที่ไม่ผิดจริยธรรมของผู้ที่รับประทานมังสวิรัติหรือเจ และยังพบว่าประชากรบนโลกโดยเฉลี่ยกว่าร้อยละ 75 ไม่สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์จากนมที่มีน้ำตาลแลคโตสได้ (Storhaug *et al.,* 2017) กล่าวคือ ร่างกายไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตส (Lactose intolerant) หากมีการรับประทานจะทำให้ระบบทางเดินอาหารเกิดความแปรปรวน จากปัญหาดังกล่าวของผู้บริโภค คณะผู้วิจัยได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ "ถั่วหรั่งหมักจุลินทรีย์พร้อมดื่ม" เป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากพืชที่ได้จากการหมักน้ำนมถั่วหรั่งด้วยจุลินทรีย์ทางการค้า 3 สายพันธุ์ คือ *Lactobacillus bulgaricus Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus rhamnosus* เป็นโพรไบโอติกที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยปรับสมดุลและส่งเสริมการเจริญการอยู่รอดของจุลินทรีย์ชนิดดีในทางเดินอาหาร ในกระบวนการหมัก จุลินทรีย์จะเปลี่ยนน้ำตาลในน้ำนมถั่วหรั่งให้เป็นกรดแลคติก (Lactic acid) ทำให้โปรตีนในสารละลายตกตะกอน มีลักษณะเป็นลิ่มค่อนข้างนุ่ม (Soft curd) มีเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์จะมีค่าสีอยู่ในช่วง L^* 35 - 40 a^* 5 - 15 และ b^* -5 - -15 สีที่เกิดขึ้นเป็นอิทธิพลจากสีของเปลือกเนื้อในถั่วหรั่ง มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ เฉพาะตัว รสชาติเปรี้ยว เนื่องจากมีความเป็นกรด และมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตในปริมาณมากเพียงพอ สอดคล้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่ม (Ministry of Public Health, 2013) ปัจจุบันยังมีผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ทำมาจากพืชชนิดอื่น เช่น ถั่วเหลือง ถั่วอัลมอนด์ ถั่วลิสง (Srisuk, 2016) และถั่วเหลืองผสมมะพร้าว (Kosterina *et al.,* 2020) ซึ่งสอดคล้องกับกระแสการบริโภคอาหารทดแทนผลิตภัณฑ์จากสัตว์ (Montemurro *et al.,* 2021; Shori & Al Zahrani, 2021)

ถั่วหรั่ง (*Voandzeia subteranen*; Bambara Groundnut) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนของทวีปแอฟริกา แพร่กระจายไปยังหลายทวีป ได้แก่ ทวีปแอฟริกาใต้ อเมริกา เอเชีย และออสเตรเลีย ในภาคใต้ของประเทศไทยปลูกถั่วหรั่งเป็นจำนวนมาก โดยมีเนื้อที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 570 ไร่ และมีผลผลิตรวมต่อปีเฉลี่ย 256,816 ตัน (Department of Agricultural Extension, 2019) เกษตรกรนิยมปลูกแซมในพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดอื่น เช่น สวนยางพารา สวนปาล์มน้ำมัน และสวนผลไม้ เป็นต้น ถั่วหรั่งมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น จังหวัดนราธิวาส ปัตตานี และยะลา เรียก กาแจโป จังหวัดสงขลา เรียก ถั่วไทร จังหวัดภูเก็ต เรียก ถั่วปันหยี จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และพัทลุง เรียก ถั่วเม็ดเดียว หรือถั่วหรั่ง การบริโภคถั่วหรั่ง นิยมนำถั่วไปต้มให้สุกแล้วแกะเปลือกด้านนอกออกก่อนรับประทาน และยังสามารถนำไปประกอบอาหาร เช่น ใช้แทนถั่วลิสงในต้มขาหมู และแกงมัสมั่น และทำเป็นไส้ขนมเปี๊ยะ เป็นต้น (Sumpavapol & Kaewmanee, 2011)

การแปรรูผลิตภัณฑ์จากถั่วหรั่งอาจเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับคือกลิ่นถั่ว (Beany odor) ติดมาด้วย กลิ่นถั่วเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated fatty acid) ในสภาวะที่มีการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสที่มีอยู่ในถั่วโดยธรรมชาติ เกิดเป็นสารไฮโดรเพอร์ออกไซด์ที่เกิดปฏิกิริยาต่อจนได้สารระเหยกลุ่ม

