



การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาลเพื่อสุขภาพ : เจาก๊วยในน้ำนมแพะพร้อมบริโภคร

Development of Halal Food for Health: Ready to Eat Chao Kuai in Goat Milk

นุชเนตร ตาเย้¹, นิภาพร กุณฑล¹, มารีนี โต๊ะลู¹, นูรซาลิฮา โม่งหมิมะ¹

Nutchanet Tayeh¹, Nipapat Khunton¹, Mareenee Tohlu¹, Nurzaliha Mongnima¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาผลิตภัณฑ์เจาก๊วยในน้ำนมแพะพร้อมบริโภค โดยศึกษา 1) การคัดเลือกสูตรเจาก๊วยพื้นฐานจากท้องตลาด 2) ปริมาณเจลาตินปลาในส่วนผสมเจาก๊วยเพื่อกำหนดสูตรมาตรฐาน 3) ปริมาณน้ำตาลในส่วนผสมน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ในสูตรเพิ่มความหวาน พบว่า การใช้เจลาตินปลาร้อยละ 1 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมมากที่สุดเท่ากับ 7.65 ± 0.12 ปริมาณเจลาตินปลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การขับน้ำออกจากเจลเจาก๊วยลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ($p < 0.05$) น้ำนมแพะที่เติมน้ำตาลร้อยละ 12 ได้รับคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นและรสชาติมากที่สุดเท่ากับ 7.60 ± 0.66 และ 7.55 ± 0.77 ตามลำดับ แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ผลิตภัณฑ์เจาก๊วยมีองค์ประกอบของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า เยื่อใย และความชื้น ร้อยละ 0.17 ± 0.13 , 0.02 ± 0.15 , 45.62 ± 0.21 , 10.20 ± 0.34 , 0.03 ± 0.10 และ 43.96 ± 0.42 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ มีปริมาณโปรตีน ไขมัน แล็กโทสและเนื้อนมทั้งหมดร้อยละ 3.30 ± 0.05 , 3.68 ± 0.10 , 6.47 ± 0.06 และ 12.15 ± 0.08 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน (มอก.738/2547) ผลิตภัณฑ์เจาก๊วยในน้ำนมแพะฮาลาลพร้อมบริโภคสามารถเก็บรักษาได้นาน 8 วัน ที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส โดยเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และอโคไล อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

คำสำคัญ : เจาก๊วย เจลาติน ฮาลาล น้ำนมแพะ

Abstract

The objective of this study was to develop a mixture of goat milk with Chao Kuai (grass jelly) from different providers and investigate: 1) quality of Chao Kuai production in local market, 2) quantity of fish gelatin added in Chao Kuai to define a standard formula, and 3) quantity of sugar in sweetened formula with pasteurized goat milk. The result indicated that an addition of 1% fish gelatin in Chao Kuai received the highest sensory evaluation score of overall liking (7.65 ± 0.12 points). More gelatin resulted in less water release from gel in Chao Kuai and, therefore, a longer storage time ($p < 0.05$). Addition of 12% sugar content in goat milk received the highest sensory evaluation score of odor and taste as 7.60 ± 0.66 and 7.55 ± 0.77 points with statistically significant ($p < 0.05$). Chao Kuai in goat milk included protein, fat, carbohydrate, ash, fiber and moisture as $0.17\% \pm 0.13$, $0.02\% \pm 0.15$, $45.62\% \pm 0.21$, $10.20\% \pm 0.34$, $0.03\% \pm 0.10$ and 43.96 ± 0.42 , respectively. The analysis of protein, fat, lactose and total solid in goat milk pasteurized was shown as 3.30 ± 0.05 , 3.68 ± 0.10 , 6.47 ± 0.06 and 12.15 ± 0.08 , respectively that met the Thai Industrial standard (TIS: ICS 67.10.10). The shelf life of products determined by growth on general TPC, yeast and mold, as well as *E. coli* was stored for 8 days at $5 \pm 1^\circ\text{C}$. Those microorganisms did not exceed the standard.

Keyword: Chao Kuai, Gelatin, Halal, Goat Milk

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

¹Food Science and Technology, Yala Rajabhat University



บทนำ

เจลลี่ หรือ เฉาก๊วย (Black Jelly) เป็นอาหารหวานชนิดหนึ่ง ซึ่งแพร่หลายในประเทศจีน จนถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นที่รู้จักกันดีในฐานะที่เป็นทั้งอาหารหวาน และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ในรูปแบบของเจลลี่ที่หนาก่อนผสมน้ำเชื่อม น้ำและน้ำแข็งบดหรือน้ำแข็งก้อน นอกจากนี้ยังอาจผสมรวมกับนมรสชาตต่างๆ และผลไม้อื่นๆ การบริโภคในประเทศไทย ถือว่าเป็นอาหารหวานระดับพื้นฐานเนื่องจากการจำหน่ายทั่วไปในชุมชนเมืองทั่วประเทศ จากการศึกษาวิจัยพบว่า ต้นเจลลี่มีสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ (Polangga, Rattanapiset, & Songsrirote, 2013)

