

การใช้น้ำตาลโตนด(น้ำตาลปึก)ในผลิตภัณฑ์เยลลี่และกัม
ทิพวรรณ ทองสุข*, ปุณทริกา รัตนตรัยวงศ์ และ ณัฐกานต์ นามมะกุนา

Use of Palm Sugar in Jelly and Gum
Tipawan Thongsook*, Puntarika Ratanatriwong and Nattakran Nammakuna

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture Natural Resources and
Environment, Naresuan University, Amphur Muang, Phitsanulok 65000

* Corresponding author E-mail : tipawant@nu.ac.th

บทคัดย่อ

น้ำตาลโตนดหรือน้ำตาลปึกเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลสดซึ่งผลิตมากในพื้นที่ของอำเภอบึงสามพัน จังหวัดพิษณุโลก แต่การบริโภคอยู่ในวงแคบและไม่ได้มีการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มในรูปแบบใหม่จากน้ำตาลโตนด จึงไม่สามารถขยายช่องทางการตลาดของสินค้าประเภทนี้ได้เท่าที่ควร ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มที่มีความหลากหลายโดยใช้น้ำตาลโตนดเป็นวัตถุดิบ งานวิจัยนี้ทดสอบการใช้น้ำตาลโตนดในการผลิตเยลลี่และกัมซึ่งเดิมใช้น้ำตาลทรายเป็นวัตถุดิบหลัก เยลลี่และกัมเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดที่มีส่วนแบ่งในตลาดมาก และมีแนวโน้มของการจำหน่ายสูงขึ้นเรื่อยๆ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีความยืดหยุ่น นุ่มเหนียว เหมาะกับการเคี้ยวและไม่ได้บริโภคด้วยการอมแบบลูกกวาด

ผลการศึกษาพบว่าสามารถการผลิตเยลลี่และกัมจากน้ำตาลโตนดหรือน้ำตาลปึกเพื่อทดแทนน้ำตาลทรายได้ การศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลโตนดในสูตรต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าสูตรที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลโตนดมากทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง ค่าคะแนนความแข็ง ความแน่นเนื้อและความเหนียวมากกว่า แต่มีความชุ่มน้ำน้อยกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลโตนดน้อย อย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาอิทธิพลของการทดแทนน้ำตาลโตนดด้วย น้ำตาลทรายในสูตรน้ำตาลโตนดที่พัฒนาขึ้น พบว่าเยลลี่มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามปริมาณน้ำตาลโตนดที่เพิ่มขึ้น แต่สูตรที่ใช้น้ำตาลทรายแทนน้ำตาลโตนด ทั้งหมดมีคะแนนความหวานสูงสุด คะแนนความแน่นเนื้อ ความเหนียว ความยืดหยุ่นของตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลทราย 100% น้อยกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลทราย คะแนนความชอบมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลโตนดที่ใช้ในตัวอย่างสูงขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำตาลโตนดให้กลิ่นรสเฉพาะตัวของน้ำตาลโตนดเมื่อใช้กรรมวิธีการผลิตที่ถูกสุขลักษณะและการบรรจุแบบสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์ สามารถเก็บรักษาได้นานน้อย 14 วันที่อุณหภูมิปกติโดยไม่ต้องใช้วัตถุกันเสีย

คำสำคัญ น้ำตาลโตนดหรือน้ำตาลปึก ,เยลลี่ , กัม

Abstract

Palm sugar, called “nam tann peuk.” in Thai language, is made from reduced saps of the sago palm commonly grown in Amphur Watboat in Phitsanulok province, Thailand. Since the use of palm sugar is limited only local Thai foods with a few value-added products, it is difficult to get more market shares. Thus, there is the need to develop new value-added products using palm sugar as the main ingredient in order to extend the market opportunity for this traditional product. In this study, palm sugar was used to produce jelly and gum, confectionary products widely known in both Thai and international markets. Results showed that palm sugar can substitute cane sugar in these products. Study on the effect of palm sugar on jelly and gum texture showed that an increase in palm sugar concentration in jelly and gum formula raised hardness, denseness and chewiness scores but lowered moisture/moisture release score of the products. The color became more brownish as palm sugar concentration increased. Sweetness score was higher and preference score was lower in samples containing 100% cane sugar

comparing to samples containing palm sugar. The high preference score in jelly and gum made from palm sugar is likely due to the unique flavor provided by this sugar. Under vacuum packaging condition, jelly made from palm sugar can be stored at room temperature for 14 days without adding food preservatives.

Key words palm-sugar jelly gum

บทนำ

ต้นตาลโตจนสามารถปลูกได้ในทุกพื้นที่ทั่วประเทศไทย ในเขตภาคเหนือตอนล่างมีการปลูกมากที่จังหวัดนครสวรรค์ และพิษณุโลก โดยเฉพาะในพื้นที่ของอำเภอวัดโบสถ์ ซึ่งมีต้นตาลโตจนประมาณ 5,000 ถึง 6,000 ต้น มีปริมาณน้ำตาลสดที่ผลิตได้ประมาณ 1854 ลิตร/วัน (รัชนิพร, 2544) ผลการสำรวจของ เรณูกา (2545) พบว่าผลผลิตน้ำตาลสดในอำเภอวัดโบสถ์ร้อยละ 60 ใช้ในการผลิตเครื่องตมน้ำตาลสด และวัตถุดิบที่เหลือนำไปแปรรูปเป็นน้ำตาลโตนดหรือน้ำตาลปึก น้ำตาลโตนดเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย ราคาถูก และจัดอยู่ในอันดับต้นของวัตถุดิบท้องถิ่นในเขตภาคเหนือตอนล่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดพิษณุโลกที่กลุ่มผู้ประกอบการสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ นิยมนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องตมจากน้ำตาลสดที่มีคุณภาพระดับห้าดาวของประเทศ ถึงแม้จะไม่ได้เป็นพืชผลเกษตรส่งออกที่ทำรายได้ให้กับประเทศก็ตาม สินค้าดังกล่าวนี้ก็เป็นที่ยอมรับของนักท่องเที่ยวและผู้บริโภคในพื้นที่ มีการวางจำหน่ายตามร้านค้าของฝากจากจังหวัดพิษณุโลกและพื้นที่ใกล้เคียง แต่ปัญหาหลักสำหรับเกษตรกรที่พบคือการเน่าเสียง่ายของน้ำตาลสดโดยเฉพาะในฤดูร้อน และราคาน้ำตาลสดนั้นไม่แน่นอน ในฤดูกาลที่มีผลผลิตมากเครื่องตมจากน้ำตาลสดจะมีราคาตกต่ำเนื่องจากมีปริมาณสินค้า มากเกินความต้องการของตลาด ซึ่งเป็นปัญหาที่ทำให้ผู้ประกอบการบางกลุ่มเช่น กลุ่มเกษตรกรบ้านเหล่าขวัญ ต.ท้อแท้ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก หรือกลุ่มผู้ประกอบการในพื้นที่ใกล้เคียงขาดรายได้ในส่วนนี้ไป ประกอบกับผู้ประกอบการมีข้อจำกัดในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มในรูปแบบใหม่ๆ ด้วยกรรมวิธีการผลิตที่มีมาตรฐาน ให้ความหลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภค จึงไม่สามารถขยายช่องทางการตลาดของสินค้าประเภทนี้ได้เท่าที่ควร ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความจำเป็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มที่มีความหลากหลายโดยใช้น้ำตาลโตนดเป็นวัตถุดิบ ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของน้ำตาลสดแล้ว ยังเป็นการเพิ่มช่องทางการตลาดให้กับน้ำตาลสดและผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนด โดยเฉพาะในฤดูที่ผลผลิตออกสู่ตลาดมากจนเกินความต้องการ เกิดการสูญเสีย และราคาวัตถุดิบตกต่ำ และช่วยให้เกษตรกรไทยมีรายได้เพิ่ม มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น หลายหน่วยงานโดยเฉพาะจากภาครัฐบาลมีความพยายามจะพัฒนาและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับน้ำตาลโตนดที่เป็นวัตถุดิบพื้นบ้านในอำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก

