รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สด

(Quality development for fresh rice noodles (Sen Yai))

นายคงศักดิ์ ศรีแก้ว

นางสาวแพรจัน สังขะจันทร์

นายอภิชาติ สีสุกใส

พ.ศ. 2551

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สกว. และมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (โครงการ EnPUS)

คำนำ

รายงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ EnPUS ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือแบบไตรภาคี ระหว่าง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ และหน่วยงานเอกชน ผนวกการทำปัญหาพิเศษของนักศึกษาในชั้นปีสุดท้าย โดยให้ทุนกับนักศึกษาที่ทำปัญหาพิเศษในปีสุดท้าย ให้ทำงานร่วมกับผู้ประกอบการในท้องถิ่น เพื่อแก้ปัญหาของผู้ประกอบการ เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจริง ซึ่งจะส่งผลดีต่อนักศึกษา เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้ว นอกจากนั้นยังเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมหาวิทยาลัย อาจารย์ และผู้ประกอบการในท้องถิ่น

คณะผู้วิจัย

สิงหาคม พ.ศ. 2551

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณโครงการวิจัยและพัฒนาวิสาหกิจสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม กองทุนส่งเสริมและสนับสนุนงานวิจัย ที่สนับสนุนทุนสำหรับงานวิจัยนี้ผ่านโครงการ EnPUS และขอขอบคุณโรงก๋วยเตี๋ยวคุณสันติ มัตยะสุวรรณ 78/43 ถ.ศรีธรรมไตรปิฎก ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ร่วมดำเนินการเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

สิงหาคม พ.ศ. 2551

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาอิทธิพลของปัจจัย 3 ปัจจัย ได้แก่ปริมาณอะไมโลสในข้าว ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และอุณหภูมิในการนึ่ง ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สด โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ response surface methodology (RSM) มีคุณลักษณะทางคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สดที่ประเมินทั้งสิ้น 7 คุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะพื้นผิวของเส้นก๋วยเตี๋ยว ความชุ่มชื้น ความแข็ง ความยืดหยุ่น ความขาว ความชอบรวม และ ค่าแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวขาด ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม และปริมาณอะไมโลส ของวัตถุดิบข้าวท่อน มีผลต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยเฉพาะค่าความยืดหยุ่น สี และความชอบโดยรวม ปริมาณแป้งในระดับสูง จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความชุ่มชื้นดี เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีความขาว และผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมมาก นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณข้าวที่มีอะไมโลสสูงมีผลต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยจะทำให้สีมีความขาวลดลง

คำสำคัญ : ก๋วยเตี๋ยว เส้นใหญ่ คุณภาพก๋วยเตี๋ยว

Abstract

This research examined three factors including amylose content, tapioca flour and steaming temperature which could affect noodle qualities, using the response surface methodology (RSM). The noodle qualities (response outputs) including surface area, moistness, hardness, springiness, whiteness, overall acceptability and tensile strength were assessed. It was found that added tapioca flour, amylose content of rice significantly affected the noodle qualities especially springiness, whiteness and overall acceptability. High level of added tapioca gave more sensory scores for moistness, springiness, whiteness and overall acceptability. High amylose rice reduced the whiteness of noodle.

Key words : Rice noodle, Sen Yai, Rice noodle qualities

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 ผลิตภัณฑ์เส้น	5
2.2 ชนิดของก๋วยเตี๋ยว	7
2.3 กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว	7
2.4 ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว	10
2.5 คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว	13
2.6 แป้งมันสำปะหลัง	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	**17**
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว	17
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบและการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว	17
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	17
3.4 การวัดค่า outputs (responses)	20
3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	21
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	**22**
4.1 ลักษณะการผลิตของผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ	22
4.2 สภาวะการผลิตที่ทำการศึกษา	23
4.3 ผลของปัจจัยต่าง ๆ ต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว	23
4.4 ข้อแนะนำสำหรับผู้ประกอบการ	29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ **30**

