

การศึกษาปัจจัยที่มีผลในกระบวนการผลิตแป้งขนมโก๋ Study on Factors Effecting Chinese Sweetmeat (*Kanom Koh*) Flour Production

ปวีณา อภินันท์¹ และ กิตติพงษ์ นวรงค์²

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของระยะเวลาแช่เมล็ดข้าวเหนียวก่อนผลิตเป็นแป้งขนมโก๋ที่ 1 3 และ 5 ชั่วโมง พบว่า ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดข้าวเหนียวก่อนให้ความร้อน ความชื้นของแป้ง ระดับการเกิดเจลลาตินไนซ์ของแป้งและค่าสีเหลืองของแป้งเพิ่มขึ้น เมื่อนำแป้งที่ได้ไปผลิตเป็นขนมโก๋ พบว่า ค่าความแข็ง การแตกเปราะ การเกาะติดพื้นผิว ความหยุ่น ความสามารถเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว และความทนต่อการเคี้ยวซึ่งวัดได้จากค่าที่วัดจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลาแช่ข้าวเพิ่มขึ้น จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมโก๋ที่ได้พบว่าขนมโก๋ที่ผลิตจากแป้งขนมโก๋ที่ได้จากข้าวเหนียวที่แช่ 1 ชั่วโมงมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เมื่อศึกษาผลของขนาดของแป้ง โดยการบดข้าวให้มีขนาดต่างกัน คือ 80-100 100-120 และมากกว่า 120 เมช พบว่าเมื่อความละเอียดของแป้งเพิ่มขึ้น แป้งจะมีสีขาวขึ้น และค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของขนมโก๋ที่ได้ คือ ค่าความแข็ง การแตกเปราะ การเกาะติดพื้นผิว ความสามารถเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว และความทนต่อการเคี้ยวจะเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความหยุ่นจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ขนมโก๋ที่ผลิตจากแป้งขนาด 100-120 เมช ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุด

คำสำคัญ : แป้งขนมโก๋ ข้าวเหนียว กช6 ระดับการเกิดเจลลาตินไนซ์ของแป้ง

Abstract

From the studying on effect of soaking time of glutinous rice for 1 3 and 5 hours before processing, it was found that increasing of time, the moisture content of grain and flour, the degree of gelatinization and yellow value of flour increased. When using the flour to make *Kanom Koh*, increasing of soaking time resulted in increasing of hardness, fracturability, adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess and chewiness. From sensory evaluation of *Kanom Koh*, the highest overall liking score was obtained when soaking time was 1 hour. To study effect of particle size of flour, i.e. 80-100 100-120 and more than 120 mesh, it was found that decreasing of particle size, the whiteness of flour increased, and the hardness, fracturability, adhesiveness, cohesiveness, gumminess and chewiness from the texture analyzer increased while the springiness did not give significantly different ($p>0.05$). From sensory evaluation, *Kanom Koh* made from flour at the size of 100-120 mesh got the highest acceptance score

Keyword : Chinese Sweetmeat (*Kanom Koh*) Flour, RD6 Glutinous Rice, The Degree of Gelatinization

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

²รองศาสตราจารย์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

คำนำ

แป้งขนมโก๋ผลิตได้จากการนำข้าวเหนียวมาแช่น้ำแล้วคั่วให้สุก บดละเอียด มีลักษณะเป็นแป้งพรีเจลลาคีโนซ (pregelatinized flour) ทางการค้าเรียกว่าอัลฟาสตาร์ช (alpha starch) กระบวนการผลิตเป็นการดัดแปรทางกายภาพ เหมาะสำหรับใช้กับอาหารที่ไม่ต้องให้ความร้อนอีก (กล้านรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2550) ขนมโก๋มีการบริโภคมากในช่วงเทศกาลไหว้พระจันทร์ เทศกาลตรุษจีน สารทจีน และเป็นขนมที่นิยมรับประทานคู่กับน้ำชา (สมบัติ พลายน้อย, 2542) เนื่องจากแป้งขนมโก๋มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมเพียงไม่กี่รายเท่านั้น ทำให้ขั้นตอนการผลิตแป้งขนมโก๋ไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

กระบวนการผลิตแป้งขนมโก๋จะมีขั้นตอนโดยสรุปคือ นำข้าวไปแช่น้ำแล้วนำมาให้ความร้อน โดย คำรบ สมะวรรณ (2546) ได้ทดลองนำข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข 6 มาแช่น้ำ พบว่าสภาวะในการแช่ข้าวทั้งสองชนิดที่เหมาะสม คือ สัดส่วนน้ำต่อข้าวที่ 1:1 โดยน้ำหนัก แช่เป็นเวลา 6 และ 10 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำให้ความชื้นของเมล็ดข้าวเหนียวที่ผ่านการแช่น้ำเป็นร้อยละ 37 และ 39 ส่วนเมล็ดข้าวเจ้าที่แช่น้ำจะมีความชื้นร้อยละ 33 และ 35 เพราะโมเลกุลของอะมิโนเลพิคตินที่มีลักษณะเป็นกึ่งก้านในข้าวเหนียวทำให้ดูดซับน้ำได้มาก นอกจากนั้นพิณทิพย์ รัชมกภรณ์ (2547) ได้ศึกษาสภาวะในการดัดแปรแป้งข้าวโดยใช้ความร้อนร่วมกับความชื้น (heat moisture treatment; HMT) โดยศึกษาทั้งแป้งจากข้าวเหนียว กข 6 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ ข้าวขาวปทุมธานี 60 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการดัดแปรแป้ง คือปริมาณอะมิโนเลพิคติน ระดับความชื้นของสตาร์ชหรือแป้ง อุณหภูมิ และระยะเวลาในการให้ความร้อน การใช้ระดับความชื้นร้อยละ 25 อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ทำให้สมบัติบางประการของแป้งข้าวมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันทั้งสามพันธุ์ คือเม็ดแป้งจะเกิดการหลอมเชื่อมติดกันที่ผิวของเม็ดแป้งบางส่วน แสดงให้เห็นว่ามีการเกิดเจลลาคีโนซขึ้น ระดับความเป็นผลึกลดลง การพองตัวของแป้งข้าวลดลง เนื้อสัมผัสของเจลแป้งมีความแข็งเพิ่มขึ้น ความขาวและความสว่างของแป้งลดลง มีสีเหลืองมากขึ้น

การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยในกระบวนการผลิต คือระยะเวลาการแช่ข้าวเหนียวและขนาดของแป้งที่มีผลต่อลักษณะคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสของขนมโก๋ เพื่อศึกษาและพัฒนาแป้งขนมโก๋ให้มีลักษณะคุณภาพที่ดีขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 จากศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์

น้ำตาลทราย ตรามิตรผลของบริษัทน้ำตาลมิตรผล

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. กระบวนการผลิตแป้งขนมโก๋

ในการผลิตแป้งขนมโก๋เริ่มจากนำเมล็ดข้าวเหนียว 250 กรัมมาแช่น้ำ 1 ลิตรที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 32 องศาเซลเซียส) ตามระยะเวลาที่กำหนด ผึ่งบนตะแกรงอลูมิเนียม 8x17 นิ้ว ขนาดตะแกรง 10 เมช ให้สะเด็ดน้ำนาน 1 ชั่วโมง เทลงบนถาดอลูมิเนียมขนาด 8x17 นิ้ว นำไปอบในเตาอบแก๊ส ควบคุมอุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที โดยนำถาดออกมาคนให้เมล็ดข้าวได้รับความร้อนทั่วถึงทุก 30 นาที ทั้งไว้ให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง นำเมล็ดข้าวมาบดด้วยเครื่องบดแห้งแบบหยาบให้มีขนาดเล็กลง จากนั้นนำไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียดที่มีตะแกรงร่อนขนาด 60 เมช จะได้แป้งซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตขนมโก๋

2. การศึกษาเวลาที่ใส่แช่ข้าวเหนียวในกระบวนการผลิตแป้งขนมโก๋

ผลิตแป้งขนมโก๋ด้วยกระบวนการผลิตตามข้อ 1. โดยศึกษาระยะเวลาการแช่ข้าวเหนียว 1 3 และ 5 ชั่วโมง จากนั้นทำการวิเคราะห์ตัวอย่างแป้ง ดังนี้

- วัดค่าสีโดยใช้เครื่อง Chroma meter Minolta รุ่น CR-400 รายงานเป็นค่า $L^* a^* b^*$
- วัดค่าความชื้นของเมล็ดข้าวก่อนให้ความร้อนและของแป้งขนมโก๋ (AOAC, 2000)
- วัดระดับการเกิดเจลลาทีนซ์ของแป้งขนมโก๋ (Guraya *et al.*, 1993)

จากนั้นนำแป้งขนมโก๋ที่ได้มาขึ้นรูปเป็นขนมโก๋ โดยใช้แป้งขนมโก๋ 100 กรัมผสมกับน้ำตาลทรายป่น 100 กรัม และน้ำ 20 กรัม (ศรีวัฒนา พงศ์วรินทร์, 2547) ผสมให้เข้ากัน ซึ่งส่วนผสมที่ได้ 6.5 กรัม ใส่ในพิมพ์ขนมโก๋พลาสติกทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 เซนติเมตร สูง 2 เซนติเมตร ปิดด้วยฝาพิมพ์และใช้ตุ้มน้ำหนัก 5 กิโลกรัมกดทับเป็นเวลา 10 วินาที ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างขนมโก๋ที่ได้ ดังนี้

- วัดค่าสี โดยใช้เครื่อง Chroma meter Minolta รุ่น CR-400 รายงานเป็นค่า $L^* a^* b^*$
- วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยแรงกดแบบ Texture Profile Analyzer (TPA) เพื่อหาค่าความแข็ง การแตกเปราะ การเกาะติดพื้นผิว ความหยุ่น ความสามารถเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว และความทนต่อการเคี้ยว ด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA-XT2i โดยใช้หัวกดสแตนเลสทรงกระบอก (Probe) เบอร์ P/0.5R
- วิเคราะห์คุณภาพทางด้านทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบแบบ Hedonic test และ Descriptive test ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้คะแนน 7 ระดับ ใช้กลุ่มตัวแทนผู้บริโภคจำนวน 30 คน

ทดลอง 2 ข้ำ วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติด้วยแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) สำหรับการประเมินคุณภาพทางด้านทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test เพื่อเลือกระยะเวลาแช่ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตแป้งขนมโก๋ต่อไป