อัลดีไฮด์ การลดความรุนแรงของกลิ่นถั่วนี้สามารถกระทำได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสด้วยความร้อนตั้งแต่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นต้นไป แต่อย่างไรก็ตามที่ผ่านมายังไม่มีการทดสอบการหลงเหลือของเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสคู่กับการทดสอบทางประสาทสัมผัสจึงทำให้ไม่ทราบระดับอุณหภูมิหรือเวลาในการให้ความร้อนที่เหมาะสมที่สามารถลดกลิ่นถั่วให้อยู่ในระดับที่ผู้บริโภคไม่สามารถรับรู้ได้ (Chaipan, 2018) ซึ่งหากสามารถทำให้กลิ่นถั่วลดลงหรือหมดไปจะทำให้คุณภาพของอาหารด้านกลิ่นรสนั้นดีขึ้นด้วย

ถั่วหรั่งเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยมีปริมาณโปรตีนที่มีคุณภาพสูงร้อยละ 16 - 21 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 50 - 61 ไขมันร้อยละ 6 (Pahane *et al.,* 2017) มีการตีพิมพ์งานวิจัยศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากแป้งถั่วหรั่ง การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ การทดสอบทางประสาทสัมผัส และคุณสมบัติของจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตจากถั่วหรั่งและถั่วเหลือง โดยใช้เชื้อ *Lactobacillus delbruieckii* sub spp., *Lactobacillus balgaricus* และ *Streptococcus salivarius* sub spp. และ *Streptococcus thermophilus* ในการหมักโยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วหรั่งและถั่วเหลืองพบว่า pH ของโยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วหรั่งและถั่วเหลืองลดลงในระหว่างการเก็บ ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส และ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน นอกจากนี้โยเกิร์ตจากถั่วหรั่งได้รับคะแนนความพึงพอใจจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่สูงกว่าถั่วเหลือง และยังพบว่าโยเกิร์ตจากถั่วหรั่งสามารถส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียแลคติกซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มีประโยชน์ (Falade *et al.,* 2015)

ปัจจุบันยังไม่พบการตีพิมพ์ผลการวิจัยในการผลิตโยเกิร์ตจากเมล็ดถั่วหรั่งสดอาจเนื่องมาจากการประสบกับปัญหากลิ่นถั่วที่ไม่พึงประสงค์จึงมีเพียงการนำแป้งถั่วหรั่งมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตซึ่งจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของถั่วหรั่งสดไป คือ ความเป็นพรีไบโอติกเนื่องจากในถั่วหรั่งสดมีใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble fiber) ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งหมักจุลินทรีย์พร้อมดื่มจากเมล็ดถั่วหรั่งสดเพื่อให้เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์โพรไบโอติก ลดความยุ่งยากในกระบวนการผลิต ลดต้นทุนและเพิ่มความเป็นไปได้ในการแปรรูปเชิงการค้า พืชอัตลักษณ์ถิ่นใต้ที่อุดมด้วยกรดอะมิโนครบถ้วนมากกว่าถั่วชนิดอื่น ๆ คุณค่าที่จำเป็นต่อร่างกาย และเป็นพืชที่ไม่ผ่านการดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically Modified Organisms: GMOs) ลดปัญหาระบบขับถ่าย เช่น ลำไส้แปรปรวน ขับถ่ายยาก ท้องอืด ด้วยการเสริมโปรไบโอติกในผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น เพิ่มสุขภาพที่ดีของร่างกายในทุกเพศทุกวัย (Shori & Al Zahrani, 2021)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดกลิ่นถั่วหรั่งด้วยความร้อน
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของโยเกิร์ตเมื่อแปรรูปด้วยถั่วหรั่งที่ผ่านความร้อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ
3. เพื่อศึกษากลิ่นรสที่ผู้บริโภคให้ความพึงพอใจสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากถั่วหรั่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดกลิ่นถั่วหรั่งด้วยความร้อน

ถั่วหรั่งจะมีกลิ่นเฉพาะตัวคือกลิ่นถั่ว ซึ่งการนำความร้อนมาใช้ในการเตรียมวัตถุดิบถั่วหรั่งเบื้องต้นนั้นจะสามารถลดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มต้นได้ เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภคมากที่สุด (Rattanapanone, 2016) ในกระบวนการลดกลิ่นถั่วในถั่วหรั่งนี้เริ่มจากนำเมล็ดถั่วหรั่ง 1 ส่วน และน้ำ 1 ส่วน ต้มให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 15 30 และ 45 นาที แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชุดการทดลองการให้ความร้อนในการลดกลิ่นถั่วหรั่งที่อุณหภูมิ 60˚C ที่เวลาแตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลาในการให้ความร้อน (นาที)
ชุดควบคุม (ไม่ให้ความร้อน)	0
1	15
2	30
3	45

