การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กและการอยู่รอดของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

DEVELOPMENT OF SINLEK RICE MILK YOGURT AND SURVIVAL OF LACTIC ACID BACTERIA IN YOGURT

ภัทธกร บุบผัน* *รัตน์ติพร โกสุวินทร์ ญาธิป ชายหงส์ นพวรรณ ทรัพย์มังสังข์ สุกฤตา อัมภาราม*

Pattakorn Buppan*, *Rattiporn Kosuwin, Yathip Chaihong, Noppawan Supmangsang, Sukitta Amparam*

สาขาวิชาการส่งเสริมสุขภาพ คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Department of Health Promotion, Faculty of Physical Therapy, Srinakharinwirot University.

**Corresponding author, e-mail: Pattakorn.b@gmail.com*

***Received:** 21 May 2020; **Revised:** 14 July 2020; **Accepted:** 25 December 2020*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กโดยใช้สารให้ความหวาน 3 ชนิด คือน้ำผึ้ง น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโตส โดยเติมหัวเชื้อ (จากโยเกิร์ตทางการค้า) ผสมน้ำนมข้าวสินเหล็กนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา โดยเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตทางการค้า จากการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กทั้ง 3 สูตรมีค่า pH ลดต่ำลงและมีปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P >0.05) สูตรน้ำผึ้งมีความหนืดเท่ากับ 17,369.86 เซนติพอยส์ และมีเปอร์เซ็นการแยกชั้นของของเหลวสูงสุด เท่ากับ 10.49% พบการอยู่รอดของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกที่ (5.8×10^9 CFU/g) และเมื่อเก็บโยเกิร์ตไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ใช้ทุกสูตรมีอัตราการอยู่รอดของเชื้อแบคทีเรีย 14 วัน หลังจากนั้นเชื้อมีแนวโน้มลดลง โดยจำนวนเชื้อแบคทีเรียในแต่ละสูตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P >0.05)

คำสำคัญ: ข้าวสินเหล็ก โยเกิร์ต น้ำนมข้าว

Abstract

The research aimed at the production of Sinlek rice milk yogurt by varying 3 sweeteners (honey, sucrose and fructose). The inoculum (from commercial yoghurt) and Sinlek rice milk mixtures were incubated at 25ºC for 6 hours. Physical, chemical and microbiological properties in the Sinlek rice milk yogurts were compared to the control (commercial yogurt) incubated under similar conditions. The results showed that the three yogurts were decreased in pH and increased in lactic acid contant, but there were not singnificant different (P>0.05). The honey formula had the highest viscosity (17,369.86 centipoises) and the highest liquid layer separation at 10.49%. The survival rate of lactic acid bacteria was (5.8×10^9

CFU/g). The Sinlek rice milk yogurt could be kept at 4°C, with the survival of bacteria within 14 days. Afther that the number of bacteria started to decrease. There were no significant difference (P >0.05) in the number of bacteria among the fomulas.

Keywords: Sinlek rice, yogurt, rice milk

บทนำ

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย เนื่องจากสามารถรับประทานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว รวมไปถึงมีประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการมากมาย เช่น ช่วยในการทำงานของระบบทางเดินอาหาร การขับถ่าย เพิ่มภูมิคุ้มกัน เสริมสร้างกระดูกและป้องกันโรคหลอดเลือดและหัวใจ [1] จากกระแสนิยมอาหารด้านสุขภาพ ทำให้ปัจจุบันมีการผลิตโยเกิร์ตออกมาในหลากหลายรูปแบบ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่แตกต่างกัน [2]

ข้าวสินเหล็กเป็นข้าวที่มีการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยมีธาตุเหล็ก 15-21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าน้ำตาลในระดับต่ำถึงปานกลาง จากการศึกษามีการนำข้าวสินเหล็กมาทดลองในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน พบว่าการบริโภคข้าวสินเหล็ก ทำให้สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดี [3] รวมทั้งทำให้ค่าเฉลี่ยของไตรกลีเซอไรด์ลดลง นอกจากนี้ข้าวสินเหล็กยังมีใยอาหารสูง ซึ่งมีส่วนช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานดีขึ้นและป้องกันอาการท้องผูกได้อีกด้วย [4]

