

การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ
และองค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวัน
Sensory Evaluation, Physical, Chemical Properties and Proximate Analysis of
Homemade Yoghurt mixed with Gross Michel Banana and
Jerusalem Artichoke Powder

ศรียา ทวีแสง* กษมา ชารีโคตร ศรีญญา วอขวา
เพลินพิศ แจ้งโพธิ์นาค ธนวรรณ เพ็งชัย และ ศยามน ปรียาจารย์
สาขาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
จังหวัดอุดรธานี ประเทศไทย 41000
Sarisa Thaweasang* Kasama Chareekot Saranya Workhwa,
Ploenpit Jangphonak Tanawan Pengchai and Sayamon Pariyajarn
Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology,
Udon Thani Rajabhat University, Thailand

(Received: June 6, 2022; Revised: August 14, 2022; Accepted: October 3, 2022)

*ผู้ประสานงาน : ศรียา ทวีแสง อีเมล : Sarisa248@hotmail.com

บทคัดย่อ

การแปรรูปผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวัน โดยใช้เชื้อเริ่มต้นจาก
ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตทางการค้า (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*) เพื่อศึกษาปริมาณ
ที่เหมาะสมของกล้วยหอม และผงแก่นตะวันในการแปรรูปโดยแปรปริมาณกล้วยหอม 0, 10 และ
20% w/v และผงแก่นตะวัน 0, 2 และ 4 %w/v ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส วิเคราะห์คุณสมบัติ
ทางกายภาพ และทางเคมีของโยเกิร์ตทั้ง 9 ทรีตเมนต์ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนในการประเมิน
คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตที่ทำการทดสอบแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ซึ่งทรีตเมนต์ที่
ใช้กล้วยหอม 10% ผงแก่นตะวัน 4% ได้คะแนนการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 6.43 และใกล้เคียงกับ
ทรีตเมนต์ควบคุม (กล้วยหอม 0% ผงแก่นตะวัน 0%) สำหรับผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ
ของโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวัน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ($p > 0.05$) ในการ
วิเคราะห์ค่าความหนืด ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีแดง (a^*) ยกเว้นค่าความเป็นสีเหลือง
(b^*) เมื่อเพิ่มปริมาณกล้วยหอมจะส่งผลให้ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น
($p \leq 0.05$) ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านเคมีพบว่าค่า pH ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid) และ

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solid) ของโยเกิร์ตโยเกิร์ตทั้ง 9 ทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นปริมาณกรดแลคติก ซึ่งเมื่อเพิ่มปริมาณผงแก่นตะวันมากขึ้นจะทำให้มีปริมาณกรดแลคติกของโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวันเพิ่มมากขึ้น ($p\leq 0.05$) และเมื่อนำทรีตเมนต์ที่เหมาะสมคือโยเกิร์ตที่เติมกล้วยหอม 10% และผงแก่นตะวัน 4% มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยพบว่ามีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.06% โปรตีนเท่ากับ 5.15% เส้นใยเท่ากับ 0.56% และไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (NFE) หรือ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายเท่ากับ 17.18% และพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตทรีตเมนต์ที่เหมาะสมมีปริมาณสูงกว่าโยเกิร์ตทรีตเมนต์ควบคุม (กล้วยหอม 0% และผงแก่นตะวัน 0%) อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)

คำสำคัญ: โยเกิร์ตโยเกิร์ต, กล้วยหอม, ผงแก่นตะวัน, ฟรีไบโอติก

ABSTRACT

Processing of homemade yoghurt, yoghurt mixed with banana and jerusalem artichoke powder using the starter from the product commercial yogurt (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*) to study the optimal dosage of bananas and jerusalem artichoke powder in processing by varying the content of bananas 0, 10 and 20% w/v and jerusalem artichoke powder 0, 2 and 4 % w/v. Sensory testing, physical and chemical property analysis, The evaluation of the organoleptic characteristics of the tested yogurt was different in sensory attribute ($p\leq 0.05$). 10% banana, 4% jerusalem artichoke powder received an overall acceptance score of 6.43 and was close to the control treatment (0% banana, 0% jerusalem artichoke powder). Yoghurt mixed with banana and jerusalem artichoke powder no statistical differences were found ($p>0.05$) in the viscosity, brightness (L^*) and redness (a^*) analyses, except for the yellowness (b^*) when adding dosage of bananas resulted in an increase in the yellowness (b^*) of the product ($p\leq 0.05$). For chemical properties analysis, there was no statistically significant difference ($P>0.05$) in the pH, Total solids and Total Soluble Solids except lactic acid analysis, the result found that, when increasing the amount of jerusalem artichoke powder increased, the lactic acid content of Yogurt mixed with banana and jerusalem artichoke powder increased ($p\leq 0.05$). And the suitable treatment was yoghurt with 10% banana added, 4% jerusalem artichoke powder, the proximate analysis revealed that the content of ash was 1.06%, protein was 5.15%, fiber was

0.56% and nitrogen free extract (NFE) or carbohydrate content was 17.18 %. The content of the suitable treatment yogurt was significantly higher than that of the control treatment yogurt (0% Banana and 0% jerusalem artichoke powder) ($p \leq 0.05$).

