

ผลของการใช้ความร้อนและวัตถุเจือปนอาหาร ต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เจลาตตินในน้ำเชื่อม

Effects of Thermal Processing and Food Additive on Shelf Life of Grass Jelly in Syrup Product

ปิยะมาศ จานนอก^{1*} จันทนา สันต์ตพร้อม¹ เพลงพิน เพียรภูมิพงศ์¹,
นาฏชนก ปรางปรุ¹ กานต์สิริ พิพิชกุล¹ ณัฐณิชา ผิวลา¹ และ วิชชุดา กล้าเวช²
Piyamart Jannok^{1*}, Jantana Suntudprom¹,
Plengpin Pianpumepong¹, Nartchanok Prangpru¹,
Kansiri Phiphitkun¹, Natnicha Phiwla¹ and Wichuda Klawech²

Received: 24 January 2024

Revised: 9 March 2024

Accepted: 25 March 2024

บทคัดย่อ

ปัญหาวิจัยเกิดจากผู้ประกอบการธุรกิจขนาดเล็กประสบปัญหาผลิตภัณฑ์เจลาตตินในน้ำเชื่อม มีอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สั้นเพียง 7 วัน ส่งผลให้การขยายตลาดเป็นไปได้ยาก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ความร้อนและวัตถุเจือปนอาหารต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เจลาตตินในน้ำเชื่อม น้ำสกัดเจลาตตินถูกเตรียมจากหญ้าเจลาตตินแล้วแบ่งออกเป็น 7 ชุด เพื่อนำไปผลิตเจลาตตินตัวอย่างทดลอง ได้แก่ ชุดตัวอย่างควบคุม (Control) ชุดตัวอย่างที่เติมโซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบต 500 ppm ในน้ำเชื่อม (J500) ชุดตัวอย่างที่เติมโซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบต 500 ppm ในน้ำเชื่อม (S500) ชุดตัวอย่างที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 และ 3.5 ของน้ำเชื่อม (G2.5, G3.5) และชุดตัวอย่างที่ฆ่าเชื้อด้วยความร้อน 100 °C นาน 10 และ 20 นาที (H10, H20) เก็บรักษาชุดตัวอย่างทดลองที่อุณหภูมิ 4 °C นาน 28 วัน และทดสอบคุณภาพทุก 7 วัน ผลการทดลองพบว่า ทุกชุดตัวอย่างทดลองมีแนวโน้มค่าสี L* a* b* ค่า pH และค่า TSS

¹ สาขาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ประเทศไทย 30000

¹ Department of Postharvest and Processing Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology ISAN, Nakhon Ratchasima, Thailand 30000

² สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ประเทศไทย 30000

² Department of Applied Biology, Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology ISAN, Nakhon Ratchasima, Thailand 30000

* ผู้รับผิดชอบงาน (Corresponding author) e-mail: piyamart.ja@rmuti.ac.th

Research Article

Journal of Advanced Development in Engineering and Science

Vol. 14 • No. 39 • January - April 2024

ลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ในขณะที่ค่า a_w มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาแล้ว 7 วัน จากนั้นลดลงเมื่อเก็บรักษาแล้ว 21 และ 28 วัน ผลการประเมินค่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่เลียนแบบการเคี้ยวภายในปากของมนุษย์ด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) (ค่า Hardness Cohesiveness Springiness Adhesiveness Chewiness และ Gumminess) พบว่าค่า TPA ของทุกชุดตัวอย่างทดลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในวันที่ 0 ถึง 14 แล้วค่อยๆ ลดลง ในวันที่ 14 ถึง 28 เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านชีวภาพประกอบการประเมินอายุการเก็บรักษา โดยพิจารณาจากเกณฑ์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต้องไม่เกินมาตรฐาน มพข. 517/2547 พบว่า Control มีอายุการเก็บรักษาเพียง 7 วัน ในขณะที่ J500, S500, G2.5 และ H10 มีอายุการเก็บรักษา 14 วัน และชุดตัวอย่างทดลองที่มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดถึง 21 วัน ได้แก่ G3.5 และ H20 สรุปได้ว่าการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 3.5 ของเนื้อเจลาตินและกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์เจลาตินในน้ำเชื่อมที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 20 นาที ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเจลาตินในน้ำเชื่อมได้นานถึง 21 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C หรือนานกว่ากระบวนการแปรรูปแบบเดิมถึง 3 เท่า โดยอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่นานขึ้นนี้ ส่งผลต่อการขยายตลาดและช่วยให้ผู้ประกอบการธุรกิจขนาดเล็กมีรายได้เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: เจลาติน การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน วัตถุเจือปนอาหาร อายุการเก็บรักษา

ABSTRACT

The short shelf-life of the 7-day problem of grass jelly in syrup products has been seriously concerned by the small business operators who are the local food producers. Hence, this research was aimed to investigate the effects of thermal processing (pasteurization) and food additives on the shelf-life of grass jelly in syrup products. Grass jelly extracted solution was prepared from jelly grass and split into 7 portions and kept in fridge until usage for further treatments. These 7 portions were processed to achieve the 7 grass jelly samples of control, sodium benzoate and sodium sorbate added in grass jelly pulp at 500 ppm (J500), sodium benzoate and sodium sorbate added in syrup at 500 ppm (S500), glycerol added in grass jelly pulp at 2.5% (G2.5) and 3.5% (G3.5), and pasteurized at 100°C for 10 minutes (H10) and 20 minutes (H20). Later, samples were stored at 4 °C for 28 days with the interval of 7 days for quality assessments. The results revealed that every experimental sample sets showed reductions of L^* - a^* - b^* -values, pH, and TSS when stored for a long period of time while the a_w presented increasing after 7 days and gradually decreased after 21 and 28 days of storage, respectively. The texture profile analysis (TPA) (Hardness, cohesiveness, springiness, adhesiveness, chewiness, gumminess) were analyzed and the results showed that most of the experimental samples presented the increasing trends from day 0 to day 14 followed by gradually decreased from day 14 to day 28. Considering the microbial quantity criteria for shelf-life assessment, the total microbial

amount must not exceed than the standard of grass jelly products (Thai Industrial Standards Institute (157/2547)). This study observed that the control sample had a shelf-life of 7 days, while the J500, S500, G2.5, and H10 samples could be stored for up to 14 days. Furthermore, the G3.5 and H20 samples had the longest shelf-life at 4 °C of 21 days. To conclude, it could be suggested that applying the glycerol for 3.5% and thermal processing of pasteurizing grass jelly in syrup at 100°C for 20 minutes could extend shelf-life of the grass jelly in syrup product for up to 21 days at 4°C or 3 times longer when comparing with the traditional practice. These observations could assist the small business operators the valuable chance to expand the market as well as to enhance the profit.

