บทความวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อม

DEVELOPMENT OF YOGURT WITH *NYPA FRUITCANS* IN SYRUP

ศศิอาภา บุญคง[1*]

[1]สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Sasiapa Boonkong[1*]

[1]Home Economics Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

[*]E-mail: sasiapa.b@dru.ac.th

Received: 2020-06-22

Revised: 2021-07-30

Accepted: 2021-08-28

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างน้ำกับน้ำตาลทรายในการเชื่อมลูกจาก และปริมาณการเติมลูกจากเชื่อม ร้อยละ 10 15 และ 20 ของน้ำหนัก ต่อคุณภาพโยเกิร์ต ซึ่งการเชื่อมลูกจากควรใช้อัตราส่วนของน้ำกับน้ำตาลทรายเท่ากับ 1 : 1 เมื่อนำโยเกิร์ตที่ได้มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมสูตรที่ 1 (ปริมาณลูกจากเชื่อมร้อยละ 10) และ สูตรที่ 2 (ปริมาณลูกจากเชื่อมร้อยละ 15) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมที่ระดับความชอบปานกลาง อย่างไรก็ตามสูตรที่ 2 มีปริมาณเส้นใยหยาบ (0.68 %) และพลังงานทั้งหมด (111.18 Kcal/100g) สูงกว่า นอกจากนี้โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมสามารถเก็บรักษาได้นาน 5 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: ลูกจาก โยเกิร์ต โยเกิร์ตลูกจากเชื่อม

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the ratio between water and granulated sugar on preparing of Nypa fruiticans in syrup and the quality of yogurt with different additional content of Nypa fruiticans in syrup at 10, 15 and 20 % w/w of yogurt, respectively. The optimum ratio of water and granulated sugar was 1:1. The sensory test of yogurt was conducted with 100 untrained panelists using a 9-point hedonic scale, appearance, texture, taste, flavor and overall liking. The result showed that the overall liking score of yogurt was not significantly different among

formula 1 (10% w/w of Nypa fruiticans in syrup) and formula 2 (15% w/w of Nypa fruiticans in syrups) ($p>0.05$), which had a moderate liking. However, the formula 2 had higher fiber content (0.68%) and total energy (111.18 Kcal/100g). Moreover, the development of yogurt containing Nypa fruiticans in syrup could extend for 5 weeks during storage at 4 °C

