

สภาวะการบ่มที่เหมาะสมในการผลิตก๋วยเตี๋ยว Optimal Aging Condition in Noodle Process

สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Sudarat Prikboonchan

Faculty of Food and Agricultural Technology

Corresponding author. E-mail : suda_pr@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มแผ่นก๋วยเตี๋ยวเพื่อลดเวลาการผลิต โดยทดลองบ่มแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 10 องศาเซลเซียส เพื่อเร่งการเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) ให้เร็วขึ้น ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พิจารณาลักษณะแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ได้โดยสังเกตลักษณะผิวหน้า สี ความยากง่ายในการลอกแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่วางซ้อนกัน อัตราการดูดน้ำ ทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (hardness) โดยใช้เครื่อง texture analyzer เปรียบเทียบกับแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการบ่มตามวิธีดั้งเดิมของโรงงาน พบว่าการบ่มที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง ให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่มีลักษณะผิวหน้าแห้ง มันวาว มีอัตราการดูดน้ำและความแน่นแข็งที่เหมาะสมสำหรับการตัดเป็นเส้นโดยไม่ติดมีด และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการบ่มที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีคุณภาพไม่แตกต่างจากการบ่มแผ่นก๋วยเตี๋ยว 12 ชั่วโมง ตามวิธีดั้งเดิมของโรงงาน

คำสำคัญ ข้าว ก๋วยเตี๋ยว การบ่ม คุณภาพ

Abstract

The objectives of this research were to study the aging temperature on the noodle process to reduce time. The noodle was aged at 0, 4 and 10 °C to accelerate the retrogradation. Assay the sensory quality in the term of appearance, color and strip the noodle sheet. water absorption and texture in a term of hardness by texture analyzer compared with the noodle sheet from the traditional aging. The results showed that the noodle sheet was aging at 10 °C for 6 hours gave the dry and glossy surface, appropriate water absorption and hardness, easy for cutting and the noodles from this aging temperature were not significant difference quality from the traditional aging for 12 hours

Keywords rice, noodle, aging, quality

บทนำ

กล้วยเตี๋ยเป็นอาหารเส้นชนิดหนึ่งที่มีความนิยมในการบริโภคของสังคมไทยรองจากข้าวที่บริโภคเป็นอาหารหลัก (ธงชัย, 2546) กล้วยเตี๋ยมีการผลิตหลายขั้นตอน คือ การแช่ข้าวท่อน การโม่ การผสม การนึ่ง การอบหมักไล่ความชื้น การปม การตัดเส้น ซึ่งขั้นตอนการปมแผ่นกล้วยเตี๋ยหลังจากออกจากสายพานการผลิตที่อุณหภูมิห้องเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานประมาณ 12 ชั่วโมง เพื่อให้แผ่นกล้วยเตี๋ยมีอุณหภูมิลดลงและเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) ทำให้แผ่นกล้วยเตี๋ยมีความแข็งเพิ่มขึ้น ง่ายในการตัดเป็นเส้นโดยไม่ติดมีด ส่งผลให้กระบวนการผลิตไม่ต่อเนื่องทั้งสิ้นเปลืองพื้นที่ของโรงงาน สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายในการปมแผ่นกล้วยเตี๋ย ดังนั้นหากลดระยะเวลาการปมซึ่งเป็นขั้นตอนการผลิตที่เสียเวลามากที่สุดลงได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก็จะเกิดผลประโยชน์ต่อผู้ผลิต การผลิตก็จะดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อลดเวลาในการปมแผ่นกล้วยเตี๋ยโดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของกล้วยเตี๋ย อันจะนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลงซึ่งเป็นผลดีกับเศรษฐกิจของประเทศ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การผลิตแผ่นกล้วยเตี๋ย