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่ผลิตและจำหน่ายในตลาดทั่วไป รวมถึงในซูเปอร์มาร์เก็ตและห้างสรรพสินค้า ยังไม่ได้รับการรับรองเครื่องหมายฮาลาลที่ถูกต้อง อีกทั้งไม่ระบุที่มาของสารเจือปนอาหาร ทำให้ผู้บริโภคมุสลิมไม่มีความมั่นใจในการเลือกซื้อเพื่อบริโภค โดยเฉพาะมีการนำเจลาตินที่ผลิตจากหนังสุกรมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเจลลี่ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เจลลี่ที่มีความเหนียวและยืดหยุ่น นอกจากนี้ยังเป็นการลดต้นทุนเนื่องจากเจลาตินจากหนังสุกรมีราคาถูก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่ในน้ำนมแพะฮาลาลพร้อมบริโภคเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคมุสลิมในประเทศไทยและผู้บริโภคทั่วไปที่ใส่ใจสุขภาพ และพื้นที่ 3 จังหวัดภาคใต้ตอนล่างมีการเลี้ยงแพะนมในจังหวัดยะลา มากที่สุด รองลงมาคือจังหวัดนราธิวาสและจังหวัดปัตตานีตามลำดับ น้ำนมแพะมีคุณค่าทางโภชนาการโดยรวมสูงกว่านมโค เป็นแหล่งของโปรตีนและไขมันที่มีคุณภาพดี คือ มีโปรตีนชนิดเบต้าเคซีนในปริมาณมากถึงร้อยละ 70.2 (Montilla, Balcones, Olano, & Calvo, 1995) ซึ่งเป็นปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่พบในน้ำนมแม่ โดยโปรตีนชนิดนี้ เป็นแหล่งของเปปไทด์ที่มีสมบัติช่วยในการดูดซึมเกลือแร่ (Farrell, Jimenez-Flores, Bleck, Brown, Butler, Creamer et al., 2004) ป้องกันภาวะความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดและหัวใจ (Kamiński, Cieolińska, & Kostyra, 2007) มีการดัดไขมันชนิดสายโซ่สั้นปริมาณมาก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ลดการย่อยและการดูดซึมสารอาหาร

ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่ในน้ำนมแพะ มีข้อดีหลายประการ คือ เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ด้านการพัฒนาจังหวัดชายแดนภาคใต้ให้มีการส่งเสริมการเลี้ยงแพะนมในพื้นที่ 5 จังหวัด ชายแดนภาคใต้ ร่วมกับความต้องการของผู้ประกอบการในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากน้ำนมแพะเพื่อการจำหน่าย จึงคาดว่าในอนาคตการบริโภคผลิตภัณฑ์จากน้ำนมแพะจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อคัดเลือกสูตรเจลลี่พื้นฐานจากท้องตลาด
2. เพื่อศึกษาปริมาณเจลาตินปลาในส่วนผสมเจลลี่ในการกำหนดสูตรมาตรฐาน
3. เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลในส่วนผสมน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ในสูตรเพิ่มความหวาน

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. คัดเลือกสูตรเจลลี่พื้นฐานจากท้องตลาด

คัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ปราศจากเจลาตินและกรรมวิธีในการผลิตเจลลี่จำนวน 3 สูตรจากท้องตลาด จากนั้นประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเจลลี่ทั้ง 3 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบ 40 คน ใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic scale) คือ 1 ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด ขั้นตอนการผลิตเจลลี่แสดงดังภาพที่ 1

นำหญ้าเฌก้วยแช่ในน้ำสะอาด 3-5 นาที ล้างด้วยน้ำผ่าน 3-4 ครั้ง ตักหญ้าเฌก้วยขึ้นมาสะเด็ดน้ำบนกระชอน ตั้งพักไว้

นำน้ำดื่มสะอาดใส่หม้อต้มให้เดือด เติมน้ำเค็มไปคาร์บอนเนต คนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ใส่หญ้าเฌก้วยที่พักไว้ ต้มที่อุณหภูมิ 85 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง คนทุกๆ 15 นาที

นำน้ำเฌก้วยที่ต้มได้ไปกรองผ่านผ้าขาวบาง 3 ชั้น แยกกากออกกรองได้ส่วนน้ำประมาณ 1600 กรัม

นำน้ำเฌก้วยที่ได้ใส่หม้อขึ้นตั้งไฟ เติมน้ำผึ้ง เจลาติน และเบ๊งมัน คนให้เข้ากัน ต้มจนส่วนผสมเหนียวได้ที่

ตักใส่พิมพ์แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ± 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด กว้าง*ยาว*หนา เท่ากับ $1.3 \times 1.3 \times 1.3$ เซนติเมตร เพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการผลิตเฌก้วยสูตรพื้นฐาน

2. ศึกษาปริมาณเจลาตินปลาในส่วนผสมเฌก้วยในการกำหนดสูตรมาตรฐาน

ศึกษาปริมาณเจลาตินปลาที่เหมาะสมในการทำเฌก้วย โดยใช้เจลาตินปลาปริมาณต่างกันจำนวน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 1, 2 และ 5 ของส่วนผสม ผลิตเฌก้วยตามสูตรพื้นฐานที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทดสอบโดยวิธีทดสอบการยอมรับ (Acceptance test) ใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ ประเมินลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบ 40 คน จากนั้นนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบการขับน้ำออกจากเจล (Syneresis) (Akesowan, 2000) และปริมาณของแข็งทั้งหมดในเฌก้วย

3. เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลในส่วนผสมน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ในสูตรเพิ่มความหวาน

นำน้ำนมแพะดิบจากผู้ประกอบการนมแพะตรา สะลิมา ใน อ.เมือง จ.ยะลา นำมาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพโดยการประเมินทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น และรส พบว่า น้ำนมแพะมีลักษณะเป็นสีขาวหรือสีขาวนวล มีกลิ่นตามธรรมชาติหรือหอมเล็กน้อย และมีรสหวานเล็กน้อย ค่าความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 6.5-6.8 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ปกติ และทดสอบการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์และการต้ม พบว่าไม่พบตะกอนในตัวอย่างร้อยละ 100 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์การประเมินของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.6006-2551) จึงนำน้ำนมที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวมาใช้ในการทดลองโดยศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เฌก้วยปลาในน้ำนมแพะ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 9 12 และ 15 ของส่วนผสม ในน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 72 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เติมน้ำเฌก้วยหั่นเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาดกว้าง*ยาว*หนา $1.3 \times 1.3 \times 1.3$ เซนติเมตร สัดส่วนปริมาณเฌก้วยต่อน้ำนมเท่ากับ 85:80 กรัมต่อมิลลิลิตร ต้มต่ออีก 3 นาที ทดสอบความพึงพอใจ ของผู้บริโภคที่มีต่อเฌก้วยปลาในน้ำนมแพะทั้ง 3 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบ 40 คน ใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ คือ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด เพื่อคัดเลือกสูตรที่มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด ในการทดสอบขั้นต่อไป