Keywords: Homemade Yogurt, banana, Jerusalem Artichoke, prebiotic

1. บทนำ

โยเกิร์ต (Yogurt) มีกระบวนการแปรรูปในระดับอุตสาหกรรม โดยเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่ได้จากนมหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้น้ำนมที่ใช้อาจเป็นนมสด นมพร่องมันเนย นมคั้นรูปจากนมพร่องมันเนย จุลินทรีย์ที่นิยมใช้เป็นหัวเชื้อ (Starter) ในการหมักโยเกิร์ต คือ เชื้อผสมของ Lactic acid bacteria ได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* โดยจุลินทรีย์จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนน้ำตาลในซึ่งอยู่ในนม คือ แลคโตสให้เป็นกรดแลคติก (Lactic acid) ซึ่งมีผลทำให้โปรตีนตกตะกอนมีลักษณะเป็นลิ่มค่อนข้างนุ่ม มีเนื้อสัมผัสแข็งกึ่งเหลว โดยทั่วไปมีสีขาวถึงขาวนวลมีกลิ่นหอมอ่อนๆเฉพาะตัว รสชาติเปรี้ยว เนื่องจากมีกรดค่อนข้างสูงและมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่ปริมาณมาก นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอื่นๆเกิดขึ้นอีกด้วย แต่มักจะมีในปริมาณน้อย ได้แก่ สารประกอบที่ระเหยได้ (volatile compound) หรือสารประกอบอะโรมาติก (aromatic compound) ซึ่งพบว่าสารประกอบเหล่านี้ทำให้เกิดคุณสมบัติเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ เช่น กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ที่แตกต่างออกไป [1] ปัจจุบันผู้บริโภคสามารถทำโยเกิร์ตเองได้ที่บ้าน โดยใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์สายพันธุ์ที่มีประโยชน์และได้รับการรับรองว่าปลอดภัย ซึ่งอาจจะจะมีขายในรูปแบบเม็ดแคปซูลหรือมีความสะดวกมากขึ้น โดยอาจใช้เชื้อจุลินทรีย์จากโยเกิร์ตที่มีขายในทางการค้ามาเป็นหัวเชื้อในการหมักนมโดยใช้น้ำนมดิบ 100% หรือน้ำนมดิบผสมนมผงในอัตราส่วนที่เหมาะสม จึงเรียกโยเกิร์ตที่แปรรูปในลักษณะนี้ว่าโฮมเมดโยเกิร์ต [2] โดยโยเกิร์ตจัดเป็นอาหารที่ย่อยง่ายเหมาะกับผู้ที่มีการท้องเสียเนื่องจากการรับประทานผลิตภัณฑ์นม จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักโยเกิร์ตนั้นสามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสให้เป็นน้ำตาลกลูโคสและกาแลคโตส ทำให้ร่างกายสามารถย่อยและดูดซึมได้ง่ายขึ้น [3] และยังสามารถจัดอยู่ในกลุ่มอาหารเพื่อสุขภาพ (Functional food) เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักโยเกิร์ตจัดอยู่ในกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพหรือโพรไบโอติก (Probiotic)

กล้วยหอมเป็นผลไม้ที่มีปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย มีคุณค่าทางโภชนาการด้านคาร์โบไฮเดรตและวิตามินสูง แต่มีไขมัน โคเลสเตอรอลและเกลือแร่ในปริมาณต่ำ จึงเหมาะสำหรับเป็นอาหารของคนที่รักษาสุขภาพ และได้มีการใช้กล้วยเป็นแหล่งทางโภชนาการในผู้ป่วยด้วยโรคทางลำไส้โดยเฉพาะในเด็กซึ่งเป็นอาการที่เกิดจาก การแพ้คาร์โบไฮเดรตอีกด้วย มีงานวิจัยในการนำกล้วย

หอมทดลองแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด รวมถึงโยเกิร์ตโดยพบว่าการใช้กล้วยหอมที่มีอายุ 90 วันผสมกับน้ำนมในปริมาณ 10% เพื่อแปรรูปเป็นโยเกิร์ต ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด [4]

แกนตะวันเป็นพืชหัวที่มีอินนูลินและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ในระดับสูงมาก ซึ่งอินนูลิน (Inulin) เป็นโพลีแซคคาไรด์ชนิดหนึ่ง ในกลุ่มฟรุคแทน (Fructan) ประกอบด้วยน้ำตาลฟรุคโตสที่เชื่อมต่อกันเป็นสายยาว จำนวน 2 ถึง 60 หน่วย (DP 2-60) บางโครงสร้างอาจมีน้ำตาลกลูโคสเชื่อมต่อที่ปลายสายด้วย ส่วนโอลิโกฟรุคโตส (Oligofuctose) จะมีลักษณะเดียวกันแต่เชื่อมต่อกันด้วยน้ำตาล 2 ถึง 10 หน่วย (DP 2-10) ในขณะที่ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ประกอบด้วยน้ำตาลฟรุคโตสที่เชื่อมต่อกันเพียง 2-4 หน่วย ได้แก่ 1-kestose (1-kestotriose; GF2), nystose (1, 1-kestotetraose; GF3), และ 1F- β -fructofuranosylnystose (1,1,1-kestopentaose; GF4) โดย G หมายถึงน้ำตาลกลูโคส และ F หมายถึงน้ำตาลฟรุคโตส ซึ่งโดยทั่วไป FOS อาจมีความหมายเดียวกับโอลิโกฟรุคโตส และสามารถสร้างได้จากน้ำตาลซูโครส อินนูลินและ FOS นั้นร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยเป็นน้ำตาลสายสั้นๆได้ เนื่องจากมีโครงสร้างที่เชื่อมต่อกัน ด้วยพันธะ β -(2-1) ทำให้มีคุณสมบัติคล้ายใยอาหาร ที่ละลายน้ำ ได้ (Soluble dietary fiber) ช่วยการขับถ่ายให้พลังงานต่ำมากเพียง 1.4 Cal/g inulin ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด และมีค่า Glycemic index ต่ำ จากข้อมูลของมหาวิทยาลัยขอนแก่นได้มีการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ให้สามารถเพาะปลูกและปรับตัวให้เหมาะสมต่อสภาพอากาศร้อนของประเทศไทย และเก็บตัวอย่างแกนตะวันแต่ละสายพันธุ์การวิเคราะห์อินนูลินและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณอินนูลินในแกนตะวันทั้งแบบปอกเปลือกและไม่ปอกเปลือก อยู่ในช่วง 14.0 ถึง 20.4 กรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ส่วนปริมาณฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ อยู่ในช่วง 3.0 ถึง 6.6 กรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม คิดเป็นร้อยละ 19 ถึง 40 ของอินนูลินทั้งหมด อินนูลินและที่ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ยังมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก (Prebiotic) คือเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในลำไส้ของมนุษย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น บิฟิโดแบคทีเรีย (Bifidobacterium) แลคโตบาซิลลัส (Lactobacillus) เป็นต้น ช่วยลดจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (Pathogenic organism) และเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายได้ [5] จากประโยชน์ของดังกล่าวทำให้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการนำอินนูลินมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทโยเกิร์ตหรือนมหมักมากขึ้น [6,7]

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้กล้วยหอมและผงแกนตะวันในการแปรรูปโยเกิร์ตแบบโฮมเมดโดยใช้เชื้อสแตรเตอร์สำหรับหมักนมจากโยเกิร์ตทางการค้า (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*) และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคและคุณสมบัติทางด้านเคมีและกายภาพ รวมทั้งการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโฮมเมดโยเกิร์ต

กล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวัน โดยวัตถุดิบหลักที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือกล้วยหอมสุกที่มีในท้องถิ่นและผงแก้แค้นตะวันสำเร็จรูปทางการค้า

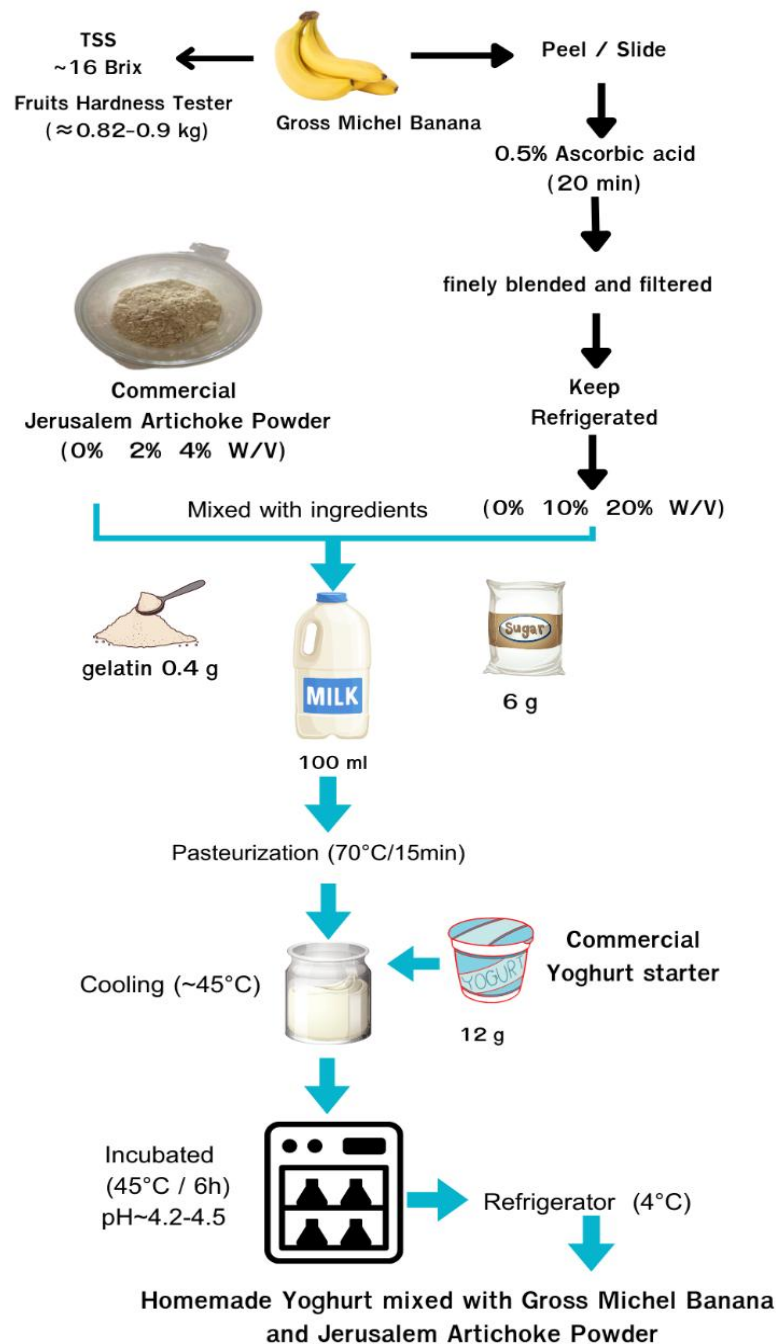
2. วัตถุดิบและวิธีการทดลอง

2.1 การศึกษาปริมาณ กล้วยหอม และผงแก้แค้นตะวัน ที่เหมาะสมในการแปรรูปโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวัน

การทดลองผลิตโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวัน วางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial experiment โดยแปรปริมาณแปรปริมาณกล้วยหอม 3 ระดับคือ 0%, 10%, 20% w/v และผงแก้แค้นตะวัน (ผงแก้แค้นตะวันสำเร็จรูปทางการค้า) 3 ระดับ คือ 0%, 2%, 4% w/v ส่วนผสมอื่นๆได้แก่ นมโคพาสเจอร์ไรซ์ 100 มล. เจลาติน 0.4 กรัม น้ำตาลทราย 6 กรัม และหัวเชื้อโยเกิร์ตสำหรับการหมักจำนวน 12 กรัม [4] โดยใช้โยเกิร์ตทางการค้ายี่ห้อโปรโมสต์ ไขมันต่ำ รสธรรมชาติซึ่งผลิตโดยใช้เชื้อในกลุ่ม lactic acid bacteria (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*)

การเตรียมกล้วยหอม นำกล้วยหอมที่อยู่ในระยะสุก สุ่มตัวอย่างกล้วย มาวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดความแข็งผลไม้ (Fruits Hardness Tester) และเลือกกล้วยหอมที่มีความแข็งอยู่ในช่วง ≈ 0.82 -0.9 kg และสุ่มตัวอย่างกล้วยมาปั่นและวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ด้วยเครื่อง Hand refractometer (ให้มีค่าอยู่ในช่วง 16 °Brix) นำกล้วยที่อยู่ในระยะที่ต้องการมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นบางๆ แช่ ascorbic acid 0.5% เป็นเวลา 20 นาที เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล [4] จากนั้นใช้กระชอนตักกล้วยขึ้นให้สะเด็ดน้ำ และนำไปปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นเป็นเวลา 3 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง และเก็บไว้ในภาชนะพร้อมปิดฝานำไปแช่เย็นจนกว่าจะใช้งาน

การแปรรูปโฮมเมดโยเกิร์ต ตวงนมพาสเจอร์ไรซ์ 100 มล. ในกระบอกตวง เทนม 100 มล. น้ำตาล 6 กรัม เจลาติน 0.4 กรัม กล้วยหอม (0%, 10%, 20% w/v) และผงแก้แค้นตะวัน (คือ 0%, 2%, 4% w/v) ลงในหม้อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C นาน 15 นาที เทลงส่วนผสมจำนวนลงในภาชนะบรรจุที่มีฝาปิดและเมื่ออุณหภูมิของนํ้านมลงประมาณ 45 °C เติมหั้วเชื้อจากโยเกิร์ตทางการค้า จำนวน 12 กรัม ผสมให้เข้ากันและปิดฝา นำนํ้านมไปต้มที่ 45°C เป็นเวลา 6 ชม. จนเกิดเคิร์ดหรือ pH ≈ 4.2 -4.5 และหยุดการหมักโดยนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น จากนั้นนำโยเกิร์ตที่ได้ไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมีและคุณสมบัติด้านกายภาพของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวัน



รูปที่ 1 วิธีการแปรรูปการแปรรูปโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวัน

2.2 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวัน

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวันใช้ผู้ทดสอบทั้งฝึกฝนในการทดสอบชิมตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ดังนี้ ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และ

ความชอบโดยรวม ใช้แบบทดสอบ 9-Point Hedonic Scale (1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล แบบ 2^3 Factorial in RCBD วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ และเคมี ในของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแกนตะวัน หลังการบ่มโยเกิร์ต

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพได้แก่ การวัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสีที่หือ Hunter lab รุ่น Color Flex (CX 1463) Mini scan EZ รายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) การวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer Model DV-II เตรียมตัวอย่างโดยนำตัวอย่างโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแกนตะวันปริมาตร 400 มล. ใส่บีกเกอร์ขนาด 500 มล. และนำไปวัดค่าความหนืดตามสภาวะที่กำหนดดังนี้ ใช้หัววัดเบอร์ 3 (LV3) ใช้ค่าแรงเฉือนที่ 10 รอบ/นาที่ ระยะเวลาในการหมุนของหัววัดเป็นเวลา 90 วินาที ค่าความหนืดที่ได้เป็นเซนติพอยส์ (cP)

สำหรับการวิเคราะห์ทางด้านเคมีได้แก่ การวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยเครื่อง pH meter การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid) ด้วยวิธีการอบที่อุณหภูมิ 105°C การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solid) โดยการวัดด้วยเครื่อง Hand refractometer การวิเคราะห์ปริมาณกรดแลกติกด้วยวิธี Titratable acidity [8]

การทดลองในข้อ 2.3 ทำการทดลอง 3 ซ้ำและนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล แบบ 2^3 Factorial in CRD วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแกนตะวัน

นำผลการทดลองจาก ข้อ 2.2 และ 2.3 มาพิจารณาเพื่อคัดเลือกวัตถุดิบที่มีการเติมกล้วยหอมและผงแกนตะวันเพื่อให้ได้เหมาะสมที่สุด และวัตถุดิบควบคุม เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี [8] ดังนี้ วิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Dry Ashing) วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Ether Extract) วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (Crude Protein) วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น วิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย (Crude Fiber) วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (Nitrogen Free Extract; NFE) หรือคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย ซึ่งได้แก่ แป้งและน้ำตาลแต่อาจมีส่วนผสมของ เฮมิเซลลูโลสและลิกนินปน

อยู่บ้าง โดยไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกสามารถหาได้โดยวิธีการคำนวณโดยผลต่าง (by difference) [9]
ดังนี้

NFE หรือ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (%)

$$= 100 - \% \text{ความชื้น} - \% \text{ไขมัน} - \% \text{โปรตีน} - \% \text{เถ้า} - \% \text{เส้นใย}$$

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Independent Samples t-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ($p \leq 0.05$)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแค้น

ตะวัน

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแค้นตะวัน ทั้ง 9 ทริตเมนต์ (ตารางที่ 1) พบว่าในแต่ละคุณลักษณะที่ทำการทดสอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และการยอมรับโดยรวม โยเกิร์ตทั้ง 9 ทริตเมนต์ ได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในคุณลักษณะต่าง ๆ จากผู้ทดสอบชิม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งพบว่าโยเกิร์ตทริตเมนต์ควบคุม (กล้วยหอม 0% ผงแค้นตะวัน 0%) ได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุดในทุกคุณลักษณะ โดยมีคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วง 7-8 คะแนน คือ ชอบเล็กน้อย – ชอบปานกลาง ในขณะที่ทริตเมนต์ที่มีเฉพาะส่วนผสมของกล้วยหอมในปริมาณสูงขึ้น ส่งผลต่อคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสให้มีแนวโน้มการยอมรับจากผู้บริโภคน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผสมกล้วยหอมในปริมาณสูงสุด (20% w/v) โดยพบว่ามีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะต่ำที่สุด ($P \leq 0.05$) (อยู่ในช่วง 4-6 คะแนน : ไม่ชอบ-ชอบ) ทั้งนี้เนื่องจากกล้วยหอมที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นกล้วยหอมสุก และนำมาปั่นละเอียดก่อนนำไปผสมกับน้ำนมเพื่อหมักโยเกิร์ต ซึ่งตามธรรมชาติของกล้วยสามารถเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Browning reaction) ได้ เมื่อนำมาปอกเปลือกและปั่นจึงทำให้เกิดสีน้ำตาลได้มากขึ้น ถึงแม้ว่าในการทดลองจะทำการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลก่อนนำกล้วยมาปั่น [4] แต่ยังคงพบว่าการเกิดสีน้ำตาลขึ้นเล็กน้อยในโยเกิร์ตทุกทริตเมนต์ที่ใช้กล้วยเป็นส่วนประกอบ จากการทดลองยังสังเกตได้ว่าการเพิ่มปริมาณกล้วยหอมในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลต่อค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากโยเกิร์ตที่ได้ปรากฏกลิ่นของกล้วยหอมมากเกินไป จนทำให้กลิ่นของกล้วยหอมกลบกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของโยเกิร์ตจากนมสดที่ผู้ทดสอบชิมจดจำได้ [4] เช่นเดียวกันกับทริตเมนต์ที่มีเฉพาะส่วนผสมของผงแค้นตะวันอย่างเดียว ซึ่งแค้นตะวันผงที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดสำเร็จรูปทางการค้า มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลอ่อน โยเกิร์ตที่มีปริมาณแค้นตะวันเพิ่มมากขึ้น มีแนวโน้มส่งผลต่อคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสลดลงเช่นกัน จากส่วนผสม