นํ้าแป้ง (ได้จากการนำข้าวท่อนล้างทำความสะอาด แช่นํ้าในอัตราส่วน 1: 2 นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นโม่เปียกจำนวน 1 รอบ (คำรบ, 2553) โดยใช้อัตราส่วนในการโม่ข้าวท่อนกับนํ้า 2: 1) มาผสมให้เข้ากันกับแป้งมันสำปะหลัง สตาร์ชตัดแปร และ mix phosphate ปรับความหนืดของนํ้าแป้งซึ่งวัดด้วยเครื่อง Baume Hydrometer ให้ได้ค่าความหนืดของนํ้าแป้งเท่ากับ 1,200 องศาโบเม เทนํ้าแป้งจำนวน 80 มิลลิลิตร ลงบนถาดสแตนเลสขนาด 10x6 ตารางนิ้ว นึ่งในลังถึงที่อุณหภูมิน้ำเดือด นาน 5 นาที นำแผ่นกล้วยเตี๋ยที่นึ่งสุกไปผึ่งลมจนกระทั่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 40

2. ศึกษาระดับอุณหภูมิการปมแผ่นกล้วยเตี๋ย

ทดลองปมแผ่นกล้วยเตี๋ยที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 10 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างทุกๆ 1 ชั่วโมง จนถึง 6 ชั่วโมงมาตรวจสอบคุณภาพของแผ่นกล้วยเตี๋ย

3. การวิเคราะห์คุณภาพแผ่นกล้วยเตี๋ย

3.1 ตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของแผ่นกล้วยเตี๋ย (ด้าน สี ความหนา ความเหนียวและความยืดหยุ่น การเกาะติดกันระหว่างแผ่นกล้วยเตี๋ย และลักษณะผิวหน้า) บันทึกข้อมูลจนกระทั่งแผ่นกล้วยเตี๋ยสามารถตัดเป็นเส้นได้

3.2 อัตราการดูดน้ำของแผ่นก่วยเดี่ยวหลังปม

ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ทรงสูง ปิดฝาด้วยกระจกนาฬิกา ต้มให้เดือดด้วยแผ่นความร้อน (hot plate) เมื่อน้ำเดือดลดความร้อนลงครึ่งหนึ่ง จับเวลา 1 นาที จึงใส่เส้นก่วยเดี่ยว ประมาณ 10 กรัม ต้มเส้นนาน 5 นาที ระหว่างต้มใช้แท่งแก้วคนเบาๆ เพื่อให้เส้นกระจายตัว เทตัวอย่างลงตะแกรงลวด ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร ล้างเส้น ทั้งให้สะอาด น้ำ ซึ่งน้ำหนักเส้นที่ได้ คำนวณอัตราการดูดน้ำในรูปของจำนวนเท่าของน้ำหนัก (ดัดแปลงจากพิมพ์เพ็ญ, 2533)

3.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสแผ่นก่วยเดี่ยวหลังปม

วัดความต้านการกด (compression) แผ่นก่วยเดี่ยวที่ผ่านการบ่มแต่ละอุณหภูมิ ด้วย Texture analyzer รุ่น TA-XT2 Plus ตามวิธีของออร์พรอน (2547) ทดลอง 3 ซ้ำ และวัดค่าซ้ำละ 10 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย โดยรายงานค่าแรงสูงสุด (hardness) ในหน่วยนิวตันเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาในการบ่มที่ดีที่สุด

3.4 ตรวจสอบคุณภาพการตัดเส้นของแผ่นก่วยเดี่ยวที่ผลิตโดยวิธีดั้งเดิมของโรงงาน กับแผ่นก่วยเดี่ยวที่ผลิตจากสภาวะการบ่มที่เหมาะสม โดยให้พนักงานตัดเส้นของโรงงาน พิจารณาคุณภาพทางประสาทสัมผัส (สี ความยากง่ายในการลอกแผ่นแบ่งที่วางซ้อนกัน ความเหนียว การตัดเส้น)

4. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลการคำนวณด้วย ANOVA และคำนวณค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ลักษณะคุณภาพแผ่นก่วยเดี่ยวที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ

จากการบ่มแผ่นก่วยเดี่ยวที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 10 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง พบว่า 2 ชั่วโมงแรกของการบ่มในทุกๆ อุณหภูมิ ผิวหน้าแผ่นก่วยเดี่ยวมีลักษณะขึ้น สีขาวขุ่น เกาะติดกัน ลอกเป็นแผ่นยาก เมื่อบ่ม 3-4 ชั่วโมง ผิวหน้าแผ่นก่วยเดี่ยวมีลักษณะแห้ง เรียบ สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นได้ดี ไม่ติดเมื่อตัดเป็นเส้น ซึ่งใกล้เคียงกับแผ่นก่วยเดี่ยวที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิห้องเวลา 12 ชั่วโมง (วิธีดั้งเดิมของโรงงาน) เนื่องจากอุณหภูมิการบ่มที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะการบ่มที่อุณหภูมิต่ำทำให้โมเลกุลของเม็ดแป้งเกิดการตกผลึกของน้ำแข็งแบบช้า ส่งผลให้แผ่นก่วยเดี่ยวมีความเหนียวและความยืดหยุ่นลดลงซึ่งสังเกตเห็นได้ในชั่วโมงที่ 5 ของการบ่ม คือแผ่นก่วยเดี่ยวเริ่มมีน้ำแข็ง

เกาะและมีลักษณะเปราะ ไม่มีความเหนียว หักง่าย ส่วนการปมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ให้ลักษณะแผ่นก้วยเดี่ยวใกล้เคียงกับการปมที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส คือ ผิวหน้าแห้ง สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี เรียบ ไม่ติดมิด แต่ไม่เหมาะในการนำไปใช้ในระบบอุตสาหกรรม เนื่องจากสิ้นเปลืองพลังงานในการปมมากกว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะคุณภาพแผ่นก้วยเดี่ยวที่อุณหภูมิและเวลาการปมต่างกัน

เวลาปม (ชั่วโมง)	อุณหภูมิการปม (°C)					
	0		4		10	
1	ผิวหน้าขึ้น สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นไม่ดี เหนียว ยึดหยุ่นน้อย ตัดติดมิด		ผิวหน้าขึ้น สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นไม่ดี เหนียว ยึดหยุ่นน้อย ตัดติดมิด		ผิวหน้าขึ้น สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นไม่ดี เหนียว ยึดหยุ่นน้อย ตัดติดมิด	
2	ผิวหน้าขึ้นเล็กน้อย สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นไม่ดี		ผิวหน้าขึ้นเล็กน้อย สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นไม่ดี ตัดติดมิดเล็กน้อย		ผิวหน้าขึ้นเล็กน้อย สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นไม่ดี ตัดติดมิดเล็กน้อย	
3	ผิวหน้าแห้ง สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี เนื้อค่อนข้างแข็ง ไม่ติดมิด		ผิวหน้าแห้ง สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี เนื้อค่อนข้างแข็ง ไม่ติดมิด		ผิวหน้าขึ้นเล็กน้อย สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นไม่ดี ตัดติดมิดเล็กน้อย	
4	ผิวหน้าแห้ง สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี เนื้อค่อนข้างแข็ง ไม่ติดมิด		ผิวหน้าแห้ง กระด้าง สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี เนื้อค่อนข้างแข็ง ไม่ติดมิด		ผิวหน้าแห้ง สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี เนื้อค่อนข้างแข็ง ไม่ติดมิด	
5	ผิวหน้าแห้ง กระด้าง สีขาวขุ่น มีน้ำแข็งเกาะ		ผิวหน้าแห้ง กระด้าง สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี เนื้อค่อนข้างแข็ง ไม่ติดมิด		ผิวหน้าแห้ง เรียบ สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี ไม่ติดมิด	
6	ผิวหน้าแห้ง เนื้อค่อนข้างแข็ง เปราะ ตัดติดมิด กระด้าง สีขาวขุ่น		ผิวหน้าแห้ง เรียบ สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี เนื้อค่อนข้างแข็ง ไม่ติดมิด		ผิวหน้าแห้ง สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี เรียบ ไม่ติดมิด	
วิธีดั้งเดิมของโรงงาน*	ผิวหน้าแห้ง เรียบ สีขาวขุ่น ลอกเป็นแผ่นดี ไม่ติดมิด					

* ปมที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง

2. อัตราการดูดน้ำของแผ่นกัวยเตี่ยวหลังบ่มที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