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เฌก้วยปลา

4.1 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเฌก้วยโดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

โดยตัดตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้างด้านละ 3 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร วางลงบนพื้นผิววัดของเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส แล้วบันทึกค่าแรงที่ใช้ตัดตัวอย่าง (cutting force) จนขาดจากกัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Ruengdech, 2010)



4.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยนำผลิตภัณฑ์เนากัวยพร้อมบริโอคไปตรวจสอบ ดังนี้

- วิเคราะห์ความชื้น (moisture) ตามวิธี AOAC (2000)
- วิเคราะห์โปรตีน (protein) ตามวิธี AOAC (2000)
- วิเคราะห์ไขมัน (lipid) ตามวิธี AOAC (2000)
- วิเคราะห์เยื่อใย (crude fiber) ตามวิธี AOAC (2000)

4.3 วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ โดยนำผลิตภัณฑ์เนากัวยพร้อมบริโอคไปตรวจสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน-เนากัวย (มพช.517/2547) ดังนี้

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด BAM (2001)
- อีโคไล (E.coli) BAM (2002)
- ยีสต์และรา BAM (2001)

5. การทดสอบอายุการเก็บรักษาเนากัวยในน้ำมันพะสาหลาดพร้อมบริโอค

ศึกษาอายุการเก็บรักษาเนากัวยในน้ำมันพะสาหลาดพร้อมบริโอคในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียส โดยสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์ทุก 48 ชั่วโมง จนครบ 10 วัน วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้วยวิธี BAM (2001) และ BAM (2002) ได้แก่ ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้ออีโคไล เชื้อโคลิฟอร์มและตรวจนับเชื้อราและยีสต์ หลังจากนั้นสุ่มตรวจทุกวันจนกระทั่งผลิตภัณฑ์เนากัวยในน้ำมันพะสาหลาดพร้อมบริโอคมีจำนวนจุลินทรีย์เกินกว่าที่มาตรฐานที่กำหนดซึ่งในการวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่าง ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ

6. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนากัวยในน้ำมันพะสาหลาดพร้อมบริโอค

นำผลิตภัณฑ์เนากัวยในน้ำมันพะสาหลาดพร้อมบริโอคจากสูตรที่ยอมรับมากที่สุดในช่วงขั้นตอนการผลิต 2 และ 3 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ พฤติกรรมจากการบริโภคและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ใช้สเกลวัดระดับความชอบ 5 ระดับคือ 1 หมายถึงไม่ยอมรับมากที่สุด และ 5 หมายถึงยอมรับมากที่สุด ประเมินโดยหาค่าร้อยละ

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเนากัวยสูตรมาตรฐานและเนากัวยในน้ำมันพะสาหลาดพร้อมบริโอค วางแผนการทดลองแบบบล็อกเชิงสุ่มแบบสมบูรณ์ (randomized complete block design) ปริมาณของแข็งทั้งหมดในเนากัวย การขับน้ำออกจากเจล สีและเนื้อสัมผัส วางแผนการทดลองแบบจำแนกทางเดียว (CRD: completely randomized design) วิเคราะห์ความแปรปรวนทาง สถิติของข้อมูล (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

1. ผลการคัดเลือกสูตรเนากัวยพื้นฐานจากห้องตลาด

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตเนากัวย ซึ่งมีชนิดและปริมาณของส่วนผสมแสดงดังตารางที่ 1 ผลของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนากัวยด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9 Point Hedonic Scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม พบว่า เนากัวยทั้ง 3 สูตร ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (ตารางที่ 2)



ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของการผลิตเนกัว

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
น้ำสะอาด	95.00	95.00	95.00
หญ้าเนกัว	3.96	3.96	3.96
โซเดียมไบคาร์บอเนต	0.65	0.45	0.25
แป้งมันสำปะหลัง	0.09	0.09	0.09
แป้งข้าวยายม่อม	0.30	0.50	0.70

คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติและความชอบรวมของทั้ง 3 สูตรมีค่าใกล้เคียงกัน และไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสลักษณะปรากฏ และด้านเนื้อสัมผัสของเนกัวทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสูตรที่ 3 ได้รับความชอบการยอมรับมากที่สุดที่ระดับ 7.05 ± 0.52 และ 6.70 ± 1.16 รองลงมาคือ สูตรที่ 2 และ 1 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับคะแนนความชอบรวม พบว่าสูตรที่ 3 คือ สูตรที่ผู้ทดสอบชิมยอมรับมากที่สุด โดยได้รับความชอบโดยรวมเฉลี่ย 6.48 ± 1.11 จึงใช้สูตรดังกล่าวเป็นสูตรพื้นฐานในการทดสอบผลิตเนกัวสูตรมาตรฐานในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนกัวสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