Keywords: Grass Jelly; Pasteurization; Food Additive; Shelf-life

บทนำ

ผลิตภัณฑ์เจลาติน (Grass Jelly) ตามความหมายของ มพข. 517/2547 [1] หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำต้นเจลาตินที่ไม่มีส่วนเน่าเสียมาล้างให้สะอาด นำไปต้ม เคี้ยว กรอง นำของเหลวที่ได้มาผสมกับแป้งมันสำปะหลังหรือแป้งดัดแปร แล้วนำไปต้มอีกครั้ง โดยอาจเติมน้ำตาลด้วยก็ได้ บรรจุในภาชนะบรรจุขณะร้อน ทั้งไว้ให้จับตัวเป็นวุ้น นำมารับประทานเป็นของหวานและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ นิยมบริโภคในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศจีนและประเทศไทย จากรายงานการศึกษาวิจัยพบว่าต้นเจลาตินมีสารต้านอนุมูลอิสระ [2] มีเส้นใยที่ละลายน้ำได้ ช่วยแก้ร้อนในกระหายน้ำ นอกจากนี้แล้วยังช่วยขับเสมหะ แก้กลิ้นไส้ ลดไข้ ตัวร้อน ร้อนใน ลดอาการกล้ามเนื้ออักเสบ ลดอาการตับอักเสบ ลดอาการไขข้ออักเสบ ลดระดับน้ำตาลในเลือด เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ [3] ปัจจุบันคนส่วนใหญ่ไม่นิยมซื้อหญ้าเจลาตินมาต้มเอง นิยมซื้อผลิตภัณฑ์เจลาตินพร้อมบริโภคที่ขายตามท้องตลาด ทั้งแบบเจลาตินในน้ำเชื่อม นมสด หรือราดหน้าด้วยกะทิ บริโภคพร้อมน้ำแข็ง เป็นต้น ซึ่งผู้ค้าปลีกจะซื้อเจลาตินจากผู้ผลิตอีกต่อหนึ่ง

จากรายงานวิจัยศึกษาผลของอุณหภูมิในการให้ความร้อนต่อสมบัติบางประการและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เจลาตินพร้อมดื่มในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว (Retort Pouch) พบว่าผลิตภัณฑ์เจลาตินพร้อมดื่มในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัวทำการสเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 115 °C เป็นเวลา 52.30 นาที และ 121 °C เป็นเวลา 38.30 นาที สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เจลาตินได้ 4 เดือน โดยที่อุณหภูมิ 115 °C มีการยอมรับจากผู้บริโภคสูงกว่าที่อุณหภูมิ 121 °C [4]

การใช้กลีเซอรอลซึ่งเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่มีคุณสมบัติ คือเป็นสารเก็บความชื้น (Humectant) ช่วยป้องกันไม่ให้อาหารแห้งและช่วยลดค่า Water Activity ในอาหาร อีกทั้งยังเป็นสารให้ความหวาน (Sweetener) ที่ให้ค่าดัชนีไกลซีมิก (Glycemic Index) ต่ำกว่าน้ำตาลซูโครส ทำให้แบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จึงช่วยให้อาหารไม่เสื่อมเสีย วิธีการใช้จะใช้ตามที่กฎหมายกำหนด คือ ใส่ได้ตามความเหมาะสม แต่ต้องมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขมเมื่อเติมมากเกินไป จากรายงานวิจัยผลการศึกษาวัตถุกันเสียต่อประสิทธิภาพการยับยั้ง *Penicillium Citrinum* จากเส้นก๊วยเตี๋ยว พบว่าเบนโซเอตมีประสิทธิภาพใน

การยับยั้งต่ำกว่าซอร์เบต การใช้ซอร์เบตร่วมกับเบนโซเอต สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของราได้ดีขึ้น โดยใช้ซอร์เบต 600 ppm และเบนโซเอต 400 ppm สามารถยับยั้งสปอร์ของรา *Penicillium Citrinum* ที่ความเข้มข้น 5 log สปอร์ต่อมิลลิลิตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด [5] การใช้โซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบต สารกันเสีย 2 ชนิดนี้ เป็นวัตถุเจือปนอาหารที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียและราตามลำดับ วิธีการใช้จะใช้ผสมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโดยไม่เกินที่กฎหมายกำหนดเท่ากับ 1,000 ppm [6]

และจากการลงพื้นที่ศึกษาปัญหาการผลิตเนื้อกว๊ายของผู้ประกอบการเนื้อกว๊ายในน้ำเชื่อม ตราเพชรน้ำหนึ่ง อ.พิมาย จ.นครราชสีมา พบว่าผู้ประกอบการจะผลิตเนื้อกว๊ายเป็นล็อตใหญ่ ครั้งละ 100 กิโลกรัม ไม่ผลิตทุกวัน โดยผลิตตามออเดอร์ จำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อกว๊ายในน้ำเชื่อมทั้งแบบขายปลีกเองหน้าร้านและส่งขายไปยังผู้ค้าปลีกภายในอำเภอพิมายและอำเภอใกล้เคียง ผู้ประกอบการยังขาดองค์ความรู้ในการยืดอายุการเก็บรักษา ไม่สามารถส่งขายที่ไกลมากหรือขยายตลาดได้ จึงมีความต้องการเพิ่มอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อกว๊ายในน้ำเชื่อมจากเดิม 1 สัปดาห์ เป็น 2-4 สัปดาห์ เพื่อขยายตลาดให้กว้างขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษากระบวนการผลิตโดยละเอียดและได้วางแผนการทดลองวิจัยที่กระทบกระบวนการผลิต รสชาติ เนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์เดิมน้อยที่สุดและลงทุนน้อยที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการใช้ความร้อนที่ระดับ 100 °C และวัตถุเจือปนอาหารต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อกว๊ายในน้ำเชื่อมของผู้ประกอบการเนื้อกว๊ายเพชรน้ำหนึ่ง อ.พิมาย จ.นครราชสีมา ซึ่งเป็นผู้ประกอบการ Start up เพื่อให้เกิดความมั่นคงทางธุรกิจและขยายต่อยอดธุรกิจ องค์ความรู้งานวิจัยครั้งนี้สามารถถ่ายทอดเป็นประโยชน์แก่ผู้ประกอบการรายอื่นอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1) การเตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อกว๊ายในน้ำเชื่อม

เริ่มจากนำหมู่น้ำเนื้อกว๊าย 10 กิโลกรัม มาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วนำโซเดียมคาร์บอเนตหรือโซดาแอช (300 กรัม) ใส่ลงไปต้มกับหมู่น้ำเนื้อกว๊ายในน้ำบริโภค 130 กิโลกรัม ต้มเดือด 10 ชั่วโมง จากนั้นพักให้เย็น กรองเอาเฉพาะน้ำเนื้อกว๊าย แบ่งน้ำเนื้อกว๊ายใส่ถุงแช่เย็นถุงละ 10 กิโลกรัม นำน้ำเนื้อกว๊าย 10 กิโลกรัม จากตู้เย็น มาต้มเดือดแล้วเติมน้ำแบ่ง 2.3 กิโลกรัม (อัตราส่วน แป้งมันสำปะหลัง : น้ำเปล่า (กิโลกรัม) เท่ากับ 1.3 : 1) แล้วกวนตลอดเวลาจากนั้นต้มเดือดต่อจนครบ 10 นาที จนได้เนื้อกว๊ายข้นหนืด นำเนื้อกว๊ายข้นหนืดที่ได้เทลงถาด พักไว้ให้เย็นเพื่อให้เนื้อกว๊ายเซตตัว หั่นเนื้อกว๊ายเป็นชิ้นลูกเต๋า ขนาดประมาณ 5x5x5 เซนติเมตร คลุกน้ำตาล 500 กรัม บรรจุถุงพลาสติก PP ชนิดหนาขนาด 5x8 นิ้ว โดยใส่เนื้อกว๊ายหั่นชิ้น 80 กรัม ผสมน้ำเชื่อม 120 มิลลิลิตร (อัตราส่วน น้ำตาลทรายแดง : น้ำเปล่า (กิโลกรัม) เท่ากับ 1 : 2.25 นำไปต้ม 1 ชั่วโมง พักให้เย็น) ปิดผนึกถุงให้สนิท แช่เย็นที่อุณหภูมิ 3±1 °C ผลิตภัณฑ์เนื้อกว๊ายในน้ำเชื่อมที่ได้นี้ใช้เป็นชุดตัวอย่างควบคุม (Control)