Keywords: Nypa fruiticans, Yogurt, Yogurt with Nypa fruitcans in syrup

บทนำ

ลูกจาก (*Nypa fruiticans* Wurmp. หรือ Nipa Palm) เป็นพืชตระกูลปาล์ม ปลูกมากในแถบเอเชียตะวันออก-เฉียงใต้ ในประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย เวียดนาม ฟิลิปปินส์ (Amroongrugsa & Purintavaragul, 2006) สำหรับประเทศไทยมีการเพาะปลูกหนาแน่นบริเวณริมฝั่งคลองของป่าชายเลน แถบชายฝั่งทะเล หรือบริเวณน้ำกร่อย โดยเฉพาะจังหวัดสมุทรปราการ ต้นจากจะออกลูกเมื่ออายุประมาณ 4 – 5 ปี (Katesakul & Thanomchat, 2013; Suthinoon, 2011) โดยแทบทุกส่วนของต้นจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความจำเป็นและภูมิปัญญาของคนในพื้นที่ ลูกจากมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชน สามารถนำมาประกอบอาหารได้ทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน เช่น น้ำหวาน น้ำส้มจาก ผักเคียง หรือใช้แกงเผ็ด ลูกจากเชื่อม ผลิตภัณฑ์เยลลี่คาราจีแนนผสมเนื้อลูกจาก ท็อฟฟี่ลูกจาก รวมทั้งงานประดิษฐ์ น้ำจุลินทรีย์เพื่อใช้เป็นยาแก้โรคเก๊า และเป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน (Niranathmateekul, 2010; Janyatham & Sikka, 2012; Kunpakdee et al., 2012; Prasongchan et al., 2013; Supakin, 2019) ซึ่งลูกจากแก่มีปริมาณเส้นใยทั้งหมดมากกว่าลูกจากอ่อน และลูกจากแก่มีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดมากกว่าทุเรียน มังคุด มะม่วง มะละกอ สับปะรด และเงาะ รวมทั้งลูกจากแก่มีปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำสูงกว่าลูกจากอ่อน โดยลูกจากสดมีปริมาณแร่ธาตุสูง โดยเฉพาะโพแทสเซียม (Sum et al., 2013)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดหนึ่ง โดยอาศัยการหมักของเชื้อจุลินทรีย์จำพวกกลุ่มแบคทีเรียแลกติก เช่น เชื้อ *Lactobacillus delbrukeii* sub sp. *bulgaricus* และเชื้อ *Streptococus thermophilus* โยเกิร์ตจัดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพชนิดหนึ่งที่สามารถบริโภคกันทุกเพศทุกวัย และมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน แคลเซียม และฟอสฟอรัส ช่วยในระบบการย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ช่วยปรับสมดุลของลำไส้ (Jariyawaranukul, 2009) นอกจากนี้โพรไบโอติกส์ (probiotic) เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์มีชีวิต โดยกลุ่มเชื้อแบคทีเรียแลคติก (lactic acid bacteria) เช่น *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium* spp. มักพบในอาหารหมัก เช่น โยเกิร์ต เนยแข็ง ผักดองบางชนิด และอาหารสุขภาพที่มีเส้นใย เช่น ผักผลไม้สด และเมล็ดธัญพืชที่ไม่ขัดสี ซึ่งถ้ามีจำนวนมากพอจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่สุขภาพ มีผลในด้านการทำงานของทางเดินอาหารที่ผิดปกติ เช่น การเกิดโรคอุจจาระร่วงและช่วยให้มีระบบภูมิคุ้มกันที่ดี โดยช่วยปรับให้เกิดความสมดุลของเชื้อจุลินทรีย์ภายในลำไส้ ความดันโลหิตสูง สารต้านมะเร็ง รวมทั้งช่วยรักษาอาการของโรคภูมิแพ้ทั้งในเด็ก ผู้ใหญ่รวมทั้งในผู้สูงอายุด้วย อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกส์ควรมีตามปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกอย่างน้อย 107 cfu/ml (Elli et al., 2006; Ferdousi et al., 2013; Nopchinda, 2014; Pinthong et al., 2019) โดยโยเกิร์ตที่วางขายในท้องตลาดมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันตามท้องถิ่น การผลิตโยเกิร์ตสามารถแบ่งตามกระบวนการผลิตเป็น 2 ลักษณะ คือ โยเกิร์ตชนิดคงตัว (set yogurt) และโยเกิร์ตชนิดคน (stirred yogurt) ซึ่งมีกระบวนการปรับคุณภาพ (standardization) การพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 – 30 นาที โฮโมจีไนส์และทำให้เย็น 45 – 47 องศาเซลเซียส เติมเชื้อจุลินทรีย์และทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 4 - 7 องศาเซลเซียส และการบรรจุ การหมักให้ปริมาณ acetaldehyde,

diacetyl, กรดแลกติก (lactic acid) และสารประกอบกรดอินทรีย์อื่นซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ต (Ramírez-Sucre & Vélez-Ruiz, 2013)

ปัจจุบันโยเกิร์ตเป็นที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ซึ่งโยเกิร์ตรสชาติต่าง ๆ ที่วางขายตามท้องตลาด โดยมีการเสริมผลไม้เชื่อมหรือแต่งกลิ่นรส (Celik et al., 2006; Rojas-Castro et al., 2007; Gad, 2010; Ramírez-Sucre & Vélez-Ruiz, 2013; Srisuvor et al., 2013) นอกจากนี้มีการพัฒนาโยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันต่ำหรือไม่มีไขมัน (Harte et al., 2003; Yaowapaksophon et al., 2016) และเสริมคุณค่าทางโภชนาการ (Daengprok & Warasawas, 2008; Anawachkul & Jiamyangyuenn, 2009; Jariyawara-nukul, 2009; Ranadheera et al., 2012; Chaikham, 2015; Petina, et al., 2015; Unhasirikul, 2018; Wang et al., 2019; Abdel-Hamid et al., 2020) รวมทั้งการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสำหรับผู้ป่วยโรคเอดส์ ซึ่งพบว่าจุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติกรวมทั้งเชื้อ *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 มีผลต่อระบบอิมมูนของผู้ป่วยโรคเอดส์ได้ (Hemsworth et al., 2011)