3. การศึกษาขนาดของแป้งขนมโก๋ที่เหมาะสม

ผลิตแป้งขนมโก๋ที่ผ่านการแช่ข้าวที่ในระยะเวลาเหมาะสมจากข้อ 2 ศึกษาผลของขนาดของเม็ดแป้งขนมโก๋ โดยบดแป้งและร่อนผ่านตะแกรงให้มีขนาดต่างกัน 80-100 100-120 และ >120 เมช ทดลอง 2 ข้ำ นำตัวอย่างเม็ดแป้งขนมโก๋ที่มีขนาดต่างกันมาวิเคราะห์ในด้านค่าสีและค่าความชื้นของแป้งขนมโก๋ เช่นเดียวกับข้อ 2 จากนั้นนำแป้งขนมโก๋ที่ได้มาขึ้นรูปเป็นขนมโก๋โดยใช้กระบวนการในข้อ 2 และนำขนมโก๋ที่ได้มาวิเคราะห์ในด้านค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส วิเคราะห์คุณภาพทางด้านทางประสาทสัมผัสตามลำดับ เช่นเดียวกับข้อ 2

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อเลือกขนาดของแป้งขนมโก๋ที่เหมาะสม

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาเวลาที่ใส่แช่ข้าวเหนียวในกระบวนการผลิตแป้งขนมโก๋

ผลการวัดความชื้นของเมล็ดข้าวก่อนให้ความร้อน ความชื้นของแป้ง ระดับการเกิดเจลลาทีนซ์ และค่าสีของแป้งขนมโก๋ที่ผลิตจากข้าวเหนียว กข 6 ซึ่งผ่านการแช่น้ำในระยะเวลาต่างกันแสดงใน Table 1

จาก Table 1 ความชื้นของเมล็ดข้าวก่อนอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาแช่นานขึ้น ความชื้นของเมล็ดข้าวมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของคำรบ สมะวรรณนะ (2546) ที่แช่ข้าวเหนียว 6 และ 10 ชั่วโมง ความชื้นของเมล็ดข้าวที่ผ่านการแช่จะมีค่าร้อยละ 37 และ 39 เพราะข้าวเหนียวมีก้านของอะไมโลเพกตินที่มากทำให้ดูดซับน้ำได้มาก นอกจากนั้นระยะเวลาแช่เมล็ดข้าวที่เพิ่มขึ้นยังทำให้ความชื้นของแป้งขนมโก๋ที่ได้เพิ่มขึ้นต่างกันด้วย

Table 1 Effect of soaking time of RD6 glutinous rice on moisture content of grain and flour, degree of gelatinization and color of *Kanom Koh* flour

soaking time (hours)	moisture content of grain (%)	moisture content of flour (%)	degree of gelatinization (%)	color value		
				L*	a*	b*
1	35.28±0.38 ^c	7.39±0.14 ^c	72.30±0.15 ^c	94.42±0.12 ^a	-0.53±0.01 ^c	7.87±0.05 ^c
3	37.39±0.23 ^b	8.24±0.12 ^b	77.07±0.18 ^b	93.84±0.09 ^b	-0.56±0.01 ^b	8.96±0.25 ^b
5	38.36±0.17 ^a	8.65±0.17 ^a	81.17±0.12 ^a	92.31±0.10 ^c	-0.60±0.01 ^a	9.99±0.12 ^a

Mean values followed by different superscript in the same column differ significantly ($p \leq 0.05$)

เมื่อวิเคราะห์ระดับการเกิดเจลลาทีนซ์ของแป้งขนมโก๋ พบว่าเมื่อใช้ระยะเวลาแช่เมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น ระดับการเกิดเจลลาทีนซ์จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากร้อยละ 72.30 เป็น 81.17 ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อใช้เวลานานขึ้น ปริมาณน้ำที่เมล็ดข้าวดูดซับไว้จะเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับการเกิดเจลลาทีนซ์เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ สายฝน โมราตบ (2546) ซึ่งปรับความชื้นแป้งกล้วยให้เป็นร้อยละ 30 40 และ 50 ก่อนให้ความร้อนผ่านอุโมงค์ไมโครเวฟ พบว่าระดับการเกิดเจลลาทีนซ์เป็นร้อยละ 69.42 76.32 และ 83.89 ตามลำดับซึ่งเพิ่มขึ้นตามปริมาณความชื้นเช่นเดียวกัน

ด้านค่าสีของแป้งขนมโก๋ พบว่าเมื่อใช้ระยะเวลาแช่เมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L*) ของแป้งจะลดลง ส่วนค่าสีแดง (a*) ซึ่งติดลบ และค่าสีเหลือง (b*) จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อสังเกตด้วยตาพบว่าแป้งขนมโก๋มีสีเหลืองเข้มขึ้น คาดว่าเนื่องจากการการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่ใช่เอนไซม์แบบเมลลาร์ด (Maillard reaction) ระหว่างน้ำตาลและโปรตีนในแป้ง โดยแป้งจะเกิดจากการไฮโดรไลซ์ได้น้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับหมู่เอมีนที่อยู่ในโมเลกุลของกรดอะมิโนหรือโปรตีนทำให้เกิดเป็นสารประกอบสีน้ำตาลขึ้น และสอดคล้องกับผลการทดลองของ พิณทิพย์ รัชมภาภรณ์ (2547) ซึ่งดัดแปรแป้งข้าวด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น โดยให้ความชื้นแก่แป้งข้าวเหนียว กข 6 ในระดับ 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ และให้ความร้อนที่ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที พบว่าเมื่อความชื้นของแป้งเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L*) ลดลงจาก 93.07 เป็น 90.82 ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้นจาก -48.12 เป็น -54.56 และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มจาก 5.41 เป็น 7.89