ผลิตภัณฑ์เยลลี่และกัมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำตาลเป็นวัตถุดิบหลัก เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความยืดหยุ่น นุ่มเหนียว เหมาะกับการเคี้ยวและไม่ได้ใช้รูปแบบลูกกวาด สำหรับกัมหรือลูกกวาดกัมนั้นมีการเลือกนอกแข็งจากการเคลือบ แต่เนื้อสัมผัสภายในนุ่ม เคี้ยวง่าย ลักษณะคล้ายลูกกวาดชนิดเจลลี่บีบ (jelly bean) ในตลาดต่างประเทศผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ มีส่วนแบ่งในตลาดมากพอๆกับผลิตภัณฑ์ลูกกวาดชนิดอื่น ๆ และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ (สุวรรณ 2543) ทั้งนี้ในประเทศไทยคาดว่า แนวโน้ม

จะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นการผลิตยีสต์และกัม โดยใช้น้ำตาลสดทดแทนการใช้น้ำตาลทราย นอกจากจะเป็นแนวทางเลือกใหม่แก่ผู้บริโภคแล้ว ยังเป็นการขยายช่องทางการตลาดให้กับผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด และเปิดโอกาสให้กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตน้ำตาลโตนด และผู้ประกอบการมีทางเลือกในการ ประกอบอาชีพของตนมากขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ และนำไปสู่ความยั่งยืนทางเศรษฐกิจของชุมชน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ยีสต์และกัมจากน้ำตาลโตนด ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ตลอดจนศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การพัฒนาสูตรพื้นฐานและกระบวนการผลิตยีสต์และกัมจากน้ำตาลโตนด

ตัวอย่างน้ำตาลโตนดที่ใช้ในการศึกษา เป็น น้ำตาลปึกที่ซื้อจากผู้ผลิตในพื้นที่อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก นำมาเก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้องจนนำมาใช้งาน

การพัฒนาสูตรพื้นฐานและกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์จากน้ำตาลโตนด วางแผนการทดลองโดยศึกษาอิทธิพลของสองปัจจัยต่อผลิตภัณฑ์ยีสต์น้ำตาลโตนด ได้แก่ สัดส่วนของน้ำตาลต่อกลูโคสซีรัป และสัดส่วนการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสม สูตรพื้นฐานที่ใช้ดัดแปลงจากสูตรยีสต์ที่มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ น้ำตาลโตนด กลูโคสซีรัป น้ำ เพคติน และเจลาติน (สุวรรณ 2543) แปรผันสัดส่วนน้ำตาลต่อกลูโคสซีรัป 3 ระดับ โดยใช้น้ำตาลโตนด 40 % (สูตร C), 50% (สูตร B) และ 60 % (สูตร A) (คิดจากผลรวมของปริมาณน้ำตาลโตนดและกลูโคสซีรัปในสูตร) และแปรผันสัดส่วนเพคตินต่อเจลาติน 5 ระดับ ได้แก่ 1:3 (สูตร 1), 3:5 (สูตร 2), 1:1 (สูตร 3), 5:3 (สูตร 4) และ 3:1 (สูตร 5) หรือคิดเป็นการใช้เพคตินในสูตรทดลอง 25 %, 37.5 %, 50 %, 62.5 % และ 75% ตามลำดับ (คิดจากผลรวมของปริมาณเพคตินและเจลาตินในสูตรพื้นฐาน โดยปริมาณส่วนประกอบอื่นคงที่) สูตรทดลองของตัวอย่างจากการแปรผันสัดส่วนตามแผนการทดลองดังกล่าวมีทั้งหมด 15 สูตร ได้แก่ A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4, B5, C1, C2, C3, C4 และ C5

การพัฒนาสูตรพื้นฐานและกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์กัมจากน้ำตาลโตนด วางแผนการทดลองโดยแปรผันสัดส่วนและปริมาณของสองปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลิตภัณฑ์กัมจากน้ำตาลโตนด ได้แก่ สัดส่วนของน้ำตาลโตนดต่อกลูโคสซีรัป และปริมาณกัมอาระบิกที่เหมาะสม สูตรพื้นฐานที่ใช้ดัดแปลงจาก สูตรผลิตภัณฑ์กัมที่มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ กัมอาระบิก น้ำ น้ำตาลโตนด กลูโคสซีรัป และฟรุคโตส ซีรัป (สุวรรณ 2543) แปรผันสัดส่วนน้ำตาลโตนดต่อกลูโคสซีรัป 3 ระดับ โดยใช้น้ำตาลโตนด 50 % (สูตร GC), 60 % (สูตร GB) และ 70 % (สูตร GA) (คิดจากผลรวมของปริมาณน้ำตาลโตนดและ กลูโคสซีรัปในสูตร) และแปรผันการใช้กัมอาระบิก 4 ระดับ ได้แก่ 40 % (สูตร 1), 45 % (สูตร 2), 50 % (สูตร 3) และ 55%(สูตร 4) ของน้ำหนักรวมทุกส่วนประกอบในสูตร โดยให้ปริมาณของส่วนประกอบอื่นคงที่ สูตรทดลองของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรผันสัดส่วนตามแผนการทดลองดังกล่าวมีทั้งหมด 12 สูตร ได้แก่ GA1, GA2, GA3, GA4, GB1, GB2, GB3, GB4, GC1, GC2, GC3

และ GC4

การเตรียมตัวอย่างเยลลี่และกัมทำบนแผ่นความร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ (350 ช) ตลอดขั้นตอนการผลิต กระบวนการผลิตเยลลี่และกัมจากน้ำตาลโตนดตั้งแสดงในรูปที่ 1 และ 4 ตามลำดับ

การประเมินคุณภาพของตัวอย่างเยลลี่และกัมจากน้ำตาลโตนด

ประเมินคุณภาพของตัวอย่างทดลองเยลลี่และกัมจากน้ำตาลโตนดด้านต่าง ๆ ได้แก่ คุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างทดลองโดยใช้ผู้ทดสอบชิม คุณภาพทางกายภาพ (ลักษณะเนื้อสัมผัส) และคุณภาพทางจุลชีววิทยา (ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 95 คน ประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสด้านต่าง ๆ และความชอบต่อคุณลักษณะนั้นของตัวอย่างเยลลี่และกัม โดยคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เส้นคะแนนความเข้ม (Intensity scale) ที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 15 และเปรียบเทียบกับตัวอย่าง reference ที่มีตำแหน่งคงที่บนเส้นคะแนน ตัวอย่างอ้างอิง (Reference sample) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้และค่าคะแนนนั้นได้แปลงจากค่าบนเส้นคะแนนสากล (ตาราง 1) ในการทดสอบผู้ทดสอบจะได้รับตัวอย่าง reference พร้อมกับตัวอย่างทดลองที่จะทดสอบ โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างอ้างอิงก่อนชิมตัวอย่างทดลอง สำหรับความชอบของผู้บริโภคต่อตัวอย่างประเมินโดยใช้เส้นคะแนนความชอบ (9-point Hedonic scale) ด้านความแข็ง (Hardness) ความแน่นของเนื้อ (Denseness) ความเหนียว (Chewiness) ความยืดหยุ่น (Springiness) และความชุ่มน้ำหรือความฉ่ำ (Moisture or Moisture release) ในขณะที่ตัวอย่างกัมได้รับการประเมินความแข็ง (Hardness) ความแน่นของเนื้อ (Denseness) ความเหนียว (Chewiness) ความเหนียวติดฟัน (Toothpacking) และความชุ่มน้ำหรือความฉ่ำ (Moisture or Moisture release) ตารางที่ 1 ตัวอย่าง reference ของลักษณะเนื้อสัมผัสและค่าคะแนนที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเยลลี่และกัม