ทำการออกแบบการทดลองจำนวน 7 ชุด ดังต่อไปนี้

1. ชุดตัวอย่างควบคุม (Control)
2. ชุดตัวอย่างที่เติมโซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบตในเนื้อกว๊าย (J500 ppm)

3. ชุดตัวอย่างที่เติมโซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบตในน้ำเชื่อม (S500 ppm)
4. ชุดตัวอย่างที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 ของเนื้อเฉาก้วย (G2.5)
5. ชุดตัวอย่างที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 3.5 ของเนื้อเฉาก้วย (G3.5)
6. ชุดตัวอย่างที่ใช้ความร้อนฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์เฉาก้วยในน้ำเชื่อม เป็นเวลา 10 นาที (H10)
7. ชุดตัวอย่างที่ใช้ความร้อนฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์เฉาก้วยในน้ำเชื่อม เป็นเวลา 20 นาที (H20)

1.1) การศึกษาผลของการเติมโซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบต

ทำการเติมโซเดียมเบนโซเอต 250 ppm และโซเดียมซอร์เบต 250 ppm (รวมเป็น 500 ppm) ในเนื้อเฉาก้วย (J500 ppm) โดยเติมในขั้นตอนที่ 6 ของแผนภาพกระบวนการผลิต หลังจากเติมน้ำแข็ง แล้วทำการกวนต่อจนครบ 10 นาที ส่วนชุดตัวอย่างที่เติมโซเดียมเบนโซเอต 250 ppm และโซเดียมซอร์เบต 250 ppm (รวมเป็น 500 ppm) ในน้ำเชื่อม (S500 ppm) จะเติมในขั้นตอนที่ 11 ของแผนภาพกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นขั้นตอนการเตรียมน้ำเชื่อม (Figure 1)

1.2) การศึกษาผลของการเติมกลีเซอรอล

ทำการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 และ 3.5 ของเนื้อเฉาก้วย (G2.5 และ G3.5) โดยชุดตัวอย่างที่เติมกลีเซอรอลในเนื้อเฉาก้วยนี้จะเติมในขั้นตอนที่ 10 ของแผนภาพกระบวนการผลิต (Figure 1) แทนการคลุกด้วยน้ำตาล

1.3) การศึกษาผลของการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์เฉาก้วยในน้ำเชื่อม

นำถุงบรรจุผลิตภัณฑ์เฉาก้วยในน้ำเชื่อมจากข้อ 1) ต้มในน้ำเดือด จับเวลาเมื่อน้ำได้อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 10 และ 20 นาที (H10 และ H20) โดยอุณหภูมิใจกลางผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 95-100 °C ตลอดระยะเวลาฆ่าเชื้อ เมื่อครบเวลาฆ่าเชื้อ นำมาแช่ในน้ำผสมน้ำแข็งให้เย็นทันที จนอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 4 °C จากนั้นนำไปแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 3±1 °C (Figure 1)

2) การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์เฉาก้วยในน้ำเชื่อม

2.1) วิเคราะห์ค่าสี $L^*a^*b^*$ ด้วยเครื่อง Colorimeter (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น MiniScan Ez 4500 ประเทศไทย) นำผลิตภัณฑ์เฉาก้วยในน้ำเชื่อม (1 ถุง ปริมาณ 200 กรัม) มาเทใส่ในเครื่องปั่น ปั่นเป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างเทใส่ในควอตซ์แล้วทำการตรวจวัดค่าสี อ่านค่าแล้วบันทึกผล

2.2) วิเคราะห์เนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture Profile Analyzer (TPA) (ยี่ห้อ Stable Micro Systems TA.XT plus C ประเทศสหรัฐอเมริกา) ใช้โหนดเซลล์ขนาด 50 กิโลกรัม ใช้หัวกดทรงกระบอก P/25 (DIA Cylinder Aluminum Probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร กดลงบนเนื้อเฉาก้วยจำนวน 2 ครั้ง เพื่อแทนการเคี้ยวของมนุษย์ ใช้ในการอธิบายลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเจล ความเร็วก่อนทดสอบ (Pre-Test Speed) 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหลังทดสอบ (Post-Test Speed) 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วในการทดสอบ (Test Speed) 1 มิลลิเมตรต่อวินาที แรงในการทดสอบ (Trigger Force) 5 กรัม กดลึกลงไป (Distance) 7.5 มิลลิเมตร เป็นเวลา (Time) 5 วินาที แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของค่าความแข็ง (Hardness) มีหน่วยเป็นกรัม (g) ความเหนียว (Adhesiveness) มีหน่วยเป็น กรัม.วินาที (g.sec) ความยืดหยุ่น (Springiness) การเกาะติด (Cohesiveness) ความเหนียวคล้ายยาง (Gumminess) การทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) อ่านค่าแล้ววิเคราะห์ผล

