

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนด

Thai Dessert Product Development Form Palmyra - Plum Powder

ชไมพร เพ็งมาก^{1*} และ สุรสาธินี ศรีวิไล²

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ²อาจารย์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการทำแห้งแป้งตาลโตนดโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 65 และ 70 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด และนำไปทดแทนในส่วนผสมแป้งของขนมไทย 3 ชนิด คือขนมชั้น ขนมบัวดอกไม้ และขนมปุยฝ้าย เพื่อให้ได้สีและกลิ่นที่เหมาะสม โดยทำการศึกษาอัตราส่วนของแป้งตาลโตนด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 และ 30 ทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี การยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยบรรจุในภาชนะ 2 ประเภทคือ กล่องพลาสติก Polyvinyl chloride (PVC) และ กล่องพลาสติก Polyvinyl chloride (PVC) สวมด้วยถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทำการตรวจคุณภาพทุก ๆ 1 วัน พบว่าอุณหภูมิที่ 60 °C เหมาะสมในการแห้งแป้งตาลโตนด เมื่อนำแป้งตาลโตนด ร้อยละ 10 ของปริมาณส่วนผสมแป้ง เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการทำผลิตภัณฑ์ขนมไทยดังกล่าว เนื่องจากได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมในด้านความชอบรวมสูงที่สุดทุกผลิตภัณฑ์และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีคะแนนของขนมชั้น 7.73 ขนมบัวดอกไม้ 7.95 และขนมปุยฝ้าย 7.62 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ขนมไทยแป้งตาลโตนด ทั้ง 3 ชนิด มาทำการศึกษารสชาติประกอบทางเคมี ด้านความชื้น เถ้า ไขมัน เยื่อใย โปรตีน และ คาร์โบไฮเดรต พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อนำไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปุยฝ้ายมากที่สุด จำนวน 66 คน ขนมชั้น 28 คน และขนมบัวดอกไม้ 6 คน แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรเก็บขนมปุยฝ้ายไว้เกิน 1 วัน เนื่องจากทุกตัวอย่างมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานกำหนดภายในระยะเวลาการเก็บเพียง 1 วัน

Abstract

A research was aimed to investigate appropriate procedures of cabinet drying of flour made from Toddy palm at 60, 65 and 70 degree Celsius and employed it as an ingredient in 3 Thai traditional desserts - Kanom-Chun, Kanom Num-dok-mai and Kanom Puy-fai respectively. The investigation emphasized on these effects on color and odor of the products. Palm flours at the level of 0%, 10%, 20% and 30% was added, then physical and chemical properties, consumer's acceptance were investigated and their shelf-life of the products packed in polyvinyl chloride and double layer of polyvinyl chloride and polyethylene at room temperature was inspected every day. Drying temperature of 60 °C and 10% flour addition in the formulation found to be the optimal condition and also produces best quality of the products accepted by consumers, as in such conditions, overall score of acceptance was statistically significantly highest ($P>0.05$) with 7.73, 7.95 and 7.62 average scores for Chun, Kanom Num-dok-mai and Kanom Puy-fai consecutively. Proximate analysis of these products in terms of moisture, ash, fat fiber protein and carbohydrate revealed that they were statistically different ($P>0.05$). When 100 consumers were asked to taste and rank their acceptances, Kanom Puy-fai, Kanom Num-dok-mai and Kanom Puy-fai was acceptable by 66, 28 and 6 panels successively. However, these products should not store

for more than a day due to the fact that microbiologically total viable count would be exceeds specified standard by a day.

คำสำคัญ : แป้งตาลโตนด ขนมันชั้น ขนมน้ำดอกไม้ ขนมนุ่ยฝ้าย

Keywords : Palmyra Plum Powder, khanomchan, Khanomnamdokmai, Cotton-wool cake

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ chamai0@hotmail.com โทร. 08 7204 4941

1. บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมาจังหวัดเพชรบุรีและสุพรรณบุรี ถือเป็นแหล่งที่มีการปลูกต้นตาลจำนวนมาก แต่จากการสำรวจพื้นที่การปลูกตาลโตนด โดยสำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลาปี พ.ศ. 2542 พบว่า จังหวัดสงขลามีปริมาณต้นตาลโตนดมากที่สุดในประเทศไทย คือมากกว่า 3 ล้านต้น ครอบคลุมพื้นที่ 6 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสิงหนคร อำเภอกระแสดินธุ์ อำเภอรโนด อำเภอควนเนียง และอำเภอรัตนภูมิ เกษตรกรที่อยู่ในท้องถิ่นส่วนใหญ่มีการนำน้ำตาลจากต้นตาลมาเพิ่มมูลค่า โดยการแปรรูปเป็นน้ำตาลสด น้ำตาลสุก น้ำส้ม น้ำตาลแวน น้ำเมา จาวตาลเชื่อม ลอนตาล และขนมตาล ส่วนที่มักจะเกิดการสูญเสียก็คือ ลูกตาลสุก ซึ่งยังมีได้นำมาใช้ประโยชน์มากนัก ส่วนใหญ่จะปล่อยให้สุกคาต้นและหล่นเน่าเสียไป จะมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ได้มีการนำมาเอาเนื้อออกเพื่อใช้ทำขนมตาล ซึ่งสามารถทำได้บางฤดูกาลเท่านั้น อีกทั้งการเตรียมเนื้อลูกตาลสุกก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ต้องใช้เวลามาก มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก และไม่สามารถเก็บเนื้อลูกตาลสุกไว้ได้นาน นักวิจัยหลายท่านได้เห็นปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการศึกษาวิจัยผลิตเป็นแป้งตาลเพื่อแก้ไขปัญหา โดยมีการใช้กรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันออกไป จากการศึกษาวิธีการทำแป้งตาลของนุมล (2533) พบว่าการใช้ตูบแห้งแบบธรรมดาและตูบแห้งแบบลดความชื้นที่อุณหภูมิ 55 °C แป้งตาลที่ได้จะมีความชื้นมากกว่าการทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 130 °C แต่สีของการอบแห้งแบบธรรมดาและการอบแห้งแบบลดความชื้นจะดีกว่าแบบใช้ลูกกลิ้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของบุญยกฤตและคณะ (2545) ได้พบว่ายิ่งใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น ความชื้นก็จะต่ำลงแต่ค่าสีก็จะด้อยลงด้วย สำหรับค่าดัชนีการดูดซึมน้ำพบว่าแป้งตาลที่มีความชื้นต่ำก็ยังสามารถดูดซึมน้ำได้มากขึ้น ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการทำขนมที่ต้องการทำให้เกิดการขึ้นฟูด้วยไอน้ำเช่นขนมปุยฝ้าย ขณะเดียวกัน ก็เหมาะสำหรับขนมที่ต้องการทำให้เกิดความเป็นเจลที่ใส เพราะเมื่อแป้งดูดซึมน้ำได้มากก็จะเกิดการละลายได้ดีในส่วนผสมที่มีปริมาณน้ำมาก เช่น ขนมันชั้น และขนมน้ำดอกไม้ เมื่อให้ความร้อนสูงแป้งก็จะเกิดเจลาติโนสได้มาก แต่ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการนำแป้งตาลไปใช้ประโยชน์อย่างจริงจังยังอยู่ในวงจำกัด จึงน่าจะมีการศึกษาการนำแป้งตาลไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ใช้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง โดยเฉพาะขนมไทย ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ด้านวัฒนธรรมประจำชาติไทยอย่างหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันดี เพราะเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความละเอียดอ่อน ประณีตในการทำ ตั้งแต่วัตถุดิบ วิธีการทำที่กลมกลืน พิถีพิถันในเรื่องรสชาติ สี สัน ความสวยงาม กลิ่นหอม รูปลักษณ์ชวนรับประทาน ตลอดจนกรรมวิธีการรับประทาน จากผลการวิจัยเกี่ยวกับขนมไทยพบว่า ขนมไม่ได้เป็นวัตถุที่มีคุณค่าเฉพาะการกินเพื่อความอร่อยเท่านั้น แต่ยังมีคุณค่าอันติดมาด้วย เช่น คุณค่าทางประวัติศาสตร์ พิธีกรรม คุณค่าทางสังคม วัฒนธรรม และทางจิตใจ (วิภาณี, 2545) การนำเอาเนื้อตาลสุกที่ยังไม่ค่อยถูกนำมาใช้ประโยชน์มาเพิ่มสี สัน และกลิ่นเฉพาะตัวให้กับขนมไทยจึงเป็นสิ่งที่น่าศึกษาค้นคว้า โดยเฉพาะขนมไทยที่มีรสหวาน หากมีการปรุงแต่งให้เกิดสีเหลืองก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่ออกไป ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเติมสีสันให้กับผลิตภัณฑ์ขนมชั้น ขนมน้ำดอกไม้ และขนมปุยฝ้าย

2. วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาวิธีการทำแป้งตาลโตนด

ใช้ลูกตาลโตนดสุกจากจังหวัดสงขลา มาทำการสกัดเนื้อตาลสุก อบด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray Dry) ใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 60 , 65 , 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 10 ชั่วโมง นำเนื้อลูกตาลแห้งมาบดให้

เป็นผงด้วยเครื่องบดแบบหมุนเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง แล้วไปผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.12 มิลลิเมตร ตรวจสอบคุณภาพโดยการวัดค่าสี (Juki Colorimeter) ความชื้น (AOAC, 2000) ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity meter) อัตราการคืนรูป (rehydration) (บุญยกฤต และกิตติพงษ์, 2545) ความสามารถในการละลาย (Anderson, 1969) ความสามารถในการดูดน้ำ (Anderson, 1969) ปริมาณอะไมโลส (Juliano, 1971) และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต

ตอนที่ 2 ศึกษาปริมาณแป้งตาลโตนดในผลิตภัณฑ์ขนมไทย

2.1 คัดเลือกสูตรพื้นฐานในการทำผลิตภัณฑ์ขนมชั้น ขนมน้ำตาลดอกไม้ และขนมปุยฝ้าย โดยศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำขนมไทยทั้ง 3 ชนิด แต่ละชนิดจะทำการศึกษสูตรจากแหล่งต่างๆ 3 แหล่ง แล้วทำการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม 30 คน เพื่อให้ได้สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

2.2 ศึกษาปริมาณแป้งตาลโตนดในผลิตภัณฑ์ขนมไทย นำสูตรที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2.1 มาทดแทนส่วนผสมแป้งในขนมไทย 3 ชนิดด้วยแป้งตาลโตนด 4 ระดับ คือร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 ทำการตรวจสอบคุณภาพตามลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ดังนี้

- ผลิตภัณฑ์ขนมชั้น วัดค่าสี (Juki Colorimeter) ค่าแรงตัดขาดและแรงดึง (Texture analyzer) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ประเมินผลด้านลักษณะความมันวาว สี ความใส เนื้อเนียนละเอียด การลอกเป็นชั้น กลิ่น รสชาติ ความนุ่มเหนียว และความชอบรวม