5.1 สรุปและอภิปรายผล 30

5.2 ข้อเสนอแนะ 30

เอกสารอ้างอิง 32

ภาคผนวก 33

ภาคผนวก ก. วิธีการตรวจสอบและแบบประเมินคุณภาพ 34

ภาคผนวก ข. ผลวิเคราะห์ทางสถิติโดยโปรแกรม MINITAB V.14 36

ภาคผนวก ค. ภาพกิจกรรม 43

ภาคผนวก ง. บทความเผยแพร่สำหรับโครงการ EnPUS 44

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิตของข้าวรวมปี 2542/43 – 2551/52 4
ตารางที่ 2 ระดับของแต่ละปัจจัยที่ทำการศึกษาในแผนการทดลอง 18
ตารางที่ 3 ตารางแผนการทดลองแบบ RSM 18
ตารางที่ 4 Gantt chart แสดงแผนการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินงาน 20
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านคุณภาพตามแผนการทดลอง 24
ตารางที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติของตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยว 25

สารบัญภาพ

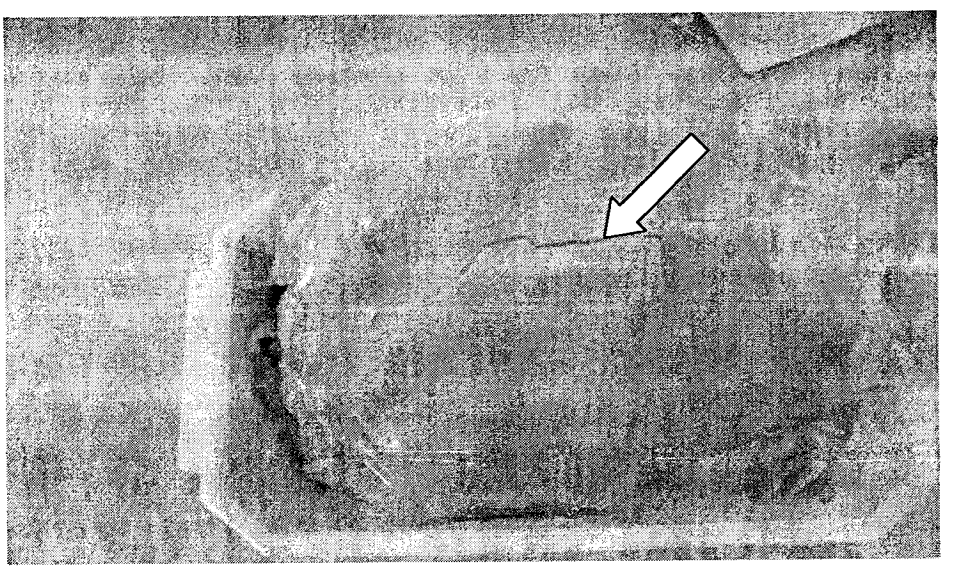
หน้า

ภาพที่ 1 ลักษณะของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ที่แตก เปราะ ภายหลังจากเก็บไว้ 1
ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดต่าง ๆ โดยสรุป 6
ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสด (เส้นใหญ่) 8
ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสด (เส้นสด) 9
ภาพที่ 5 สัดส่วนของปริมาณน้ำ ข้าว และแป้งมันที่เติม 19
ภาพที่ 6 กระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่และสภาพโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ 22
ภาพที่ 7 กราฟ contour plot ของค่าพื้นผิว 26
ภาพที่ 8 กราฟ contour plot ของค่าความชุ่มชื้น 26
ภาพที่ 9 กราฟ contour plot ของค่าความแข็ง 27
ภาพที่ 10 กราฟ contour plot ของค่าความยืดหยุ่น 27
ภาพที่ 11 กราฟ contour plot ของค่าความขาว 28
ภาพที่ 12 กราฟ contour plot ของค่าแรงดึง 28