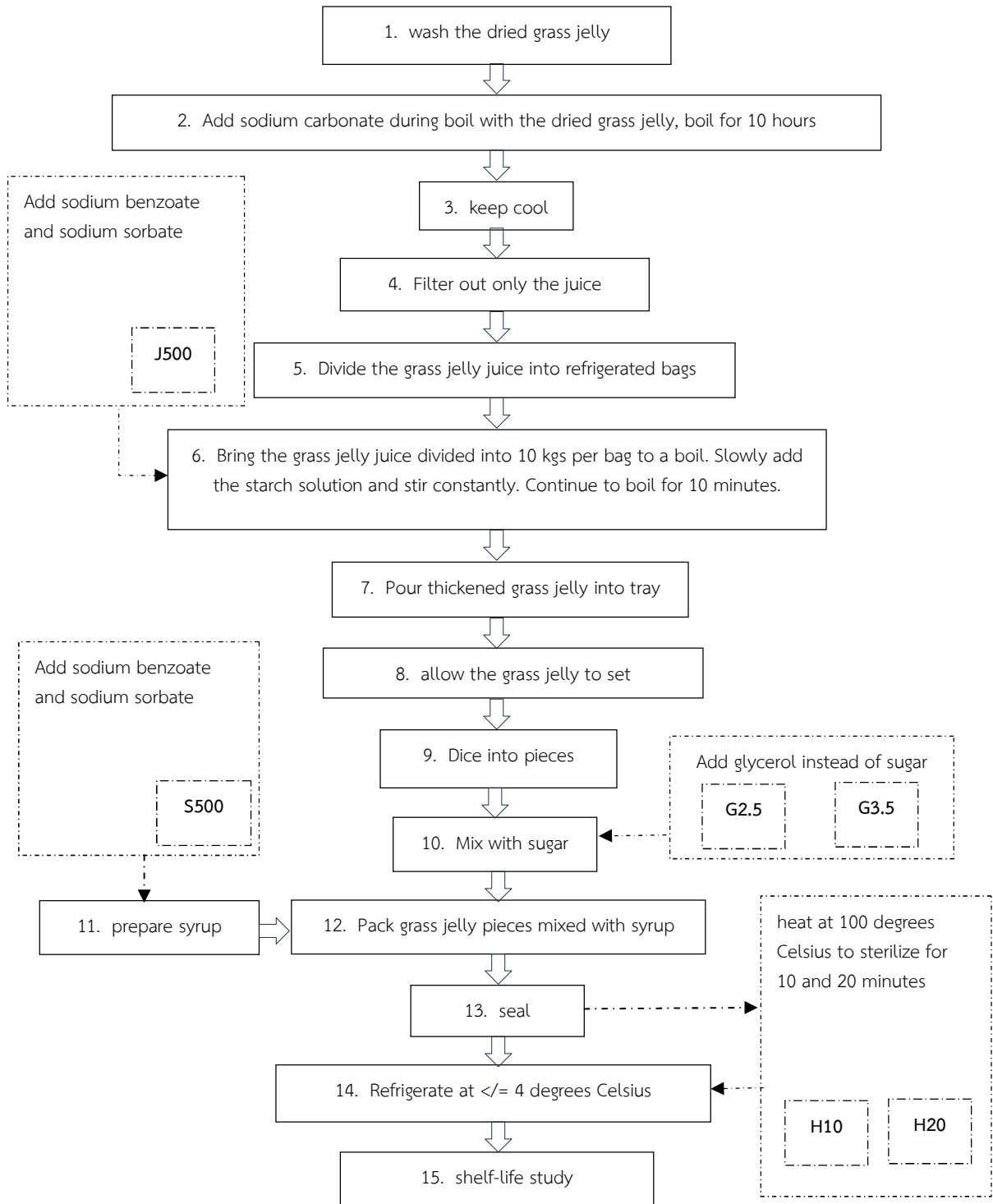


Figure 1 Research Diagram

2.3) วิเคราะห์ค่า Total Soluble Solid (TSS) ด้วยเครื่อง Digital Refractometer (ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 96801 ประเทศสหรัฐอเมริกา) นำน้ำเชื่อมที่ได้จากการกรองมาหยดลงเครื่องวัดค่า TSS อ่านค่าแล้วบันทึกผล

2.4) วิเคราะห์ค่า a_w ด้วยเครื่องวัดค่า Water Activity (ยี่ห้อ NADE รุ่น HD-3A ประเทศไทย) นำเนื้อเค้กที่ได้จากการกรองมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดเท่าๆ กัน ตักใส่ Box ปริมาณร้อยละ 60 ของ Box กลี่ยเนื้อเค้กให้เสมอรอบๆ กัน นำเข้าเครื่อง วัดค่า a_w อ่านค่าแล้วบันทึกผล

2.5) วิเคราะห์ ค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (ยี่ห้อ Eutech instruments รุ่น pH 700 ประเทศไทย) นำผลิตภัณฑ์เค้กในน้ำเชื่อม (1 ถ้วย ปริมาณ 200 กรัม) มาเทใส่ในเครื่องปั่น ปั่นเป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างเทใส่ในบีกเกอร์แล้วทำการตรวจวัดค่า pH อ่านค่าแล้วบันทึกผล

2.6) วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ด้วยวิธี BAM, 2001 [7]

2.7) วิเคราะห์ปริมาณเชื้อยีสต์และรา ด้วยวิธี BAM, 2001 [8]

3) การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์หาความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีเปรียบเทียบเชิงพหุคูณแบบ DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

ผลการวิจัย

1) การศึกษาผลของการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ค่า L^* a^* b^* ของผลิตภัณฑ์เค้กในน้ำเชื่อมระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C พบว่า ทุกชุดตัวอย่างทดลองมีสีที่ปรากฏเป็นสีดำ เมื่อพิจารณาตามค่าสีในระบบ L^* a^* b^* เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีค่าสี L^* แสดงค่าความเป็นสีดำชัดเจน แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ค่าสี L^* มีแนวโน้มลดลง เช่นเดียวกับ ค่าสี a^* และ b^* โดยทุกชุดตัวอย่างทดลองมีสีที่ปรากฏเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนเหลือง (Table 1) การเปลี่ยนแปลงค่าสี ค่า pH และ ค่า TSS สอดคล้องกับงานวิจัยของแดนชัยและคณะ (2562) [4] กล่าวคือ สีดำที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีสารบางชนิด เช่น แทนนิน ทำปฏิกิริยากับน้ำตาลแล้วทำให้เกิดสารละลายสีดำ การหมักเชื้อที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดเทอร์โมไลซิสและการเกิดพอลิเมอร์ไฮดรอกซีของโมเลกุลน้ำตาล ซึ่งเกิดเป็นเม็ดสีน้ำตาล น้ำตาลถูกย่อยเป็นกรดน้ำตาลส่งผลให้ค่า pH ต่ำลง และการเปลี่ยนแปลงค่าสีระหว่างการเก็บรักษาเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์ (non enzymatic browning reaction) ขึ้นระหว่างเก็บรักษา การเพิ่มขึ้นของสีน้ำตาลสอดคล้องกับการลดลงของค่า pH และ TSS เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์ แบบ Maillard reaction และน้ำเชื่อมเกิดการ caramellization นอกจากนี้ปฏิกิริยาออกซิเดชันของแทนนินซึ่งสกัดร่วมกับพอลิฟีนอลอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดสีน้ำตาลอีกด้วย [9]

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กในน้ำเชื่อม (เนื้อเค้ก) ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน แสดงดัง (Table 2) สรุปได้ว่า ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสในทุกด้านมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยค่า Hardness Chewiness เพิ่มขึ้นในวันที่ 0-14 เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังทำให้เกิดเจลในระบบคอลลอยด์คือ กักน้ำตาลและน้ำรวมถึงส่วนผสมอื่นจึงส่งผลต่อความแน่นเนื้อและค่าการทนต่อการเคี้ยว[10] ค่า

Gumminess ของผลิตภัณฑ์เจลาตวียในน้ำเชื่อม โดยค่า Gumminess ยิ่งมาก จะแสดงถึงเจลมีความเหนียวมากจึงต้องใช้พลังงานในการเคี้ยวมาก เพื่อให้เนื้อเจลาตวียแตกตัวออกและสามารถกลืนได้ [11] ค่า Adhesiveness Springiness Cohesiveness จะพบว่าค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จึงมีการยึดเกาะติดกันมากขึ้น ในวันที่ 0-14 และลดลงในวันที่ 28 จึงสอดคล้องกับค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