- ผลิตภัณฑ์ขนมน้ำตาลดอกไม้ วัดค่าสี (Juki Colorimeter) ค่าแรงตัดขาด (Texture analyzer) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ประเมินผลด้านลักษณะการนุ่ม ความมันวาว สี ความใส เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ ความนุ่มเหนียว และความชอบรวม

- ผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย วัดค่าสี (Juki Colorimeter) ค่าแรงตัดขาด (Texture analyzer) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ประเมินผลจากภายนอกด้านสี กลิ่น รูปทรง และประเมินลักษณะภายในด้านสี กลิ่น รสชาติ ฟองอากาศ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม

ตอนที่ 3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนด โดย วัดปริมาณ ความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณไขมัน ปริมาณเยื่อใย และปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต ใช้วิธีการคำนวณ (วันเพ็ญ, 2536)

ตอนที่ 4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนด

นำผลิตภัณฑ์ขนมไทยที่ได้รับการยอมรับในขั้นตอนที่ 3 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ซึ่งเป็นนักเรียน นักศึกษา เจ้าหน้าที่ ข้าราชการ และประชาชนทั่วไป ในจังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบชนิด 9 Hedonic scale พร้อมทั้งชิมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเพื่อประเมินความชอบ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนมไทยแต่ละชนิด

ตอนที่ 5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนด

นำผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนดที่ได้รับการคัดเลือกจากผู้บริโภค จำนวน 100 กรัม บรรจุในกล่อง 2 ชนิด คือ กล่องพลาสติก Polyvinyl chloride (PVC) และ กล่อง Polyvinyl chloride สวมด้วยถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 7 วัน ทำการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาล ทุกๆ 1 วัน ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณยีสต์และรา (yeast mold plate count) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) โดยอายุการเก็บจะสิ้นสุดเมื่อมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน 1×10^4 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ตอนที่ 1 วิธีการทำแป้งตาลโดนด

จากการตรวจสอบคุณภาพของแป้งตาลโดนด โดยการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด ใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 60, 65, 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 10 ชั่วโมง แล้วไปผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.12 มิลลิเมตร เมื่อทำการวิเคราะห์ทางเคมีของแป้งตาลโดนด พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีนและเถ้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนปริมาณเยื่อใย ความชื้น ค่า a_w และปริมาณอะไมโลส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยแป้งตาลโดนดอบที่อุณหภูมิ 65°C มีเยื่อใย 31.56 ซึ่งมากกว่า แป้งตาลโดนดอบที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C อธิบายเพิ่ม ส่วนความชื้นและค่า a_w ของแป้งตาลโดนดอบที่อุณหภูมิ 70 มีค่ามากที่สุด อาจจะเป็นเนื่องมาจากการใช้ความร้อนที่สูงเกินไปในการอบแห้ง ทำให้ผิวหน้าของแป้งตาลแห้งก่อนที่ความชื้นภายในจะระเหยออกมาได้หมด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความชื้นของตัวอย่าง สำหรับปริมาณอะไมโลสจะเห็นได้ว่าแป้งตาลโดนดทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีและค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ของแป้งตาลโดนดที่ผ่านการอบแห้ง ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	คาร์โบไฮเดรต (%)	ไขมัน (%)	โปรตีน (%)	เยื่อใย (%)	เถ้า (%)	ความชื้น (%)	a_w	ปริมาณอะไมโลส
60°C	44.70 ^{ab}	5.81 ^{ns}	12.84 ^{ns}	27.65 ^b	1.19 ^{ns}	7.45 ^b	0.26 ^b	0.360 ^{ns}
65°C	40.45 ^b	5.77 ^{ns}	13.18 ^{ns}	31.56 ^a	1.23 ^{ns}	7.45 ^b	0.26 ^b	0.359 ^{ns}
70°C	45.01 ^a	5.91 ^{ns}	12.89 ^{ns}	27.01 ^b	1.32 ^{ns}	7.50 ^a	0.28 ^a	0.365 ^{ns}

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P > 0.05$)

- ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P > 0.05$)

เมื่อนำแป้งตาลโดนดไปวิเคราะห์คุณภาพ พบว่าอัตราการคืนรูปและการละลายน้ำของแป้งตาลโดนดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยแป้งตาลโดนดอบที่อุณหภูมิ 60°C มีค่า 10.44 และ 11.23 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าแป้งตาลโดนดอบที่อุณหภูมิ 65 และ 70°C ส่วนการดูดซึมน้ำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คุณสมบัติดังกล่าวเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปทดแทนในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมไทย เนื่องจากมีอัตราการคืนรูป และการละลายน้ำได้ดีซึ่งเมื่อนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จะทำให้สามารถผสมกับส่วนผสมได้ง่ายขึ้น การดูดซึมน้ำและค่าความสว่างของสี ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สำหรับค่าสีแดงอยู่ในระดับปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อลูกตาลสดจากการสังเกตด้วยสายตา ดังตารางที่ 2 จึงนำแป้งตาลโดนดอบที่อุณหภูมิ 60°C ไปทำการทดลองในตอนต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแป้งตาลโดนด

สิ่งทดลอง	อัตราการคืนรูป	การละลายน้ำ(กรัมต่อกรัม)	การดูดซึมน้ำ(%)	ค่าสี		
				L*	a*	b*
60°C	10.44 ^a	11.23 ^a	6.42 ^{ns}	76.02 ^{ns}	11.67 ^b	56.22 ^a
65°C	10.33 ^b	11.04 ^b	6.44 ^{ns}	76.35 ^{ns}	10.99 ^c	52.70 ^c
70°C	10.24 ^c	11.02 ^b	6.45 ^{ns}	76.35 ^{ns}	12.23 ^a	55.23 ^b