ค่าสีของขนมโก๋ที่ผลิตจากแป้งที่ได้จากข้าวเหนียวซึ่งแช่ในระยะเวลาต่างกันแสดงใน Table 2

Table 2 Effect of soaking time of glutinous rice on color value of *Kanom Koh*

soaking time (hours)	color value		
	L*	a*	b*
1	92.37±0.51 ^a	-0.31±0.01 ^c	12.21±0.27 ^c
3	89.73±0.27 ^b	-0.36±0.01 ^b	13.53±0.30 ^b
5	88.14±0.69 ^c	-0.43±0.01 ^a	14.58±0.30 ^a

Mean values followed by different superscript in the same column differ significantly ($p \leq 0.05$)

จาก Table 2 พบว่าระยะเวลาแช่ข้าวเหนียวที่ต่างกันมีผลทำให้สีของขนมโก๋แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกับกรณีสีของแป้ง กล่าวคือค่าความสว่าง (L*) ของขนมโก๋ที่ได้มีค่าลดลง ส่วนค่าสีแดง (a*) ซึ่งติดลบและค่าสีเหลือง (b*) จะเพิ่มขึ้น สีขนมโก๋นี้น่าจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสีของแป้งที่นำมาใช้

ผลการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของขนมโก๋ที่ผลิตจากแป้งที่ได้จากข้าวเหนียวซึ่งแช่น้ำในระยะเวลาต่างกันแสดงใน Table 3

Table 3 Effect of soaking time of glutinous rice on texture of *Kanom Koh*

characteristics	soaking time (hours)		
	1	3	5
hardness (N)	9.39±0.23 ^c	10.02±0.40 ^b	11.92±0.41 ^a
fracturability (N)	9.60±0.66 ^c	11.23±1.27 ^b	12.53±1.53 ^a
adhesiveness (N*sec)	-5.11±1.57 ^b	-6.34±1.86 ^b	-7.70±2.58 ^a
springiness (mm.)	0.54±0.06 ^c	0.65±0.07 ^b	0.73±0.08 ^a
cohesiveness (ratio)	0.18±0.03 ^c	0.31±0.06 ^b	0.47±1.00 ^a
gumminess (N)	1.68±0.31 ^c	3.12±0.64 ^b	5.57±1.26 ^a
chewiness (N* mm)	1.60±0.45 ^c	2.66±0.36 ^b	3.23±0.60 ^a

Mean values followed by different superscript in the same row differ significantly ($p \leq 0.05$)

จาก Table 3 พบว่าเวลาที่แช่ข้าวเหนียวที่ต่างกันจะมีผลทำให้ค่าวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสทุกด้านของขนมโก๋ที่ได้ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาแช่ข้าวที่เพิ่มขึ้น จาก Table 1 จะเห็นว่าปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในเมล็ดข้าวคือระยะเวลาแช่ข้าว โดยเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น เมล็ดข้าวจะดูดซับน้ำได้มากขึ้น เมื่อนำไปให้ความร้อนจึงทำให้ระดับการเกิดเจลลาทีโนสเพิ่มขึ้นและมีผลต่อค่าวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของขนมโก๋ กล่าวคือ จะทำให้ค่าความแข็ง (hardness) ค่าการแตกเปราะ (fracturability) ค่าการเกาะติดพื้นผิว (adhesiveness) ค่าความหยุ่น (springiness) ค่าความสามารถเกาะรวมตัวกัน (cohesiveness) ค่าความเหนียว (gumminess) และค่าความทนต่อการเคี้ยว (chewiness) เพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งที่มีระดับการเกิดเจลลาทีโนสมากขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสของขนมโก๋เกาะรวมกันแน่นขึ้น ต้องใช้แรงเคี้ยวเพิ่มขึ้น มีการติดพื้นเพิ่มขึ้นจะดูดซับน้ำและเกิดเป็นเจลได้มากกว่า (กลั่นรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2550)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมโก๋ที่ผลิตจากแป้งที่ได้จากข้าวเหนียวซึ่งแช่น้ำในระยะเวลาต่างกันแสดงใน Table 4

จาก Table 4 พบว่าระยะเวลาแช่ข้าวที่ต่างกันจะมีผลทำให้คะแนนทางประสาทสัมผัสทุกด้านของขนมโก๋ที่ทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านความเรียบของผิวหน้าและด้านความชอบลักษณะปรากฏ พบว่าขนมโก๋ที่ผลิตจากข้าวเหนียวที่แช่น้ำ 1 ชั่วโมงได้คะแนนมากที่สุด หมายถึงมีผิวเรียบที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากแป้งที่ทำจากข้าวที่แช่นานขึ้นจะมีความชื้นมากขึ้นและมีระดับการเกิดเจลลาทีโนสมากขึ้น (Table 1) ทำให้เหนียวติดพิมพ์ ผิวหน้าจึงไม่เรียบ