ลักษณะ	ตัวอย่าง reference	คะแนนบนเส้น
ความแข็ง (Hardness)	Cream cheese ยี่ห้อ Kraft	1
	Hard candy ยี่ห้อ Life Saver	14.5
ความแน่นเนื้อ (Denseness)	Cool whip ยี่ห้อ Tatua Dairy whip	0.5
	Fruit jellies ยี่ห้อ ยูบี	13
ความเหนียว (Chewiness)	Cheese ยี่ห้อ Kraft	5
	Chewing gum ยี่ห้อ Wrigley's	15
ความยืดหยุ่น (Springiness)	Cream cheese ยี่ห้อ Kraft	0
	Marshmallow ยี่ห้อ มายด์	9.5
ความชุ่มน้ำหรือความฉ่ำ (Moisture or Moisture release)	Popcorn ยี่ห้อ ไโดโร	7.5
	Cake ยี่ห้อ Sara Lee (pound cake แซ่แข็ง)	13
ความเหนียวติดฟัน (Toothpacking)	แครอท	1
	Cheese ยี่ห้อ Kraft	9

คุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างที่วัดด้วยเครื่องมือ ได้แก่ การวัดเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Firmness) ของตัวอย่างเยลลี่ โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Instron texture machine) ตัดตัวอย่างเยลลี่เป็นชิ้นขนาด 2.5 x 2.5 เซนติเมตรหนา 1 เซนติเมตร ใช้หัว compression ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3

มิลลิเมตร เพื่อเจาะทะลุตัวอย่าง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาตัวอย่างเยลลี่เปรียบเทียบกับระหว่างการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติกับในระบบสุญญากาศโดยบรรจุเยลลี่น้ำตาลโตนดสูตรที่คัดเลือก ได้ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แล้วปิดผนึกในเครื่องปิดผนึกสำหรับการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติและปิดผนึกในเครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศสำหรับการบรรจุระบบสุญญากาศ วางถุงบรรจุเยลลี่น้ำตาลโตนด ไว้ในตู้บ่มอุณหภูมิ 25 °C สุ่มถุงที่บรรจุตัวอย่างเยลลี่ตัวอย่างละ 3 ถุง เพื่อวัดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) และจำนวนยีสต์และราทั้งหมด (Total yeast and mold count) ทุกๆ 2 วัน การวัดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เยลลี่ใช้วิธีการ pour plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar (PCA) นำไปบ่มเชื้อที่ตู้บ่มอุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (Garbutt, 1997) และตรวจวัดจำนวนยีสต์และราทั้งหมดใช้วิธีการ spread plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Rose bengal นำไปบ่มเชื้อที่ตู้บ่มอุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 5 วัน (Garbutt, 1997)

การปรับปรุงคุณลักษณะของเยลลี่และกัมจากน้ำตาลโตนดด้วยน้ำตาลทราย

ศึกษาอิทธิพลของการทดแทนน้ำตาลโตนดด้วยน้ำตาลทรายในสูตรเยลลี่และกัมน้ำตาลโตนดที่พัฒนาขึ้นต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คัดเลือกสูตรเยลลี่และกัมน้ำตาลโตนดที่ได้รับการยอมรับของผู้บริโภคมาอย่างละ 1 สูตร แปรผันปริมาณน้ำตาลโตนดในสูตร โดยการใช้น้ำตาลทรายทดแทน 3 ระดับ ได้แก่ 25 %, 50 % และ 75 % โดยควบคุมปริมาณของส่วนผสมอื่นให้คงที่ และเปรียบเทียบตัวอย่างทดลองกับตัวอย่างควบคุมซึ่งมีน้ำตาลทราย 0 % และ 100 % ตามลำดับ ประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสและความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ด้านสี ความหวาน ความแข็ง ความแน่นของเนื้อ ความเหนียว ความยืดหยุ่น และความชุ่มน้ำหรือความฉ่ำ และประเมินลักษณะรวมถึงความชอบของผู้บริโภคต่อสี ความหวาน ความแข็ง ความแน่นของเนื้อ ความเหนียว ความเหนียวติดฟัน และความชุ่มน้ำหรือความฉ่ำของผลิตภัณฑ์กัมจากน้ำตาลโตนด โดยใช้วิธีดังที่กล่าวในข้างต้น

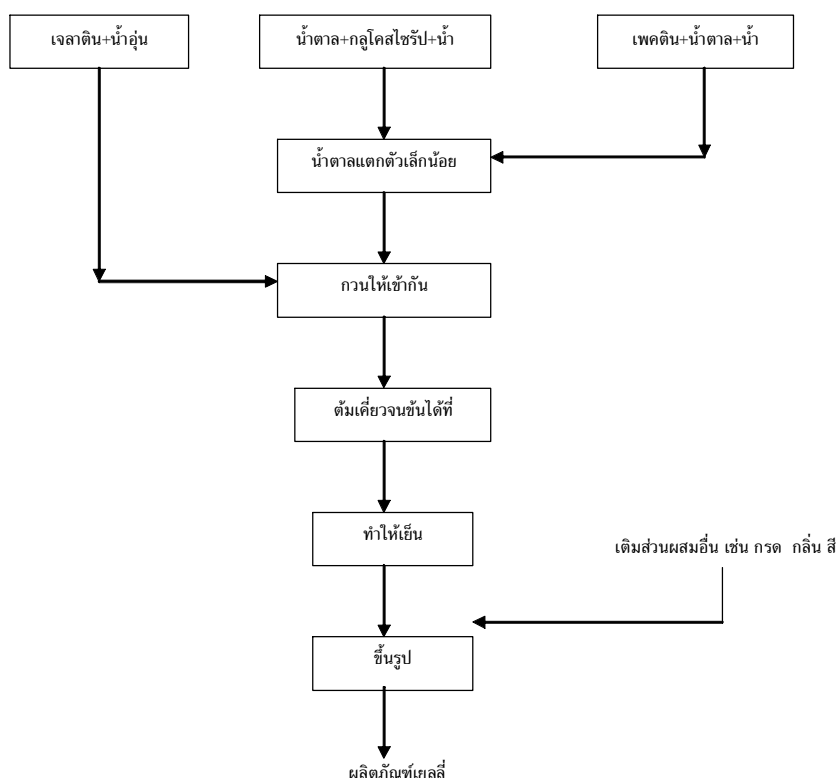
ผลการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภคที่ร่วมการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้ผู้บริโภคที่ผ่านการคัดเลือกโดยคัดเลือกจากผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ประเภทเยลลี่และกัมจำนวน 95 คน ใน 95 คนนี้เป็นผู้ที่มีความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่และกัมอย่างน้อย 1 ครั้งต่อเดือนมีจำนวน 68 คน จาก 68 คนนี้ได้สุ่มเลือกโดยการจับฉลากให้ได้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน เพื่อใช้เป็นผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานพบว่าผู้ทดสอบที่คัดเลือกมาเป็นเพศหญิงร้อยละ 77.5 เพศชายร้อยละ 22.5 ที่มีอายุระหว่าง 15 ถึง 20 ปี ร้อยละ 17.5 และ 21 ถึง 25 ปี ร้อยละ 82.5 มีความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่มากกว่า 1 สัปดาห์ต่อครั้งเป็นร้อยละ 7.5 ประมาณ 1 ครั้งต่อสัปดาห์คิดเป็นร้อยละ 32.5 และบริโภคประมาณ 1 ครั้งต่อเดือนนั้นมีจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 60 นอกจากนี้ความถี่ของผู้บริโภคในการบริโภคกัมมากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์คิดเป็นร้อยละ 17.5 ประมาณ 1 ครั้งต่อสัปดาห์และประมาณ 1 ครั้งต่อเดือนคิดเป็นร้อยละ 42.5 และ 40 ตามลำดับ