การตรวจสอบอัตราการดูดน้ำมีจุดประสงค์เพื่อสังเกตผลของการบ่มที่มีต่อลักษณะเส้นหลังการลวกก่อนนำไปรับประทาน โดยพบว่า ในทุกอุณหภูมิการบ่มอัตราการดูดน้ำจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดรีโทรเกรเดชัน ทำให้โมเลกุลของอะมิโลสที่อยู่ใกล้กันเกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล เกิดเป็นร่างแหสามมิติโครงสร้างใหม่ที่สามารถอุ้มน้ำ แต่ไม่มีการดูดน้ำ ส่งผลให้เส้นกัวยเตี่ยวมีความหนืดมากขึ้น เกิดลักษณะเป็นเจลเหนียว คล้ายฟิล์มหรือผลึกแข็ง (Whistler and Bemiller, 1999; Eliasson and Gudmundsson, 1996) โดยที่อุณหภูมิการบ่ม 0 องศาเซลเซียส มีอัตราการดูดน้ำมากที่สุด เนื่องจากสภาวะดังกล่าวเป็นสภาวะการบ่มที่อุณหภูมิต่ำ ความชื้นในแผ่นแป้งมีน้อย จึงดูดน้ำได้มากกว่าการบ่มที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในช่วงการบ่ม 1-3 ชั่วโมงแรก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราการดูดน้ำของแผ่นกัวยเตี่ยวหลังบ่มที่อุณหภูมิและเวลาต่างกันเปรียบเทียบกับ การบ่มโดยวิธีดั้งเดิมของโรงงาน

เวลาบ่ม (ชั่วโมง)	อุณหภูมิการบ่ม (°C)		
	0	4	10
1	3.32 ^a ±0.01	3.27 ^a ±0.06	3.27 ^a ±0.08
2	3.31 ^a ±0.00	3.07 ^b ±0.05	3.01 ^b ±0.05
3	3.28 ^a ±0.09	2.97 ^b ±0.08	2.94 ^b ±0.17
4	3.09 ^b ±0.08	2.95 ^b ±0.04	2.92 ^b ±0.06
5	2.56 ^{cd} ±0.09	2.46 ^d ±0.03	2.64 ^c ±0.08
6	2.52 ^{cd} ±0.05	2.42 ^d ±0.03	2.59 ^{cd} ±0.07
วิธีดั้งเดิมของโรงงาน (บ่มที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง)		3.12 ^b ±0.06	

a, b, c, d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

3. ลักษณะเนื้อสัมผัสแผ่นกัวยเตี่ยวหลังบ่ม

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสแผ่นกัวยเตี่ยวหลังบ่ม พบว่าในทุกอุณหภูมิการบ่มความแน่นแข็ง (hardness) ของแผ่นกัวยเตี่ยวลดลงตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลที่มีอยู่ในสตาร์ชตัดแปรไปขัดขวางอันตร

กิริยา (interaction) ระหว่างสายโซ่อะมิโลสส่งผลให้เจลมีลักษณะอ่อนตัวเมื่อเวลาการป้อนนานขึ้น (Liu และคณะ, 2007 ; Han และคณะ, 2005) และการใช้ความร้อนและความเย็นในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่าเจลละติไนเซชัน (gelatinization) และรีโทรเกรเดชัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งสองกระบวนการนี้มีผลต่อคุณลักษณะของเนื้อสัมผัสสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ (คำรบ, 2553) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาการป้อนต่อความแข็งของแผ่นก๋วยเตี๋ยว(นิวตัน)

เวลาป้อน (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ(°c)		
	0	4	10
1	102.88 ^a ±1.28	96.08 ^b ±0.71	102.69 ^a ±1.16
2	74.81 ^{defg} ±2.24	78.34 ^{da} ±1.95	89.07 ^c ±6.64
3	74.35 ^{efg} ±0.36	78.29 ^{da} ±1.39	92.33 ^{bc} ±4.81
4	75.24 ^{del} ±3.16	74.02 ^{efg} ±0.58	79.11 ^d ±0.72
5	63.42 ^h ±0.53	70.36 ^g ±0.75	77.11 ^{de} ±1.38
6	58.08 ⁱ ±3.27	71.56 ^{fg} ±1.35	62.01 ^h ±1.04
วิธีดั้งเดิมของโรงงาน (ป้อนที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง)	98.90±0.71 ^b		