ทั้งนี้ยังไม่มีรายงานการใช้ประโยชน์จากลูกจากเชื่อมเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมการสร้างมูลค่าเพิ่มของลูกจากจากรากฐานทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น หรือภูมิปัญญาชาวบ้านในชุมชนท้องถิ่นโดยเฉพาะสินค้าเกษตรให้มีการผลิต การแปรรูป และการบรรจุหีบห่อ เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเกษตรอย่างยั่งยืน จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการผลิตลูกจากเชื่อม ซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนบ้านขุนสมุทรไท จังหวัดสมุทรปราการ และปริมาณการเติมลูกจากเชื่อมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค ตลอดจนการพัฒนาส่งเสริมเป็นสินค้าท้องถิ่นประจำชุมชนและสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน

วิธีการ

1. การศึกษาการผลิตลูกจากเชื่อม

โดยการสัมภาษณ์ผู้ผลิตเกี่ยวกับการผลิตลูกจากเชื่อม จากชุมชนบ้านขุนสมุทรไท อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การคัดเลือกวัตถุดิบ ส่วนผสม และกรรมวิธีการผลิต พบว่า สามารถนำข้อมูลไปทำการทดลองตอนที่ได้ต่อไป เพื่อทำการพัฒนาสูตรการผลิตและการยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมต่อไป ซึ่งการเชื่อมลูกจากของชุมชนมีการใช้ทั้งน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดง และปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกัน ทำให้ลูกจากเชื่อมที่ได้มีลักษณะที่แตกต่างกัน

2. การพัฒนาโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อม

โดยศึกษาการเติมลูกจากปริมาณที่เหมาะสมของการผลิตโยเกิร์ต ซึ่งการผลิตโยเกิร์ตประกอบด้วยนมสดพาสเจอร์ไรส์ นมผง น้ำตาลทราย และโยเกิร์ตรสธรรมชาติ ร้อยละ 80.64, 4.84, 3.23 และ 11.29 ของน้ำหนักทั้งหมด ตามลำดับ โดยดัดแปลงตามวิธีของ Boonkong (2011) นำนมสดพาสเจอร์ไรส์ นมผง และน้ำตาลทรายมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมหัวเชื้อโยเกิร์ตรสธรรมชาติ และลูกจากปริมาณร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักโยเกิร์ต ตามลำดับ ผสมให้เข้ากันและบรรจุในถ้วยพลาสติก บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 ชั่วโมง หรือจนเกิดเคิร์ด และได้ค่า pH เท่ากับ 4.2 จะได้โยเกิร์ตชนิดคงตัว (set yogurt) วิเคราะห์คุณภาพและอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 5 สัปดาห์

3. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อม

3.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-points hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) ด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม

โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ที่เคยรับประทานโยเกิร์ต (อายุระหว่าง 15 – 25 ปี) แบ่งเป็นเพศหญิงร้อยละ 80 และเพศชายร้อยละ 20 โดยผู้บริโภครู้จักลูกจากร้อยละ 76 และเคยรับประทานผลิตภัณฑ์จากลูกจากร้อยละ 62

3.2 ทางด้านเคมี ได้แก่ ค่า pH การแยกตัวของน้ำ (% Syneresis) ปริมาณกรดแลกติก ความชื้น เถ้า ปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต พลังงานทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ วิเคราะห์ปริมาณตามวิธีการ (AOAC 2000) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) ของน้ำเชื่อมก่อนและหลังเชื่อมลูกจาก

วัดค่าการแยกตัวของน้ำ

นำโยเกิร์ตที่แช่เย็นทั้งถ้วยมาชั่งน้ำหนักและเทในกรวยที่ใส่กระดาษกรอง (Whatman No. 1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร) ตั้งทิ้งเพื่อแยกน้ำเวย์ที่ได้จากเนื้อโยเกิร์ต เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักน้ำเวย์ที่ได้ และคำนวณ %Syneresis

$$\%\text{Syneresis} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำที่แยกออกจากเนื้อโยเกิร์ต} \times 100}{\text{น้ำหนักโยเกิร์ตที่ใช้}}$$

3.3 ทางด้านกายภาพ

วัดค่าสี นำโยเกิร์ตวัดค่าสี L* a* และ b* โดยใช้เครื่องวัดสี Lovibond RT100 Reflectance Tintometer ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

วัดค่าความหนืด นำโยเกิร์ตที่แช่เย็น นำมาแยกส่วนของเนื้อลูกจากเชื่อมออกจากโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมปริมาณ 500 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร วัดความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield Digital Viscometer รุ่น DV – II+ ที่ความเร็วรอบ 6 rpm และเข็มเบอร์ 03