Table 1 L* a* b* values of Grass Jelly in Syrup Products during 28 days storage

Treatments	Storage Time (days)				
	0	7	14	21	28
L*					
Control	8.42±0.20 ^{ens}	6.28±0.13 ^{dC}	4.14±0.06 ^{cD}	3.25±0.08 ^{bC}	2.36±0.10 ^{aB}
J500	7.66±0.81 ^{cns}	4.93±0.43 ^{bAB}	2.19±0.14 ^{aAB}	2.46±0.09 ^{aAB}	2.71±0.05 ^{aD}
S500	8.16±0.68 ^{cns}	5.57±0.44 ^{bB}	2.98±0.20 ^{aC}	3.08±0.06 ^{aC}	3.19±0.26 ^{aE}
G2.5	7.70±0.76 ^{cns}	5.14±0.44 ^{bAB}	2.58±0.14 ^{aBC}	2.59±0.13 ^{aB}	2.61±0.12 ^{aCD}
G3.5	7.55±0.68 ^{cns}	5.13±0.53 ^{bAB}	2.71±0.42 ^{aC}	2.60±0.27 ^{aB}	2.48±0.14 ^{aBC}
H10	7.51±0.61 ^{dns}	5.24±0.28 ^{cAB}	2.96±0.29 ^{bC}	2.49±0.15 ^{abAB}	2.02±0.02 ^{aA}
H20	7.35±0.71 ^{cns}	4.76±0.34 ^{bAB}	2.17±0.06 ^{aA}	2.29±0.03 ^{aA}	2.41±0.07 ^{aB}
a*					
Control	2.82±0.15 ^{dns}	2.12±0.08 ^{cns}	1.41±0.01 ^{bAB}	1.33±0.04 ^{abA}	1.24±0.08 ^{aA}
J500	2.28±0.71 ^{bns}	1.87±0.29 ^{abns}	1.46±0.13 ^{aAB}	1.39±0.07 ^{aA}	1.31±0.05 ^{aA}
S500	2.62±0.49 ^{cns}	2.10±0.28 ^{bns}	1.57±0.10 ^{aBCD}	1.58±0.06 ^{aB}	1.59±0.01 ^{aB}
G2.5	2.34±0.63 ^{bns}	1.85±0.34 ^{abns}	1.35±0.06 ^{aA}	1.59±0.08 ^{aB}	1.82±0.10 ^{abC}
G3.5	2.10±0.64 ^{ans}	1.87±0.31 ^{ans}	1.65±0.07 ^{aCD}	1.61±0.06 ^{aB}	1.56±0.07 ^{aB}
H10	2.18±0.44 ^{bns}	1.94±0.26 ^{abns}	1.69±0.13 ^{aD}	1.73±0.03 ^{abC}	1.77±0.14 ^{abC}
H20	2.10±0.54 ^{bns}	1.81±0.25 ^{abns}	1.52±0.04 ^{aAB}	1.66±0.08 ^{abBC}	1.79±0.13 ^{abC}
b*					
Control	10.19±0.11 ^{ens}	6.41±0.07 ^{dB}	2.62±0.07 ^{cC}	2.34±0.06 ^{bB}	2.05±0.05 ^{aB}
J500	10.13±0.28 ^{dns}	6.20±0.14 ^{cdA}	2.26±0.03 ^{cA}	2.07±0.05 ^{baA}	1.87±0.13 ^{aA}
S500	10.33±0.15 ^{cns}	6.46±0.06 ^{bB}	2.59±0.05 ^{aC}	2.59±0.06 ^{aC}	2.60±0.07 ^{aDE}
G2.5	10.19±0.31 ^{dns}	6.28±0.11 ^{cAB}	2.37±0.11 ^{aAB}	2.55±0.09 ^{abC}	2.71±0.07 ^{bEF}
G3.5	9.96±0.26 ^{cns}	6.30±0.11 ^{bAB}	2.64±0.20 ^{aC}	2.53±0.16 ^{aC}	2.41±0.12 ^{aC}
H10	9.99±0.06 ^{cns}	6.43±0.07 ^{bB}	2.86±0.16 ^{aD}	2.85±0.07 ^{aD}	2.84±0.04 ^{aF}
H20	10.13±0.31 ^{cns}	6.31±0.11 ^{bAB}	2.48±0.09 ^{aBC}	2.52±0.09 ^{aC}	2.55±0.11 ^{aCD}

Note: Letters ^{a-e} in the same row and ^{A-F} in the same column differ statistically significantly ($p < 0.05$) in storage time and treatment, respectively. ^{ns} indicates no statistically significant difference.

Research Article
Journal of Advanced Development in Engineering and Science
Vol. 14 • No. 39 • January - April 2024

Table 2 Texture values of Grass Jelly Products during 28 days storage

Treatments	Storage Time (days)		
	0	14	28
Hardness (g)			
Control	278.99±82.72 ^{aAB}	773.56±30.38 ^{bAB}	1017.56±70.10 ^{cBC}
J500	441.70±228.98 ^{aAB}	793.37±211.80 ^{aAB}	635.55±105.42 ^{aA}
S500	634.27±13.30 ^{aB}	894.28±356.17 ^{aAB}	465.21±60.75 ^{aA}
G2.5	555.48±110.84 ^{aAB}	728.96±62.81 ^{aAB}	1181.27±103.51 ^{bC}
G3.5	543.99±282.36 ^{aAB}	1021.92±313.79 ^{aB}	968.28±33.01 ^{aB}
H10	546.18±2.65 ^{bAB}	450.18±26.41 ^{aA}	616.92±7.19 ^{cA}
H20	249.04±58.19 ^{aA}	1036.64±97.46 ^{bB}	883.84±94.90 ^{bB}
Adhesiveness (g.sec)			
Control	-5.81±3.30 ^{aB}	-1.54±2.43 ^{ans}	-48.28±27.95 ^{aA}
J500	-21.67± 26.07 ^{aAB}	-3.10± 2.77 ^{ans}	-10.83± 3.81 ^{aB}
S500	-38.70± 17.15 ^{aA}	-23.31± 30.85 ^{ans}	-8.66± 1.52 ^{aB}
G2.5	-17.97±3.43 ^{aAB}	-3.55±3.63 ^{bns}	-7.99±4.62 ^{abB}
G3.5	-12.73±6.36 ^{aAB}	-20.11±7.58 ^{ans}	-14.50±2.20 ^{aB}
H10	-13.89±3.99 ^{aAB}	-2.42±2.72 ^{bns}	-2.42±3.05 ^{abB}
H20	-5.60±0.00 ^{aB}	-16.46±11.32 ^{ans}	-3.95±2.70 ^{aB}
Springiness			
Control	0.14±0.02 ^{aA}	88.78±5.98 ^{bAB}	0.96±0.04 ^{ans}
J500	0.18±0.01 ^{aB}	90.12±9.09 ^{bAB}	0.96±0.00 ^{ans}
S500	0.15±0.00 ^{aAB}	95.91±1.27 ^{bB}	0.90±0.86 ^{ans}
G2.5	0.14±0.01 ^{aA}	78.07±0.05 ^{cA}	0.97±0.03 ^{bns}
G3.5	0.14±0.01 ^{aA}	90.18±0.89 ^{bAB}	0.91±0.09 ^{ans}
H10	0.14±0.00 ^{aA}	84.16±7.63 ^{bAB}	0.89±0.12 ^{ans}
H20	0.16±0.00 ^{aAB}	90.28±0.85 ^{bAB}	0.97±0.03 ^{ans}

Note: Letters ^{a-e} in the same row and ^{A-F} in the same column differ statistically significantly (p<0.05) in storage time and treatment, respectively. ^{ns} indicates no statistically significant difference.

Research Article
Journal of Advanced Development in Engineering and Science
Vol. 14 • No. 39 • January - April 2024

Table 2 Texture values of Grass Jelly Products during 28 days storage (Continue)