การพัฒนาสูตรพื้นฐานและกระบวนการผลิตเยลลี่และกัมจากน้ำตาลโตนด

กระบวนการผลิตเยลลี่จากน้ำตาลโตนดที่พัฒนาขึ้นมีความคล้ายคลึงกับการผลิตเยลลี่น้ำตาลทราย เริ่มจากการละลายสารไฮโดรคอลลอยด์แยกกับส่วนของน้ำตาล ไฮโดรคอลลอยด์ส่วนแรกเป็นเจลาตินซึ่งต้องละลายในน้ำอุ่น และส่วนที่สองคือเพคตินที่สามารถละลายได้ในน้ำอุณหภูมิปกติร่วมกับน้ำตาล ปีกบางส่วนที่ช่วยในการละลายของเพคติน ส่วนที่สามเป็นการผสมกลูโคสซีรัป น้ำตาลปึกและน้ำที่เหลือเข้าด้วยกัน กวนส่วนผสมทั้งสามส่วนที่อุณหภูมิ 100-120 °C จนส่วนผสมเข้ากันดี แล้วจึงนำไปขึ้นรูปในแม่พิมพ์แบ่ง แผนภาพสรุปขั้นตอนการผลิตเยลลี่น้ำตาลโตนดแสดงในรูปที่ 1

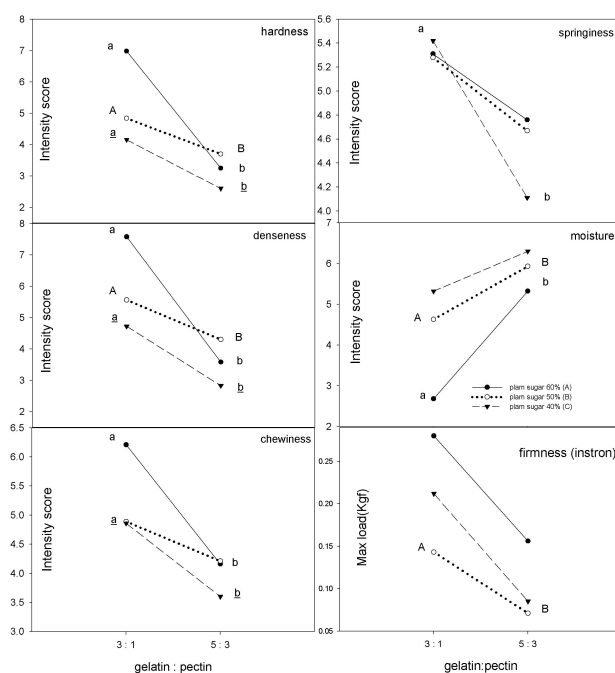


รูปที่ 1 แผนภาพสรุปวิธีทำเยลลี่เจลาตินจากน้ำตาลโตนดที่พัฒนาขึ้น

ผลการทดลองผลิตตัวอย่างเยลลี่น้ำตาลโตนดสูตรทดลอง พบว่า ลักษณะของตัวอย่างเยลลี่น้ำตาลโตนดจากสูตรที่มีอัตราส่วนของเพคตินมากกว่าหรือเท่ากับเจลาติน (สูตรที่มีรหัส 3,4,5) มีเนื้อสัมผัสที่อ่อนเกินไป และ/หรือไม่สามารถขึ้นรูปได้ ซึ่งเป็นผลจากลักษณะการเกิดเจลที่แตกต่างกันของเจลาตินและเพคติน โดยเจลที่ได้จากเจลาตินส่วนใหญ่จะมีความแข็งและคงรูปมากกว่าเจลจากเพคติน ดังนั้นจำนวนสูตรที่นำไปทดสอบขั้นต่อไปจึงลดลงจาก 15 เป็น 6 สูตร ได้แก่สูตรรหัส A1, A2, B1, B2, C1 และ C2 (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

สำหรับค่าความแข็ง (Firmness) ที่วัดโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส และค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะเนื้อ

สัมผัสของเยลลี่น้ำตาลโตนดทั้ง 6 สูตรดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่าสูตร B1 ซึ่งใช้เพคตินปริมาณ 25% หรือสัดส่วนของเพคตินต่อเจลาตินเป็น 1:3 และใช้น้ำตาลโตนดในปริมาณ 60% จะมีค่าความแข็ง (Firmness) รวมถึงคะแนนที่แสดงลักษณะความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความเหนียวซึ่งประเมินโดยผู้ทดสอบนั้นมากที่สุด แต่มีคะแนนความชุ่มชื้นน้อยที่สุด โดยผลการทดลองนี้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับค่าที่ได้จากตัวอย่างทดลองทุกสูตร ในขณะที่ตัวอย่างสูตร C2 ที่ใช้เพคตินต่อเจลาติน เป็น 3:5 และใช้น้ำตาลโตนดในปริมาณ 40% จะมีค่าความแข็งรวมถึงคะแนนแสดงลักษณะความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความเหนียวน้อยที่สุด แต่มีคะแนนความชุ่มชื้นมากที่สุด สำหรับค่าคะแนนเฉลี่ยของความยืดหยุ่นของตัวอย่างทั้ง 6 สูตรนั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ

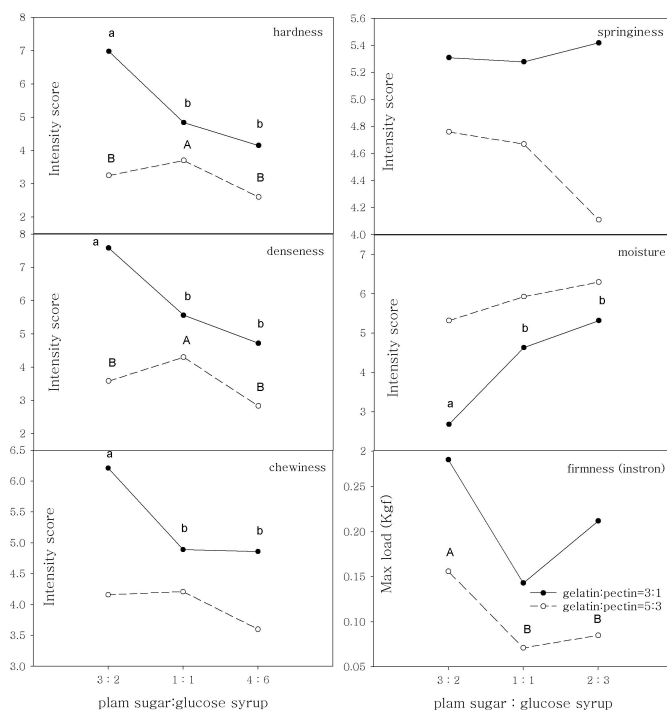


รูปที่ 2 อิทธิพลของอัตราส่วนเจลาตินต่อเพคตินต่อค่าคะแนนความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความเหนียวความยืดหยุ่นและความชุ่มชื้นของเยลลี่น้ำตาลโตนดโดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสและค่าความแข็งที่วัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของเยลลี่น้ำตาลโตนดที่มีอัตราส่วนน้ำตาลโตนดต่อกลูโคสซีรัปต่าง ๆ ตัวอักษร a(A)a, b(B)b และ c(C)c บนเส้นกราฟแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ผลการทดสอบความแข็งของเยลลี่น้ำตาลโตนดที่วัดโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสพบว่าตัวอย่างที่ใช้เจลาตินต่อเพคตินในอัตราส่วน 3:1 (สูตร 1) มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าตัวอย่างสูตรที่ใช้เจลาตินต่อเพคตินในอัตราส่วน 5:3 (สูตร 2) สำหรับสูตรทดลองในทุกอัตราส่วนของการใช้น้ำตาลโตนด:กลูโคสซีรัป ทั้ง 3 ระดับ ซึ่งผลการทดสอบนี้สอดคล้องเป็นแนวทางเดียวกันกับผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสโดยผู้ทดสอบ (รูป 2) โดยเมื่อใช้เจลาตินต่อเพคตินในอัตราส่วน 3:1 (สูตร 1) ผู้ทดสอบพบว่าตัวอย่างเยลลี่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความเหนียว

และความยืดหยุ่นมากกว่า แต่มีความชุ่มน้ำน้อยกว่าตัวอย่างทดลอง สูตร 2 อย่างมีนัยสำคัญ ในทุกอัตราส่วนการใช้น้ำตาลโดนดตอกลูโคสซีรัป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลโดนดในสูตรต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่พบว่าค่าความแข็งที่วัดโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลโดนด : กลูโคสซีรัป ทั้งสามระดับแตกต่างกันทางสถิติ จากรูปที่ 3 พบว่า สูตรทดลองที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลโดนด 60% (สูตร A) มีค่าเฉลี่ยความแข็งมากกว่าสูตรที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลโดนด 40% (สูตร C) และเมื่อทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยผู้ทดสอบ พบว่า สำหรับตัวอย่างทดลองที่ใช้อัตราส่วนเจลาตินต่อเพคติน 3:1 นั้น สูตรทดลองที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลโดนด 60% (สูตร A) มีค่าคะแนนเฉลี่ยของความแข็ง ความแน่นเนื้อ และความเหนียวมากกว่า แต่มีความชุ่มน้ำน้อยกว่าสูตรที่ใช้ใช้น้ำตาลโดนดน้อยกว่า ได้แก่ สูตรที่ใช้ใช้น้ำตาลโดนดเพียง 50% (สูตร B) และ 40% (สูตร C) อย่างมีนัยสำคัญ (รูป 3) แต่ทุกสูตรทดลองที่ใช้อัตราส่วนน้ำตาลโดนดแตกต่างกันมีค่าคะแนนความยืดหยุ่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 3 อิทธิพลของอัตราส่วนน้ำตาลโดนดตอกลูโคสซีรัปต่อค่าคะแนนความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความเหนียวความยืดหยุ่น และความชุ่มน้ำของเยลลี่น้ำตาลโดนดโดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสและค่าความแข็งที่วัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Instron texture machine) ของเยลลี่น้ำตาลโดนดที่มีอัตราส่วนเจลาตินต่อเพคตินต่างๆ ตัวอักษร a(A),b(B) และ c (C) บนเส้นกราฟแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เส้นที่ไม่มีตัวอักษรแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

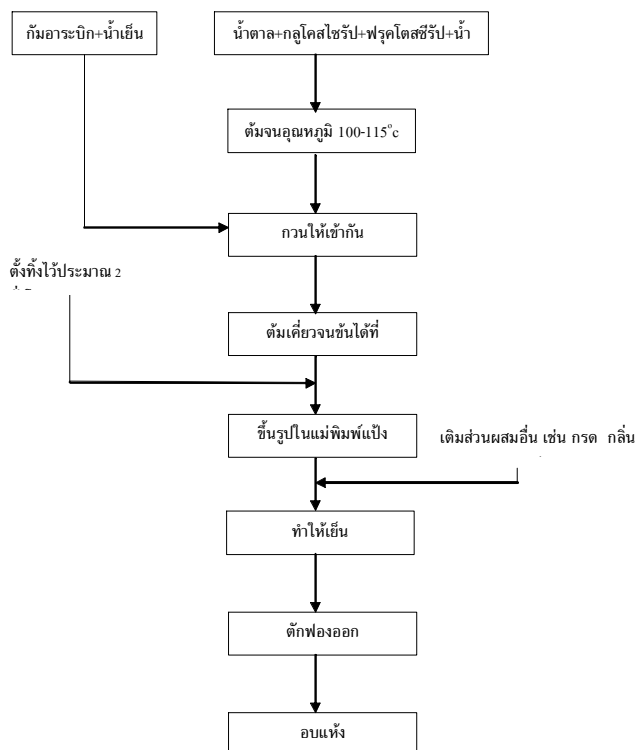
สำหรับค่าคะแนนความชอบด้านต่างๆของตัวอย่างเยลลี่ทั้ง 6 สูตร (ไม่ได้แสดงข้อมูล) พบว่า ตัวอย่างสูตร A1 ซึ่งมีความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความเหนียวมากที่สุด และความชุ่มน้ำน้อยที่สุด ได้รับ

คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบน้อยกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 % แต่เนื่องจากสูตรทดลอง A2, B1, B2, C1 และ C2 นั้น ได้รับคะแนนความชอบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจากผลการทดสอบเลือกสูตร A2 ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้น้ำตาลโตนด 60% และใช้อัตราส่วนเจลาตินต่อเพคติน 5:3 เพื่อพัฒนาต่อไป เนื่องจากเป็นสูตรที่ใช้วัตถุดิบน้ำตาลโตนดในปริมาณมากที่สุด

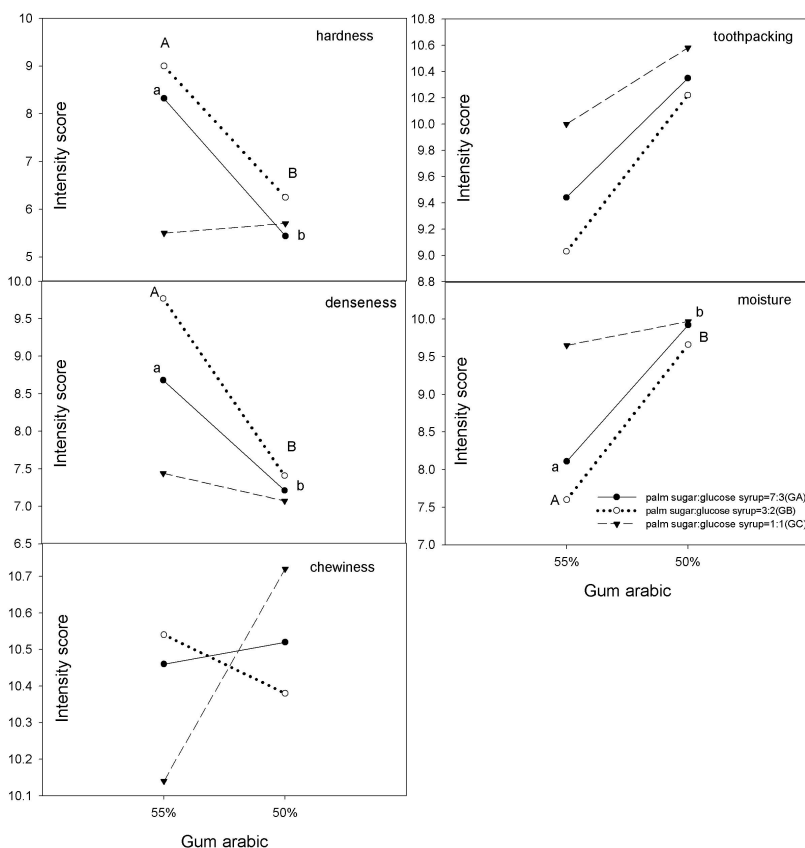
การพัฒนาสูตรพื้นฐานและกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์กัมจากน้ำตาลโตนด