3.4 ทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ การตรวจนับเชื้อแบคทีเรียแลคติก ด้วยวิธี ISO15215: 1998 และการตรวจสอบเชื้อ Escherichia Coli

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) และการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสดลูกจากมีการวางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเม้นต์ด้วยดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS, version 17.0 (IBM, USA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาการผลิตลูกจากเชื่อม

ผลจากการสัมภาษณ์ผู้ผลิตในชุมชนบ้านขุนสมุทรไท อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า ลูกจากที่มีความเหมาะสมในการเชื่อม คือ ลูกจากที่ไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป เนื่องจากลูกจากที่อ่อนจะทำให้ลูกจากเชื่อมเละ ขณะเดียวกันหากลูกจากแก่จะทำให้ลูกจากแข็ง โดยนำลูกจากมาล้างให้สะอาด จากนั้นนำลูกจากมาเชื่อมด้วยน้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายแดง แต่จะให้สีของน้ำเชื่อมแตกต่างกัน โดยใช้อัตราส่วนของลูกจากต่อปริมาณน้ำตาล เท่ากับ 2 กิโลกรัม น้ำตาลทราย 1 – 1.5 กิโลกรัม จากนั้นต้มจนเดือด

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้น้ำตาลทรายขาว เนื่องจากลักษณะของลูกจากเชื่อมที่ได้จะไม่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ซึ่งจากศึกษาอัตราส่วนน้ำกับน้ำตาลทรายในการผลิตลูกจากเชื่อม ในอัตราส่วน 1 : 1, 1 : 2 และ 2 : 1 ตามลำดับ เมื่อน้ำตาลทรายละลายแล้วให้เติมลูกจากที่เตรียมไว้และต้มจนกระทั่งเดือด ประมาณ 15 นาที (ภาพที่ 1) ซึ่งน้ำเชื่อมมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เท่ากับ 62 74 และ 36.6 องศาบริกซ์ (°Brix) ซึ่งพบว่าอัตราส่วนระหว่างน้ำกับน้ำตาลทรายเท่ากับ 1 : 1 มีความเหมาะสมในการผลิตลูกจากเชื่อมสำหรับการผลิตโยเกิร์ต เนื่องจากลักษณะของลูกจากเชื่อมไม่เละ และมีน้ำเชื่อมมีความหนืดไม่มากจนเกินไป ซึ่งการเชื่อมลูกจากด้วยอัตราส่วนน้ำต่อน้ำตาลทราย เท่ากับ 1 : 2 พบว่า ปริมาณของแข็งหลังจากเชื่อมมีค่าสูงขึ้น ลูกจากจะมีลักษณะเหี่ยวลง ในขณะที่การเชื่อมลูกจากในอัตราส่วนของน้ำต่อน้ำตาลทรายเท่ากับ 1 : 1 และ 1 : 2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าคงที่ การผลิตลูกจากเชื่อม ทำได้โดยนำลูกจากมาล้างทำความสะอาด จากนั้นต้มน้ำกับน้ำตาลทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ซึ่งอาจใช้น้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลแดงก็ได้ แต่จะให้สีของน้ำเชื่อมแตกต่างกัน รวมทั้งการใช้น้ำตาลทรายสีแดงจะให้รสหวานแหลมมากกว่าการใช้น้ำตาลทรายขาว

ภาพที่ 1 ลักษณะของลูกจากเชื่อม (ก) อัตราส่วนของน้ำต่อน้ำตาลทราย = 1:1
(ข) อัตราส่วนของน้ำต่อน้ำตาลทราย = 1:2 (ค) อัตราส่วนของน้ำต่อน้ำตาลทราย = 2:1

2. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

นำโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมร้อยละ 10 15 และ 20 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วย วิธี 9-point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม ซึ่งโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมมีความแตกต่างกันในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ($p \leq .05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันในด้านรสชาติและกลิ่นรส ($p > .05$) ซึ่งการเติมปริมาณลูกจากเชื่อมเพิ่มขึ้น ทำให้โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมมีการเซ็ตตัวและความหนืดของโยเกิร์ตลดลง และผู้บริโภคให้การยอมรับความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมมีปริมาณลูกจากร้อยละ 15 ของน้ำหนักรวมทั้งหมด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสดลูกจาก

คุณลักษณะ	ปริมาณลูกจากเชื่อม (ร้อยละ)		
	10 (สูตร 1)	15 (สูตร 2)	20 (สูตร 3)
ลักษณะปรากฏ	6.96^{a} ± 0.97	6.81^{a} ±1.43	6.10^{b} ± 1.83
เนื้อสัมผัส	6.45^{a} ± 1.61	6.35^{a} ±1.79	5.72^{b} ± 2.05
รสชาติ^{ns}	6.17 ± 1.79	6.50 ± 1.80	6.23 ± 1.92
กลิ่นรส^{ns}	6.39 ± 1.60	6.64 ± 1.46	6.42 ± 1.67
ความชอบโดยรวม	6.55^{ab} ± 1.63	6.66^{a} ± 1.73	6.18^{b} ± 1.76

หมายเหตุ : a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤.05)
ns (non – significant) หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>.05)

3. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อม

การพัฒนาโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมที่มีปริมาณลูกจากเชื่อมร้อยละ 10 – 20 พบว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมทั้งสามสูตรมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 74.84 – 76.66 ปริมาณสารประกอบหลัก ได้แก่ เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 0.61 – 0.64, 2.60 – 2.96, 2.61 – 3.00, 0.57 – 0.68, และ 16.74 – 19.34 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 โดยโยเกิร์ตมีค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 41.95 – 55.31, 0.02 – 0.17 และ 1.74 – 2.47 ตามลำดับ มีปริมาณกรดแลกติก ร้อยละ 0.85 – 0.99 (ตารางที่ 3) ซึ่งโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมสูตรที่ 1 มีปริมาณ Lactic acid bacteria ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และไขมันสูงที่สุด และสูตรที่ 3 มีปริมาณ Reducing sugar ปริมาณเส้นใยหยาบและคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด ซึ่งโยเกิร์ตที่เติมปริมาณลูกจากเพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณเส้นใยหยาบและคาร์โบไฮเดรตเพิ่มมากขึ้น แต่มีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และไขมันลดลง ดังนั้นจึงควรเติมปริมาณลูกจากเชื่อมร้อยละ 15 ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผลไม้จากกล้วย มะละกอ แตงโม และลูกแพร์แคดตัส รวมทั้ง FAO/WHO แนะนำให้มีการเติมผลไม้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตประมาณร้อยละ 5 – 15 (Roy et al., 2015; Matter et al., 2016) ซึ่งโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมที่มีปริมาณลูกจากเชื่อมเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าการแยกตัวของน้ำลดลงเช่นเดียวกับโยเกิร์ตผสมผลไม้ (กล้วย มะละกอ และแตงโม) ร้อยละ 15 (Roy et al., 2015) และโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมที่มีปริมาณของเชื้อ Lactic acid bacteria สูง ทำให้มีค่าปริมาณกรดแลกติกสูง ซึ่งส่งผลให้โปรตีนเข้าใกล้จุด Isoelectric Point ทำให้การอุ้มน้ำลดลง และค่าการแยกตัวของน้ำเพิ่มขึ้น โดยค่าการแยกตัวของน้ำและปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ เมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียแลกติกมีเมตาบอลิซึมลดลง (Jariyawaranukul, 2009) สำหรับโยเกิร์ตที่มีค่าการแยกตัวของน้ำสูง จะทำให้คุณภาพของโยเกิร์ตต่ำ แต่ปริมาณของลูกจากเชื่อมที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณ reducing sugar เพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณ reducing sugar สูง มีผลต่อความเสี่ยงในการเกิดโรคอ้วน ทำให้ปริมาณของลูกจากเชื่อมมีผลต่อค่าการแยกตัวของน้ำ ปริมาณ reducing sugar และปริมาณกรดแลกติก เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมปริมาณร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักโยเกิร์ต ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 3 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่า ผลของจำนวนเชื้อ Lactic acid bacteria ที่เหลือรอดมีจำนวนเพิ่มขึ้น