ทั้งสองชนิดเมื่อนำไปผสมกับน้ำมันในการแปรรูปโยเกิร์ต จึงส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโฮมเมด กล้วยหอมผสมผงแกล่นตะวัน มีลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสที่แตกต่างไปจากทรีตเมนต์ควบคุมที่มี เฉพาะนมสด ($P \leq 0.05$) โดยเฉพาะในด้านสีและลักษณะปรากฏ โดยโยเกิร์ตที่มีส่วนผสมของกล้วย หอมและผงแกล่นตะวันจะมีสีน้ำตาลอ่อน ในขณะที่โยเกิร์ตทรีตเมนต์ควบคุมจะให้สีของขาวตาม ธรรมชาติของน้ำมัน (รูปที่ 2) นอกจากนี้แล้วยังพบว่าการผสมกล้วยหอมและผงแกล่นตะวันในระดับต่าง ๆ ส่งผลต่อคะแนนความชอบในด้านอื่น ๆ เช่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) ให้มีคะแนน ทางด้านประสาทสัมผัสที่น้อยกว่าโยเกิร์ตทรีตเมนต์ควบคุมอีกด้วย ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อ พิจารณาคะแนนด้านการยอมรับโดยรวมพบว่า การใช้กล้วยหอม 10% ผสมกับผงแกล่นตะวันใน ปริมาณ 0% และ 4% ได้คะแนนการยอมรับโดยรวมเป็นลำดับที่สองหรือใกล้เคียงกับโยเกิร์ตทรีต เมนต์ควบคุมมากที่สุด ($P \leq 0.05$) ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับโยเกิร์ตกล้วยหอม [4] ที่พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดในโยเกิร์ตที่ใช้กล้วยหอม 10% และงานวิจัย การพัฒนาโยเกิร์ตไขมันต่ำเสริมแป้งแกล่นตะวัน [6] โดยพบว่าการใช้แป้งแกล่นตะวันในปริมาณ 3.60% w/v และรายงานการวิจัยการพัฒนาและเพิ่มศักยภาพของโยเกิร์ตน้ำมันข้าวโพดด้วยการผสมผงพืช ต่าง ๆ [7] ซึ่งพบว่าผงแกล่นตะวัน 5% นั้นมีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด

ตารางที่ 1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแกล่นตะวัน ทั้ง 9 ทรีตเมนต์

ทรีตเมนต์		คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส					
กล้วยหอม (%w/v)	ผงแกล่นตะวัน (%w/v)	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่นรส	รสชาติ	เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด)	การยอมรับ โดยรวม
0	0	7.90 ^a ±0.84	8.00 ^a ±1.05	7.06 ^a ±1.38	7.30 ^a ±1.55	7.66 ^a ±1.09	7.90 ^a ±1.18
	2	5.53 ^c ±1.45	5.63 ^c ±1.21	5.83 ^{bc} ±1.57	5.40 ^{bcd} ±1.79	5.40 ^{cde} ±1.75	5.83 ^{cd} ±1.48
	4	4.26 ^e ±1.31	4.23 ^e ±1.43	4.31 ^d ±2.01	4.26 ^e ±1.91	4.60 ^e ±1.54	4.40 ^e ±1.42
10	0	7.26 ^a ±1.01	7.43 ^{ab} ±1.19	6.36 ^{ab} ±1.73	5.86 ^b ±1.87	6.66 ^b ±1.18	6.86 ^b ±1.30
	2	5.16 ^{cd} ±1.20	4.50 ^{de} ±1.59	5.40 ^c ±1.35	4.66 ^{de} ±1.56	5.10 ^{de} ±1.49	5.43 ^d ±1.30
	4	6.53 ^b ±1.59	6.93 ^b ±1.43	6.13 ^{bc} ±1.73	5.76 ^{bc} ±1.88	6.00 ^{bc} ±1.72	6.43 ^{bc} ±1.56
20	0	5.43 ^c ±1.25	5.06 ^{cd} ±1.46	5.36 ^c ±1.42	5.53 ^{bcd} ±1.71	5.40 ^{cde} ±1.47	5.76 ^{cd} ±1.22
	2	5.46 ^c ±1.45	5.23 ^{cd} ±1.27	5.43 ^c ±1.50	5.96 ^b ±1.49	5.56 ^{cd} ±1.63	6.03 ^{cd} ±1.40
	4	4.63 ^{de} ±1.51	4.20 ^e ±1.58	5.23 ^c ±1.71	4.83 ^{cde} ±2.10	5.00 ^{de} ±1.70	5.33 ^d ±1.58

a-e ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมี ในของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวัน หลังการบ่มโยเกิร์ต

ผลการวิเคราะห์ค่าสี ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของผลิตภัณฑ์โฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวันจากการแปรรูปโดยใช้ปริมาณกล้วยหอมและผงแก้แค้นตะวันที่แตกต่างกัน ทั้ง 9 ทริตเมนต์นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 2) โดยพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์โฮมเมดโยเกิร์ต นั้นอยู่ในช่วง 80 ถึง 87 ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง -1.44 ถึง 2.05 ซึ่งจากการพบว่าโยเกิร์ตทริตเมนต์ควบคุมมีความสว่างสูงเนื่องจากวัตถุดิบหลักที่ใช้ คือ น้ํานม ซึ่งน้ํานมมีค่าความสว่างใกล้เคียง 100 และมีความความเป็นสีแดงต่ำ และเมื่อผสมกับกล้วยหอมและผงแก้แค้นตะวันในปริมาณต่าง ๆ อาจส่งผลต่อความสว่างของโยเกิร์ตมีแนวโน้มลดลง และค่าความเป็นสีแดง มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากส่วนผสมของกล้วยหอมบดมีสีน้ำตาลเล็กน้อยเนื่องจากเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลในระหว่างการปั่นบด และผงแก้แค้นตะวันที่มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลอ่อน จึงส่งผลต่อค่าความสว่างและค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์ (รูปที่ 2 และรูปที่ 3)

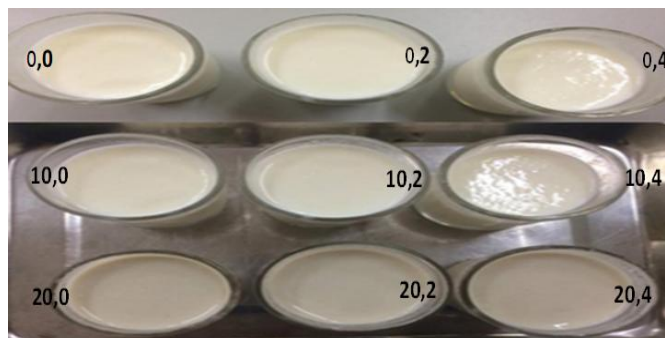
ตารางที่ 2 ค่าความสว่างและค่าความเป็นสีแดงของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวัน

กล้วยหอม (%w/v)	ผงแก้แค้นตะวัน (%w/v)	ค่าความสว่าง (L^*) ^{ns}	ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ^{ns}
0	0	87.44±8.15	-1.44±2.45
	2	86.56±8.04	-0.61±2.32
	4	85.15±7.52	0.22±2.32
10	0	84.77±3.75	0.15±1.51
	2	84.84±3.79	1.14±1.32
	4	83.35±3.71	0.46±0.92
20	0	82.29±5.27	0.59±1.16
	2	80.15±2.86	2.05±1.10
	4	78.52±2.07	1.70±0.86

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

L^* = ความสว่าง ซึ่งมีค่าจาก 0 (ความมืด) ถึง 100 (ความสว่าง)

a^* = ค่าความเป็นสีแดง ($-a^*$) คือ ค่าสีเขียว ($+a^*$) คือ ค่าสีแดง



รูปที่ 2 โยเมตโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแวนิลลา ทั้ง 9 ทริตเมนต์

(A,B) เมื่อ A; ปริมาณกล้วยหอม 0% 10% และ 20% w/v

B; ปริมาณผงแวนิลลา 0% 2% และ 4% w/v

สำหรับค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ปัจจัยหลักที่ศึกษาในการทดลองนี้ คือ กล้วยหอมและผงแวนิลลาไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (non-interaction) ต่อค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการทดลองจึงพิจารณาแยกเฉพาะปัจจัยหลัก คือพิจารณาเฉพาะการเติมกล้วยหอมในระดับต่าง ๆ ต่อค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 3) พบว่า เมื่อมีการเติมกล้วยหอมในปริมาณสูงขึ้นค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากสีธรรมชาติของกล้วยหอมสุกนั้นมีสีเหลืองอ่อน ประกอบกับการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Browning reaction) ของกล้วยในขณะบดหรือปั่นละเอียด ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณมากในการทดลองจึงส่งผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ให้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นด้วย [4]

ตารางที่ 3 ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของโยเมตโยเกิร์ต กล้วยหอมผสมผงแวนิลลา เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปัจจัยหลัก คือ กล้วยหอม

กล้วยหอม (%w/v)	ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)
0	14.92 ^b $\pm$ 2.95
10	15.70 ^{ab} $\pm$ 1.98
20	17.93 ^a $\pm$ 2.12

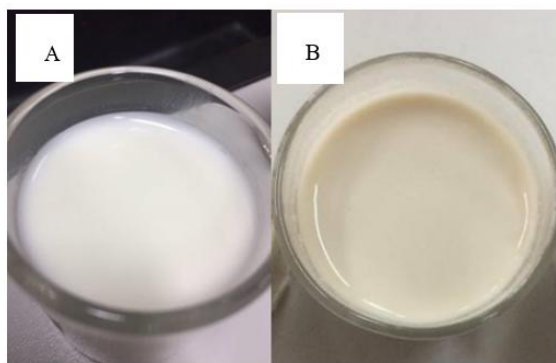
a- b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ส่วนการพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของการเติมผงแวนิลลาในระดับต่างกันต่อค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4) พบว่า เมื่อมีการเติมผงแวนิลลาในปริมาณสูงขึ้น ทำให้ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจะแตกต่างจากกล้วยหอมเนื่องจากผงแวนิลลาทางการค้าจะมีลักษณะเป็นผงแห้งสีน้ำตาลอ่อน เมื่อสามารถละลายไปในน้ำนมจึงส่งผลให้ลดค่าความเป็นสีเหลืองของโยเกิร์ตลดลง

ตารางที่ 4 ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของโฮมเมตโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแ่งนตะวัน เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปัจจัยหลักคือ ผงแ่งนตะวัน

ผงแ่งนตะวัน (%w/v)	ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)
0	$17.75^a \pm 2.53$
2	$16.14^{ab} \pm 1.95$
4	$14.66^b \pm 2.65$

a– b ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 3 โฮมเมตโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแ่งนตะวัน

A; ทรีตเมนต์ควบคุมกล้วยหอม 0% และผงแ่งนตะวัน 0%

B; กล้วยหอม 10% w/v และ ผงแ่งนตะวัน 4% w/v

การวิเคราะห์ค่าความหนืดของโฮมเมตโยเกิร์ต กล้วยหอมผสมผงแ่งนตะวัน ทั้ง 9 ทรีตเมนต์ (ตารางที่ 5) พบว่าความหนืดของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมีค่าอยู่ในช่วง 1503.33–1843.33 cP ซึ่งพบ่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้ในการทดลองใช้นมสดในปริมาณเท่ากันทุกทรีตเมนต์ ความหนืดที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเป็นผลมาจากการตกตะกอนของน้ำนมเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง pH หรือค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำนมเป็นหลัก โดยผลการวิเคราะห์ทางด้านเคมีพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตทั้ง 9 ทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และมีการใช้เจลาตินในส่วนผสมเพื่อช่วยเพิ่มความข้นหนืดในผลิตภัณฑ์ในปริมาณเท่ากันทุกทรีตเมนต์ สำหรับการกล้วยหอมนำมาใช้ในการทดลองนั้น มีขั้นตอนการปั่นให้ละเอียดก่อนนำมาผสมกับน้ำนม การใช้ส่วนผสมของกล้วยหอมและผงแ่งนตะวันทำให้ลักษณะของเนื้อโยเกิร์ตที่ได้ทุกทรีตเมนต์จะมีลักษณะคล้ายครีม (Creaminess) และมีความหนืดไม่แตกต่างกัน จากการสังเกตผลการทดลองพบว่าในโยเกิร์ตที่มีเฉพาะผงแ่งนตะวันในปริมาณที่สูงขึ้นมีแนวโน้มจะมีความหนืดต่ำที่สุด เนื่องจาก