น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานที่ได้จากธรรมชาติและเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เช่น ฟรุกโตส มอลโตส ซูโครสและโอลิโกแซคคาไรด์ และมีแร่ธาตุที่สำคัญที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด นอกจากนี้น้ำผึ้งยังประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตที่สามารถหมักได้และทำให้ส่งเสริมการเจริญการเหลือรอดและการผลิตกรดของจุลินทรีย์ Bifidobacteria ในผลิตภัณฑ์นม [5]

น้ำตาลซูโครส (Sucrose) คือน้ำตาลทรายหรือน้ำตาลอ้อยซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่ถูกนำมาใช้ในการปรุงรสชาติอาหารต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย พบได้ในพืชและผลไม้หลากหลายชนิด น้ำตาลชนิดนี้เกิดจากการรวมตัวกันของน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส ซึ่งต้องอาศัยเอนไซม์ซูเครสเพื่อช่วยให้สามารถย่อยจนกลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

น้ำตาลฟรุกโตส (Fructose) พบเจอได้มากที่สุดในผลไม้ทั่วไปและพบมากที่สุดในน้ำผึ้ง นอกจากนี้ โดยหลังจากร่างกายได้รับฟรุคโตสโดยเฉพาะที่ได้จากการสกัดจะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่ขึ้นสูงมาก เนื่องจากน้ำตาลฟรุคโตส มีดัชนีน้ำตาลต่ำ และยังถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้โดยที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการร่วมกับอินซูลิน ทำให้น้ำตาลชนิดนี้ถูกเผาผลาญออกได้ง่าย แต่ก็มีข้อเสียคือ มักจะกระตุ้นความอยากอาหารและทำร่างกายอิ่มได้ยาก

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาเพื่อศึกษาวิธีการผลิตโยเกิร์ตของน้ำนมข้าวสินเหล็กต่อระดับสารให้ความหวานที่ได้รับการยอมรับจากการตรวจวัดคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และการอยู่รอดของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กโดยการใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน
2. เพื่อคัดเลือกชนิดของสารให้ความหวานที่เหมาะสมที่ให้คุณภาพโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ได้รับการตรวจวัดคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และการอยู่รอดของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาระยะเวลาการบ่มที่เหมาะสมของโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน

1.1 การผลิตโยเกิร์ต

นำข้าวสินเหล็กจากศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่หุงสุกแล้ว 80 กรัมมาผสมน้ำ 100 มิลลิลิตร มาปั่นให้ละเอียด แล้วนำมากรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อให้ได้น้ำนมข้าวสินเหล็ก 70 กรัม จากนั้นนำน้ำนมข้าวสินเหล็กมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) จากนั้นเติมสารให้ความหวานแต่ละสูตรเพื่อคัดเลือกสูตรที่มีความเหมาะสม โดยดัดแปลงตามวิธีของอุษา มาส จริยวรานุกูล, 2552 [5]

สูตรที่ 1 เติมปริมาณน้ำผึ้ง (ตราสวนจิตรลดา ประเทศไทย) เท่ากับร้อยละ 2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

สูตรที่ 2 เติมปริมาณน้ำตาลซูโครส (ตรามิตรผล ประเทศไทย) เท่ากับ ร้อยละ 4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

สูตรที่ 3 เติมปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส (ตราเลโวซาน ประเทศไทย) เท่ากับ ร้อยละ 6 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

นำน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ได้ปริมาตร 70 มิลลิลิตร ผสมกับนมขาดมันเนย 30 มิลลิลิตร เติมเจลาติน (ตรามาร์กาเร็ต) ร้อยละ 0.6 น้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และลดอุณหภูมิให้เหลือ 37 องศาเซลเซียส นำมาผสมกับหัวเชื้อโยเกิร์ตซึ่งเป็นรสธรรมชาติ (ตราดัชชี่) 60 กรัมในแต่ละสูตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง สังเกตความเข้มข้น ความข่นจนกระทั่งน้ำนมเป็นโยเกิร์ต จากนั้นนำมาตรวจวัดคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และการอยู่รอดของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

2. การศึกษาลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลชีวภาพ ของโยเกิร์ต

2.1 การวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์

โดยทำการวัดความหนืดในแต่ละสูตร โดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscosimeter model DV III, U.S.A) และบันทึกค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์