นำถั่วหรั่งที่ผ่านการให้ความร้อนเพื่อลดกลิ่นถั่วแล้วผสมกับน้ำอัตราส่วนเมล็ดถั่ว:น้ำเท่ากับ 1:2 ปั่นแยกกากทิ้ง พาสเจอร์ไรซ์ในหม้อต้ม 2 ชั้น ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ลดอุณหภูมิทันทีจนมีอุณหภูมิของน้ำนมถั่ว ≤ 10 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างด้วยกระบวนการ Aseptic technique ในบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติก Polypropylene ปลอดเชื้อ เพื่อประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา ด้วยการวิเคราะห์เวลา-ความเข้มข้น (Time – intensity analysis) ที่ระยะเวลาการให้ความร้อนต่อการปรากฏของกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ของน้ำนมถั่วหรั่ง วิธีนี้สามารถวัดความไวของผู้ทดสอบได้โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีคุณภาพระดับชำนาญ (Experts) หรือ ผ่านการฝึก (Trained panel) ข้อดีของวิธีนี้คือใช้ผู้ทดสอบน้อย ประมาณ 5-10 คน เนื่องจากผู้ทดสอบทุกคนมีความชำนาญเฉพาะและไม่สามารถวิเคราะห์โดยผู้บริโภคทั่วไปได้ (Arnpreung, 2014) การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งเกณฑ์ของการคัดเลือกเป็นผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คนนี้ ผู้ทดสอบต้องเป็นผู้ที่เคยผ่านการฝึกฝนด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสและมีประสบการณ์ด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นอย่างดีโดยทั้ง 5 คน เป็นนักวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารในหน่วยวิจัยอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ก่อนการทดสอบนั้นผู้ทดสอบจะต้องผ่านการซักซ้อมทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ของกลิ่นถั่วหรั่งและกลิ่นลักษณะต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติโดยปกติของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งที่ยังไม่ผ่านการให้ความร้อน หากผู้ทดสอบมีความพร้อมคือสามารถรับรู้และแยกแยะลักษณะกลิ่นถั่วที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นดิน (Muddy smell/ Earthy smell) หรือกลิ่นหืน (Rancid) และกลิ่นถั่วที่พึงประสงค์เมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนคือ กลิ่นคั่ว (Roasted smell) หรือกลิ่นควัน (Smoke smell) ได้แล้วจึงจะเริ่มให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเริ่มต้นใช้ผู้ทดสอบ 5 คน หากพบว่าผลิตภัณฑ์แสดงลักษณะเด่นอย่างเห็นได้ชัดในแต่ละชุดการทดลองและหากผลการทดสอบของผู้ทดสอบทั้งหมดลงความเห็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 5 คน จึงถือว่าจำนวนผู้เชี่ยวชาญ 5 คนนั้นเป็นจำนวนที่เชื่อถือได้ หากผลไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันจึงจะเพิ่มจำนวนผู้เชี่ยวชาญอีก 5 คน แล้วใช้จำนวนเสียงข้างมากเป็นตัวตัดสิน ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบแต่ละคนจะต้องทำเครื่องหมาย / ในช่องระยะเวลาการให้ความร้อนที่ 0 15 30 และ 45 นาที (ตารางที่ 2) เมื่อผู้ทดสอบรับรู้ได้ถึงกลิ่นถั่วที่เป็นลักษณะไม่พึงประสงค์คือมีกลิ่นดิน หรือกลิ่นหืนชัดเจน และไม่ต้องทำเครื่องหมายใด ๆ หากไม่ปรากฏกลิ่นดังกล่าว ทั้งนี้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้เชี่ยวชาญขณะทดสอบพำนักอยู่คนละที่กัน และมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น

2.ศึกษาคุณสมบัติของโยเกิร์ตเมื่อแปรรูปด้วยถั่วหรั่งที่ผ่านความร้อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ

จุลินทรีย์ได้แก่ *Lactobacillus rhamnosus* (TISTR 108) *Lactobacillus bulgaricus* (ITSTR 892) และ *Streptococcus thermophilus* (TISTR 894) จากศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งเชื้อเริ่มต้นเป็นลักษณะทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ทำการกระตุ้นเชื้อแต่ละตัวในสารละลาย De Man Rogosa and Sharpe (MRS) หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างเชื้อแต่ละตัวมาอย่างละ 1 มิลลิลิตร เลี้ยงผสมกันในน้ำนมถั่วหรั่งปริมาตร 100 มิลลิลิตร เพื่อเป็น Starter บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส วางทิ้งไว้โดยไม่ต้องกวนเป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วจึงนำ starter ปริมาณร้อยละ 10 (w/v) เติมลงในน้ำนมถั่วหรั่งที่ผ่านการลดกลิ่นถั่วที่เวลา 0 15 30 และ 45 นาที และผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้วดังรายละเอียดในข้อที่ 1 บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ในตู้ควบคุมอุณหภูมิยี่ห้อ MEMMERT รุ่น IF110 วางทิ้งไว้โดยไม่ต้องกวน เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (ระดับ pH < 4.5 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่นับได้ ≥ 10^6 CFU/ มิลลิลิตร) เก็บตัวอย่างด้วยกระบวนการ Aseptic technique เพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกด้วยวิธีไตเตรท (Latimer, 2019) วัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH Meter ยี่ห้อ Ohaus รุ่น ST2100-E และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยเครื่อง Refractometer ยี่ห้อ ATAGO รุ่น MASTER-53M ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3. ศึกษากลิ่นรสที่ผู้บริโภคให้ความพึงพอใจสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากถั่วหรั่ง