ด้านสีข้าวของเนื้อขนมและด้านความชอบสี พบว่าขนมโก๋จากข้าวเหนียวที่แช่ 1 ชั่วโมงได้คะแนนมากที่สุด คือมีสีข้าวมากที่สุด สอดคล้องกับค่าสีของแป้งที่ผลิตได้ (Table 1)

ด้านกลิ่นข้าวคั่วและด้านความชอบกลิ่นข้าวคั่ว พบว่าขนมโก๋จากข้าวเหนียวที่แช่ 1 ชั่วโมงจะได้คะแนนทั้งสองด้านนี้มากที่สุด คือจะมีกลิ่นมากที่สุด เนื่องจากเมื่อใช้เวลาแช่น้อย เมล็ดข้าวจะมีความชื้นน้อย (Table 1) เมื่อถูกให้ความร้อนในช่วงการอบจะเกิดกลิ่นหอมข้าวคั่วมากกว่า ทำให้ได้คะแนนความชอบมากกว่าด้วย

Table 4 Effect of soaking time of glutinous rice on sensory evaluation score of *Kanom Koh*

sensory characteristics	soaking time (hours)		
	1	3	5
surface smoothness	5.82±0.07 ^a	5.77±0.10 ^b	5.00±0.17 ^c
liking of appearance	5.81±0.16 ^a	5.04±0.12 ^b	4.06±0.11 ^c
whiteness	5.90±0.13 ^a	4.13±0.10 ^b	3.05±0.10 ^c
liking of color	5.92±0.17 ^a	5.03±0.12 ^b	4.24±0.09 ^c
smell of roasted rice	5.90±0.13 ^a	4.13±0.10 ^b	2.92±0.12 ^c
liking of smell	6.13±0.11 ^a	5.13±0.11 ^b	4.16±0.12 ^c
stickiness	3.01±0.15 ^c	5.03±0.12 ^b	5.81±0.19 ^a
liking of stickiness	6.06±0.09 ^a	5.13±0.11 ^b	4.16±0.12 ^c
difficult to swallow	5.82±0.15 ^a	5.13±0.11 ^b	2.92±0.12 ^c
liking of texture	6.04±0.11 ^a	5.09±0.14 ^b	3.70±0.40 ^c
overall liking	6.10±0.09 ^a	5.03±0.11 ^b	3.00±0.14 ^c

Mean values followed by different superscript in the same row differ significantly test ($p \leq 0.05$)

ด้านลักษณะเหนียวติดฟัน พบว่าขนมโก๋จากข้าวเหนียวที่แช่ 5 ชั่วโมงได้คะแนนมากที่สุด หมายถึง มีลักษณะเหนียวติดฟันมากที่สุด เนื่องจากเป็นแป้งที่มีระดับการเกิดเจลาทีไนซ์มาก ซึ่งสอดคล้องกับผลทดสอบของเนื้อสัมผัสขนมโก๋ด้านการเกาะติดฟันผิว (Table 3) ส่วนด้านความชอบเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว พบว่าขนมโก๋ที่ได้จากข้าวที่แช่เป็นเวลา 1 ชั่วโมงได้คะแนนมากกว่าตัวอย่างอื่น เพราะมีความเหนียวติดฟันน้อยกว่า

ด้านลักษณะแห้งผืดคอและด้านความชอบเนื้อสัมผัสด้านความแห้ง พบว่าขนมโก๋ที่ได้จากการแช่ข้าว 1 ชั่วโมงจะได้คะแนนมากที่สุด หมายถึงมีลักษณะแห้งผืดคอที่มาก เกิดจากปริมาณความชื้นและการเกิดเจลาทีไนซ์ของแป้ง ทำให้เนื้อขนมแห้งร่วมเป็นลักษณะเด่นของขนมโก๋ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546)

ด้านความชอบโดยรวม พบว่าขนมโก๋จากข้าวเหนียวที่แช่ 1 ชั่วโมงจะได้คะแนนมากที่สุด เนื่องจากมีความเรียบของผิวหน้า สีขาวของเนื้อขนม มีกลิ่นหอมของข้าวคั่วมากที่สุด มีลักษณะเหนียวติดฟันน้อย และมีลักษณะแห้งร่วม ตรงตามลักษณะที่ดีของขนมโก๋

เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบทั้งหมด พบว่าระยะเวลาแช่ข้าวที่เหมาะสมคือ 1 ชั่วโมง เนื่องจากแป้งที่ได้มีความชื้นและมีระดับการเกิดเจลาทีไนซ์ที่เหมาะสม (Table 1) เมื่อนำมาทำขนมโก๋ ตัวอย่างที่ได้จะได้รับคะแนนด้านต่าง ๆ รวมทั้งคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (Table 4) จึงใช้ระยะเวลาแช่นี้ในการผลิตแป้งขนมโก๋เพื่อทดลองต่อไป

2. ศึกษาขนาดที่เหมาะสมของแป้งขนมโก๋

เมื่อทดลองผลิตแป้งขนมโก๋โดยใช้เวลาแช่ข้าวที่เหมาะสมคือ 1 ชั่วโมง นำข้าวมาอบแล้วบดให้มีขนาดต่างกัน ค่าความชื้น ค่าสีของแป้งขนมโก๋ และค่าสีของขนมโก๋ที่ผลิตจากแป้งขนมโก๋ที่มีขนาดต่างกันแสดงใน Table 5