ในช่วงแรกและลดลงเมื่อมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งโยเกิร์ตที่เก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ มีปริมาณเชื้อ Lactic acid bacteria ระหว่าง 8.15 – 8.60 log10 cfu/g จึงควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสดลูกจากนาน 4 สัปดาห์ เพื่อให้ได้รับคุณค่าทางโภชนาการมากที่สุด เนื่องจากปริมาณเชื้อ Lactic acid bacteria สูงสุด ซึ่งการจะให้ได้รับประโยชน์จากการบริโภคโยเกิร์ตอย่างเต็มที่นั้น จำเป็นต้องบริโภคโยเกิร์ตที่มีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และมีปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตในปริมาณที่สูงกว่า 5.0 – 6.0 log10 cfu/g (Dave & Shah, 1998) อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อให้มีปริมาณแบคทีเรียที่มีประโยชน์มากเพียงพอในลำไส้ ซึ่งการรักษาปริมาณแบคทีเรียที่มีประโยชน์ให้มีค่าไม่น้อยกว่า 8 log10 cfu/g ควบคู่กับความคงตัวของคุณสมบัติทางเคมี กายภาพของโยเกิร์ตในระหว่างการเก็บรักษา เป็นสิ่งที่ผู้ผลิตควรให้ความสำคัญ (Na Nakornpanom, 2011) อย่างไรก็ตามการลดลงของค่า pH ทำให้การรอดชีวิตของเชื้อแบคทีเรียแลคติกลดลงด้วย (Jariyawaranukul, 2009) และสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสดลูกจากนาน 5 สัปดาห์ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อมมีปริมาณ E. Coli น้อยกว่า 3 MPN/g ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 353) พ.ศ. 2556 เรื่อง นมเปรี้ยว

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสดลูกจาก

คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์	ปริมาณลูกจากเชื่อม (ร้อยละ)		
	10 (สูตร 1)	15 (สูตร 2)	20 (สูตร 3)
ค่าสี			
L*	47.77	41.95	55.31
a*	0.17	0.02	0.08
b*	1.74	2.47	2.02
ค่า pH	4.22	4.26	4.29
ค่า syneresis (%)	30.20	26.27	18.98
ปริมาณกรดแลกติก (g/100 g)	0.99	0.88	0.85
ปริมาณ Reducing sugar (g/100 g)	0.18	0.22	0.28
E. coli (MPN/g)	> 3	> 3	> 3
Lactic acid bacteria (cfu/g)	1.9×10^8	1.2×10^8	1.1×10^8

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบหลักของโยเกิร์ตผสมลูกจากเชื่อม

สารประกอบหลัก	ปริมาณลูกจากเชื่อม (ร้อยละ)		
	10 (สูตร 1)	15 (สูตร 2)	20 (สูตร 3)
ความชื้น (%)	76.66	75.11	74.84
เถ้า (%)	0.64	0.62	0.61
โปรตีน (%)	2.96	2.62	2.60
ไขมัน (%)	3.00	2.82	2.61
เส้นใยหยาบ (%)	0.57	0.68	0.69
คาร์โบไฮเดรต (%)	16.74	18.83	19.34
พลังงานทั้งหมด (Kcal/100g)	105.80	111.18	111.25

สรุป

การผลิตลูกจากเชื่อม ทำได้โดยนำลูกจากมาล้างทำความสะอาด จากนั้นต้มน้ำกับน้ำตาลทรายขาวในอัตราส่วน 1 : 1 เมื่อน้ำตาลทรายละลายแล้วให้เติมลูกจากที่เตรียมไว้และต้มจนกระทั่งเดือด ประมาณ 15 นาที ทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 62 °Brix ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโยเกิร์ต สูตรที่ 1 ปริมาณลูกจากเชื่อมร้อยละ 10 และสูตรที่ 2 ปริมาณลูกจากเชื่อมร้อยละ 15 ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) แต่สูตรที่ 2 มีปริมาณเส้นใยหยาบ พลังงานทั้งหมดและพลังงานจากไขมันมากกว่าสูตรที่ 1 เพื่อเพิ่มมูลค่าของลูกจากจึงควรเลือกการผลิตที่มีปริมาณลูกจากเชื่อมร้อยละ 15 ซึ่งมีปริมาณสารอาหารหลัก ได้แก่ เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 0.62 2.62 2.82 0.68 และ 18.83 ตามลำดับ มีพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 111.18 Kcal/100g และมีปริมาณ Lactic acid bacteria เท่ากับ 8.15 log10 cfu/g ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่สนับสนุนทุนในการดำเนินงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Abdel-Hamid, M., Romeih, E., Huang, Z., Enomoto, T., Huang, L., & Li, L. (2020). Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with Siraitia grosvenorii fruit extract. **Food Chemistry, 103**(4), 2956 – 2968.