Treatments	Storage Time (days)		
	0	14	28
Cohesiveness			
Control	0.16±0.00 ^{aA}	0.74±0.06 ^{bnS}	0.71±0.00 ^{bAB}
J500	0.21±0.01 ^{aB}	0.77±0.06 ^{bnS}	0.80±0.02 ^{bB}
S500	0.16±0.02 ^{aA}	0.72±0.05 ^{bnS}	0.75±0.00 ^{bAB}
G2.5	0.15±0.01 ^{aA}	0.73±0.02 ^{bnS}	0.71±0.07 ^{bAB}
G3.5	0.16±0.01 ^{aA}	0.70±0.05 ^{cnS}	0.61±0.01 ^{bA}
H10	0.17±0.00 ^{aA}	0.78±0.00 ^{bnS}	0.75±0.00 ^{Bb}
H20	0.16±0.03 ^{aA}	0.71±0.09 ^{bnS}	0.73±0.08 ^{bAB}
Gumminess			
Control	43.65±13.61 ^{ans}	567.89±26.12 ^{bAB}	717.93±52.52 ^{cCD}
J500	90.42±49.61 ^{ans}	600.01±115.98 ^{bAB}	502.15±67.93 ^{bAB}
S500	101.61±14.73 ^{ans}	631.43±208.25 ^{bAB}	346.73±44.61 ^{bA}
G2.5	81.96±12.64 ^{ans}	532.11±57.75 ^{bAB}	844.67±154.37 ^{cD}
G3.5	81.59±38.13 ^{ans}	705.92±172.69 ^{bB}	589.91±28.48 ^{bBC}
H10	88.68±1.96 ^{ans}	351.58±20.67 ^{bA}	463.71±64.40 ^{bAB}
H20	39.15±16.87 ^{ans}	728.40±23.65 ^{cB}	641.31±2.81 ^{bBC}
Chewiness			
Control	6.30±2.60 ^{ans}	503.40±10.76 ^{bAB}	687.63±77.60 ^{cD}
J500	15.86±8.19 ^{ans}	535.42±50.00 ^{bAB}	483.79±65.92 ^{bABC}
S500	14.86±2.29 ^{ans}	606.89±207.74 ^{bB}	310.38±61.46 ^{bA}
G2.5	11.74±2.99 ^{ans}	415.37±44.83 ^{bAB}	812.79±123.13 ^{bE}
G3.5	11.21±4.30 ^{ans}	637.37±162.05 ^{bB}	534.41±77.67 ^{bBCD}
H10	11.77±0.20 ^{ans}	295.08±9.42 ^{bA}	406.48±1.97 ^{cAB}
H20	6.18±2.85 ^{ans}	657.70±27.53 ^{bB}	618.09±22.94 ^{bCD}

Note: Letters ^{a-e} in the same row and ^{A-F} in the same column differ statistically significantly (p<0.05) in storage time and treatment, respectively. ^{ns} indicates no statistically significant difference.

Table 3 Total soluble solid values (°Brix) of Syrup in Products during 28 days storage

Treatments	Storage Time (days)				
	0	7	14	21	28
Control	34.37±0.12 ^{cns}	22.67±0.02 ^{bcd}	22.70±0.10 ^{bB}	22.62±0.08 ^{bcD}	22.53±0.06 ^{aC}
J500	34.37±0.12 ^{dns}	21.90±0.05 ^{cA}	22.00±0.10 ^{cA}	21.68±0.10 ^{bA}	21.37±0.12 ^{aA}
S500	34.37±0.12 ^{dns}	22.30±0.02 ^{aC}	22.67±0.06 ^{cB}	22.50±0.00 ^{cCD}	22.33±0.06 ^{aC}
G2.5	34.37±0.12 ^{bns}	22.10±0.09 ^{aB}	22.17±0.15 ^{aA}	22.23±0.26 ^{bAB}	22.30±0.40 ^{aC}
G3.5	34.37±0.12 ^{ens}	22.57±0.03 ^{cD}	22.77±0.15 ^{dB}	21.37±0.08 ^{bBC}	21.97±0.06 ^{aB}
H10	34.37±0.12 ^{cns}	23.40±0.09 ^{bcF}	23.50±0.20 ^{bC}	23.30±0.17 ^{bcE}	23.10±0.20 ^{aD}
H20	34.37±0.12 ^{dns}	23.09±0.08 ^{aE}	23.57±0.06 ^{bC}	23.33±0.03 ^{CE}	23.10±0.00 ^{aD}

Note: Letters ^{a-e} in the same row and ^{A-F} in the same column differ statistically significantly (p<0.05) in storage time and treatment, respectively. ^{ns} indicates no statistically significant difference.

Table 4 Water activity values of Grass Jelly Products during 28 days storage

Treatments	Storage Time (days)				
	0	7	14	21	28
Control	0.83±0.01 ^{aA}	0.90±0.01 ^{bB}	0.97±0.01 ^{cA}	0.96±0.01 ^{cA}	0.95±0.01 ^{cA}
J500	0.84±0.01 ^{aAB}	0.99±0.01 ^{bB}	0.99±0.00 ^{dB}	0.98±0.00 ^c	0.98±0.00 ^{cc}
S500	0.83±0.01 ^{aA}	0.99±0.01 ^{bB}	0.99±0.00 ^{dB}	0.97±0.00 ^{cdB}	0.97±0.00 ^{cBC}
G2.5	0.85±0.01 ^{aBC}	0.90±0.01 ^{bB}	0.99±0.00 ^{cB}	0.98±0.00 ^{cB}	0.97±0.00 ^{cBC}
G3.5	0.86±0.00 ^{aC}	0.85±0.01 ^{aA}	0.99±0.00 ^{cB}	0.98±0.00 ^{bcB}	0.97±0.00 ^{bBC}
H10	0.86±0.00 ^{aC}	0.97±0.03 ^{bc}	0.99±0.00 ^{cAB}	0.98±0.00 ^{bcB}	0.97±0.01 ^{bAB}
H20	0.86±0.00 ^{aC}	0.99±0.01 ^{cC}	0.98±0.01 ^{bcAB}	0.97±0.01 ^{bcB}	0.97±0.01 ^{bBC}

Note: Letters ^{a-e} in the same row and ^{A-F} in the same column differ statistically significantly (p<0.05) in storage time and treatment, respectively. ^{ns} indicates no statistically significant difference.

Table 5 pH values of Grass Jelly in Syrup Products during 28 days storage

Treatments	Storage Time (days)				
	0	7	14	21	28
Control	8.50±0.11 ^{cns}	8.50±0.08 ^{bb}	8.49±0.09 ^{aBC}	8.29±0.05 ^{aD}	8.09±0.02 ^{aB}
J500	8.46±0.04 ^{ens}	8.35±0.01 ^{dA}	8.25±0.03 ^{CA}	8.17±0.01 ^{bc}	8.10±0.01 ^{aB}
S500	8.47±0.03 ^{ens}	8.38±0.04 ^{dA}	8.30±0.06 ^{CA}	7.79±0.05 ^{bA}	7.28±0.05 ^{aA}
G2.5	8.54±0.03 ^{cns}	8.52±0.01 ^{CB}	8.48±0.05 ^{cBC}	7.93±0.02 ^{BB}	7.37±0.06 ^{aA}
G3.5	8.43±0.06 ^{a,bns}	8.49±0.05 ^{bb}	8.54±0.06 ^{bc}	8.43±0.04 ^{abEF}	8.32±0.09 ^{aC}
H10	8.51±0.03 ^{ans}	8.50±0.01 ^{aB}	8.48±0.01 ^{aBC}	8.50±0.10 ^{aF}	8.54±0.19 ^{aD}
H20	8.43±0.13 ^{ans}	8.44±0.07 ^{aAB}	8.44±0.04 ^{aB}	8.39±0.03 ^{aE}	8.34±0.03 ^{aC}

Note: Letters ^{a-e} in the same row and ^{A-F} in the same column differ statistically significantly ($p < 0.05$) in storage time and treatment, respectively. ^{ns} indicates no statistically significant difference.