จาก Table 5 พบว่าเมื่อขนาดของแป้งเล็กลง ค่าความชื้นของแป้งที่ได้จะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเม็ดแป้งถูกบดจะเกิดการแตกเกิดขึ้นในแนวเส้นรัศมี พันธะโคเวเลนต์จะถูกทำลายในระหว่างกระบวนการบดทำให้กลุ่มไฮโดรฟิลิกซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถจับโมเลกุลของน้ำได้ในโมเลกุลแป้งมีมากขึ้น จึงทำให้แป้งที่มีขนาดเล็กจึงมีความชื้นสูงกว่าแป้งที่มีขนาดใหญ่เมื่อเก็บที่บรรยากาศเหมือนกัน (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2539)

ด้านสี พบว่าเมื่อแป้งมีขนาดเล็กลง ค่าความสว่าง (L^*) จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*) ซึ่งติดลบ และค่าสีเหลือง (b^*) จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเม็ดแป้งมีขนาดเล็กทำให้มีการเรียงตัวของเม็ดแป้งชิดขึ้น เมื่อวัดค่าสีเม็ดแป้งมีขนาดเล็กทำให้มีการสะท้อนแสงมากขึ้น

Table 5 Effect of particle size of flour on moisture content and color of flour and *Kanom Koh*

particle size (mesh)	moisture content of flour (%)	color of flour			color of <i>Kanom Koh</i>		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
80-100	7.46±0.05 ^c	93.33±0.25 ^c	-0.41±0.07 ^a	8.85±0.28 ^a	88.33±0.18 ^c	-0.42±0.01 ^a	12.22±0.17 ^a
100-120	7.64±0.04 ^b	94.33±0.22 ^b	-0.37±0.01 ^b	8.27±0.13 ^b	88.81±0.27 ^b	-0.36±0.01 ^b	11.15±0.17 ^b
> 120	7.79±0.05 ^a	94.77±0.06 ^a	-0.31±0.01 ^c	7.90±0.06 ^c	89.79±0.42 ^a	-0.31±0.01 ^c	10.07±0.19 ^c

Mean values followed by different superscript in the same column differ significantly ($p \leq 0.05$), ns = not significant

ด้านสี พบว่าเมื่อแป้งมีขนาดเล็กลง ค่าความสว่าง (L^*) จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*) ซึ่งติดลบ และค่าสีเหลือง (b^*) จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเม็ดแป้งมีขนาดเล็กทำให้มีการเรียงตัวของเม็ดแป้งชิดขึ้น เมื่อวัดค่าสีเม็ดแป้งมีขนาดเล็กทำให้มีการสะท้อนแสงมากขึ้น

เมื่อนำแป้งที่ได้มาผลิตขนมโก๋ พบว่าขนมโก๋ที่ผลิตจากแป้งที่มีขนาดเล็กจะมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ค่าสีแดง (a^*) ซึ่งติดลบและค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีของแป้ง เมื่อวิเคราะห์หาลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมโก๋ที่ผลิตจากแป้งขนมโก๋ที่มีขนาดต่างกันแสดงใน Table 6

Table 6 Effect of particle sizes of flour on texture of *Kanom Koh*

characteristics	size of flour (mesh)		
	80-100	100-120	>120
hardness (N)	9.27±0.09 ^c	9.44±0.07 ^b	9.64±0.07 ^a
fracturability (N)	9.57±0.57 ^c	10.69±0.67 ^b	12.67±1.45 ^a
adhesiveness (N *sec)	-2.61±0.58 ^c	-3.67±0.62 ^b	-5.14±0.32 ^a
springiness ^{ns} (mm.)	0.64±0.10	0.62±0.07	0.61±0.08
cohesiveness (ratio)	0.14±0.01 ^c	0.16±0.01 ^b	0.18±0.01 ^a
gumminess (N)	1.25±0.12 ^c	1.53±0.10 ^b	1.71±0.12 ^a
chewiness (N * mm)	0.87±0.33 ^c	1.51±0.37 ^b	1.74±0.38 ^a

Mean values followed by different superscript in the same row differ significantly ($p \leq 0.05$), ns = not significant

จาก Table 6 พบว่าค่าความแข็ง ค่าการแตกเปราะ ค่าการเกาะติดพื้นผิว ค่าความสามารถเกาะรวมตัวกัน ค่าความเหนียว และค่าความทนต่อการเคี้ยวจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อแป้งมีขนาดเล็กลง ยกเว้นค่าความหยุ่นซึ่งไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากแป้งที่มีขนาดเล็กมากจะเรียงตัวกันชิด เมื่อถูกกดอัดในขั้นตอนการขึ้นรูปขนมโก๋ทำให้แน่นและแข็งขึ้น เนื้อสัมผัสของขนมโก๋จึงเกาะรวมกันแน่นขึ้นและต้องใช้แรงเคี้ยวเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นในขั้นตอนการขึ้นรูปขนมโก๋มีส่วนผสมที่เป็นน้ำ เมื่อแป้งมีขนาดเล็กมากทำให้ดูดซับน้ำได้ดี การเกาะตัวกันจึงแน่นขึ้นทำให้ต้องใช้แรงที่ทำให้เกิดการแตกเปราะเพิ่มขึ้น เนื้อขนมโก๋จะมีความเหนียวและติดฟันเพิ่มขึ้น

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมโก๋ที่ผลิตจากแป้งขนมโก๋ที่มีขนาดต่างกันแสดงใน Table 7