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P > 0.05$)

- ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P > 0.05$)

ตอนที่ 2 ปริมาณแป้งตาลโตนดในผลิตภัณฑ์ขนมไทย

2.1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำขนมไทยทั้ง 3 ชนิด แต่ละชนิดจะทำการศึกษาสูตรจากแหล่งต่างๆ 3 แหล่ง แล้วทำการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม เพื่อให้ได้สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ดังตารางที่ 3 4 และ 5

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมน้ำตาลดอกไม้ 3 สูตร

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะ						
	การนุ่ม	ความใส	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อเนียนของเนื้อ	ความนุ่มเหนียว	ความชอบรวม
T ₁	6.43 ^c	6.30 ^c	6.67 ^b	6.53 ^c	6.67 ^c	6.47 ^c	6.37 ^c
T ₂	6.57 ^b	6.53 ^b	6.57 ^c	6.76 ^b	6.87 ^b	6.57 ^b	6.70 ^b
T ₃	8.47 ^a	8.07 ^a	7.67 ^a	7.83 ^a	7.73 ^a	7.80 ^a	8.23 ^a

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P > 0.05)

โดยกำหนดให้

- T₁ หมายถึง สูตร 1 นีรนาม,มปป.
T₂ หมายถึง สูตร 2 ซไมพร,2548
T₃ หมายถึง สูตร 3 ศรีสมร,2528

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมน้ำตาลดอกไม้ พบว่าขนมน้ำตาลดอกไม้ทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) โดยสิ่งทดลองที่ 3 สูตรของศรีสมร (2524) ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุกด้าน คือมีลักษณะการนุ่มตรงกลางกว้างที่สุด เนื่องจากส่วนผสมมีส่วนที่เป็นของแห้งน้อยกว่าส่วนผสมที่เป็นของเหลว ทำให้เม็ดแป้งสามารถดูดน้ำเข้าไปได้หมดพอดี ซึ่งแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 ที่มีส่วนผสมของแห้งมากกว่าส่วนผสมที่เป็นของเหลว และหากมีการเพิ่มปริมาณน้ำเชื่อมมากเกินไป ลักษณะการนุ่มจะไม่เกิดขึ้น แต่ถ้ามีการใช้น้ำเชื่อมน้อยเกินไป รอยนุ่มจะเกิดเป็นวงเล็กและขนมจะมีรสจืดเกินไป (ศิริลักษณ์, 2522) นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ 3 ยังมีความนุ่มเหนียวเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมมากที่สุด พบว่าความนุ่มเหนียวเกิดจากการนวดผสมระหว่างแป้งกับน้ำเป็นสำคัญ หากมีการนวดแป้งนานเกินไปจะทำให้การนุ่มลดลง แต่ความนุ่มเหนียวเพิ่มขึ้น และถ้ามีการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนจะทำให้ขนมมีลักษณะใสเป็นประกายและเหนียวขึ้น (อบเชย, 2543) แต่ลักษณะการนุ่มจะลดลง

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขึ้น 3 สูตร

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะ							
	ความมันวาว	ความใส	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อเนียนละเอียด	การลอกเป็นชั้น	ความนุ่มเหนียว	ความชอบรวม
T ₁	6.40 ^c	6.40 ^c	6.87 ^c	6.47 ^c	6.07 ^c	6.13 ^b	6.27 ^b	6.43 ^c
T ₂	7.73 ^a	7.40 ^a	7.49 ^a	7.77 ^a	7.93 ^a	7.97 ^a	8.07 ^a	8.30 ^a
T ₃	7.47 ^b	6.80 ^b	7.07 ^b	6.63 ^b	6.63 ^b	6.07 ^b	5.97 ^c	6.63 ^b

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P > 0.05)

โดยกำหนดให้

- T₁ หมายถึง สูตร 1 นิรนาม,มปป.
T₂ หมายถึง สูตร 2 ซไมพร,2548
T₃ หมายถึง สูตร 3 ศรีสมร,2528

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าขนมชั้นทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 2 สูตรของซไมพร (2548) ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุกด้าน คือมีความมันวาวมากที่สุด สามารถลอกเป็นชั้นได้ง่าย ไม่ติดมือ รสชาติมัน เนื่องจากการนวดแป้งเป็นสิ่งจำเป็นเพราะจะช่วยทำให้เม็ดแป้งแตกตัว จึงช่วยในการดูดซึมน้ำ การนวดแป้งจะทำให้ขนมชั้นมีลักษณะเนื้อเนียนละเอียดเหนียว นุ่ม ดูเป็นมัน และลอกเป็นชั้นได้ง่ายกว่าชนิดที่ทำโดยไม่นวดแป้ง แต่อย่างไรก็ตามการใช้แป้งผสมจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวยายม่อม และแป้งข้าวเจ้า จะช่วยทำให้ขนมชั้นมีลักษณะเหนียวใสมากและลอกได้ง่าย (ศิริลักษณ์,2522)

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมพายฝ้าย 3 สูตร

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะ						
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	รูปทรง	ความนุ่ม	ความชอบรวม
T ₁	7.20 ^{ns}	6.05 ^c	7.10 ^c	6.90 ^c	6.30 ^c	7.20 ^c	7.32 ^c
T ₂	7.65 ^{ns}	7.40 ^a	7.85 ^a	7.80 ^a	7.10 ^a	7.85 ^a	7.70 ^a
T ₃	7.20 ^{ns}	6.95 ^b	7.65 ^b	7.60 ^b	6.45 ^b	7.45 ^b	7.62 ^b

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P> 0.05$)
- ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P> 0.05$)