แผนภาพสรุปวิธีทำกัมจากน้ำตาลโตนดที่พัฒนาขึ้นได้แสดงในรูปที่ 4 เนื่องจากสูตรที่ใช้กัมอารบิกในปริมาณร้อยละ 40 และ 45 (สูตรที่มีรหัส 1 และ 2) นั้นมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่อ่อนและไม่สามารถเซตตัวหรือขึ้นรูปได้ดี ดังนั้นจำนวนสูตรที่นำไปทดสอบขึ้นต่อไปจึงลดลงจาก 12 สูตร เหลือเพียง 6 สูตร ได้แก่ สูตรรหัส GA3, GA4, GB3, GB4, GC3 และ GC4

ผลการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์กัมจากน้ำตาลโตนดสูตรทดลองที่ใช้กัมอารบิกในปริมาณสูงกว่า จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งกว่า มีความแน่นเนื้อมากกว่า แต่มีความชุ่มน้ำน้อยกว่าตัวอย่างที่ใช้กัมอารบิกในปริมาณน้อยกว่า โดยในสูตร GA และสูตร GB ซึ่งใช้น้ำตาลโตนดในปริมาณ 70% และ 60% ตามลำดับนั้น ตัวอย่างที่ใช้กัมอารบิก 55% จะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งและมีความแน่นเนื้อมากกว่า แต่มีความความชุ่มน้ำน้อยกว่า ตัวอย่างที่ใช้กัมอารบิก 50% อย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 % (รูปที่ 5)

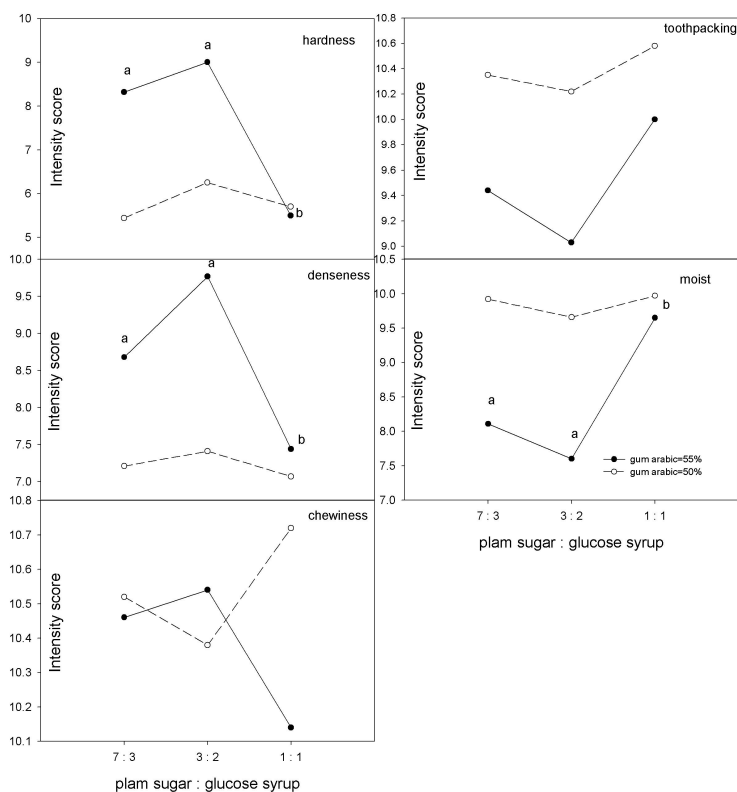


รูปที่ 4 แผนภาพสรุปวิธีทำกัมจากน้ำตาลโตนดที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 5 อิทธิพลของปริมาณกัมอาระบิกต่อค่าความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความเหนียว ความเหนียวติดฟันและความชุ่มน้ำโดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมน้ำตาลโตนดที่มีอัตราส่วนน้ำตาลโตนดต่อกลูโคสซีรัปต่างๆ ตัวอักษร a (A) , b(B) และ c(C) บนเส้นกราฟแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลโตนดในสูตรต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกัมน้ำตาลโตนดในแง่ของอัตราส่วนน้ำตาลโตนดต่อกลูโคสซีรัป ตัวอย่างสูตร GA และ GB ซึ่งใช้น้ำตาลโตนดในปริมาณ 70% และ 60% ตามลำดับ มีค่าคะแนนความแข็ง ความแน่นเนื้อมากกว่า แต่มีความชุ่มน้ำน้อยกว่าตัวอย่างสูตร GC ซึ่งใช้น้ำตาลโตนดปริมาณ 50% อย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเชื่อมั่น 95% (รูปที่ 6) สำหรับค่าคะแนนความเหนียวและความเหนียวติดฟันของตัวอย่างทั้ง 6 สูตรทดลองนั้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



รูปที่ 6 อิทธิพลของอัตราส่วนน้ำตาลโตนดต่อกลูโคสซีรับต่อค่าคะแนนความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความเหนียว ความเหนียว ติดฟันและความชุ่มน้ำโดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของกัมมันตาลโตนดที่มีปริมาณกัมมาระบิกต่าง ๆ ตัวอักษร a, b และ c บนเส้นกราฟแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สำหรับค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบของผู้ทดสอบต่อลักษณะเนื้อสัมผัสต่าง ๆ ของกัมมันตาลโตนด (ข้อมูลไม่ได้แสดง) พบว่า ตัวอย่างที่ใช้กัมมาระบิก 50% ได้รับคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะมากกว่าตัวอย่างที่ใช้กัมมาระบิก 55% แสดงว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ชอบตัวอย่างที่มีความแข็งและความแน่นเนื้อน้อย แต่มีความชุ่มน้ำมาก

ในกรณีของตัวอย่างที่ใช้กัมมาระบิก 50% นั้น อัตราส่วนการใช้น้ำตาลโตนดที่ต่างกันในแต่ละสูตร ทดลองไม่มีผลต่อความชอบของลักษณะต่าง ๆ ดังนั้น จึงเลือกตัวอย่างสูตรที่ใช้กัมมาระบิก 50% และน้ำตาลโตนดในปริมาณ 70% ในการทดลองขั้นต่อไป เพราะนอกจากจะมีคะแนนความชอบสูงสุดแล้ว ยังเป็นสูตรที่ใช้น้ำตาลโตนดมากที่สุดอีกด้วย

สำหรับค่าคะแนนเฉลี่ยของลักษณะด้านต่าง ๆ ของเยลลี่น้ำตาลโตนดที่มีน้ำตาลทรายเป็นส่วนผสม (ไม่ได้แสดงข้อมูล) พบว่าเมื่อใช้น้ำตาลทรายทดแทนน้ำตาลโตนดในสูตรเยลลี่ที่เลือกใช้ (A2) จะได้เยลลี่ที่มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามปริมาณน้ำตาลโตนดที่เพิ่มขึ้น และตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลทรายแทนน้ำตาลโตนดทั้งหมดในสูตรได้รับค่าคะแนนความหวานของเยลลี่สูงที่สุด สำหรับสูตรทดลองอื่น ๆ ที่มีน้ำตาล

โตนด เป็น ส่วนผสมนั้นได้รับคะแนนความหวานไม่แตกต่างกัน ในกรณีของลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ความแข็งของตัวอย่างทั้ง 5 สูตรที่ศึกษานั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลทราย 100% มีค่าคะแนนความแน่นเนื้อ ความเหนียวและความยืดหยุ่นน้อยกว่า แต่มีความชุ่มน้ำมากกว่าตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเชื่อมั่น 95 % อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างสูตรทดลองที่ใช้น้ำตาล โตนดเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างของคุณลักษณะทั้งสี่ได้ และเมื่อเปรียบเทียบความชอบของตัวอย่างทั้งหมดนี้ พบว่า ตัวอย่างเยลลี่ที่ใช้น้ำตาล ทราย 100% มีคะแนนความชอบในด้านต่าง ๆ น้อยกว่า ตัวอย่างที่มีน้ำตาลโตนดเป็นส่วนผสมอย่างมี นัยสำคัญ โดยคะแนนความชอบแนวโน้มสูงขึ้นในตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลโตนดเป็นส่วนผสมในปริมาณมากขึ้น