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ได้ดำเนินการโครงการพัฒนาการรวมกลุ่มและเชื่อมโยงอุตสาหกรรม (Industrial Cluster Development) กลุ่มอุตสาหกรรมข้าวพิษณุโลก ร่วมกับศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 2 พิษณุโลก มาตั้งแต่ปี 2549 โดยในกลุ่มคลัสเตอร์ข้าวพิษณุโลก จะมีผู้ประกอบการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่เป็นสมาชิกอยู่ 5 ราย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดเล็ก บริหารแบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน และจากการทำงานร่วมกับผู้ประกอบการจะพบปัญหาเร่งด่วนปัญหาหนึ่งคือปัญหาคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว ที่มีลักษณะเปราะ แตกง่าย เมื่อเก็บไว้ โดยเส้นจะไม่เหนียวนุ่มเหมือนตอนผลิตใหม่ ๆ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ที่แตก เปราะ ภายหลังจากเก็บไว้

ปัญหาดังกล่าวเกิดจากกระบวนการ retrogradation ของแป้ง โดยได้มีการศึกษาวิจัยมาบ้างแล้วในอดีตเพื่อหาวิธีในการชะลอการเกิด retrogradation ในก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ พนอจิต (2531: 44) พบว่าการเติมอะไมโลส (ได้จากการแยกจากสตาร์ชของข้าวเจ้า) ลงไปในส่วนผสมช่วยเพิ่มความเหนียวของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ นุชฤดี และอรอนงค์ (2535) และ อรอนงค์ และคณะ (2536) พบว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าผสมสตาร์ชดัดแปร สามารถช่วยเพิ่มความเหนียวได้ Gujral *et al.* (2004) พบว่าการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ เช่น guar gum หรือ xanthan gum ช่วยชะลอการเกิด retrogradation ใน

ผลิตภัณฑ์แป้งข้าวได้ นอกจากนั้น Lii *et al.* (1995) พบว่าการใช้อุณหภูมินึ่งก๋วยเตี๋ยวที่ระดับ 95 องศาเซลเซียส ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวแข็งมากกว่าการใช้อุณหภูมิที่ 85 องศาเซลเซียสเมื่อเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้ อย่างไรก็ดี การพยายามแก้ปัญหาดังกล่าวมุ่งเน้นไปที่การเติมสารบางอย่างในก๋วยเตี๋ยว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสตาร์ชดัดแปร หรือสารไฮโดรคอลลอยด์ซึ่งยังคงเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ เนื่องจากราคาของสารดังกล่าวค่อนข้างสูง นอกจากนั้นแล้วสภาวะการทดลองในเอกสารรายงานวิจัย มีความแตกต่างจากกระบวนการผลิตจริงของผู้ประกอบการผลิตก๋วยเตี๋ยว ซึ่งในปัจจุบันจะใช้วัตถุดิบหลักเป็นข้าวท่อน นำมาโม่เปียก จากนั้นผสมแป้งมันสำปะหลังตามสูตรการผลิตของแต่ละรายซึ่งแตกต่างกัน ก่อนที่จะนำไปนึ่งเป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่

การศึกษาวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของปัจจัย 3 ประการได้แก่ปริมาณอะไมโลสในวัตถุดิบข้าว ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม และอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่ง ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ผู้ประกอบการสามารถนำไปปรับกระบวนการผลิตให้เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้ทราบผลของอิทธิพลจากปัจจัยการผลิตได้แก่ ปริมาณอะไมโลสในวัตถุดิบข้าว ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม และอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่ง ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่

2) เพื่อนำผลการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ไปพิจารณาหาแนวทางในการพัฒนาคุณภาพก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สดแก้ปัญหาก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สดแห้งเปราะไม่เหนียวนุ่มเหมือนตอนผลิตใหม่ ๆ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่ดำเนินการร่วมกับผู้ประกอบการผลิตก๋วยเตี๋ยว โดยมีนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ทำปัญหาพิเศษในชั้นปีสุดท้ายร่วมดำเนินการ (โครงการ EnPUS) โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ของโรงงานผลิตก๋วยเตี๋ยวที่เข้าร่วมโครงการ (โรงก๋วยเตี๋ยวคุณสันติ มัตยะสุวรรณ) และห้องปฏิบัติการของคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยมุ่งเน้นให้สภาวะการทดลองสอดคล้องกับบริบทจริงของสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ข้อมูลผลของปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณอะไมโลสในข้าว ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่งต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ ที่ผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการสามารถนำไปใช้ประกอบการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ แก้ปัญหาก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สดแห้งเปราะ ไม่เหนียวนุ่มเหมือนตอนผลิตใหม่ ๆ