โดยกำหนดให้

- T1 หมายถึง สูตร 1 นิรนาม,มปป.
T2 หมายถึง สูตร 2 ซไมพร,2548
T3 หมายถึง สูตร 3 ศรีสมร,2528

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าขนมพายฝ้ายทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 2 สูตรของซไมพร (2548) ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุกด้าน คือมีความนุ่ม รูปทรงแตกชั้นฟูมากที่สุด ไม่มีกลิ่นคาวไซเมื่อรับประทานไม่ทำให้ผิแตก เนื่องจากมีส่วนผสมของนมสดและน้ำมันขาวในปริมาณที่เหมาะสมในการสร้างเอนไซม์ที่ช่วยในการย่อยโปรตีนในแป้งทำให้ขนมพายฝ้ายมีลักษณะนุ่มมากกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ

2.2 ปริมาณแป้งตาลโตนดในผลิตภัณฑ์ขนมไทย นำสูตรที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2.1 มาทดแทนส่วนผสมแป้งในขนมไทย 3 ชนิดด้วยแป้งตาลโตนด 3 ระดับ คือร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 พบว่าแป้งตาลโตนดร้อยละ 10 ของปริมาณส่วนผสมแป้ง เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการทำผลิตภัณฑ์ขนมไทยทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมในด้านความชอบรวมสูงที่สุดทุกผลิตภัณฑ์และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนการยอมรับของขนมชั้น 7.73 ขนมบัวตอกไม้ 7.95 และขนมพายฝ้าย 7.62 ดังตารางที่ 6 7 และ 8

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนม น้ำดอกไม้ แป้งตาลโตนด 4 ระดับ

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะ							
	การนุ่ม	สี	ความใส	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	รสชาติ	ความนุ่มเหนียว	ความชอบรวม
T ₁	8.02 ^a	7.29 ^b	8.02 ^a	7.92 ^a	6.73 ^a	6.71 ^b	6.74 ^b	7.02 ^b
T ₂	6.56 ^b	7.60 ^a	6.76 ^b	7.89 ^a	6.84 ^a	7.32 ^a	7.61 ^a	7.73 ^a
T ₃	4.01 ^c	5.26 ^c	5.09 ^c	5.27 ^b	5.01 ^b	4.63 ^c	5.00 ^c	5.18 ^c
T ₄	3.20 ^d	4.36 ^d	4.19 ^d	4.51 ^c	4.20 ^c	3.81 ^d	4.27 ^d	4.36 ^d

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P > 0.05)

โดยกำหนดให้

- T₁ หมายถึง แป้งตาลโตนด 0 %
- T₂ หมายถึง แป้งตาลโตนด 10 %
- T₃ หมายถึง แป้งตาลโตนด 20 %
- T₄ หมายถึง แป้งตาลโตนด 30 %

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าขนม น้ำดอกไม้ ทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) โดยขนม น้ำดอกไม้ แป้งตาลโตนด 10 % ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในด้าน สี รสชาติ ความนุ่มเหนียว และความชอบรวม โดยมีระดับคะแนน 7.60 7.32 7.61 และ 7.73 ตามลำดับ แต่มีลักษณะการนุ่ม ความใส ต่ำกว่าขนม น้ำดอกไม้ แป้งตาลโตนด 0 % โดยมีคะแนน 8.02 และ 8.02 ตามลำดับ สำหรับด้านเนื้อสัมผัสพบว่าขนม น้ำดอกไม้ ที่มีการเติมแป้งตาลโตนด 0 % และ 10% ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) เนื่องจากแป้งตาลโตนดมีไขมัน โปรตีน และเยื่อใย สูงกว่าในส่วนผสมแป้งที่ใช้ในขนม น้ำดอกไม้ เมื่อนำไปทดแทนส่วนผสมแป้งของขนม น้ำดอกไม้ จะทำให้ผลิตภัณฑ์ขนม น้ำดอกไม้ มีความใสลดลง รวมถึงคุณสมบัติในการชักน้ำให้เป็นรอยบวมก็ลดลงด้วย

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมชั้น แป้งตาลโตนด 4 ระดับ

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะ								
	การเป็นมัน	สี	ความใส	เนื้อเนียนละเอียด	การลอกชั้น	กลิ่น	รสชาติ	ความนุ่มเหนียว	ความชอบรวม
1	7.90 ^a	7.70 ^a	7.77 ^a	7.88 ^a	7.61 ^a	7.86 ^a	7.94 ^a	7.84 ^a	7.93 ^a
2	7.76 ^b	7.63 ^a	7.67 ^b	7.66 ^b	7.58 ^a	7.86 ^a	7.92 ^a	7.87 ^a	7.95 ^a
3	6.54 ^c	6.58 ^b	6.17 ^c	6.22 ^c	6.29 ^b	6.16 ^b	6.04 ^b	6.19 ^b	6.23 ^b
4	5.60 ^d	5.47 ^c	5.34 ^d	5.31 ^d	4.92 ^c	5.32 ^c	5.20 ^c	5.47 ^c	5.27 ^c

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P > 0.05)

โดยกำหนดให้

- T₁ หมายถึง แป้งตาลโตนด 0 %
- T₂ หมายถึง แป้งตาลโตนด 10 %
- T₃ หมายถึง แป้งตาลโตนด 20 %
- T₄ หมายถึง แป้งตาลโตนด 30 %