2.2 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของของเหลว

ชั่งโยเกิร์ตสูตรละ 10 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองสำหรับ ปั่นเหวี่ยงขนาด 20 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เวลา 10 นาที วัดปริมาตรของเหลวที่ผิวหน้า โยเกิร์ต คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของของเหลวโดยเปรียบเทียบกับของเหลวที่แยกออกมาต่อปริมาตรของโยเกิร์ตเริ่มต้น (ตามวิธีของอำพรรณ และคณะ, 2557) [6]

2.3 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

โดยใช้เครื่อง pH meter โดยวัดทุก ๆ 1 ชั่วโมง จนค่าความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กมีค่า 4.3

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณกรดรวมในรูปกรดแลคติกโดยวิธีการไทเทรต

ชั่งโยเกิร์ตในแต่ละสูตร ๆ ละ 10 กรัม ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์แล้วปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำมาไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ วิเคราะห์ตัวอย่างชุดละ 3 ซ้ำ จากนั้นนำปริมาตรเฉลี่ยของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไปคำนวณหาปริมาตรกรดแลคติก (ตามวิธีของอำพรรณ และคณะ, 2557) [6]

2.5 การอยู่รอดของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต โดยวิธี Pour plate

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กแต่ละสูตรที่เตรียมได้ไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน โดยนับจำนวนแบคทีเรียที่รอดชีวิตในวันที่ 0, 7 และ 14 โดยชั่งโยเกิร์ตจำนวน 10 กรัม ทำให้เจือจาง เมื่อได้ความเจือจางตามความต้องการแล้ว นำผลิตภัณฑ์ที่เจือจางจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ MRS ทำการเพาะเชื้อโดยใช้วิธี Pour plate แล้วทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24

ชั่วโมง และทำการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) โดยการนับโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 30-300 โคโลนี พร้อมรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็ก 1 มิลลิลิตร จากนั้นตรวจดูลักษณะสัณฐานวิทยาเบื้องต้นของแบคทีเรียแลคติกเบื้องต้นด้วยวิธีการย้อมแกรม และตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีตามวิธีมาตรฐาน สำหรับโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นแบคทีเรียแลคติก

3. การวิเคราะห์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) สำหรับเวลาที่เหมาะสมในการบ่มโยเกิร์ต ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดแลคติก จำนวนแบคทีเรียแลคติกและเปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของเหลวจากผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็ก

ผลการวิจัย

1. การผลิตโยเกิร์ตและอัตราส่วนของน้ำนมข้าวสินเหล็กต่อชนิดของน้ำตาล

เวลาที่เหมาะสมสำหรับการบ่มโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.30 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยให้เคิร์ดของโยเกิร์ตได้ดีที่สุด คือ มีลักษณะเคิร์ดกึ่งแข็งกึ่งเหลวคงตัว เนื้อเนียน มีความมันวาว และมีกลิ่นโยเกิร์ตชัดเจน (ภาพที่ 1) จากการศึกษาพบว่าโยเกิร์ตที่ใช้สารให้ความหวานน้ำตาลซูโครสและน้ำตาลฟรุกโตสใช้เวลาในการบ่มไม่แตกต่างกัน (P> 0.05) โดยที่เวลาที่ใช้ในการบ่มจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 318-320 นาที ส่วนโยเกิร์ตที่ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานใช้เวลาเฉลี่ยในการบ่มอยู่ในช่วง 255 นาที จากการศึกษาพบว่าโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานจะใช้เวลาในการบ่มน้อยกว่าโยเกิร์ตที่ใช้น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลฟรุกโตส เนื่องจากน้ำผึ้งมีทั้งน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตสเป็นองค์ประกอบ และเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดีสำหรับแบคทีเรียแลคติก [7] ส่งผลทำให้โยเกิร์ตที่ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานมีค่า pH ลดลงเร็วกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลฟรุกโตส(ตารางที่ 1)

ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็ก

ตารางที่ 1 เวลาที่เหมาะสมในการบ่มผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กโดยให้มีค่า pH สุดท้ายเท่ากับ 4.30 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดของความหวาน	เวลาในการบ่ม (นาที)
น้ำผึ้ง	255[b]
น้ำตาลซูโครส	320[a]
น้ำตาลฟรุกโตส	318[a]
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ (ทางการค้า)	250[b]