Anawachkul, M., & Jiamyangyuenn, S. (2009). **Study of GABA content and development of GABA enriched yogurt from germinated red rice (Munpoo rice).** Proceedings of 47th Kasetsart

University Annual Conference: Agro-Industry, pp 1 - 11. March 17 – 20, 2009. Bangkok. Thailand. (in Thai)

AOAC. (1990). **Official Methods of Analysis.** 14th ed. Vol. 2. Washington, D.C.: Association of official Analytical Chemists.

AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis.** 17ed ed. Vol. 2. Washington, D.C.: Association of official Analytical Chemists.

Bamroongrugsa, N., & Purintavaragul, C. (2006). **Nipa palm (Nypa fruticans Wurmb.) cultivation in salt affected paddy fields.** Prince of Songkla University. Hat Yai Campus, Songkhla. (in Thai)

Boonkong, S. (2011). **Coursebook of food preservation and food processing about Yogurt.** Dhonburi Rajabhat University. Bangkok. (in Thai)

Celik, S., Bakirci, I., & Sat, I. G. (2006). Physicochemical and organoleptic properties of yogurt with cornelian cherry paste. **International Journal of Food Properties, 9,** 401-408.

Chaikham, P. (2015). Stability of probiotics encapsulated with Thai herbal extracts in fruit juices and yoghurt during refrigerated storage. **Food Bioscience, 12**(1), 61 – 66.

Daengprok, W., & Warasawas, P. (2008). Product development of longan-fortified cereal yoghurt. Maejo University. (in Thai)

Dave, R. I., & Shah, N. P. (1998). Ingredient supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. **Journal of Dairy Science, 81,** 2804 – 2816.

Ferdousi, R., Rouhi, M., Mohammadi, R., Mortazavian, A. M., Khosravi-Darani, K., & Rad, A. H. (2013). Evaluation of probiotic survivability in yogurt exposed to cold chain interruption. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 12**(Suppl), 139–144.

Elli, M., Callegari, M. L., Ferrari, S., Bessi, E., Cattivelli, D., Soldi, S., Morelli, L., Feuillerat, N. G., & Antoine, J. (2006). Survival of yogurt bacteria in the human gut. **Applied and Environmental Microbiology, 72**(7), 5113–5117.

Gad, A. S., Kholif, A. M., & Sayed, A. F. (2010). Evaluation of the nutritional value of functional yogurt resulting from combination of date palm syrup and skim milk. **American Journal of Food Technology, 5**(4), 250 – 259.

Harte, F., Luedecke, L., Swanson, B., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2003). Low-fat set yogurt made from milk subjected to combinations of high hydrostatic pressure and thermal processing. **Journal of Dairy Science, 86**(4), 1074-1082.

Hemsworth, J., Hekmat, S., & Reid, G. (2011). The development of micronutrient supplemented probiotic yogurt for people living with HIV: Laboratory testing and sensory evaluation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies, 12**, 79–84.

Janyatham, J., & Sikka, P. (2012). The development of nipa palm fiber for use in product design. **Art and Architecture Journal Naresuan University, 3**(1), 94 – 104. (in Thai)

Jariyawaranukul, U. (2009). Effect of sweetener on quality of yogurt. **University of the Thai Chamber of Commerce Journal, 29**(4), 102 – 111. (in Thai)

Katesakul, P., & Thanomchat, P. (2013). **Direct use value of Nipa Palm in Ban Tha ta-pao. Knowledge management for sustainable management of coastal and mangrove forest resource: Case study of the strengthening coastal network management in community trough learning resources center in six villages, Trad province.** 10 – 14. Retrieved March 15, 2019 From https://www.mangrovesforthefuture.org/assets/Repository/Documents/CbLC-Case-study22FebFinal.pdf (in Thai)

Kunpakdee, Y., Kawee, W., Woothigoon, R., Podkumnerd, N., & Sunthornaphirak, N. (2012). Carageenan jelly with Nipa's fruits for communities. **Thaksin University Journal, 15**(3) (Suppl.), 227 – 235. (in Thai)

Matter, A. A., Eman, Mahmoud, A.M., & Zidan, N. S. (2016). Fruit Flavored Yoghurt: Chemical, Functional and Rheological Properties. **International Journal of Environmental & Agriculture Research, 2**(5), 2454-1850.