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าขนมชั้นแป้งตาลโตนดทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยขนมชั้นที่ไม่มีการเติมแป้งตาลโตนดได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในด้านการเป็นมัน สี ความใส เนื้อเนียนละเอียด และความชอบรวม โดยมีคะแนน 7.90 8.00 7.77 7.88 และ 8.13 ตามลำดับ ส่วนด้านการลอกชั้น กลิ่น รสชาติ และความนุ่มเหนียว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับขนมชั้นที่มีการเติมแป้งตาลโตนด 10 % ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่าผู้ทดสอบชิมไม่คุ้นเคยกับขนมชั้นที่มีสีเหลือง จึงทำให้เกิดความรู้สึกไม่ยอมรับ

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนด 4 ระดับ

สิ่งทดลอง	ลักษณะภายนอก			ลักษณะภายใน					
	สี	กลิ่น	รูปทรง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ฟองอากาศ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
T ₁	6.72 ^b	5.89 ^d	7.75 ^a	6.72 ^b	7.22 ^a	6.95 ^b	7.39 ^a	6.93 ^b	6.88 ^b
T ₂	7.90 ^a	7.43 ^a	7.74 ^a	7.26 ^a	7.20 ^a	7.25 ^a	7.28 ^b	7.49 ^a	7.62 ^a
T ₃	6.29 ^c	7.02 ^b	7.28 ^b	5.50 ^c	6.54 ^b	6.69 ^c	7.05 ^c	6.49 ^c	6.25 ^c
T ₄	5.40 ^d	6.77 ^c	7.11 ^c	4.85 ^d	4.90 ^c	5.60 ^d	6.72 ^d	5.25 ^d	5.58 ^d

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P> 0.05$)

โดยกำหนดให้

- T₁ หมายถึง แป้งตาลโตนด 0 %
- T₂ หมายถึง แป้งตาลโตนด 10 %
- T₃ หมายถึง แป้งตาลโตนด 20 %
- T₄ หมายถึง แป้งตาลโตนด 30 %

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าลักษณะภายนอกของขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งด้านสี กลิ่น และรูปทรง โดยขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด ที่ระดับคะแนน 7.90 7.43 และ 7.74 ตามลำดับ ส่วนลักษณะภายนอกพบว่าขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ที่ระดับคะแนน 7.26 7.25 7.49 และ 7.62 สำหรับด้านกลิ่น และฟองอากาศ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดสูตรควบคุมมากกว่า อาจจะเป็นเนื่องมาจากการเกิดเจลของแป้งตาลโตนดจึงทำให้น้ำมันหนักและแน่น

ตอนที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนด

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ขนมไทยทั้ง 3 ชนิดที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดลองตอนที่ 2 คือ สิ่งทดลองที่ 2 มาทำการศึกษาร้อยละขององค์ประกอบทางเคมี ในส่วนของปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน เยื่อใย โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดมีปริมาณไขมัน และโปรตีน สูงกว่าขนมชั้นและขนมบัวลอย เพราะส่วนผสมในการทำมีความแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะขนมปุยฝ้ายมีส่วนผสมของไข่ซึ่งมีโปรตีนปริมาณมากกว่าทั้งสองชนิด

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโดนดที่ได้รับการยอมรับ

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	โปรตีน (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)
ขนมชั้น	38.28 ^c	0.50 ^a	4.46 ^a	0.98 ^b	1.69 ^b	57.07 ^a
ขนมน้ำดอกไม้	52.76 ^a	0.20 ^b	0.33 ^b	1.27 ^a	1.44 ^b	44.00 ^b
ขนมปุยฝ้าย	42.70 ^b	0.22 ^b	4.45 ^a	1.31 ^a	5.06 ^a	46.26 ^b

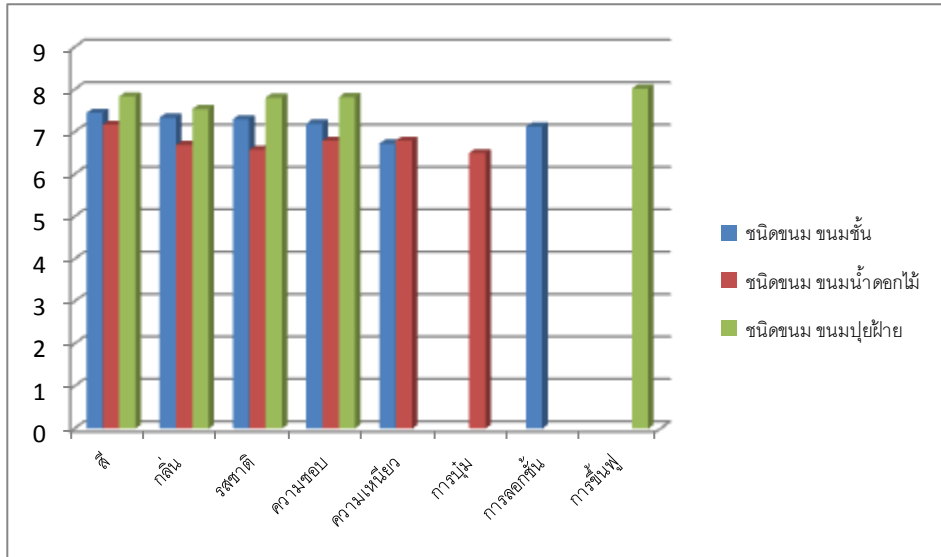
- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P > 0.05$)

ตอนที่ 4 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโดนด

นำผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโดนด ทั้ง 3 ชนิด ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในขั้นตอนที่ 3 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน โดยการใช้แบบสอบถาม พร้อมทั้งชิมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเพื่อประเมินความชอบในด้านต่าง ๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมไทยแต่ละชนิด ซึ่งผู้บริโภคมียุทธศาสตร์หญิงและชาย อายุอยู่ในช่วง 15-61 ปี ซึ่งมีหลากหลายอาชีพด้วยกัน ได้แก่ แม่บ้าน แม่ค้า ทำสวน ลูกจ้าง รับจ้าง พนักงานราชการ นักเรียน นักศึกษา อาจารย์ ข้าราชการ นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย พนักงานบริษัท ช่างเสริมสวย ช่างก่อสร้าง และพยาบาลมีคะแนนการยอมรับดังตารางที่ 10 และรูปที่ 1