โมเลกุลของอินนูลินที่มีในแกนตะวันจะกระจายตัวในไมเซลล์ของเคซีนและไปขัดขวางการเกิดโครงข่ายของเจลโปรตีน (Protein matrix) และส่งผลทำให้เกิดเจลหรือเคิร์ดที่มีความอ่อนนุ่มของโยเกิร์ตที่มีส่วนผสมของผงแกนตะวัน [6,10]

ตารางที่ 5 ความหนืดของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแกนตะวัน

กล้วยหอม (%w/v)	ผงแกนตะวัน (%w/v)	ความหนืด ^{ns} (cP)
0	0	1690.00±149.33
	2	1552.00±190.03
	4	1503.33±145.72
10	0	1760.67±285.73
	2	1681.00±313.07
	4	1719.67±157.70
20	0	1843.33±253.25
	2	1763.33±336.20
	4	1749.00±230.44

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ ($P>0.05$)

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแกนตะวัน ข้อมูลแสดงในตารางที่ 6 สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH โยเกิร์ต โฮมเมดกล้วยหอมผสมผงแกนตะวัน ทั้ง 9 ทรีตเมนต์ มี pH อยู่ในช่วง 4.29-4.43 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การผลิตโยเกิร์ตจะเสร็จสิ้นลงเมื่อโยเกิร์ตมีระดับ pH ถึงระดับที่กำหนด โดยผู้ผลิตโยเกิร์ตทางการค้าส่วนใหญ่มีความต้องการค่า pH ระหว่าง 4.0 ถึง 4.6 หลังจากนั้นจะหยุดกระบวนการหมักด้วยการทำให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว สำหรับในช่วงของ pH นี้ ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจะมีปริมาณกรดแลคติกที่เหมาะสมทำให้เคิร์ดของโยเกิร์ตที่ได้ มีลักษณะดี ช่วยในการทำให้เคิร์ดมีลักษณะหนาขึ้นและยังทำหน้าที่เป็นสารกันบูดสำหรับแบคทีเรียที่ไม่พึงประสงค์ [11] โฮมเมดโยเกิร์ตทั้ง 9 ทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมด มีค่าอยู่ในช่วง 21.83-23.73 % เช่นเดียวกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทุก ทรีตเมนต์มีค่าเท่ากับ 16 °Brix เนื่องจากการวิจัยนี้ใช้นมสดพาสเจอร์ไรซ์ชนิดไขมันเต็ม (Whole milk) และตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในกล้วยสุกให้อยู่ในปริมาณเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด เมื่อนำมาแปรรูปเป็นโยเกิร์ต ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายในแต่ละทรีตเมนต์จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) ของโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวัน

กล้วยหอม (%w/v)	ผงแก่นตะวัน(%w/v)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ^{ns} (pH)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด ^{ns} (%)
0	0	4.33±0.10	21.89±1.72
	2	4.29±0.05	22.19±1.90
	4	4.29±0.04	22.15±1.75
10	0	4.35±0.06	22.31±1.70
	2	4.32±0.06	22.45±1.25
	4	4.32±0.07	22.66±1.3
20	0	4.43±0.12	23.15±1.67
	2	4.34±0.07	23.58±1.44
	4	4.34±0.04	23.73±1.24

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ (P>0.05)

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติกในโฮมเมดโยเกิร์ต พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างกล้วยหอมและผงแก่นตะวัน (Non-interaction) ดังนั้นสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติกจึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปัจจัยหลักแต่ละปัจจัย คือกล้วยหอม (ตารางที่ 7) พบว่าปริมาณกรดแลคติกที่วิเคราะห์ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อใช้ปริมาณกล้วยหอมในระดับที่สูงขึ้น

ส่วนการพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของผงแก่นตะวันที่มีต่อปริมาณกรดแลคติก (ตารางที่ 8) พบว่าการในโยเกิร์ตที่ใช้ผงแก่นตะวันในระดับสูง (4%) ส่งผลให้มีปริมาณกรดแลคติกสูงที่สุด (P≤0.05) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในผงแก่นตะวันเป็นแหล่งสำคัญของอินนูลินซึ่งมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกที่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ แต่แบคทีเรียในกลุ่มสร้างกรดแลคติกที่คุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก เช่นหัวเชื้อที่ใช้ในการหมักโยเกิร์ตสามารถย่อยหรือใช้ประโยชน์จากพรีไบโอติกได้จึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสร้างกรดแลคติกส่งผลต่อโยเกิร์ตหรือผลิตภัณฑ์นมหมักประเภทอื่นๆ ที่มีการเติมน้ำตาลหรือสารให้ความหวานที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกมีปริมาณกรดแลคติกสูงกว่าทรีตเมนต์ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ [12]

ตารางที่ 7 ปริมาณกรดแลคติกในโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวัน เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปัจจัยหลัก คือ กล้วยหอม

กล้วยหอม (%w/v)	กรดแลคติก ^{ns} (%)
0	0.90±0.11
10	0.89±0.08
20	0.88±0.12

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ ($P>0.05$)

ตารางที่ 8 ปริมาณกรดแลคติกในโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวัน เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปัจจัยหลัก คือ ผงแก้แค้นตะวัน

ผงแก้แค้นตะวัน (%w/v)	กรดแลคติก (%)
0	0.87 ^b ±0.06
2	0.85 ^b ±0.07
4	0.96 ^a ±0.13

^{a-b} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

อย่างไรก็ตาม พบว่าโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวันมีปริมาณกรดแลคติก สูงกว่า 0.6% ซึ่งสอดคล้องกับ Codex Alimentarius ได้แนะนำว่าปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ตทางการค้าควรมีไม่น้อยกว่า 0.6% [13] รวมทั้งมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.5146-2546) เรื่องนมเปรี้ยว [14] และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 353) [15] ที่กำหนดให้โยเกิร์ตมีค่าความเป็นกรด โดยคำนวณเป็นกรดแลคติกไม่น้อยกว่า 0.6%

3.3 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก้แค้นตะวัน ทรีตเมนต์ที่เหมาะสมและทรีตเมนต์ควบคุม

จากผลการวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัส วิเคราะห์ทางเคมีและวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่าทรีตเมนต์ที่เหมาะสมที่สุด คือ โฮมเมดโยเกิร์ตที่ใช้กล้วยหอม 10% %w/v ผงแก้แค้นตะวัน 4% %w/v ซึ่งเป็นทรีตเมนต์ที่ได้ค่าคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับทรีตเมนต์ควบคุม และมีผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีตามอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ของนมเปรี้ยว โดยเฉพาะปริมาณกรดแลคติก ดังนั้นจึงนำทรีตเมนต์ที่ใช้กล้วยหอม 10 % และผงแก้แค้นตะวัน 4 %

มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ควบคุม (กล้วยหอม 0% และผงแก่นตะวัน 0%) โดยพบว่าปริมาณองค์ประกอบของเถ้า โปรตีน เส้นใย และไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (NFE) หรือคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายของโยเกิร์ตทรีตเมนต์ที่เหมาะสม มีปริมาณสูงกว่าโยเกิร์ตทรีตเมนต์ควบคุม (กล้วยหอม 0% และผงแก่นตะวัน 0%) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 9) ทั้งนี้เนื่องจาก การการเติมกล้วยหอมและผงแก่นตะวันส่งผลทำให้องค์ประกอบต่าง ๆ มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ เมื่อการเติมส่วนผสมอื่นเพิ่มเข้ามานอกจากนมที่เป็นวัตถุดิบหลักในการหมักโยเกิร์ต [4,7]

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวันทรีตเมนต์ควบคุม และทรีตเมนต์ที่เหมาะสม

องค์ประกอบทางเคมี ¹ (%)	ทรีตเมนต์ควบคุม (กล้วยหอม 0% ผงแก่นตะวัน 0%)	ทรีตเมนต์ที่เหมาะสม (กล้วยหอม 10% ผงแก่นตะวัน 4%)
ความชื้น (Moisture)	77.65±0.06 ^a	73.46±0.38 ^b
เถ้า (Ash)	0.93±0.02 ^b	1.06±0.02 ^a
โปรตีน (Crude protein)	4.06±0.07 ^b	5.15±0.12 ^a
ไขมัน (Ether Extract)	2.74±0.15 ^a	2.59±0.13 ^b
เส้นใย (Crude fiber)	0.07±0.01 ^b	0.56±0.03 ^a
คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE)	14.54±0.05 ^b	17.18±0.20 ^a

หมายเหตุ : ^{a, b} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

¹ การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Independent Samples t-test

4. สรุปผลการวิจัย

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวัน ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับโดยรวมในโยเกิร์ตที่มีส่วนผสมของกล้วยหอม 10%w/v และผงแก่นตะวัน 4 %w/v ใกล้เคียงกับโยเกิร์ตทรีตเมนต์ควบคุมที่สุด ค่าสีของโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวันให้เหลืองอ่อนหรือสีน้ำตาลอ่อน ส่วนค่าความหนืดและคุณสมบัติทางเคมีด้านต่าง ๆ มีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมตามมาตรฐานของโยเกิร์ตทางการค้า โฮมเมดโยเกิร์ตกล้วยหอมผสมผงแก่นตะวันทรีตเมนต์ที่เหมาะสม (เติมกล้วยหอมกล้วยหอม 10% และผงแก่นตะวัน 4%) มีปริมาณกรดแลคติกสูงกว่า 0.6% ตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.5146-2546) เรือง นมเปรี้ยว และมีปริมาณองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เถ้า โปรตีน เส้นใยและไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (NFE) หรือ

คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย สูงกว่าโยเกิร์ตทรีตเมนต์ควบคุม (กล้วยหอม 0%และผงแค้นตะวัน 0%) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เอกสารอ้างอิง

- [1] นัฐนันท์ ทวีรัตน์ธนนท์. (2558). โยเกิร์ต. **วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ**, 9(1), 44-50.
- [2] วุฒิกกร สระแก้ว พรรณพร กุลมา และสุชาติพิทย์ ไชยวงศ์. (2556). การศึกษาสูตรที่เหมาะสมและต้นทุนในการผลิตโยเกิร์ตโฮมเมด. **ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5**, หน้า 186-191. กรุงเทพฯ: ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นทรัลเวิลด์ปทุมวัน.
- [3] อุษา ภูคัสมาส. (2555). โยเกิร์ต อาหารที่มีจุลินทรีย์สุขภาพ. **อาหาร**, 42(2), 134-138.
- [4] ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และปัทมา คล้ายจันทร์. (2548). โยเกิร์ตกล้วยหอม. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**, 1(1), 24-30.
- [5] ศิริพร ตันจ่อ, ครรชิต จุฑประสงค์, ชนัญชิตา ไชยโตและสนั่น จอกลอย. (2555). **อินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในแค้นตะวันสายพันธุ์ต่างๆ**. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [6] นพพร สกลยืนยงสุข. (2558). **การพัฒนาโยเกิร์ตไขมันต่ำเสริมแป้งแค้นตะวัน**. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- [7] สุรัตน์ วัชพิกุล สมพร มุลมั่งมี วิรัชชัย แก่นแสนดี และปรียาภรณ์ อิศรานวัฒน์. (2558). **การพัฒนาและเพิ่มศักยภาพผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยโปรไบโอติกแลคติกแอซิดแบคทีเรีย**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- [8] AOAC. (2002). **Official Methods of Analysis**. 18th ed., The Association of Official Analytical Chemists Arlington, Virginia, USA.
- [9] กษมา ชารีโคตร. (2559). **หลักการวิเคราะห์อาหาร**. เอกสารประกอบการสอน, อุดรธานี : คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- [10] Paseephol, T., Sherkat, F. (2009). Probiotic stability of yoghurts containing Jerusalem artichoke inulins during refrigerated storage. **Journal of Functional Foods**, 1, 311-318.
- [11] Instrument, H. (2022). **Portable Yogurt pH Meter**. Retrieved from <https://hanna-worldwide.com/hi99164-portable-ph-meter-for-yogurt>.
- [12] อุษามาส จริยวรรณกุล. (2552). ผลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพของโยเกิร์ต. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย**, 29(4), 102-111.

- [13] Temesgen, M., Yetneberk, S. (2015). Effect of Application of Stabilizers on Gelation and Syneresis in Yoghurt. **Food Science and Quality Management**. 37, 90-102.
- [14] กระทรวงอุตสาหกรรม. (2535). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว เอกสาร มอก. ที่ 2146-2546**. กรุงเทพฯ ฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- [15] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2556). **นมเปรี้ยว คัดจาก ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศ-ทั่วไป**. เล่ม 130, ตอนพิเศษ 87ง, ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2556.