นำเมล็ดถั่วหรั่งที่ผ่านการปรับสภาพด้วยความร้อนเพื่อลดกลิ่นถั่วหรั่งที่ไม่พึงประสงค์โดยการต้มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาที่เหมาะสมจากผลการทดลองในข้อที่ 1 และ 2 จากนั้นจึงนำเมล็ดถั่วหรั่งเตรียมในรูปของน้ำนมถั่วหรั่งอัตราส่วนเมล็ดถั่ว:น้ำเท่ากับ 1:2 นำไปคั้นแยกกาก พาสเจอร์ไรซ์น้ำนมด้วยหม้อต้ม 2 ชั้น ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงทำให้เย็นทันทีจนน้ำนมถั่วหรั่งมีอุณหภูมิ ≤ 10 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนน้ำนมถั่วหรั่งอีกครั้งจนมีอุณหภูมิเท่ากับ 42 องศาเซลเซียส เติมเชื้อเริ่มต้น (Starter) ซึ่งประกอบด้วย เชื้อ *L. rhamnosus* *L. balgaricus* และ *S. thermophilus* ปริมาณร้อยละ 10 (w/v) (เชื้อและกระบวนการเตรียม Starter ได้กล่าวไว้ในรายละเอียดข้อที่ 2) ซึ่งเป็นปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต กวนผสมให้เข้ากันและนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยไม่ต้องกวน (เป็น

ระยะเวลาที่ทำให้เกิดเคิร์ดที่มีลักษณะเนื้อแน่น และมีระดับ pH < 4.5 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ≥ 10^6 CFU/มิลลิลิตร) แล้วจึงแต่งสีและกลิ่นรสเป็น 4 รสชาติ ทั้งรสชาติตามธรรมชาติและเลียนแบบธรรมชาติ ได้แก่ รสธรรมชาติ รสชาตินำ้ตาลโตนด (วัตถุดิบเป็นน้ำตาลโตนดสดจากเกษตรกร อ.สทิงพระ จ.สงขลา) รสเลียนแบบธรรมชาติใช้กลิ่นสำเร็จรูปของบริษัท Floro group ได้แก่ รสชาติมะขาม (codeBE-2088005) รสชาติลิ้นจี่ (codeBE-3026005A) รสชาติสตรอว์เบอร์รี่ (codeCM-001230) กลิ่นที่ใช้จะอยู่ในรูปแบบน้ำปริมาณที่เติมเท่ากับร้อยละ 0.3 ของส่วนผสมทั้งหมด และรสชาติดั้งเดิม (ชุดควบคุมไม่เติมกลิ่นรส) โดยควบคุมปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เท่ากับ 12 °Brix ทุกกระบวนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้วิจัยได้ดำเนินการภายใต้แนวปฏิบัติที่ดีด้านสุขลักษณะวิทยาอาหารเป็นสำคัญ ทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 5-Point Hedonic Scales (กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่พึงพอใจมากที่สุด และ 5 พึงพอใจมากที่สุด) ในระหว่างตัวอย่างผู้ทดสอบต้องคั่นตัวอย่างโดยการกลั้วปากด้วยน้ำเปล่าและบ้วนทิ้งเพื่อไม่ให้ตัวอย่างที่ทดสอบก่อนหน้ารบกวนตัวอย่างที่กำลังทดสอบ ทดสอบความแตกต่างของแต่ละกลิ่นรสด้วยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คัดเลือกกลิ่นรสที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจสูงที่สุดเพื่อเตรียมนำไปผลิตต่อในเชิงพาณิชย์ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มถั่วหรั่งต่อไป

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การทดสอบโดยอาศัยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เป็นการทดสอบความเป็นไปได้ในเบื้องต้นว่าผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งหมักจุลินทรีย์พร้อมดื่มนี้มีรสชาติที่คาดว่าจะได้รับความพึงพอใจจากผู้บริโภคเป้าหมายจริงได้หรือไม่ ซึ่งหากต้องการนำผลิตภัณฑ์นี้จำหน่ายในเชิงพาณิชย์นั้น จะต้องผ่านการทดสอบตลาดก่อนซึ่งต้องมีจำนวนมากพอที่มากกว่า 30 คน ที่จะเป็นตัวแทนของประชากรได้

ผลการวิจัย

1. ผลของความร้อนในการลดกลิ่นถั่วที่ระยะเวลาแตกต่างกันสำหรับการผลิตโยเกิร์ตถั่วหรั่งหมักจุลินทรีย์พร้อมดื่ม