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโดนดของผู้บริโภค 100 คน

คุณลักษณะ	ค่าสถิติ		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ขนมชั้น	สี	7.45	0.89
	กลิ่น	7.34	1.18
	รสชาติ	7.30	1.00
	การลอกชั้น	7.13	1.17
	ความเหนียว	6.73	1.38
	ความชอบ	7.20	1.01
ขนมน้ำดอกไม้	สี	7.17	1.22
	กลิ่น	6.69	1.51
	รสชาติ	6.58	1.50
	การนุ่ม	6.50	1.57
	ความเหนียว	6.79	1.47
	ความชอบ	6.79	1.31
ขนมปุยฝ้าย	สี	7.84	0.96
	กลิ่น	7.54	1.06
	รสชาติ	7.81	0.93
	การขึ้นฟู	8.02	0.94
	ความชอบ	7.82	0.95



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของขนมไทยที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ผลการทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนดทั้งสามชนิด พบว่าคะแนน จากผู้บริโภคจำนวนทั้งสิ้น 100 คน ในด้านการเลือกผลิตภัณฑ์ การเลือกซื้อ และราคาของผู้บริโภคยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมไทยที่เลือก ผู้บริโภคให้การยอมรับในขนมปุยฝ้ายมากที่สุดจำนวน 66 คน ขนมหั่น 28 คน และขนมน้ำดอกไม้ 6 คน ซึ่งผู้บริโภคยอมรับการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ขนมไทยทุกชนิดในราคา 20 บาท/กล่อง

ตอนที่ 5 อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย

นำผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนด ที่ผ่านการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 100 คน คือขนมปุยฝ้าย มาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษา บรรจุในกล่อง 2 ชนิด คือกล่องพลาสติก Polyvinyl Chloride (PVC) และกล่อง Polyvinyl Chloride สวมด้วยถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) โดยนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 วัน ซึ่งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จะได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ ซึ่งเป็นตัวแสดงถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย โดยทำการตรวจทุกวัน และจะสิ้นสุดลงเมื่อมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานในวันรุ่งขึ้น ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้วขนมไทยจะมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1×10^4 จากผลการทดลองพบว่าค่าความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ปริมาณน้ำอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 0.346 และ 0.357 ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)เช่นเดียวกัน คือมีค่าเท่ากับ 6.560 และ 6.585 ตามลำดับ หลังจากนั้นเมื่อเก็บไว้นานขึ้นปริมาณความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระจะค่อยๆเพิ่มขึ้น เท่ากับ (40.262, 40.825) และ (0.576, 0.557) ตามลำดับ เนื่องจากขนมปุยฝ้ายจะมีการระเหยน้ำออกมาแล้วถูกกักเก็บไว้ในภาชนะบรรจุ จนเกิดเป็นไอน้ำขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง จะค่อยๆลดลง เท่ากับ 5.710 และ 5.775 ตามลำดับ ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งเมื่อเก็บรักษาขนมปุยฝ้ายไปเป็นระยะเวลานานค่าความเป็นกรดของขนมจะเพิ่มขึ้น แสดงว่าขนมเริ่มเกิดการเน่าเสีย ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาในการเก็บ (วัน)	ความชื้น		a _w		pH	
	PVC	PE	PVC	PE	PVC	PE
0	38.823 ^{ns}	39.425 ^{ns}	0.346 ^c	0.357 ^c	6.560 ^a	6.585 ^a
1	39.179 ^{ns}	39.866 ^{ns}	0.467 ^b	0.418 ^b	5.760 ^{ab}	5.805 ^b
2	40.262 ^{ns}	40.825 ^{ns}	0.576 ^a	0.557 ^a	5.710 ^b	5.775 ^{bc}

- ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P > 0.05)

- ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P > 0.05)

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ด้านสีพบว่า ค่าสี จากวันที่ 0 ถึง วันที่ 2 ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่มีแนวโน้มที่จะซีดลงเรื่อย ๆ ตามอายุการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาในการเก็บ (วัน)	ค่าสี					
	กล่องโพลีเอทิลีน			กล่อง+ถุงโพลีโพรพิลีน		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	76.026 ^{ns}	1.403 ^{ns}	38.150 ^{ns}	76.026 ^{ns}	1.403 ^{ns}	38.150 ^{ns}
1	78.258 ^{ns}	1.235 ^{ns}	38.126 ^{ns}	77.320 ^{ns}	1.295 ^{ns}	37.162 ^{ns}
2	79.042 ^{ns}	0.892 ^{ns}	37.901 ^{ns}	78.287 ^{ns}	-1.048 ^{ns}	37.094 ^{ns}

- ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P > 0.05)

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ กล่องโพลีเอทิลีน และถุงโพลีโพรพิลีน เป็นระยะเวลา 7 วัน แล้วตรวจอายุการเก็บรักษา วันที่ 0, 1, 2, และ 3 ตามลำดับ โดยการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์-รา มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 3 วัน โดยขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดที่เก็บในกล่องโพลีเอทิลีนจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่าขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีน มีปริมาณ 2.70×10^5 และ 2.40×10^5 ตามลำดับ แต่สำหรับปริมาณยีสต์ -รา ขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดที่เก็บในกล่องโพลีเอทิลีนจะมีปริมาณยีสต์-ราต่ำ กว่าขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีน มีปริมาณ 3.15×10^3 และ 3.32×10^3 ตามลำดับ เนื่องจากขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดที่เก็บไว้ในกล่องโพลีเอทิลีนมีความชื้นน้อยกว่าขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีน จึงส่งผลให้เชื้อราเกิดขึ้นได้น้อยกว่าขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีน ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลทางกายภาพในระหว่างการเก็บรักษา