สูตร	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	6.40 ± 1.03^b	7.05 ± 0.77^{ns}	6.55 ± 0.94^{ns}	5.95 ± 1.17^{ns}	5.63 ± 0.98^b	6.23 ± 0.95^{ns}
2	7.00 ± 0.50^a	7.08 ± 0.74^{ns}	6.35 ± 0.85^{ns}	5.80 ± 1.03^{ns}	6.63 ± 1.14^a	6.43 ± 1.04^{ns}
3	7.05 ± 0.52^a	7.10 ± 0.73^{ns}	6.40 ± 0.88^{ns}	5.85 ± 1.02^{ns}	6.70 ± 1.16^a	6.48 ± 1.11^{ns}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p<0.05$), ตัวอักษร ns แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq 0.05$), ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ผลของการใช้ปริมาณเจลาตินไฮาลูที่เหมาะสมในการผลิตเนกัวเพื่อกำหนดสูตรมาตรฐาน

จากการศึกษาปริมาณเจลาตินไฮาลูที่ที่เหมาะสมในการผลิตเนกัว โดยใช้เจลาตินไฮาลูปริมาณต่างกันจำนวน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 1, 3 และ 5 กรัมของส่วนผสมทั้งหมด ผลิตเนกัวตามสูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดจากขั้นตอนที่ 1 และทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ ประเมินลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบ 40 คนผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

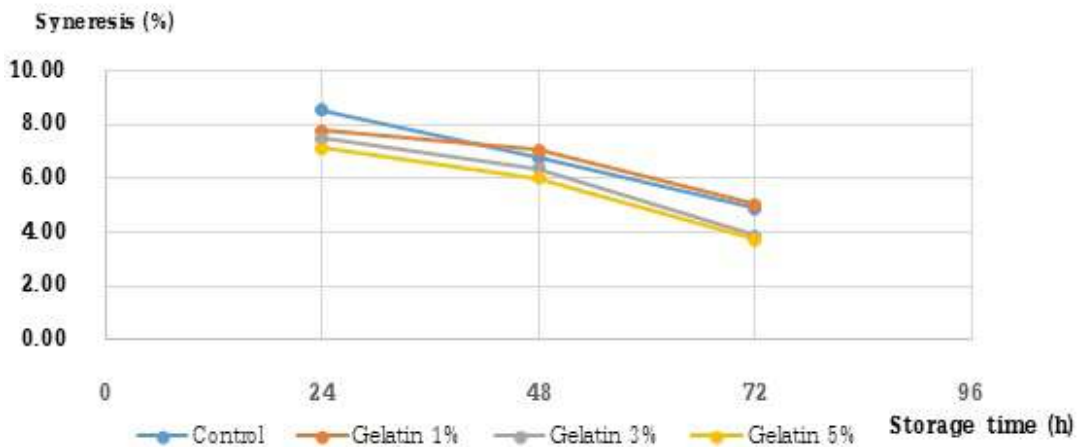


ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนาก๊วยที่ผลิตโดยใช้ปริมาณเจลาตินปลาแตกต่างกัน

ปริมาณ เจลาติน (ร้อยละ)	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	7.03±0.22 ^b	7.20±0.45 ^b	6.90±0.42 ^{ns}	6.13±0.50 ^b	6.68±0.37 ^b	6.75±0.33 ^b
1	7.68±0.25 ^a	7.78±0.42 ^a	6.92±0.22 ^{ns}	6.98±0.31 ^a	7.45±0.08 ^a	7.65±0.12 ^a
3	6.10±0.28 ^c	6.15±0.48 ^c	6.32±0.34 ^{ns}	5.88±0.39 ^b	5.90±0.74 ^b	6.28±0.22 ^{bc}
5	6.28 ±0.34 ^c	6.28±0.45 ^c	6.35±0.53 ^{ns}	5.98±0.62 ^b	5.88±0.42 ^b	6.00±0.57 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
ตัวอักษร ns แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$), ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

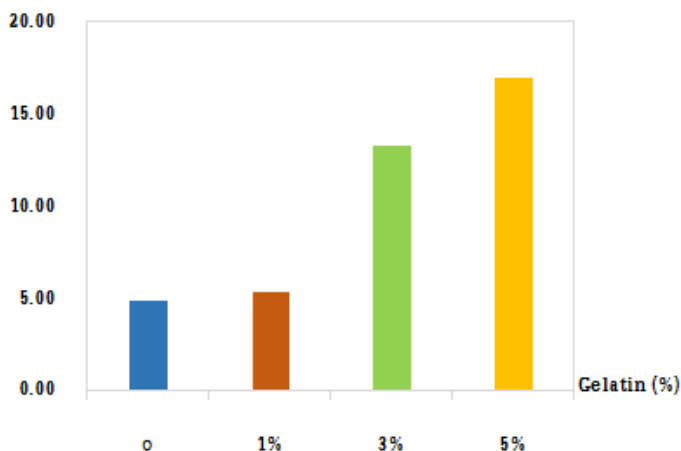
ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทุกด้านยกเว้นกลิ่นของเนาก๊วยที่ผลิตโดยใช้เจลาตินปลาที่ปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่าสูตรที่ 2 คือเนาก๊วยที่ผลิตโดยใช้ปริมาณเจลาตินปลาร้อยละ 1 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดทั้งลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมที่คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.68±0.25 7.78±0.42 6.92±0.22 6.98±0.31 7.45±0.08 และ 7.65±0.12 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าชุดควบคุม (ปริมาณเจลาตินร้อยละ 0) ในขณะที่การเพิ่มปริมาณเจลาตินปลามากกว่าร้อยละ 1 ส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยพบว่า ปริมาณเจลาตินในส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 3 และ 5 ส่งผลให้คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) คือ 5.90±0.74 และ 5.88±0.42 ตามลำดับ