หมายเหตุ: a, b , มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. การศึกษาลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลชีวภาพ ของโยเกิร์ต

2.1 การวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์

ค่าความหนืดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็ก โดยใช้สารให้ความหวานที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ น้ำผึ้ง น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโตสพบว่าค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับ 21,868.34, 19,247.87 และ 17,369.86 เซนติพอยส์ ตามลำดับ โดยค่าความหนืดของโยเกิร์ตมีค่าไม่แตกต่างกันเชิงสถิติ ($P< 0.05$) และพบว่าค่าความหนืดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ใช้สารให้ความหวานคือน้ำผึ้งค่าใกล้เคียงกับค่าความหนืดของโยเกิร์ตรสธรรมชาติ (ทางการค้า) มากที่สุด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าความหนืดและเปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กที่มีสารให้ความหวานต่างชนิดกันภายในระยะเวลา 14 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ชนิดของความหวาน	ค่าความหนืด (เซนติพอยส์)	%การแยกชั้นของของเหลว
น้ำผึ้ง	17,369.86 [a]	2.56 [a]
น้ำตาลซูโครส	19,247.87 [a]	4.10 [a]
น้ำตาลฟรุกโตส	21,868.34 [a]	10.49 [a]
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ (ทางการค้า)	12,963.12 [a]	5.80 [a]

หมายเหตุ: a คือไม่แตกต่างกันเชิงสถิติ ($P< 0.05$)

2.2 การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของของเหลว

ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของของเหลวผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กที่มีสารให้ความหวานต่างชนิดกัน คือ น้ำผึ้ง น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโตส พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของของเหลวที่มากที่สุด คือ สูตรน้ำตาลฟรุกโตส น้ำตาลซูโครสและน้ำผึ้ง ตามลำดับ มีค่าแตกต่างกันเชิงสถิติ ($P< 0.05$) โดยค่าเปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ใช้สารให้ความหวานคือน้ำผึ้งมีค่าใกล้เคียงกับค่าเปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของโยเกิร์ตรสธรรมชาติ (ทางการค้า) มากที่สุด (ตารางที่ 2)

2.3 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังจากการหมักโยเกิร์ตเป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าในชั่วโมงที่ 1 โยเกิร์ตทั้ง 3 สูตรคือ น้ำผึ้ง น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโตสมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.6 4.8 และ 4.6 ตามลำดับ ในชั่วโมงที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง เท่ากับ 4.3, 4.3 และ 4.3 ตามลำดับ และพบว่าผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กที่เติมน้ำตาลซูโครสและฟรุกโตสเป็นสารให้ความหวานมีค่าความเป็น

กรด-ด่าง 4.3 โดยใช้เวลาบ่ม 5 ชั่วโมง ส่วนโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กที่เติมน้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานจะใช้เวลาบ่ม 4 ชั่วโมง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างในระหว่างการหมักผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กเมื่อหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดของความหวาน	ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังจากการหมักโยเกิร์ตเป็นเวลา 6 ชั่วโมง					
	ชั่วโมงที่ 1	ชั่วโมงที่ 2	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 4	ชั่วโมงที่ 5	ชั่วโมงที่ 6
น้ำผึ้ง	4.6	4.5	4.4	4.3	4.3	4.3
น้ำตาลซูโครส	4.8	4.6	4.5	4.4	4.3	4.3
น้ำตาลฟรุกโตส	4.6	4.5	4.4	4.4	4.3	4.3
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ (ทางการค้า)	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.3

2.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดรวมในรูปกรดแลคติกโดยวิธีการไทเทรต

พบว่าโยเกิร์ตที่ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานมีปริมาณกรดแลคติกมากที่สุด คือ 0.51% ส่วนโยเกิร์ตที่ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารให้ความหวานมีมีปริมาณกรดแลคติกน้อยที่สุด คือ 0.36% โดยปริมาณกรดแลคติกของโยเกิร์ตมีค่าไม่แตกต่างกัน เชิงสถิติ ($P< 0.05$) โดยจำนวนปริมาณกรดแลคติกของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กสูตรน้ำผึ้ง มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณ กรดแลคติกของโยเกิร์ตรสธรรมชาติ (ทางการค้า) มากที่สุด (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณกรดรวมในรูปกรดแลคติกโดยวิธีการไทเทรตในระหว่างการหมักผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กเมื่อหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดของความหวาน	ปริมาณกรดกรดแลคติก (%)		
	ชั่วโมงที่ 1	ชั่วโมงที่ 3	ชั่วโมงที่ 6
น้ำผึ้ง	0.17	0.35	0.51
น้ำตาลซูโครส	0.17	0.25	0.36
น้ำตาลฟรุกโตส	0.18	0.30	0.48
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ(ทางการค้า)	0.17	0.38	0.54