จากการลดกลิ่นถั่วหรั่งที่ไม่พึงประสงค์เบื้องต้นด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 15 30 และ 45 นาที และนำถั่วหรั่งที่ผ่านการให้ความร้อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ ไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ผลพบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ไม่ทำเครื่องหมาย / ที่เวลา 30 นาที และ 40 นาที แสดงให้เห็นว่าการให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 30 นาที และ 45 นาที สามารถลดกลิ่นถั่วหรั่งได้ดี แตกต่างจากการไม่ให้ความร้อนและให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 15 นาที ซึ่งยังปรากฏกลิ่นถั่วที่ไม่พึงประสงค์ที่ชัดเจน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของระยะเวลาการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ส่งผลต่อกลิ่นถั่วหรั่งทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ (N=5)

ผู้เชี่ยวชาญ	กลิ่นถั่วหรั่ง			
	ระยะเวลา (นาที)			
	0	15	30	45
1	/	/	-	-
2	/	/	-	-
3	/	/	-	-
4	/	/	-	-
5	/	/	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย / หมายความว่า ปรากฏกลิ่นถั่ว และ เครื่องหมาย - หมายความว่าไม่ปรากฏกลิ่นถั่ว

2. ผลของระยะเวลาการให้ความร้อนถั่วหรั่งต่อคุณลักษณะทางเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

หลังจากนำน้ำนมถั่วหรั่งที่ผ่านการเตรียมจากเมล็ดถั่วหรั่งที่ผ่านการให้ความร้อนระยะเวลาต่าง ๆ เพื่อลดกลิ่นถั่วมาทดลองผลิตเป็นโยเกิร์ตและวิเคราะห์คุณสมบัติ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดในรูปของกรดแลคติก pH และค่าความหวาน แสดงในตารางที่ 3 พบว่าที่เวลา 30 นาที ผลิตภัณฑ์เกิดการหมักได้ดีกว่าการใช้วัตถุดิบถั่วหรั่งที่ไม่ผ่านความร้อน และผ่านการให้ความร้อนที่ระยะเวลา 15 นาที และ 45 นาที ซึ่งการให้ความร้อนที่ระยะเวลา 30 นาที จะมีค่าความเป็นกรดเท่ากับร้อยละ 0.3 ค่า pH เท่ากับ 4.08 และค่าความหวานเท่ากับ 1.90 °Brix ดังนั้นจึงเลือกสภาวะการให้ความร้อนถั่วหรั่งที่เวลา 30 นาที

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.
YRUJST
YRU JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Print ISSN: 2539-5688, e-ISSN: 2672-9873

มาใช้เพื่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งหมักจุลินทรีย์พร้อมดื่มต่อไปเนื่องจากเวลา 30 นาที นอกจากสามารถลดกลิ่นถั่วได้ดีกว่าที่ 0 นาทีและ 15 นาที แล้ว การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำนมถั่วหรั่งที่เตรียมจากถั่วหรั่งที่ให้ความร้อนที่ 30 นาที ยังเจริญได้ดีกว่าการให้ความร้อนถั่วหรั่งที่ 0 15 และ 45 นาที อีกด้วย

ตารางที่ 3 คุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากถั่วหรั่งที่ผ่านการให้ความร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่าง ๆ (N=3)

คุณสมบัติ / ชุดการการทดลอง	% Acidity (Lactic acid)	pH	°Brix*
0 นาที	0.33±0.12^{ns}	4.24±0.02^{ns}	2.10
15 นาที	0.47±0.23	4.14±0.02	2.70
30 นาที	0.30±0.18	4.08±0.04	1.90
45 นาที	0.42±0.12	4.10±0.01	2.10

หมายเหตุ 1. ตัวอักษร ns ในคอลัมน์เดียวกันหมายความว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95
2. เครื่องหมาย * หมายถึงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้อ่านค่าได้เท่ากันทั้งหมดทั้ง 3 ซ้ำ ทำให้มีค่า s.d. เท่ากับ 0 จึงไม่สามารถทดสอบค่าความแตกต่างทางสถิติได้

3. ผลการศึกษากลิ่นรสที่ผู้บริโภคให้ความพึงพอใจสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากถั่วหรั่ง

คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคด้านต่าง ๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากถั่วหรั่งแต่งกลิ่นมะขาม ลิ้นจี่ และสตรอว์เบอร์รี่ และกลิ่นรสจากธรรมชาติคือน้ำตาลโตนด และชุดควบคุมคือรสชาติดั้งเดิมที่ไม่ได้แต่งกลิ่นรสใด ๆ ผลดังตารางที่ 4 คัดเลือกกลิ่นรสที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจสูงที่สุดไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบโยเกิร์ตถั่วหรั่งพร้อมดื่มต่อไป

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตถั่วหรั่ง (N=30)