วันที่เก็บ	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด		ปริมาณยีสต์ราทั้งหมด	
	กล่องโพลีเอทิลีน	กล่อง + ถุงโพลีโพรพิลีน	กล่องโพลีเอทิลีน	กล่อง + ถุงโพลีโพรพิลีน
0	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
1	3.445×10^4	2.537×10^4	$<1 \times 10^2$	$<1 \times 10^2$
2	2.70×10^5	2.40×10^5	3.15×10^3	3.32×10^3
3	สามารถมองเห็นราด้วยตาเปล่า			

4. สรุป

จากผลการศึกษาค้นพบว่า การอบแห้งแปงตาลโตนดที่ 60 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์และสามารถใช้แปงตาลโตนดร้อยละ 10 ในการทดแทนส่วนผสมแป้งของผลิตภัณฑ์ขนมไทย 3 ชนิด คือขนมชั้น ขนม น้ำดอกไม้ และขนมปุยฝ้าย ส่วนองค์ประกอบทางเคมีจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ที่เติมลงไปในส่วนผสม สำหรับการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน จะให้การยอมรับขนมปุยฝ้ายถึง 66 คน ขนมชั้น 28 คน และขนม น้ำดอกไม้ 6 คน และผู้บริโภคทุกคนยินดีซื้อผลิตภัณฑ์ทุกชนิดในราคา 20 บาท จึงมีความเป็นไปได้ที่ผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายแปงตาลโตนดจะสามารถนำออกจำหน่ายในท้องตลาดได้ แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรเก็บขนมปุยฝ้ายไว้เกิน 1 วัน เนื่องจากมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานในวันรุ่งขึ้น ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้วขนมไทยจะมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1×10^4

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

6. เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย**. มพช.1/2546.
<http://158.108.94.117:8005/koha-libku/pic> วันที่สืบค้น 28 ตุลาคม 2556.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร.
สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชไมพร เพ็งมาก. 2548. **เทคโนโลยีธัญพืช**. เอกสารประกอบการสอน สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตพิษณุโลก.
- ณรงค์ นิยมวิทย์, อุดม กาญจนปรกรณ์ชัย และ สร้อยลัดดา รอดปาน. 2533. **การเตรียมแป้งขนมชั้น**. อาหาร 20 (2) : 105 - 114.
- นฤมล เหลืองนภา. 2533. **การผลิตและการใช้เนื้อลูกตาลสุกผงในขนมไทยบางชนิด**. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นภสร จุ้ยเจริญ กมลวรรณ แจ่มชัด วิชัย หฤทัยธนาสันต์ และอบเชย วงศ์ทอง. มปป. **ความสัมพันธ์ของปริมาณแป้งข้าวเจ้า น้ำตาลและน้ำตาลต่อคุณภาพขนม น้ำดอกไม้**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- บุญยกฤต รัตนพันธุ์ และกิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2545. **การศึกษากระบวนการผลิตแป้งขนมตาลสำเร็จรูป**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- มนัสนันท์ บุญทรพวงษ์. 2544. **การพัฒนาแป้งข้าวเจ้าและส่วนผสมสำเร็จรูปในการผลิตขนมตาลเพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็ก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2536. **หลักการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพอาหาร**. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง.
- วิภาณี กาญจนวิญญูกุล. 2545. **ขนมไทยและวัฒนธรรมการบริโภค : กรณีศึกษาตลาดดอนหวาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท หลักสูตรสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา มหาวิทยาลัยมหิดล (มานุษยวิทยา). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศิริลักษณ์ สีนราวลัย. 2522. **ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3 : หลักการทดลองอาหาร**. มปท., นนทบุรี.
- ศรีสมร คงพันธุ์. 2524. **ตำรับเค้ก ไอศกรีมและอาหารนานาชาติ**. คณะคหกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา. กรุงเทพมหานคร.

- สุภางค์ เรืองฉาย. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย*. 26(2) : 84-101.
- อบเชย วงศ์ทอง. 2543. *การผลิตขนมไทย*. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- AOAC. 1990. **Official methods of analysis 15th ed.** association of official analytical Chemists. Washington DC.
- AOAC. 2000. **Official methods of analysis 17th ed.** association of official analytical Chemists. William Horwitz Volume I, II..
- Defloor, I., Dehing, I. and Delcour, J.A. 1998. Physico – chemical properties of cassava starch. *Starch/Starke*. 50 : 58 – 64.
- Juliano, B.O.A. 1971. Simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Science Today*. 16:334-340.
- Sriroth, K. 1999. Properties and Utilisation of Sago Palm (Metroxylon spp.) in Thailand. In *Sustainable Small Scale Sago Starch Extraction and Utilisation : Guidelines for the Sago Industry*. **The first FAO regional round table**. (Sriroth, K., Hick, A. and Oates, G., eds.). Thailand, 9 – 11 August 1999. p. 136 – 172.
- Subadra, S., Monica, J and Dhabhai, D. 1997. “Retention and storage stability of beta – carotene in dehydrated drumstick leaves (*Moringa oleifera*).” *Inter. J. Food Sci. and Nut.* 48 : 373-379.