Table 7 Effect of particle sizes of flour on sensory evaluation score of *Kanom Koh*

sensory characteristics	size of flour (mesh)		
	80-100	100-120	>120
surface smoothness	5.00±0.17 ^c	5.77±0.10 ^b	5.82±0.07 ^a
liking of appearance	5.12±0.08 ^c	5.85±0.06 ^a	5.49±0.06 ^b
whiteness	3.29±0.14 ^c	4.22±0.08 ^b	4.97±0.09 ^a
liking of color	4.95±0.09 ^b	5.48±0.11 ^a	5.48±0.09 ^a
stickiness	4.14±0.08 ^c	4.53±0.25 ^b	4.82±0.07 ^a
liking of stickiness	4.64±0.18 ^b	5.00±0.11 ^a	4.35±0.08 ^c
difficult to swallow	6.04±0.22 ^a	5.54±0.28 ^b	4.95±0.27 ^c
liking of texture	5.80±0.09 ^a	5.79±0.10 ^a	5.36±0.07 ^b
overall liking	4.36±0.12 ^c	5.66±0.15 ^a	4.95±0.26 ^b

Mean values followed by different superscript in the same row differ significantly ($p < 0.05$)

จาก Table 7 พบว่าขนาดของแป้งที่ต่างกันจะมีผลทำให้คะแนนทางประสาทสัมผัสทุกด้านของขนมโก๋ที่ทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ด้านความเรียบของผิวหน้าพบว่าเมื่อใช้แป้งที่มีขนาดเล็กคือ >120 เมช จะทำให้ขนมโก๋ได้คะแนนมากที่สุด หมายถึงมีผิวเรียบมากที่สุด เนื่องจากเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กจะเรียงตัวชิดกันมากขึ้น ทำให้มีความเรียบของผิวหน้ามากขึ้น ด้านความชอบลักษณะปรากฏพบว่าขนมโก๋ที่ใช้แป้งที่มีขนาดปานกลางคือ 100-120 เมช ได้คะแนนมากที่สุด

ด้านสีขาของเนื้อขนมและด้านความชอบสี พบว่าเมื่อใช้แป้งที่มีขนาดเล็กคือ >120 เมช จะทำให้ขนมโก๋ได้คะแนนมากที่สุด เนื่องจากแป้งที่มีขนาดเล็กกว่าจะมีค่าความสว่างมากขึ้น (Table 5)

ด้านลักษณะเหนียวติดฟัน พบว่าเมื่อใช้แป้งที่มีขนาดเล็กคือ >120 เมช จะทำให้ขนมโก๋ได้คะแนนมากที่สุด หมายถึงมีลักษณะเหนียวติดฟันมากที่สุด ส่วนด้านความชอบเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว พบว่าขนมโก๋ที่ใช้แป้งที่มีขนาดปานกลางคือ 100-120 เมชนั้นได้คะแนนมากกว่าตัวอย่างอื่น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อใช้แป้งที่มีขนาดใหญ่ แม้ว่าจะมีลักษณะเหนียวติดฟันน้อย แต่การเกาะติดของเนื้อขนมจะน้อยเกินไป ทำให้ก้อนขนมแตกหลุดออกจากกันได้ง่าย แต่ถ้าใช้แป้งที่มีขนาดเล็กเกินไป จะมีลักษณะเหนียวติดฟันมากเกินไปจนผู้ทดสอบไม่ยอมรับ

ด้านลักษณะแห้งผืดคอ พบว่าเมื่อใช้แป้งที่มีขนาดใหญ่คือ 80-100 เมช จะได้คะแนนมากที่สุด หมายถึงมีลักษณะแห้งผืดคอมากที่สุด เนื่องจากการใช้แป้งขนาดใหญ่แป้งจะดูดซับความชื้นได้น้อยกว่า (Table 5) ทำให้ขนมโก๋มีความชื้นน้อย เมื่อรับประทานจึงมีลักษณะแห้งผืดคอมาก ส่วนด้านความชอบเนื้อสัมผัสด้านความแห้ง พบว่าขนมโก๋ที่ใช้แป้งขนาด 80-100 เมชและ 100-120 เมชได้คะแนนมากที่สุด ซึ่งเนื้อขนมแห้งอ่อนเป็นลักษณะเด่นของขนมโก๋ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546)

ด้านความชอบโดยรวม พบว่าขนมโก๋ที่ใช้แป้งที่มีขนาดปานกลางคือ 100-120 เมช ได้คะแนนมากที่สุด เพราะขนมมีความเรียบผิวหน้าปานกลาง มีสีขาของเนื้อขนมมาก มีลักษณะเหนียวติดฟันปานกลาง มีลักษณะแห้งผืดคอปานกลาง ส่วนขนมโก๋ที่ใช้แป้งที่มีขนาดเล็กและใหญ่คือ >120 และ 80-100 เมช ได้คะแนนน้อยลงตามลำดับ

จะเห็นว่าแป้งที่มีขนาดเล็กลง จะมีค่าความชื้นและสีขาเพิ่มขึ้น (Table 4) และเมื่อนำมาผลิตขนมโก๋ จะได้ขนมที่มีสีขาขึ้น (Table 5) และมีแนวโน้มการเพิ่มของค่าความแข็ง การแตกเปราะ การเกาะติดฟันผิว ความสามารถเกาะรวมตัวกัน ความเหนียว และความทนต่อการเคี้ยว (Table 6) จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส การนำแป้งที่มีขนาดปานกลางคืออยู่ในช่วง 100-120 เมช มาผลิตขนมโก๋จะทำให้ได้รับคะแนนด้านความชอบลักษณะปรากฏ