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของน้ำเชื่อมจากผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยในน้ำเชื่อมระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C (Table 3) พบว่าทุกชุดตัวอย่างทดลองเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีค่า TSS เฉลี่ยเท่ากับ 34.37 °Brix เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 7 วัน ค่า TSS ของทุกชุดตัวอย่างทดลองมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนแล้วค่อยๆลดลงเมื่อเก็บรักษาผ่านไป 14-28 วัน โดยค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาเฉลี่ยเท่ากับ 21.37-23.10 °Brix ทั้งนี้ค่า TSS ที่เปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดจากกระบวนการออสโมซิสในวันที่ 0-14 จากนั้นจึงเข้าสู่สภาวะสมดุล

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยในน้ำเชื่อม (เนื้อเฉาก๊วย) ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C (Table 4) พบว่าทุกชุดตัวอย่างทดลองเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีค่าปริมาณน้ำอิสระเฉลี่ยเท่ากับ 0.83-0.86 เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 7-14 วัน ค่าปริมาณน้ำอิสระของทุกชุดตัวอย่างทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แล้วค่อยๆ ลดลงเมื่อเก็บรักษาผ่านไป 21-28 วัน โดยค่าปริมาณน้ำอิสระในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาเฉลี่ยเท่ากับ 0.95-0.98 เนื่องจากช่วงวันที่ 0-14 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เกิดจากการออสโมซิสของน้ำเชื่อมเข้าไปในเนื้อเฉาก๊วยทำให้ปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น นอกจากนี้พอการออสโมซิสเข้าสู่จุดสมดุลจึงทำให้ปริมาณน้ำอิสระลดลงและสอดคล้องกับค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยในน้ำเชื่อมระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C แสดงดังตารางที่ (Table 5) พบว่าทุกชุดตัวอย่างทดลองเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 8.43-8.54 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยในน้ำเชื่อมมีความเป็นด่าง เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 28 วัน ค่า pH ของทุกชุดตัวอย่างทดลองมีแนวโน้มค่อยๆ ลดลง โดยค่า pH ในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา เฉลี่ยเท่ากับ 8.09-8.54 การที่ผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยในน้ำเชื่อมมีค่าความเป็นด่างเนื่องจากสารส่วนใหญ่ที่พบในลำต้นเฉาก๊วยเมื่อละลายน้ำแล้วทำให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นด่าง นอกจากนั้นการเติมสารเพิ่มความข้นหนืด เช่น โซเดียมคาร์บอเนตในขั้นตอนการสกัดน้ำเฉาก๊วยยิ่งจะช่วยให้เฉาก๊วยมีสีดำนเข้มมากขึ้น [12] นอกจากนี้การลดลงของค่า pH ยังสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์

2) การศึกษาผลของการวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เน้ก๊วยในน้ำเชื่อมระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C (Table 6) พบว่าวันที่ 0 ทุกชุดตัวอย่างทดสอบไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา แต่ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา มีการเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยชุดตัวอย่าง H2O และ G3.5 พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา อยู่ในเกณฑ์ มผช. 517/2547 กำหนดนานถึง 21 วัน ในขณะที่รายงานวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาลเพื่อสุขภาพ: เน้ก๊วยในน้ำนมแพะพร้อมบริโภคน [13] สามารถเก็บรักษาได้ 8 วัน อุณหภูมิ 5±1 °C โดย ทั้งหมด ยีสต์และรา และอีโคไล ยังอยู่ในเกณฑ์ มอก.738/2547 กำหนด [14] นอกจากนี้ งานวิจัยที่ศึกษาคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของน้ำเน้ก๊วยพร้อมดื่มในบรรจุภัณฑ์อ่อน [4] พบว่าการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์ด้วยเครื่อง retort ที่อุณหภูมิ 115 °C เป็นเวลา 52.30 นาที และ 121 °C เป็นเวลา 38.30 นาที พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โคลิฟอร์ม อีโคไล และคลอสตริเดียม โบทูลินัม ไม่เกินมาตรฐานกำหนด [15] สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เน้ก๊วยได้ 4 เดือน

Table 6 Total microorganisms and Yeast/Mold of Grass Jelly in Syrup Products during 28 days storage

Treatments	Storage Time (days)				
	0	7	14	21	28
Total microorganisms (CFU/g)					
Control	ND	2.5×10^2	1.2×10^4	1.0×10^6	9.1×10^7
J500	ND	3.4×10^2	0.3×10^3	1.0×10^5	2.8×10^6
S500	ND	1.1×10^2	0.2×10^3	1.0×10^5	$> 10^6$
G2.5	ND	1.2×10^2	1.1×10^3	1.0×10^5	$> 10^6$
G3.5	ND	45	5.6×10^2	1.0×10^4	9.1×10^7
H10	ND	1.4×10^2	1.0×10^4	1.0×10^6	1.2×10^7
H20	ND	10	1.0×10^3	1.0×10^4	3.5×10^6
Yeast and Mold (CFU/g)					
Control	ND	56	98	163	227
J500	ND	66	120	222	285
S500	ND	45	115	201	272
G2.5	ND	33	88	106	125
G3.5	ND	<10	31	97	118
H10	ND	23	104	154	215
H20	ND	<10	44	91	113

*ND : Not Detected

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาทดลองผลิตภัณฑ์เนกัวในน้ำเชื่อมทั้ง 7 ชุดตัวอย่างทดลอง สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์เนกัวในน้ำเชื่อมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภค กรรมวิธีการผลิตที่ใช้อุณหภูมิในระดับพาสเจอร์ไรซ์จะสามารถทำลายPathogenได้ แต่ยังคงมีจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์หลงเหลืออยู่จึงต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิเย็น กล่าวคือการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นระยะเวลา 10 และ 20 นาที เป็นการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียหรือฆ่าจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น แบคทีเรีย ยีสต์รา และเชื้อโรคต่างๆแต่ยังไม่สามารถทำลายสปอร์ของแบคทีเรีย ดังนั้นจึงต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำเพื่อยับยั้งการงอกของสปอร์ แต่จุลินทรีย์ที่ยังคงมีอยู่จากความร้อนเมื่อได้รับอาหารจากน้ำเชื่อมระหว่างการเก็บรักษาจึงยังคงเจริญเติบโตได้ดังข้อมูลใน Table 6 ทั้งนี้ระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่นานขึ้นมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ดีกว่าและปริมาณการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 3.5 เป็นปริมาณที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าเติมกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 และไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสขาคิคม

การเติมสารกันเสียโซเดียมเบนโซเอต 250 ppm และโซเดียมซอร์เบต 250 ppm รวมเป็น 500 ppm ในเนื้อเนกัวและในน้ำเชื่อม โซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบตเป็นวัตถุกันเสียที่นิยมใช้ในรูปของเกลือในผลิตภัณฑ์จากผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากแป้งด้วย วัตถุกันเสียทั้ง 2 นี้จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เมื่ออยู่ในสภาพที่ไม่แตกตัว [16] กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์นั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสัณฐานวิทยา องค์ประกอบและหน้าที่การทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้ความสามารถในการซึมผ่านของสารต่างๆเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งขัดขวางการดูดซึมธาตุอาหารเข้าสู่เซลล์ นอกจากนี้การแตกตัวของกรดภายในเซลล์ทำให้เอนไซม์ที่สำคัญต่อการอยู่รอดสูญเสียกิจกรรมไป [17] ทั้งนี้ปริมาณการเติมสารกันเสียโซเดียมเบนโซเอต 250 ppm และโซเดียมซอร์เบต 250 ppm รวมกันเป็น 500 ppm ในเนื้อเนกัวและในน้ำเชื่อมมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ การเติมสารกันเสียทั้งสองชนิดนี้มากกว่า 500 ppm ทำให้เนื้อเนกัวไม่จับตัวเป็นก้อนเจล