2.5 การอยู่รอดของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต โดยวิธี Pour plate

พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษาโยเกิร์ตที่ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานมีจำนวนเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด เท่ากับ $5.8x10^9$ โคโลนี/กรัม โยเกิร์ตที่ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารให้ความหวานมีจำนวนเชื้อแบคทีเรียน้อยที่สุด เท่ากับ $4.2x10^9$ โคโลนี/กรัม และเมื่อเก็บรักษาโยเกิร์ตไว้เป็นเวลา 14 วันพบว่าโยเกิร์ตที่ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานมีจำนวนเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด เท่ากับ $63.8x10^9$ โคโลนี/กรัม โยเกิร์ตที่ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารให้ความหวานมีจำนวนเชื้อแบคทีเรียน้อยที่สุด เท่ากับ $58.4x10^9$ โคโลนี/กรัม ทั้งนี้โดยในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา

โยเกิร์ตทั้ง 3 สูตร พบจำนวนแบคทีเรียแลคติกเหลือรอดอยู่ในช่วง $58.4x10^9$-$63.8x10^9$ โคโลนี/กรัม และพบว่าจำนวนเชื้อแบคทีเรียจะเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา และหากเก็บไว้เกิน 14 วัน ปริมาณเชื้อจึงมีแนวโน้มลดลง (หมดอายุ) จำนวนเชื้อแบคทีเรียของโยเกิร์ตมีค่าไม่แตกต่างกันเชิงสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเซลล์แบคทีเรียในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กภายในระยะเวลา 14 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนเชื้อแบคทีเรีย (โคโลนี/กรัม)			
	น้ำผึ้ง	น้ำตาลซูโครส	น้ำตาลฟรุกโตส	โยเกิร์ตรสธรรมชาติ(ทางการค้า)
0	$5.8x10^9$	$4.2x10^9$	$4.7x10^9$	$9.7x10^9$
7	$29.3x10^9$	$28.6x10^9$	$30.8x10^9$	$29.2x10^9$
14	$63.8x10^9$	$58.4x10^9$	$59.4x10^9$	$61.7x10^9$

สรุปและอภิปรายผล

สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กโดยใช้ชนิดสารให้ความหวาน 3 ชนิด คือ น้ำผึ้ง ร้อยละ 2 น้ำตาลซูโครส ร้อยละ 4 และน้ำตาลฟรุกโตส ร้อยละ 6 (น้ำหนักต่อปริมาตร) จากการทดลองพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมงผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กทั้ง 3 สูตรมีค่า pH ลดต่ำลงและมีปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสูตรน้ำตาลซูโครสมีความหนืดสูงสุดเท่ากับ 21868.34 เซนติพอยส์ สูตรน้ำผึ้งมีเปอร์เซ็นการแยกชั้นของของเหลวสูงสุด เท่ากับ 10.49% พบการอยู่รอดของปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่ 5.8×10^9 โคโลนี/กรัม และเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส พบว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ใช้ทุกสูตรมีอัตราการอยู่รอดของเชื้อแบคทีเรีย 14 วัน หลังจากนั้นเชื้อมีแนวโน้มลดลง โดยจำนวนเชื้อแบคทีเรีย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

โดยผลสรุปพบว่า โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กสูตรน้ำผึ้งมีค่าใกล้เคียงกับโยเกิร์ตรสธรรมชาติ (ทางการค้า) มากที่สุด โดยมีค่า pH ในชั่วโมงที่ 6 เท่ากับ 4.3 ปริมาณกรดแลคติกเท่ากับ 0.51 และมีอัตราการรอดชีวิตของเชื้อแบคทีเรีย 14 วัน รองลงมา คือ สูตรน้ำตาลฟรุกโตสและสูตรน้ำตาลซูโครสตามลำดับดังนั้นจึงสามารถนำข้าวสินเหล็กมาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กได้และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อพฤติกรรมการบริโภคในยุคปัจจุบันต่อไป