คุณลักษณะ	กลิ่นรส				
	ดั้งเดิม	น้ำตาลโตนด	มะขาม	ลิ้นจี่	สตรอว์เบอร์รี่
ลักษณะปรากฏทั่วไป	2.70±1.03^{c}	3.60±0.88^{b}	3.10±0.72^{c}	3.90±0.64^{b}	4.60±0.50^{a}
สี	3.35±0.93^{c}	3.95±0.69^{b}	2.90±0.85^{d}	3.70±0.66^{c}	4.75±0.55^{a}
กลิ่น	2.25±1.16^{c}	3.10±1.02^{b}	3.20±0.83^{b}	4.25±0.79^{a}	4.10±0.97^{a}
กลิ่นรส	2.05±1.00^{c}	3.25±1.12^{b}	3.55±1.19^{b}	4.15±0.88^{a}	4.20±0.83^{a}
รสชาติ	1.85±0.99^{c}	3.35±1.18^{b}	3.85±0.99^{b}	4.40±0.88^{a}	4.65±0.59^{a}
ความชอบรวม	2.20±0.95^{c}	3.25±1.02^{b}	3.60±1.00^{b}	4.45±0.69^{a}	4.55±0.61^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c ในแถวเดียวกันหมายความว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$)

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตถั่วหรั่งพร้อมดื่มพบว่า ผู้บริโภคพึงพอใจผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตถั่วหรั่งพร้อมดื่มที่ระดับความพึงพอใจปานกลางจนถึงระดับพึงพอใจมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจเรียงลำดับจากรสชาติที่พึงพอใจมากที่สุดไปยังรสชาติที่พึงพอใจน้อยที่สุดคือสตรอว์เบอร์รี่ ลิ้นจี่ มะขาม และน้ำตาลโตนด และพบว่า ไม่มีผู้บริโภคคนใดที่พึงพอใจรสชาติดั้งเดิมซึ่งยังไม่ได้แต่งกลิ่นรส

อภิปรายผลการวิจัย

1. ระยะเวลาในการให้ความร้อนเมล็ดถั่วหรั่งกับการลดลงของกลิ่นถั่ว

การให้ความร้อนเมล็ดถั่วหรั่งวัตถุดิบในการเตรียมน้ำนมถั่วหรั่งนั้นมีความสำคัญอย่างมากก่อนการนำถั่วหรั่งไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จากผลการวิจัยโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบกลิ่นถั่วที่หลงเหลืออยู่หลังให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิขั้นต่ำสุดที่สามารถทำลายเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสได้ตามข้อมูลของ Chaipan (2018) และจากผลการวิจัยพบว่า ผู้ทดสอบทุกคนยังสามารถรับรู้กลิ่นถั่วหรั่งได้ชัดเจนเมื่อถั่วหรั่งไม่ได้รับความร้อนหรือได้รับความร้อนเพียง 15 นาที และผู้ทดสอบทุกคนไม่รับรู้กลิ่นถั่วหรั่งเลยเมื่อให้ความร้อน 30 นาทีและต่อเนื่องไปจนถึงเวลา 45 นาที แต่ในทางปฏิบัติเลือกใช้เวลาที่ 30 นาที เนื่องจากเหตุผลในเรื่องความคุ้มค่าเชิงพลังงานและลดเวลาในกระบวนการแปรรูปให้สั้นลง การที่ความร้อนสามารถลดความรุนแรงของกลิ่นถั่วได้นั้นเป็นผลจากเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสที่ไม่ทนความร้อนและมีอยู่ในถั่วโดยธรรมชาติถูกทำลาย ซึ่งโดยปกติเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสจะเร่งปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัวในถั่วเกิดเป็นสารไฮโดรเพอร์ออกไซด์ที่เกิดปฏิกิริยาต่อจนได้สารระเหยกลุ่มอัลดีไฮด์เพราะฉะนั้นหากสามารถทำลายเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสตัวเร่งปฏิกิริยาที่สำคัญจะสามารถลดกลิ่นถั่วลงได้ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ถึงแม้ไม่ได้วัดปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสที่หลงเหลือจากการให้ความร้อนดังเช่น งานวิจัยของ Shin *et al*. (2013) เพื่อพิสูจน์ว่าเอนไซม์ได้ถูกทำลายไปบางส่วนจริง แต่การใช้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบการตกค้างของกลิ่นถั่วหลังให้ความร้อนแก่วัตถุดิบนับว่าเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ให้ผลได้อย่างแม่นยำในเชิงปฏิบัติเช่นกัน อีกทั้งยังไม่ยุ่งยากซับซ้อนและประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่า ซึ่งที่ผ่านมายังไม่พบการวิเคราะห์ที่ทำควบคู่กันระหว่างการวิเคราะห์การหลงเหลืออยู่ของเอนไซม์กับการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัสหรือการวิเคราะห์ปริมาณกลิ่นถั่วที่ยังหลงเหลืออยู่ด้วยวิธีอื่น ๆ