ภาพที่ 2 การขับน้ำออกจากเจลของเนาก๊วยที่ใช้ปริมาณเจลาตินแตกต่างกันร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 1, 3 และ 5 เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์การขับน้ำออกจากเจลของเนาก๊วยที่ใช้ปริมาณเจลาตินปลาแตกต่างกัน 4 ระดับ พบว่า การใช้ปริมาณเจลาตินปลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การขับน้ำออกจากเจลลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ($p < 0.05$) ปริมาณเจลาตินในส่วนผสมสูงสุดที่ระดับร้อยละ 5 ส่งผลให้การขับน้ำออกจากเจลต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

Total Solid (%)



ภาพที่ 3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดของเจลาตินที่ใช้ปริมาณเจลาตินปลาแตกต่างกันร้อยละ 0, 1, 3 และ 5

3.ปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลาตินยาลาในน้ำนมแพะ

ศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลาตินยาลาในน้ำนมแพะ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 9, 12 และ 15 ของส่วนผสมน้ำนมแพะ โดยการเติมน้ำตาลในน้ำนมแพะดิบและพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 72±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที นำเจลาตินที่ได้จากการผลิตตามขั้นตอนที่ 2 มาตัดเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ขนาดกว้าง*ยาว*หนา 1.3*1.3*1.3 เซนติเมตร (Ruengdech, 2010) สัดส่วนปริมาณเจลาตินต่อน้ำนมเท่ากับ 85:80 กรัมต่อมิลลิลิตร ต้มต่ออีก 3 นาที และทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลาตินในน้ำนมแพะยาลาพร้อมบริโภคที่ผลิตได้ทั้ง 3 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ใช้สเกลวัดระดับความชอบ 9 ระดับ ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเจลาตินในน้ำนมแพะยาลาพร้อมบริโภคโดยใช้ปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน

ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ)	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
9	7.35±0.83 ^{ns}	7.40±0.84 ^{ns}	6.75±0.81 ^b	6.68±0.97 ^b	6.98±1.10 ^b	7.08±0.89 ^b
12	7.43±0.64 ^{ns}	7.28±0.75 ^{ns}	7.60±0.66 ^a	7.55±0.77 ^a	7.38±0.70 ^a	7.68±0.66 ^a
15	7.15±1.05 ^{ns}	7.15±0.95 ^{ns}	7.03±0.81 ^b	7.45±0.99 ^a	6.88±0.91 ^b	7.35±1.03 ^{ab}

ตัวอักษร a b c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตัวอักษร ns แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$), ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้โดยใช้ปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน 3 ระดับคือ ร้อยละ 9, 12, 15 ของส่วนผสมน้ำนมแพะ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับเจลาตินยาลาที่ผลิตจากสูตร



ที่มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 12 มากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.60 ± 0.66 7.55 ± 0.77 7.38 ± 0.70 และ 7.68 ± 0.66 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับด้านสี พบว่า สูตรที่มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 9 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 7.40 ± 0.84 จากผลการทดลองของผู้ทดสอบชิมจึงยอมรับเค้กขนิมแพะร้อยละ 12 เป็นสูตรที่ดีที่สุด

4. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เค้กขนิมแพะ

นำผลิตภัณฑ์สุดท้าย ที่ผลิตได้ตามสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุดจากขั้นตอนที่ 2 มาตรวจสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเค้กขนิมแพะโดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กขนิมแพะชุดควบคุม (ปริมาณเจลลาตินร้อยละ 0) เปรียบเทียบกับเค้กขนิมแพะ (เจลลาตินร้อยละ 1) ด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส พบว่า ค่าของแรงที่ใช้ในการตัดเนื้อเค้กขนิมแพะ ทั้งสองสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเค้กขนิมแพะชุดควบคุมและเค้กขนิมแพะสูตรมาตรฐาน

ปริมาณเจลลาติน (ร้อยละ)	แรงตัด (N)
0	1.33 ± 0.04^a
1	0.78 ± 0.02^b

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b ที่ต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จำนวน 3 ซ้ำ

แรงตัด คือการวัดค่าแรงที่ทำให้ตัวอย่างขาดออกจากกัน เพื่อวิเคราะห์ เนื้อสัมผัสอาหาร จากผลการทดลองพบว่า ค่าของแรงที่ใช้ในการตัดของเค้กขนิมแพะ มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเจลลาตินในส่วนผสม ร้อยละ 1 แสดงให้เห็นว่า เค้กขนิมแพะที่เพิ่มเจลลาตินในส่วนผสม มีความเหนียวมากขึ้น

4.2 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน พบว่าเค้กขนิมแพะในผลิตภัณฑ์สุดท้าย มีค่าปริมาณโปรตีน ร้อยละ 0.17 ไขมัน ร้อยละ 0.02 เยื่อใยร้อยละ 0.03 และความชื้นร้อยละ 96.35 (ตารางที่ 6) ในตัวอย่างขนมแพะในผลิตภัณฑ์สุดท้าย ค่าเฉลี่ยร้อยละของไขมัน โปรตีน แลคโตส และเนื้อนมทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 7 พบว่านมแพะพาสเจอร์ไรส์มีปริมาณ โปรตีน ไขมัน และเนื้อนมทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมนมสด (มอก.738/2547)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของเค้กขนิมแพะในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
โปรตีน	0.17 ± 0.03
ไขมัน	0.02 ± 0.00
เยื่อใย	0.03 ± 0.00
ความชื้น	96.35 ± 0.02

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
ไขมัน	3.42±0.04
โปรตีน	3.30±0.05
แล็กโทส	6.47±0.10
เนื้ออื่นทั้งหมด	12.15±0.08