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเยลลี่ที่ผลิตจากน้ำตาลโตนดเปรียบเทียบกับ น้ำตาลทราย พบว่าเมื่อผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน ถูกถามให้ประเมินความเข้มของกลิ่นและ กลิ่นรสน้ำตาลโตนดของตัวอย่างเยลลี่ที่ผลิตจากน้ำตาลโตนดเปรียบเทียบกับน้ำตาลทราย พบว่าเยลลี่ น้ำตาลโตนดให้กลิ่นรสที่หอมเป็นเอกลักษณ์ของน้ำตาลโตนดที่เด่นชัดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ เยลลี่สูตรที่ผลิตจากน้ำตาลทราย

เช่นเดียวกับผลข้างต้น เมื่อใช้น้ำตาลทรายทดแทนน้ำตาลโตนดในสูตรผลิตภัณฑ์กัมที่เลือกใช้ (GA3) พบว่าเมื่อใช้น้ำตาลโตนดปริมาณมากในสูตรจะทำให้ผลิตภัณฑ์กัมมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นขึ้นตาม ปริมาณ น้ำตาลโตนดที่เพิ่มขึ้น สีของกัมทั้ง 5 ตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเชื่อมั่น 95 % ความหวานของตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลโตนด 100% มากกว่าตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลทราย 100% อย่างมี นัยสำคัญ ในขณะที่ความแข็งของทั้งสองตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ลักษณะด้านอื่นคือความแน่นเนื้อ ความ เหนียว ความเหนียวติดฟัน และความชุ่มน้ำของทั้ง 5 ตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนน้ำตาลโตนดต่อน้ำตาล ทรายแตกต่าง กันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ ในระหว่างการเก็บรักษาของเยลลี่ น้ำตาลสด ที่อุณหภูมิห้อง

จากตารางที่ 2 และ 3 พบว่าการบรรจุเยลลี่น้ำตาลโตนดในระบบสุญญากาศสามารถลดอัตราการ เพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับเก็บรักษาในบรรยากาศปกติอย่าง มีนัยสำคัญ โดยการบรรจุแบบสุญญากาศสามารถป้องกันการเติบโตของยีสต์และราตลอดการเก็บรักษา 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (25 °C)

ตารางที่ 2 จุลินทรีย์ทั้งหมดในเยลลี่น้ำตาลโดนตระหว่างการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติและแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (25 ช)

วันที่	บรรจุแบบสุญญากาศ (logCFU/g)	บรรจุในบรรยากาศปกติ (logCFU/g)
0	1.74±0.04	2.32±0.27
2	1.47±0.12	1.57±0.23
4	1.37±0.18	0.96±0.44
7	1.00±0.30	1.36±0.10
9	1.47±0.11	1.57±0.22
11	0.83±0.14	2.90±0.40
14	0.90±0.17	4.01±0.31

ตารางที่ 3 ยีสต์และราในเยลลี่น้ำตาลโดนตระหว่างการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติและแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (25 ช)

วันที่	บรรจุแบบสุญญากาศ (logCFU/g)	บรรจุในบรรยากาศปกติ (logCFU/g)
0	ไม่พบ	ไม่พบ
2	ไม่พบ	ไม่พบ
4	ไม่พบ	ไม่พบ
7	ไม่พบ	ไม่พบ
9	ไม่พบ	ไม่พบ
11	ไม่พบ	2.88±0.33
14	ไม่พบ	3.49±0.28

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

สำหรับผลิตภัณฑ์เยลลี่สูตรที่ใช้เจลาตินในอัตราส่วนสูง (3:1, สูตร 1) มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่า มีความแน่นเหนียวมากกว่า เหนียวกว่า แต่มีความชุ่มชื้นน้อยกว่าสูตรที่ใช้เจลาตินในอัตราส่วนที่ต่ำกว่า (5:3, สูตร 2) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเจลาตินและเพคตินเป็นสารประเภทไฮโดรคอลลอยด์ ทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) สารทั้งสองตัวมีคุณสมบัติในการเกิดเจลต่างกัน เป็นผลให้ลักษณะของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้แตกต่างกันด้วย ลักษณะเจลของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเจลาตินจะมีความแข็งและคงรูปมากกว่า ทำให้ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ได้มีเนื้อเหนียวแข็งเป็นพิเศษ โดยความเหนียวและความแข็งของผลิตภัณฑ์เป็นไปตามปริมาณการใช้เจลาตินที่เพิ่มขึ้นในสูตร อย่างไรก็ตามลักษณะเจลของเยลลี่ที่ผลิตจากเจลาตินเพียงชนิดเดียวนั้นอาจมีความแข็งกระด้างมากเกินไป มักไม่ทนต่อความร้อนจึงอาจเสียความคงตัวเมื่อผลิตภัณฑ์ถูกเก็บรักษาในที่ร้อนเกินไป ดังนั้นจึงใช้เพคตินในส่วนผสมที่

เหมาะสมด้วย เพื่อปรับคุณลักษณะของเยลลี่ให้มีความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวนุ่มพอเหมาะ อย่างไรก็ตาม หากใช้เพคตินในปริมาณสูงเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนเกินไป ไม่สามารถเซตตัวขึ้นรูปได้ จึงจำเป็นต้องปรับสัดส่วนการใช้เจลาตินและเพคตินในปริมาณที่เหมาะสมด้วย ดังนั้นการใช้เพคตินร่วมกับเจลาตินในผลิตภัณฑ์เยลลี่จากน้ำตาลโตนดให้เยลลี่ที่มีลักษณะเจลดีโดยความยืดหยุ่นพอเหมาะและเจลแข็งแรงเหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิต โดยอัตราส่วนเจลาตินต่อเพคตินในเยลลี่น้ำตาลโตนดที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่ 5:3

สำหรับผลิตภัณฑ์กัมจากน้ำตาลโตนดใช้กัมอาระบิก ซึ่งจัดเป็นสารประเภทไฮโดรคอลลอยด์ประเภทหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจลเช่นเดียวกัน ตัวอย่างที่ใช้กัมอาระบิก 55% ให้เนื้อสัมผัสที่แข็งและมีความแน่นเนื้อมากกว่า แต่ความชุ่มชื้นน้อยกว่า ตัวอย่างที่ใช้กัมอาระบิก 50% อย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95 % แต่มีข้อสังเกตว่า ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างด้านความเหนียวและความเหนียวติดฟันของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตรทดลองได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของการใช้กัมอาระบิกทั้งสองระดับนั้นยังไม่แตกต่างกันมากพอที่จะทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์สูตรทดลองมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนที่ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างในเรื่องทั้งสองได้ แต่หากใช้กัมอาระบิกในปริมาณน้อยกว่านี้ก็ไม่สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคงรูปและสามารถเซตตัวได้ ในผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มที่ทดสอบ พบว่า เมื่อปริมาณน้ำตาลโตนดในสูตรมีมาก (60 %) จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสที่แข็ง มีความแน่นเนื้อมากกว่า แต่มีความชุ่มชื้นน้อยกว่าตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลโตนดในปริมาณน้อยกว่า (40 %)