ความชอบสี ความชอบเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว ความชอบเนื้อสัมผัสด้านความแห้ง และความชอบโดยรวมสูงสุด (Table 7) จึงเป็นขนาดที่ควรเลือกใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าวเหนียวก่อนให้ความร้อนในกระบวนการผลิตแป้งขนมโก๋ โดยใช้เวลา 1 3 และ 5 ชั่วโมง พบว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดข้าวก่อนให้ความร้อน ความชื้นของแป้งขนมโก๋ ระดับการเกิดเจลลาคีในซของแป้ง และค่าสีเหลืองของแป้งเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อนำแป้งที่ได้ไปผลิตขนมโก๋ พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสขนมโก๋มีค่าความแข็ง (hardness) ค่าการแตกเปราะ (fracturability) ค่าการเกาะติดพื้นผิว (adhesiveness) ค่าความหยุ่น (springiness) ค่าความสามารถเกาะรวมตัวกัน (cohesiveness) ด้านค่าความเหนียว (gumminess) และค่าความทนต่อการเคี้ยว (chewiness) เพิ่มขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเวลาแช่เมล็ดข้าวที่เหมาะสมคือ 1 ชั่วโมง โดยค่าความชื้นของเมล็ดข้าวก่อนนำมาอบมีค่าร้อยละ 35.28 แป้งที่ได้จะมีค่าความชื้นร้อยละ 7.39 ระดับการเกิดเจลลาคีในซร้อยละ 72.30 ค่าความสว่าง (L*) 94.42 ค่าสีแดง (a*) -0.53 และค่าสีเหลือง (b*) 7.87 เมื่อนำแป้งไปผลิตขนมโก๋ พบว่า ขนมโก๋ที่ได้มีค่าความสว่าง (L*) 92.37 ค่าสีแดง (a*) -0.31 และค่าสีเหลือง (b*) 12.21 และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด เนื่องจากมีความเรียบของผิวหน้ามากที่สุด เนื้อขนมมีสีขาว มีกลิ่นหอมของข้าวคั่ว เหนียวติดฟันน้อย และมีลักษณะแห้งผืดคอกที่เหมาะสมตรงตามลักษณะที่ดีของขนมโก๋ และเมื่อศึกษาผลของขนาดของแป้งขนมโก๋ ระดับคือ 80-100 100-120 และ มากกว่า 120 เมช พบว่าเมื่อเม็ดแป้งมีขนาดเล็กกลง จะทำให้แป้งมีสีขาวขึ้นเมื่อนำไปผลิตขนมโก๋ ขนมที่ได้มีความเรียบเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มที่จะให้ค่าทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสทุกด้านได้เพิ่มขึ้น ยกเว้นค่าความหยุ่น พบว่าขนาดของแป้งที่เหมาะสมคือ 100-120 เมช แป้งที่ได้จะมีค่าความชื้นร้อยละ 7.64 ค่าความสว่าง (L*) 94.33 ค่าสีแดง (a*) -0.37 และค่าสีเหลือง (b*) 8.27 เมื่อนำไปผลิตขนมโก๋ พบว่าขนมโก๋ที่ได้มีค่าความสว่าง (L*) 88.81 ค่าสีแดง (a*) -0.36 และค่าสีเหลือง (b*) 11.15 และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด โดยมีความเรียบผิวหน้าในระดับปานกลาง เนื้อขนมมีสีขาว เหนียวติดฟันปานกลางและมีลักษณะแห้งผืดคอกที่ปานกลาง ตรงตามลักษณะที่ดีของขนมโก๋มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553. ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- กล้าณรงค์ ศิริรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2550. เทคโนโลยีของแป้ง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- คำรบ สมะวรรณ. 2546. ศึกษาผลของเวลาที่แช่ข้าวเหนียวก่อนให้ความร้อนกับขนมขบเคี้ยวจากข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นิธิยา รัตปานนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- พนิตทิพย์ รัชมกการภรณ์. 2547. การตัดแปรแป้งข้าวโดยการให้ความร้อนร่วมกับความชื้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2539. คาร์โบไฮเดรต. เอกสารการสอนชุดวิชา เคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร หน่วยที่ 1-5. คณะคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- ศรีวัฒนา พงศ์วิรินทร์. 2547. อาหารจีน. วิทยาลัยสารพัดช่างสีพระยา สาขาเอี่ยมล่อ, กรุงเทพฯ.
- สมบัติ พลายน้อย. 2542. ประเพณีวัฒนธรรมขนบธรรมเนียมวัฒนธรรม. เยลโลการ์พิมพ์, กรุงเทพฯ.
- สายฝน โมราตบ. 2546. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแป้งกล้วยฟรีเจลลาคีในซด้วยเทคนิคไมโครเวฟ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. มข. 116/2546. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 2000. Official method of analysis of association of official analytical chemists. 17^{ed}. Maryland : Gaithersburg.
- Guraya, H.S. and Toledo, R.T. 1993. Determine gelatinized starch in a dry starchy product. J. Food Sci. 58: 888-889, 898