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เนก้าก๊วยฮาลาลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน-เนก้าก๊วย (มพช.517/2547) โดยกำหนดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้ออีโคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จากการทดลองพบว่า ตัวอย่างที่ทำการผลิต วันที่ 0 ตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ 25 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม อีโคไลน้อยกว่า 3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา 45 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จึงสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์เนก้าก๊วยฮาลาลที่ผลิตได้ มีคุณภาพทางจุลินทรีย์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ มพช.เนก้าก๊วย- 517/2547

ตารางที่ 8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราและเชื้ออีโคไลของผลิตภัณฑ์เนก้าก๊วยฮาลาล

การตรวจสอบ (หน่วย)	จำนวนที่พบ	เกณฑ์มาตรฐาน (มพช.517/2547)
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	<25	<1.0x10 ⁴
ยีสต์และรา (EPC/g)	45	100
อีโคไล (E.coli) CFU/g	< 3.0	ไม่พบ

หมายเหตุ : (E.coli) < 3.0 คือตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์

EPC/g คือ estimated standard plate counts/g

5. ผลการทดสอบอายุการเก็บรักษาเนก้าก๊วยในน้ำนมแพะพร้อมบริโอค

การศึกษายอายุการเก็บรักษาเนก้าก๊วยในน้ำนมแพะพร้อมบริโอค โดยทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนก้าก๊วยที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วในขวดแก้วที่ปิดสนิท เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียสและตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้ออีโคไล เชื้อราและยีสต์ โดยทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 2 วันจนครบ 10 วัน แล้วเพิ่มความถี่ในการสุ่มตรวจทุกวันจนกระทั่งพบว่าผลิตภัณฑ์เนก้าก๊วยในนมแพะพร้อมบริโอค มีจำนวนจุลินทรีย์เกินกว่าที่มาตรฐานที่กำหนด โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเนก้าก๊วย (มพช.517/2547) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมสด (มอก.738/2547) จากการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์เนก้าก๊วยฮาลาล ตรวจไม่พบเชื้อยีสต์และราใน 8 วันแรกของการทดลอง และเมื่อเวลาผ่านไปวันที่ 10 ของการเก็บรักษา พบเชื้อยีสต์และรา 120 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งเกินมาตรฐานที่กำหนด ในขณะที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้ออีโคไล ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน มพช.เนก้าก๊วย- 517/2547 และผลการตรวจปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้ออีโคไล และเชื้อโคลิฟอร์ม (coliform) ไม่เกินมาตรฐานเมื่อผ่านระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 8 วัน (ตารางที่ 10) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เนก้าก๊วยในน้ำนมแพะพร้อมบริโอคสามารถเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน



ตารางที่ 9 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราและเชื้ออีโคไลของเนกัวในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ยีสต์และรา (ESPC/g)	อีโคไล (CFU/g)
0	<25	45	NA
2	260	50	NA
4	280	65	NA
6	320	70	NA
8	380	80	NA
10	420	120	NA

หมายเหตุ : NA (No Available) คือตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์, ESPC/g คือ estimated standard plate counts/g

ตารางที่ 10 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้ออีโคไลและโคลิฟอร์มของน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	อีโคไล (CFU/0.1 ml)	โคลิฟอร์ม (CFU/ml)
0	<100	NA	<10
2	240	NA	<10
4	4.70x10 ²	NA	<10
6	2.80x10 ⁴	NA	<10
8	4.62x10 ⁴	NA	<10
10	6.24x10 ⁴	NA	<10

หมายเหตุ : NA (No Available) คือตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์, ESPC/g คือ estimated standard plate counts/g

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 352/2556 กำหนดตรวจพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ได้ไม่เกิน 50,000 ต่อหน่วย 1 มิลลิลิตร

6. ผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนกัวในน้ำนมแพะฮาลาลพร้อมบริโอ

การสำรวจทัศนคติและพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภค ส่วนใหญ่จะรับประทานนมแพะ ร้อยละ 68 ไม่รับประทานนมแพะ ร้อยละ 34 รับประทานเนกัว ร้อยละ 96 โดยสถานที่ซื้อบ่อย คือ ตลาดนัด ร้อยละ 70 เหตุผลในการซื้อเนกัวในน้ำนมแพะ คือ รสชาติ คิดเป็นร้อยละ 80 เหตุในการเลือกรับประทาน คือ มีประโยชน์ต่อร่างกาย ร้อยละ 54 ส่วนใหญ่รู้จักผลิตภัณฑ์เนกัวในน้ำนมแพะ ร้อยละ 75 ถ้ามีวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์เนกัวในน้ำนมแพะฮาลาลพร้อมบริโอและผู้บริโภคจะซื้อมากที่สุด ร้อยละ 72 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เนกัวในน้ำนมแพะฮาลาลพร้อมบริโอด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม มีคะแนนเฉลี่ยดังนี้ 3.88, 3.96, 3.53, 3.82, 3.45 และ 3.86 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง (3-4 คะแนน) ผลิตภัณฑ์เนกัวในน้ำนมแพะฮาลาลพร้อมบริโอได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคระดับมากถึงมากที่สุด ร้อยละ 78

อภิปรายผล

การศึกษาผลของปริมาณเจลาตินในเนกัว พบว่า การเพิ่มเจลาตินในส่วนผสมส่งผลให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นในช่วงแรก แล้วลดลงเมื่อใส่เจลาตินปริมาณมากกว่าร้อยละ 1 ของส่วนผสมทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าปริมาณ เจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตเนกัวคือระดับร้อยละ 1 เนื่องจาก