Na Nakornpanom, N. (2011). **The physico-chemical properties and survival of lactic acid bacteria of yogurt containing germinated mung bean starch.** Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University. (in Thai)

Nopchinda, S. (2014). Probiotics for Health Promotion. **Journal of The Royal Thai Army Nurses, 15**(3), 430 – 435. (in Thai)

Niranathmateekul, J. (Ed). (2010). Nature and Environment "Nypa fruticans" Plants that do not want to leave. **Journal of medsai, 6**(2), 18 – 19. (in Thai)

Petina, N.P., Granto, D., Hirota, C., Gruz, A. G., Bogsan, C. S. B., & Oloverira, M. N. (2015). Effect of vegetal-oil emulsion and passion fruit peel-power on sensory acceptance of functional yogurt. **Food Research International, 70**, 134 – 141.

Phetcharat, P., Wannakhate, U., & Sarakul, S. (2010). The Comparison of chemical characteristics between cereal-milk yogurt and cow-milk yogurt. **Agricultural Science Journal, 41**(3/1) (Suppl.), 585-588.

Pinthong, S., Tiposot, S., Makfuang, S., Poomtien, J., & Poontawee, R. (2019). **Barracuda mango yoghurt supplemented mango encapsulation with probiotic bacteria.** The 7th Academic Science and Technology Conference. Retrieved December 28, 2020 From http://sci2.hcu.ac.th/webqa/WebQA61/documents/23_20.pdf. (in Thai)

Prasongchan, S., Podkumnerd, N., Pimsen, K., Sunyan, S., Sumphunthamitr, T., & Thanapha, C. (2013). Utilization of nipa palm in the area of Songkhla lake basin Pak-Ro and

Chalae Sub-districts, Singhanakhon District, Songkhla Province. **Journal of community development and Life Quality, 1**(1), 67 - 76. (in Thai)

Ramírez-Sucre, M. O., & Vélez-Ruiz, J. F. (2013). Physicochemical, rheological and stability characterization of a caramel flavored yogurt. **LWT - Food Science and Technology, 51**, 233-241.

Ranadheera, C. S., Evans, C. A., Adams, M. C., & Baines, S. K. (2012). Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. **Food Chemistry, 135**(3), 1411 – 1418.

Rojas-Castro, W., Chacón-Villalobos, A., & Pineda-Castro, M. L. (2007). Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. **Agronomía Mesoamericana, 18**(2), 221-237.

Roy, D. K. D. Roy, Saha, T. , Akter, M. , Hosain, M., Khatun, H., & Roy, M. C. (2015). Quality evaluation of yogurt supplemented with fruit pulp (banana, papaya, and water melon). **International Journal of Nutrition and Food Sciences, 4**(6), 695-699.

Singh, G., & Muthukumarappan, K. (2008). Influence of calcium fortification on sensory, Physical and rheological characteristics of fruit yogurt. **LWT - Food Science and Technology, 41,** 1145–1152.

Srisuvor, N., Chinprahast, N., Prakitchaiwattana, C., & Subhimaros, S. (2013). Effects of inulin and polydextrose on physicochemical and sensory properties of low-fat set yoghurt with probiotic-cultured banana purée. **LWT - Food Science and Technology, 51**(1), 30 - 36.

Sum, P. C., Khoo, H. E., & Azlan, A. (2013). Comparison of nutrient composition of ripe and unripe fruits of Nypa fruticans. **Fruits, 68**(6), 491–498.

Supaking, J. (2019). Development of nipa palm fruit toffee product. **Journal of Food Technology, Siam University, 14**(1), 48 – 57. (in Thai)

Suthinoon, K. (2011). Nipa Palm management in Pak Panang Basin. **Journal of Marine and Coastal Resources, 1**(1), 50 – 63. (in Thai)

Unhasirikul, M., Unhasirikul, K., Thongphueak, D., Bannoen, C., Yingprayun, T., & Chantarangsi, N. (2018). Yoghurt production using local germinated brown rice cultivars from Chanthaburi Province. **Agricultural Science Journal, 49** : 3 (Suppl.), 118-124.

Wang, X., Kristo, E., & LaPointe, G. (2019). Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. **Food Hydrocolloids, 91,** 83 – 91.

Yaowapaksophon, J., Thumdee, A., Kongrit, J., & Phaeobang, P. (2016). Calcium fortification of fruit-mix set-type low-fat yogurt. **Journal of Science Ladkrabang, 25**(2), 27 – 40. (in Thai)