ผลการทดลองนี้สัมพันธ์กับผลการทดลองที่ใช้น้ำตาลทรายทดแทนในสูตรเยลลี่น้ำตาลโตนด เพราะคะแนนความแน่นเนื้อ ความเหนียว ความยืดหยุ่นของตัวอย่างที่ใช้น้ำตาลทราย 100% น้อยกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเชื่อมั่น 95 % และมีความชุ่มชื้นมากกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การใช้น้ำตาลโตนดทำให้เยลลี่มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นและมีรสหวานน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนของ น้ำตาลซูโครสในน้ำตาลโตนดนั้นมีน้อยกว่าจึงมีผลต่อรสหวานที่ลดลง สำหรับผลิตภัณฑ์กัมการใช้ น้ำตาลโตนดทดแทนการใช้น้ำตาลทรายไม่มีผลต่อสมบัติด้านเนื้อสัมผัส แต่มีผลต่อเรื่องสีและรสหวานของ ผลิตภัณฑ์กัมเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์เยลลี่ น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์นับเป็นอาหารที่มีความบริสุทธิ์สูง เพราะ ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสมากกว่าร้อยละ 99.95 โดยน้ำหนักแห้ง (สุวรรณ 2543) ส่วน น้ำตาลโตนด เกิดจากการเคี้ยวน้ำเชื่อมจนข้นแต่ไม่มีการล่อให้เกิดผลึก จึงมีความบริสุทธิ์น้อยกว่าและยังมีองค์ประกอบ อื่นๆ นอกเหนือจากน้ำตาลซูโครส สุกัญญา จันทะชุม (2540) รายงานว่า น้ำตาลโตนดมีองค์ประกอบ สำคัญคือน้ำตาลซูโครสร้อยละ 13-17 มีโปรตีนอยู่ร้อยละ 0.02-0.03 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ กนก ติระวัฒน์ (2531) ที่พบว่าน้ำตาลโตนดมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 16.8 ประกอบด้วยน้ำตาล ซูโครสร้อยละ 15 น้ำตาลรีดิซร้อยละ 1.8 และปริมาณโปรตีน 0.23-2.32 กรัม/100 มิลลิลิตร น้ำตาล ลดรูปหรือน้ำตาลที่สามารถแตกตัวเป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็กที่พบในน้ำตาลสดได้แก่ เฮกโซส เพนโตส และแร่ธาตุและวิตามินอื่นๆ ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม

วิตามินซี วิตามินบี (สัมฤทธิ์, 2543)

ปริมาณเถ้าในตัวอย่างน้ำตาลโตนดเป็นการวัดแร่ธาตุส่วนที่เป็น เกลือของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ทั้งหลายที่ไม่เป็นก๊าซที่ระเหยได้เมื่อทำการเผาไหม้ เนื่องจากมีเกลือของสาร เหล่านี้อยู่ด้วยค่าที่ได้จึงไม่ใช่ค่าของแร่ธาตุโดยตรงแต่บอกถึงความบริสุทธิ์ของน้ำตาลโตนดเมื่อเทียบกับน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ Child (1974) พบว่าน้ำตาลสดเข้มข้นที่มีความชื้นร้อยละ 21.1-31.9 มีปริมาณน้ำตาล ซูโครส อยู่ร้อยละ 47.4-54.5 และมีปริมาณเถ้าร้อยละ 2.01-2.66 ความแตกต่างเหล่านี้ส่งผลต่อ คุณภาพด้านสีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่และกัมที่ผลิตจากน้ำตาลโตนดที่แตกต่างจากน้ำตาลทราย ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเยลลี่ที่ผลิตจากน้ำตาลโตนดเปรียบเทียบกับน้ำตาลทรายพบว่า เมื่อผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน ถูกถามให้ประเมินความเข้มข้นของกลิ่นและกลิ่นรสน้ำตาลโตนดของตัวอย่างเยลลี่ที่ผลิตจากน้ำตาลโตนดเปรียบเทียบกับน้ำตาลทราย พบว่าเยลลี่ น้ำตาลโตนดให้กลิ่นรส น้ำตาลโตนดเด่นชัดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากเยลลี่ที่เตรียมจากน้ำตาลทราย แสดงว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่และกัมจากน้ำตาลโตนดมีลักษณะกลิ่นรสเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวและเป็นกลิ่นรส เฉพาะที่ผู้บริโภคมีความพึงพอใจ

ในเรื่องการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่ระหว่างการเก็บรักษา แบคทีเรียที่สำคัญที่เป็นปัญหาของน้ำตาลสดคือพวกที่สร้างกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ซึ่งทำให้น้ำตาลเปรี้ยวมี 5 genus คือ *Micrococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* และ *Acetobacter* แบคทีเรียอื่นๆที่พบได้แก่ *Serratia*, *Aerobacter*, *Bacillus*, *Zymomonas* และ *Brevibacterium* (Okafor, 1972) ยีสต์เป็นจุลินทรีย์อีกพวกหนึ่งที่พบในน้ำตาลสดทำให้เกิดกลิ่นรสของน้ำตาลสดแต่มีข้อเสียเนื่องจากทำให้เกิดฟองและทำให้สูญเสียปริมาณน้ำตาล ยีสต์ในน้ำตาลสดที่พบมากที่สุดคือ *Kloeckera apiculata* และ *Saccharomyces chevaliri* ร่องลงมาคือ *Candida spp.*, *S. cerevisiar* และ *Pichia membranaefaciens* (ปราโมทย์, 2521) จุลินทรีย์เหล่านี้ลดปริมาณลงเมื่อนำไปผ่านความร้อนแต่แบคทีเรียหรือยีสต์ที่ทนความร้อนสูงอาจยังปะปนอยู่ได้ หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนระหว่างกระบวนการผลิตก็ได้ เช่นในน้ำตาลโตนดที่ผ่านการเคี่ยวเป็นเวลานานจนเข้มข้น มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำตาลโตนด (มพช. 113/2546) กำหนดให้ต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 5×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานทางจุลินทรีย์สำหรับผลิตภัณฑ์เยลลี่ แต่ถ้ายึดตามมาตรฐานของน้ำตาลโตนดเยลลี่น้ำตาลโตนด ที่บรรจุในบรรยากาศปกติมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราเกินกำหนดตั้งแต่วันที่ 11 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การใช้เทคนิคการบรรจุแบบสุญญากาศซึ่งเป็นเทคนิคในการกำจัดออกซิเจนซึ่งมีความสำคัญกับการเจริญของยีสต์และราตลอดจนแบคทีเรียที่ใช้ ออกซิเจนออกจากผลิตภัณฑ์สามารถชะลออัตราการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติ ดังนั้นการลดการปนเปื้อนของแบคทีเรียในช่วงเริ่มต้นทำได้โดยการใช้หลักการผลิตที่ดี (GMP) ในการผลิตร่วมกับการใช้เทคนิคการบรรจุแบบสุญญากาศช่วยให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เยลลี่น้ำตาลโตนดได้อย่างน้อย 14 วันโดยไม่ใช้วัตถุกันเสีย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการวิจัยของเครือข่ายภาคเหนือตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ 2549

เอกสารอ้างอิง

- กนก ตีระวัฒน์. “การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด”
รายงานโครงการพัฒนาชุมชน. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2531.
- ปราโมทย์ ธรรมรัตน์. การศึกษายีสต์ในน้ำตาลสดน้ำตาลเมาและการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มี
ประสิทธิภาพสูงในการหมักแอลกอฮอล์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521.
- เรณูกา แจ่มฟ้า. 2545. การผลิตไซรัปจากน้ำตาลสด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก. 130 หน้า.
- สมฤทธิ์ เพ็ญจันทร์. “ตาลโตนด” กลีกร. 73(5) : กันยายน-ตุลาคม 2543. หน้า 21-24.
- สุกัญญา จันทะชุม. น้ำตาลโตนด. สงขลา: ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2540.
- สุวรรณ สุกิมารส. 2543. เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อคโกแลต. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- Child, R. (1974). *Coconuts*. London UK. : Longman.
- Okafor, N. (1972). Palm wine yeasts from parts of Nigeria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23, 1399-1407.