a, b, c, d, ... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

4. ตรวจสอบลักษณะของแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่

จากการสอบถามพนักงานตัดเส้นของโรงงานโดยพิจารณาถึงความยากง่ายในการลอกแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่วางซ้อนกัน ความเหนียว และการตัดเส้นพบว่า แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ป้อนที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมงให้ลักษณะคุณภาพในทุกด้านใกล้เคียงกับการป้อนแผ่นก๋วยเตี๋ยวโดยวิธีดั้งเดิมของโรงงาน (ป้อนที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะเส้นก้วยเดี่ยวที่บ่มด้วยวิธีต่างกัน

ลักษณะ	วิธีดั้งเดิมของโรงงาน	บ่มที่ 10 °C เวลา 6 ชั่วโมง
สี	ขาวขุ่น	ขาวขุ่น
ความยากง่ายในการลอก		
แผ่นแป้ง	ลอกออกได้ง่าย	ลอกออกได้ง่าย
ความเหนียว	+++	+++
การตัดเส้น	ไม่ติดมีด	ไม่ติดมีด
หมายเหตุ	+++ หมายถึง เหนียว ยืดหยุ่นดี ++ หมายถึง เหนียว ยืดหยุ่นปานกลาง + หมายถึง เหนียว ยืดหยุ่นน้อย	

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสภาวะการบ่มที่เหมาะสมในการผลิตก้วยเดี่ยวพบว่า การบ่มแผ่นก้วยเดี่ยวที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาการบ่ม 6 ชั่วโมง ให้ลักษณะผิวหน้าของแผ่นก้วยเดี่ยวที่แห้ง มันวาว เหนียว ใกล้เคียงกับการบ่มแผ่นก้วยเดี่ยวโดยวิธีดั้งเดิมของโรงงาน และสามารถนำไปตัดเป็นเส้นก้วยเดี่ยวได้โดยไม่ติดมีด ส่งผลให้ระยะเวลาการผลิตก้วยเดี่ยวลดลง เนื่องจากการบ่มที่อุณหภูมิดังกล่าวช่วยเร่งการเกิดรีโทรเกรเดชัน ให้เร็วขึ้น โดยคุณภาพของแผ่นก้วยเดี่ยวยังคงเดิม

เอกสารอ้างอิง

- คำรบ สมะวรรณ. (2553). ผลของขนาดอนุภาคและไฮโดรคอลลอยด์ที่มีต่อคุณภาพของ
ก๋วยเตี๋ยว.วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. 6(12) : (87-105).
- ธงชัย พุ่มทองศิริ. (2546). การเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดโดยใช้เทคโนโลยีเฮอร์ดีล.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิมพ์เพ็ญ กิรพร. (2533). ผลของการใช้แป้งมันสำปะหลังผสมแป้งข้าวเจ้าต่อคุณภาพเส้น
ก๋วยเตี๋ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรพรรณ กัลปนายุทธ. (2547). การปรับปรุงคุณภาพก๋วยเตี๋ยวพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ปิด
สนิทผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Eliasson, A.C. 1996. Carbohydrates in food, pp. 431-503 *In* Eliasson, A.C. and
M. Gudmundsson. Starch: Physicochemical and Functional Aspects. Marcel
Dekker, Inc., New York.
- Han, J.A., Lee, B.H., Lim. W.J. and Lim, S.T. (2005). Utilization of hydroxypropylated
waxy rice and corn starches in Korean waxy rice cake to retard retrogradation.
Cereal Chem. 82(1): 88-92.
- Liu, H., Yu, L., Chen, L., and Li, L. (2007). Retrogradation of corn starch after thermal
treatment at different temperatures. Carbohydrate Polymers, 69, 756-762.
- Whistler, R.L. and J.N. Bemiller. 1999. Carbohydrate Chemistry for Food Scientists.
American Association of Cereal Chemists.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโรงงานเส้นก๋วยเตี๋ยว น.นิตย ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบและ
สถานที่ในการทำการวิจัย