เมื่อพิจารณาคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพและเคมี พบว่าทุกชุดตัวอย่างทดลองยังคงมีคุณลักษณะที่ดีใกล้เคียงกับชุดตัวอย่างควบคุมตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 28 วัน เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านชีวภาพของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมถึงยีสต์และราเป็นสำคัญ อ้างอิงมาตรฐาน มพช. 517/2547 กำหนด คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม พบว่า อายุการเก็บรักษาของชุดตัวอย่างควบคุม (Control) มีอายุการเก็บรักษาเพียง 7 วัน ในขณะที่ชุดตัวอย่างทดลองที่ฆ่าเชื้อด้วยความร้อน 10 นาที (H10) ชุดตัวอย่างทดลองที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 (G2.5) ชุดตัวอย่างทดลองที่เติมโซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบต 500 ppm ในน้ำเชื่อม (S500) และชุดตัวอย่างทดลองที่เติมโซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบต 500 ppm ในเนื้อเนกัว (J500) มีอายุการเก็บรักษา 14 วัน และชุดตัวอย่างทดลองที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน 20 นาที (H20) และชุดตัวอย่างทดลองที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 3.5 (G3.5) มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดถึง 21 วัน

การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อและการเติมวัตถุเจือปนอาหารด้วยสารกันเสีย (โซเดียมเบนโซเอตและโซเดียมซอร์เบต) และกลีเซอรอล ทั้ง 3 กระบวนการที่กล่าวมานั้น สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนกัวในน้ำเชื่อมได้ แต่กระบวนการที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดคือการใช้ความร้อน 100 °C เป็นเวลา 20

นาที (H2O) และการเติมกลีเซอรอลร้อยละ 3.5 (G3.5) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เหากัวยในน้ำเชื่อมได้ 21 วัน ประกอบกับเมื่อพิจารณาจากต้นทุนผลิตภัณฑ์ของเหากัวยชุดควบคุม (Control) เปรียบเทียบกับชุดตัวอย่างทดลองต่างๆ พบว่าชุดตัวอย่าง G2.5 และ G3.5 มีต้นทุนลดลงร้อยละ 2.36 ส่วนชุดตัวอย่าง S500 และ J500 มีต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.89 ชุดตัวอย่าง H10 และ H20 มีต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.01

จึงได้ขยายผลงานวิจัยสู่ผู้ประกอบการ พบว่าผู้ประกอบการเลือกใช้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 20 นาที (H2O) เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ไม่ต้องการใช้สารเคมี ไม่ต้องคำนวณปริมาณการใช้สารเคมียุ่งยากและต้นทุนต่อถุงเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 5.01 คิดเป็น 0.17 บาท เท่านั้น อีกทั้งยังสามารถขยายตลาดได้เพิ่มขึ้น 3 เท่า จาก 7 วัน เป็น 21 วันอีกด้วย และยืนยันด้วยการนำผลิตภัณฑ์เหากัวยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการใช้ความร้อนน้ำเดือดเป็นเวลา 20 นาที ไปตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภค ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 9 นครราชสีมา เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2566 และผลการตรวจสอบพบว่าผลิตภัณฑ์ไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. และ พบเชื้อ *Staphylococcus aureas*, *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* น้อยกว่า 10 CFU/g ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารที่ปลอดภัย ซึ่งรายงานผลการทดสอบฉบับนี้ใช้เป็นเอกสารสำคัญในการรับรองคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสถานประกอบการในการที่ยังคงรักษาคุณภาพตามมาตรฐาน อย. อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้เงินทุนสนับสนุนการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ตามสัญญาทุนหมายเลข NKR2566INC021 ปีงบประมาณ 2566

References

- [1] Thai Industrial Standards Institute. (2024). *Grass Jelly (TISI157/2004)*. Available from <https://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx>. Accessed date: 25 January 2024. (in Thai)
- [2] Pholangka, A., et al. (2013). Antioxidant Activities, and Phenolic and Flavonoid Contents of Extracts from *Mesona Chinensis* and *Cissampelos pareira* L. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 33(3), 224-232. (in Thai)
- [3] Herbs for Health. (2024). *Grass jelly has various health benefits apart from just quenching your thirst*. Available from <https://health.kapook.com/view169025.html>. Accessed date: 24 January 2024. (in Thai)
- [4] Kreungngem, D., et al. (2019). Effect of Heating Temperature on Selected Properties and Shelf-life of Black Grass Jelly in Sugar Syrup in Retort Pouches. *KMUTT Research and Development Journal*, 24(4), 403-414. (in Thai)
- [5] Buranaphim, P. & Areekul, V. (2011). Antifungal Effect of Benzoate and Sorbate on

Research Article

Journal of Advanced Development in Engineering and Science

Vol. 14 • No. 39 • January - April 2024

- Penicillium citrinum* Isolated from Rice Noodles. In *The 49th Kasetsart University Annual Conference* (p.465-472). 1 - 4 February, 2011, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- [6] Announcement of the Food and Drug Administration regarding clarification of the Ministry of Public Health announcement (No. 418). (2020). *Issued following the Food Act B.E. 2522, Subject: Establishment of criteria, conditions, methods of use, and ratios of food additives (No. 2)*. Available from https://food.fda.moph.go.th/media.php?id=509429952530227200&name=418_FoodAdditives.pdf. Accessed date: 24 January 2024. (in Thai)
- [7] Maturin, L. J. & Peeler, J. T. (2001). BAM Chapter 3: Aerobic Plate Count. In U.S. Food & Drug Administration. (Eds.). *Bacteriological Analytical Manual*. U.S. Food & Drug Administration.
- [8] Tournas, V., et al. (2001). BAM Chapter 18: Yeasts, Molds and Mycotoxins. In U.S. Food & Drug Administration. (Eds.). *Bacteriological Analytical Manual*. U.S. Food & Drug Administration.
- [9] Maier V. P. & Metzler, D. M. (1965). Quantitative Changes in Date Polyphenols and their Relation to Browning. *Journal of Food Science*, 30, 80–84.
- [10] Delgado, P. & Banon S. (2015). Determining the Minimum Drying Time of gummy Confections Based on their Mechanical. *CyTA – Journal of Food*, 13(3), 329-335.
- [11] Kreungngern, D. & Chaikham, P. (2016). Rheological, Physical and Sensory Attributes of Chao Kuay Jelly added with Gelling Agents. *International Food Research Journal*, 23(4), 1474-1478.
- [12] Tangpradit, R. (2003). *Black Color and Gel Formation of Grass Jelly*. Available from <https://puechkaset.com/>. Accessed date: 12 August 2023. (in Thai)
- [13] Tayeh, N., et al. (2019). Development of Halal Food for Health: Ready to Eat Chao Kuai in Goat Milk. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 10(2), 158-170. (in Thai)
- [14] Thai Industrial Standards Institute. (2024). *Fresh Milk (TIS738-2547)*. Available from http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS738-2547.pdf. Accessed date: 25 January 2024. (in Thai)
- [15] Ministry of Public Health. (2013). *Foods in Hermetically Sealed Container*. Ministry announcement No. 355. (in Thai)
- [16] Siwawetcha, S. (2003). *Additives in Food Products*. Nakhon Pathom: Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry Kasetsart University. (in Thai)
- [17] Davidson, P. M., et al. (2001). Antimicrobial Agents. In Branen, A.L., et al. (Eds.). *Food Additives* (2nd ed., p. 563 - 620). New York: Marcel Dekker.