2. ระยะเวลาในการให้ความร้อนเมล็ดถั่วหรั่งกับคุณลักษณะทางเคมีของโยเกิร์ต

เมล็ดถั่วที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาแตกต่างกันพบว่า โยเกิร์ตที่หมักโดยใช้ถั่วหรั่งที่ผ่านความร้อนเป็นเวลา 30 นาที ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่ำกว่าที่ระยะเวลาอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์สามารถใช้แหล่งคาร์บอนจากวัตถุดิบถั่วหรั่งที่ได้รับความร้อนเป็นเวลา 30 นาที ได้ดีและเจริญได้ดีกว่าถั่วหรั่งที่สภาวะอื่น ๆ และสอดคล้องกับค่า pH และปริมาณกรดแลคติกของโยเกิร์ตที่มีแนวโน้มลดลงต่ำกว่าสภาวะอื่น ๆ เช่นกัน โดยกรดแลคติกเกิดจาก แบคทีเรียกรดแลคติกจะใช้น้ำตาลในน้ำนมถั่วหรั่งเกิดเป็นกรดแลกติก ส่งผลให้ค่า pH ลดลง และความเป็นกรดเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Jariyawaranukul (2009) ศึกษาผลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพของโยเกิร์ตพบว่าค่า pH ต่ำลง ปริมาณกรดแลคติกจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Tanganurat (2014) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากข้าวกล้องหอมนิลงอกพบว่า ค่า pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq .05$) เมื่อปริมาณกรด แลคติกเพิ่มสูงขึ้น

ในเมล็ดถั่วหรั่งจะประกอบด้วยเม็ดแป้งในภาวะอุณหภูมิปกติเม็ดแป้งจะมีการพองตัวต่ำเนื่องจากการดูดน้ำเกิดขึ้นไม่ดี เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งจะมีการดูดน้ำได้มากขึ้นและเกิดการพองตัวมากขึ้น โครงสร้างเม็ดแป้งถูกทำลายไป โมเลกุลของสารต่าง ๆ ในเม็ดแป้งที่ละลายน้ำได้เริ่มซึมออกมา (Phillips & Williams, 2009) จุลินทรีย์ใช้สารอาหารได้ง่ายขึ้น เมื่อระยะเวลาผ่านไปในขณะที่ยังคงให้ความร้อนอยู่การพองตัวจะเพิ่มขึ้นพร้อมกับความหนืดของระบบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลือรอบ ๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลงมากส่งผลให้การใช้สารอาหารของจุลินทรีย์กลับเป็นไปได้ยากขึ้นอัตราการเจริญของจุลินทรีย์จึงต่ำกว่าการใช้เมล็ดถั่วหรั่งที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนต่ำกว่า

3. กลิ่นกับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่า กลิ่นสตรอว์เบอร์รี่ และลิ้นจี่ เป็น 2 กลิ่น ที่ได้รับคะแนนความพึงพอใจจากผู้บริโภคสูงที่สุด อาจเนื่องจากเป็นกลิ่นที่มีความแรงของกลิ่นเด่นกว่ากลิ่นมะขามและเป็นกลิ่นพื้นฐานที่มักปรากฏในผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่ผู้บริโภครู้สึกคุ้นชิน และผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่แต่งกลิ่นนี้มักเป็นที่ดึงดูดสำหรับผู้บริโภคมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสดั้งเดิม สอดคล้องกับในท้องตลาดที่พบว่า ปริมาณผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแต่งกลิ่นรสมีวางจำหน่ายจำนวนมากกว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ไม่แต่งกลิ่น ดังนั้นกลิ่นรสสตรอเบอร์รี่และกลิ่นรสลิ้นจี่จึงมีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปผลิตเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตถั่วหรั่งพร้อมดื่มเพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการลดกลิ่นถั่วหรั่งเมื่อใช้ความร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส คือ 30 นาที ซึ่งนอกจากจะทำให้กลิ่นถั่วซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในถั่วหรั่งลดลงแล้วยังเป็นระยะเวลาที่ทำให้ถั่วหรั่งมีสภาพที่เหมาะสมสำหรับการ

เจริญของจุลินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ *L. bulgaricus S. thermophilus* และ *L. rhamnosus* ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับที่ระยะเวลา 15 และ 45 นาที หรือการไม่ให้ความร้อนกับวัตถุดิบถั่วหรั่งเลย และ เมื่อนำโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการหมักแล้วเติมความหวานด้วยน้ำตาลโตนดและแต่งกลิ่นพบว่าผู้บริโภคมีความชอบกลิ่นสตอว์เบอร์รี่และลิ้นจี่ มากที่สุด 2 อันดับแรกตามลำดับ ดังนั้นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากถั่วหรั่ง 2 กลิ่นนี้ จึงเหมาะสำหรับการแปรรูปในเชิงพาณิชย์ต่อไป อย่างไรก็ตามหากต้องการแปรรูปในเชิงพาณิชย์นั้นผู้วิจัยแนะนำว่าควรต้องมีการทดสอบตลาดผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ก่อน

ทางคณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครั้งต่อไปคือ ควรมีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการให้ความร้อนของเมล็ดถั่วและการหลงเหลืออยู่ของเอนไซม์ไลพอกซิจิเนส การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วที่ส่งผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการและจำนวนจุลินทรีย์ที่เหลือรอดชีวิตในผลิตภัณฑ์สุดท้ายเพื่อเป็นข้อมูลในกับผู้บริโภคเมื่อมีการแปรรูปในเชิงพาณิชย์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ขอขอบคุณ 1) โครงการ Business Brotherhood ประจำปี พ.ศ. 2564 ภายใต้อุทยานวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้คำปรึกษาเรื่องการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากถั่วหรั่ง 2) สาขาวิชาวิทยาการการประกอบอาหารสำหรับสถานที่ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Arnpreung, P. (2014). The principle of food analysis by sensory (3rd. ed). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Chaipan, P. (2018). Reduction of beany flavor for *Sacha inchi* flour quality improvement and utilization as ingredient in functional food product. Master Degree Thesis. Chonburi: Burapa University. (inThai)

Department of Agricultural Extension. (2019). *Punyee (Bambara Grounnut): Crop Year 2018/19* [Online]. Retrieved January 20, 2022, from: http://www.agriinfo.doae.go.th/year62/plant/rortor/agronomy/18.pdf. (in Thai)

Falade, K. O., Ogundele, O. M., Ogunshe, A. O., Fayemi, O. E. & Ocloo, F. C. K. (2015). Physico-chemical, sensory and microbiological characteristics of plain yoghurt from Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*) and soybeans (*Glycine max*). *J. Food Sci. Technol., 52*(9), 5858–5865.

Jariyawaranukul, U. (2009). Effect of sweeteners on quality of yogurt. *University of Thai Chamber of Commerce J.*, *29*(4),102-111. (in Thai)

Kosterina, V., Yakovleva, A., Koniaeva, V. & Lakovchenko, N. (2020). Development of formulation and technology of non-dairy soy-coconut yogurt. *Agron. Research, 18*(3), 1727–1737.

Latimer, G. (2019). *Official methods of analysis* of AOAC international (21th ed.). Volume 1. Washington, DC.: AOAC International.

Marston, H. D., Dixon, D. M., Knisely, J. M., Palmore, T. N. & Fauci, A. S. (2016). Antimicrobial resistance. *JAMA, 316*, 1193-1204.

Ministry of Public Health. (2013). *Industry standard fermented milk No.353*. Bangkok: Ministry of Public Health. (in Thai)

Montemurro, M., Pontonio, E., Coda, R. & Rizzello, C.G. (2021). Plant-based alternatives to yogurt: State-of-the-art and perspectives of new biotechnological challenges. *Foods, 10*(316), 1-21.

Pahane, M. M., Tatsadjieu, L. N., Bernard, C. & Njintang, N. Y. (2017). Production, nutritional and biological value of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*) milk and yoghurt. *J. Food Meas. Charact., 11*, 1613–1622.

Phillips, G. O. & Williams, P. A. (2009). *Handbook of hydrocolloids* (6th ed.). Elsevier: Amsterdam.

Rattanapanone, N. (2016). *The principle of food processing* (2nd ed.). Bangkok: Odeon Store. (in Thai)

Shin, D. J., Kim, W., & Kim, Y. (2013). Physicochemical and sensory properties of soy bread made with germinated, steamed and roasted soy flour. *Food Chemistry*, *141*, 517-523.

Shori, A. B. & Al Zahrani, A. J. (2021). Non-dairy plant-based milk products as alternatives to conventional dairy products for delivering probiotics. *Food Sci. Technol.*, *42*, 1-14.

Srisuk, S. (2016). Job's tears drinking yoghurt development. *YRU J. Sci. and Tech., 1*(2), 53-64. (in Thai)

Storhaug, C. L., Fosse, S. K. & Fadnes, L. T. (2017). Country, regional and global estimates for lactose malabsorption in adults: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Gastroen Hepat, 2*, 738–746.

Sumpavapol, P. & Kaewmanee, T. (2011). Study on chemical composition, functional properties and biological activities of protein hydrolysate from Bambara Groundnut (*Vigna subterranean*). Final report, Prince of Songkla University. (in Thai)

Tanganurat, P., Yodkum, S., Soiyodthong, N. & Mangkit, P. (2014). Development of drinking yoghurt-like product from germinated Hom Nil Rice. *Agricultural Sci. J., 45*(2)(Special issue), 565-568. (in Thai)