เจลลาติน มีคุณสมบัติในด้านความแข็งแรงของเจล (gel strength) และเพิ่มความหนืดซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเจลลาติน ในการทำหน้าที่เป็นสารพลาไโซโคลอยด์ เจลลาตินที่ให้ความแข็งแรงของเจลสูงมักจะให้ค่าความหนืดสูงด้วย (Rawdkuen, 2013) ทำให้เจลลาตินฟอร์มตัวได้เร็ว เจลลาตินที่ได้จึงมีลักษณะแข็งขึ้นเล็กน้อยและเนื้อสัมผัสที่ดี นอกจากนี้ ปริมาณเจลลาติน ที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลให้การขับน้ำออกจากเจลลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ($p < 0.05$) สำหรับความแข็งแรงของเจลเกิดจากการเชื่อมกันระหว่างพันธะเพปไทด์ประกอบกันเป็นสายพอลิเพปไทด์สายพอลิเพปไทด์จะมีการบิดเป็นเกลียววนซ้าย (left-handed-helix) โดยมีพันธะไฮโดรเจนเชื่อมอยู่ระหว่างกรดอะมิโนเพื่อทำให้โครงสร้างที่เป็นเกลียวเกิดความคงตัว ทำให้เกิดความแข็งแรงของเจล (Cho & Rhee 2004) นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณเจลลาตินมากกว่าร้อยละ 1 ส่งผลให้การขับน้ำออกจากเจลลดลง เนื่องจากกรดอะมิโนชนิดที่ชอบน้ำซึ่งเป็นองค์ประกอบในเจลลาติน จะทำหน้าที่ไปจับกับน้ำ ดังนั้นในโครงสร้างของเจลจะมีบางส่วนที่เป็นน้ำ ซึ่งน้ำจะถูกกักไว้ภายในโครงสร้างของเจล การขับน้ำออกจากเจลจึงลดลง (Somboon, 2012)

การเพิ่มปริมาณน้ำตาลในน้ำนมแพะ ส่งผลให้คะแนนการยอมรับด้านสีลดลง ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มปริมาณน้ำตาลทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non enzymatic browning reaction) ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) กับกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Pornchaloempong & Ratanapanon, n.d.) ส่งผลให้น้ำนมแพะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น แต่การเพิ่มปริมาณน้ำตาลระดับสูงที่ร้อยละ 15 ส่งผลให้ได้รับคะแนนด้านกลิ่นมากที่สุด เนื่องจากน้ำตาลช่วยลดกลิ่นคาวของน้ำนมแพะได้

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเจลลาตินโดยทดสอบค่าของแรงที่ใช้ในการตัดเจลลาตินพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเจลลาตินในส่วนผสมร้อยละ 1 สามารถอธิบายได้ว่า ตัวอย่างเจลลาตินที่ปราศจากเจลลาติน มีส่วนผสมหลักที่ประกอบด้วยน้ำเจลาติน และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวยายม่อม เมื่อสตาร์ชได้รับความร้อนจนเกิดการเจลลาตินในข้ออย่างสมบูรณ์ ทำให้โมเลกุลของสตาร์ชที่ประกอบด้วยอะมิโลสและอะมิโลเพคติน เกิดการกระจายกระจายออกมาซึ่งมีผลทำให้ ความหนืดลดลง และเมื่อปล่อยให้เย็นตัวลง กระบวนการเกิดรีโทรเกรดเซชันเกิดขึ้น โมเลกุลรูปร่างเกลียวสุ่มของอะมิโลส (random coil) จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันและจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจนเกิดเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเกลียวคู่ (double helices) (Eerligen & Delcour, 1995 as cited in Tongta, 2009) ทำให้โครงสร้างสามารถอุ้มน้ำและไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก ส่งผลให้มีความหนืดคงตัวมากขึ้น เกิดเป็นลักษณะคล้ายเจลเหนียวหรือผลึกและเมื่อระยะเวลาผ่านไปกระบวนการรีโทรเกรดเซชันเกิดมากขึ้น ส่งผลให้เกลียวคู่ที่เกิดขึ้นเกิดการจัดเรียงตัวกันในลักษณะที่โครงสร้างหนาแน่นและแข็งแรง ซึ่งได้เป็นผลึกที่แข็งแรง (Haralampu, 2000 as cited in Tongta, 2009) ในขณะที่ตัวอย่างเจลลาตินที่เพิ่มเจลลาตินในส่วนผสมร้อยละ 1 เจลเจลาติน มีความหนืดที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Somboon (2012) ซึ่งรายงานไว้ว่า เจลจากเจลลาตินจะมีความหนืดที่สูงขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของเจลลาตินเพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงสร้างของเจลลาตินมีทั้งหมู่อะมิโน ที่ชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ โดยในโครงสร้างพบไกลซีนในปริมาณมากที่สุดร้อยละ 33 ของกรดอะมิโนทั้งหมด พบโพรลีนร้อยละ 12 ซึ่งกรดอะมิโนดังกล่าวเป็นกรดอะมิโนที่ไม่ชอบน้ำ จึงมีบทบาทในการเกิดอันตรกิริยาร่วมกันระหว่างกับส่วนที่ไม่ชอบน้ำด้วยกัน โดยมีพันธะไฮโดรเจนเชื่อมอยู่ระหว่างกรดอะมิโนเพื่อทำให้เกิดโครงสร้างที่แข็งแรงส่วนกรดอะมิโนชนิดที่ชอบน้ำจะทำหน้าที่ไปจับกับน้ำ ดังนั้นในโครงสร้างของเจลจะมีบางส่วนที่เป็นน้ำ ซึ่งน้ำจะถูกกักไว้ภายในโครงสร้างของเจล ทำให้เจลเกิดความหนืดสูง (Glücksman, 1969) เมื่อการเพิ่มปริมาณเจลลาตินจะทำให้จำนวนหมู่อะมิโนเพิ่มขึ้น ค่าความหนืดสูงจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย



สรุป

จากการศึกษาการผลิตเจลลี่จากกล้วยโดยการเติมเจลาตินจากปลาในส่วนผสมเจลลี่ พบว่าการเพิ่มปริมาณเจลาตินในส่วนผสมเจลลี่จากร้อยละ 0-5 ส่งผลให้ค่าการซึบน้ำออกจากเจลลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ในขณะที่ปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 4.86-16.94 แสดงให้เห็นว่า เจลาตินมีคุณสมบัติช่วยในการอุ้มน้ำและกักเก็บน้ำภายในเจลของเจลลี่ ผลการทดลองทางประสาทสัมผัส ทั้ง 6 ด้าน พบว่าปริมาณเจลาตินที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเจลลี่ที่เติมเจลาตินปริมาณร้อยละ 1 ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดทุกด้าน เมื่อนำเจลลี่ที่ผลิตได้มาบรรจุในน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ พบว่าปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์เพื่อเพิ่มรสชาติของผลิตภัณฑ์ คือร้อยละ 12 ซึ่งได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมมากที่สุดคือ 7.68 ผลการทดสอบการยอมรับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน พบว่า ผลิตภัณฑ์เจลลี่ในน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์พร้อมบริโภคได้รับการยอมรับระดับมากที่สุด ร้อยละ 78 และสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 ± 1 องศาเซลเซียสได้นาน 8 วัน

ข้อเสนอแนะ

1. ผลิตภัณฑ์เจลลี่ในน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ มีอายุการเก็บรักษาเพียง 8 วัน จึงเหมาะต่อการผลิตและจัดจำหน่ายในจังหวัดใกล้เคียงเท่านั้น
2. การผลิตเพื่อจำหน่ายเชิงพาณิชย์ จะต้องปรับปรุงคุณลักษณะอื่นๆ เช่น คุณค่าทางโภชนาการ การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น จึงเป็นข้อศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

รายการอ้างอิง (Reference)

- Akesowan, A. (2000). Konjac jelly with orange juice: Production and sugar replacement with acesulfame-K. *Thai Food Journal*, 30(4), 274-282 refer in Ruengdech, A. (2010). *Alternative : Product development of chaokuai with jelly mushroom drink*. Bangkok; Rajamangala University of Technology Krungthep. (in Thai)
- AOAC. (2000). *Official Method of Analysis of AOAC International*. (17th ed.). Virginia: The Association of Official Analytical Chemists.
- BAM. (2001). *Bacteriological Analytical Manual - Chapter 3: Aerobic Plate Count*. Retrieved from <http://www.fda.gov.com>.
- BAM. (2002). *Bacteriological Analytical Manual - Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria*. Retrieved from <http://www.fda.gov.com>.
- Cho, S. Y., & Rhee, C. (2004). Mechanical properties and water vapor permeability of edible films made from fractionated soy proteins with ultrafiltration. *Lebensmittel - Wissenschaft und - Technologie*, 37, 833 - 839.
- Farrell Jr., H.M., Jimenez-Flores, R., Bleck, G.T., Brown, E.M., Butler, J.E., Creamer, L.K., ..., Swaisgood, H.E. (2004). Nomenclature of the proteins of cows' milk--sixth revision. *Journal of Dairy Science*, 87(6), 1641-1674.
- Glicksman, M. (1969). *Gum Technology in the Food Industry*. Academic Press, New York and London.



- Kamiński, S., Cieolińska, A. & Kostyra, E. (2007). Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. *Journal of Applied Genetics*, 48, 189-198.
- Montilla, A., Balcones, E., Olano, A., & Calvo, M. M. (1995). Influence of heat treatments on Whey protein denaturation and rennet clotting properties of cow, s and goat, s milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(7), 1908-1911. doi: 10.1021/jfoo055a028.
- Polangga, A., Rattanapiset, W., & Songsrirote, K. (2013). Antioxidant activities, and phenolic and flavonoid contents of extracts from *Mesona chinensis* and *Cissampelos pareira* L. *Journal of Science and Technology*, 33(3), 224-232.
- Pornchaloempong, P. and Ratanapanon, N. (n.d.). *Maillard Reaction*. Retrieved from http://www.Food_network_solution.com/wiki/word/0397/maillard-reaction. (in Thai)
- Rawdkuen, S. (2013). *Gelatin: Extraction and utilization*. Retrieved from http://www.Mfu.ac.th/school/agro_2012/events/482. (in Thai)
- Ruengdech, A. (2010). *Product Development of Chaokuai with Jelly Mushroom Drink*. Rajamangala University of Technology Krungthep. (in Thai)
- Somboon. N. (2012). *Properties of Agar and Fish Gelatin Mixed Gels*. Master thesis of Science on Program in Food Science and Nutrition, Pattani: Prince of Songkhla Univesity. (in Thai)
- Thai Agricultural Community and Food Standard. (TACFS 6006 – 2008). *Raw Goat Milk*. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. Available at <http://www.acfs.go.th/about.php>. (February 15, 2017)
- Thai Community Product Standards (TCPS 517/2005). *Chao Kuai*. Thai Industrial Standard Institute. Available http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps517_47.pdf. (January 12, 2017)
- Thai Industrial Standard. *Fresh Milk*. Thai Industrial Standard Institute. Available www.fio.co.th/p/tisi_fio/fulltext/TIS738-2547.pdf. (January 12, 2017)
- Thai Notification of the Ministry of Public Health. (2013). *Milk Products*. Ministry of Public Health. Available: www.rapat.or.th/images/column_1344938304. [February 8, 2017]
- Tongta, S. (2009). *Resistant Starch Properties from Rice Varieties for Functional Foods*. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology. (in Thai)