อภิปรายผล

จากการศึกษาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการบ่มโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กพบว่าโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานจะใช้เวลาในการบ่มน้อยกว่าโยเกิร์ตที่ใช้น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลฟรุกโตสเป็นสารให้ความหวาน เนื่องจากน้ำผึ้งมีน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตสเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับแบคทีเรียแลคติก [7] และยังส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเร็วกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลฟรุกโตส

จากการศึกษาการอยู่รอดของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกพบว่า โยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็กที่ใช้สารให้ความหวานต่างกัน 3 ชนิด มีจำนวนเชื้อแบคทีเรียเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา และหลังจากวันที่ 14 ปริมาณเชื้อจะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากแบคทีเรียแลคติกมีเมตาบอลิสมช้าลงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ

อุสามาส จริยวรานุกูล [5] ศึกษาเรื่องผลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพของโยเกิร์ต โดยใช้สารให้ความหวาน 3 ชนิด คือ น้ำผึ้ง น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโตส โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่า โยเกิร์ตที่เติมสารให้ความหวานคือน้ำผึ้งมีปริมาณกรดแลคติกมากที่สุด มีค่าเปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของของเหลวมากที่สุด และโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความหวานคือน้ำตาลฟรุกโตสมีค่าเปอร์เซ็นต์การแยกชั้นของของเหลวน้อยที่สุด ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำผึ้งมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบถึง 80-85% ประกอบไปด้วยน้ำตาลชนิดต่าง ๆ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ได้แก่ กลูโคส และฟรักโทสซึ่งมีคุณสมบัติในการไม่อุ้มน้ำ ทำให้การแยกชั้นของของเหลวมากได้ดีกว่าน้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุกโตส [6] อีกทั้งโยเกิร์ตที่เติมสารให้ความหวานคือน้ำผึ้งมีค่า pH ต่ำที่สุด เนื่องจากน้ำผึ้งในน้ำผึ้งมีน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์เป็นองค์ประกอบประมาณ 4.2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำตาลชนิดนี้เป็นพรีไบโอติกชนิดหนึ่งที่ร่างกายมนุษย์ใช้ประโยชน์ไม่ได้ แต่แบคทีเรียแลคติกซึ่งเป็นจุลินทรีย์โปรไบโอติกชนิดหนึ่งสามารถหมักได้จึงช่วยส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียแลคติก [8]

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการสำรวจความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

2. ควรมีการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวสินเหล็ก เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนสำหรับการดำเนินงานวิจัยจากเงินรายได้คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ประจำปีงบประมาณ 2562

เอกสารอ้างอิง

[1] Daengprok, W. and Supavititpatana, P. (2007) *Eggshell calcium-fortified corn milk yoghurt* (Research report). Chiang Mai: Maejo University.

[2] Krittabhart Chinabhark. (2012). *Product Development of Germinated Chaiya Brown Rice Yogurt*. (Research report). Suratthani: Suratthani Rajabhat University.

[3] Sak Phutsa Kesara. (2014). *A Study on shelf-life storage of drinking yoghurt and yoghurt*. M.S. Thesis. Siam University: Bangkok.

[4] Chaichaw, C. (2000). *A Study on types of starter cultures as influence to Yogurt qualities*. (Research report). Phitsanulok: Pibulsongkram Rajabhat University.

[5] Chaikulsareewath, A. (2012). Production of Drinking Yogurt Fortified with Gac Fruit. *Journal of Food Technology, Siam University*, *7*(1), 23-30.

[6] Jariyaworakul, U. (2009). Effect of Sweeteners on Quality of Yogurt. *University of the Thai Chamber of Commerce journal*, *29*(4), 102-111.

[7] Bibek Ray; and Arun Bhunia. (2013). *Fundamental Food Microbiology* 5th ed. FL:CRC Press.

[8] Chick, H., Shin, H.S., and Ustunol, Z. (2001). Growth and Acid Production by Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria Growth in Skim Milk Containing Honey. *Food Microbiology and Safety*. 66(3): 478-481.