2) ผู้ประกอบการมีโอกาสได้ร่วมเรียนรู้กับอาจารย์ นักศึกษา เกี่ยวกับกระบวนการวิจัยพัฒนา ที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นไปได้ตามศักยภาพและความพร้อมของผู้ประกอบการ และเป็นไปตามหลักวิชาการ

บทที่ 2
แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย มีบทบาทสำคัญต่อประเทศทั้งในแง่เศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก ครัวเรือนเกษตรประมาณร้อยละ 65 หรือ 3.7 ล้านครัวเรือน (15.54 ล้านคน) ปลูกข้าวเป็นพืชหลัก และส่งออกเป็นอันหนึ่งของโลกมาอย่างต่อเนื่องกว่า 20 ปี โดยในปี 2550 มีสัดส่วนการตลาดประมาณร้อยละ 32 ทำให้ประเทศไทยมีรายได้จากการส่งออกข้าวกว่าแสนล้านบาท ผลผลิตข้าวของไทยจะใช้ในประเทศประมาณร้อยละ 57 ส่วนที่เหลือใช้เพื่อการส่งออกข้าวและผลิตภัณฑ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) ตารางที่ 1 แสดงพื้นที่เพาะปลูก และผลผลิตของข้าวรวมปี 2542/43 – 2551/52

ตารางที่ 1 เนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิตของข้าวรวมปี 2542/43 – 2551/52

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (ล้านไร่)			ผลผลิต (ล้านตัน)		
	นาปี	นาปรัง	รวม	นาปี	นาปรัง	รวม
2542/43	56.583	7.861	64.444	19.016	5.156	24.172
2543/44	58.775	8.717	66.492	19.788	6.056	25.844
2544/45	57.838	8.434	66.272	22.410	5.624	28.034
2545/46	56.907	9.533	66.440	21.566	6.426	27.992
2546/47	56.972	9.432	66.404	23.142	6.332	29.474
2547/48	57.652	8.914	66.566	22.650	5.888	28.538
2548/49	57.774	9.903	67.677	23.539	6.753	30.292
2549/50	57.542	10.074	67.616	22.839	6.802	29.641
2550/51	57.386	12.801	70.187	23.308	8.791	32.099
2551/52 (ประมาณการ)	57.839	12.243	70.082	23.807	8.449	32.256

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2551)

ในกระบวนการแปรรูปข้าวเบื้องต้นได้แก่การสีให้เป็นข้าวสารจะได้ข้าวสารเมล็ดสมบูรณ์ซึ่งเรียกว่าข้าวต้น และมีบางส่วนที่แตกหักระหว่างการสี เรียกว่าข้าวท่อนซึ่งรวมถึงปลายข้าวด้วย โดยข้าวท่อนและปลายข้าวจะถูกใช้เป็นวัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์จากข้าวที่สำคัญหลายอย่างได้แก่ ก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน แป้งแผ่น แป้งข้าว ขนมอบกรอบ โจ๊ก สตาร์ชจากข้าว เป็นต้น

2.1 ผลิตภัณฑ์เส้น

ศจี และ ปุณฑริกา (2549) สรุปไว้ว่าผลิตภัณฑ์เส้นที่ผลิตในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ผลิตภัณฑ์เส้นไม่หมัก และผลิตภัณฑ์เส้นหมัก โดยผลิตภัณฑ์เส้นไม่หมักจะมีปริมาณร้อยละ 65 ของการผลิตทั้งหมด ผลิตภัณฑ์เส้นไม่หมักมี 4 ประเภท ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ เส้นเล็ก เส้นหมี่ และเส้นก๋วยจั๊บ สำหรับผลิตภัณฑ์เส้นหมัก ได้แก่ ขนมจีน และแป้งแผ่น หรือเรียกว่าใบเมี่ยงญวณ ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดต่าง ๆ โดยสรุป

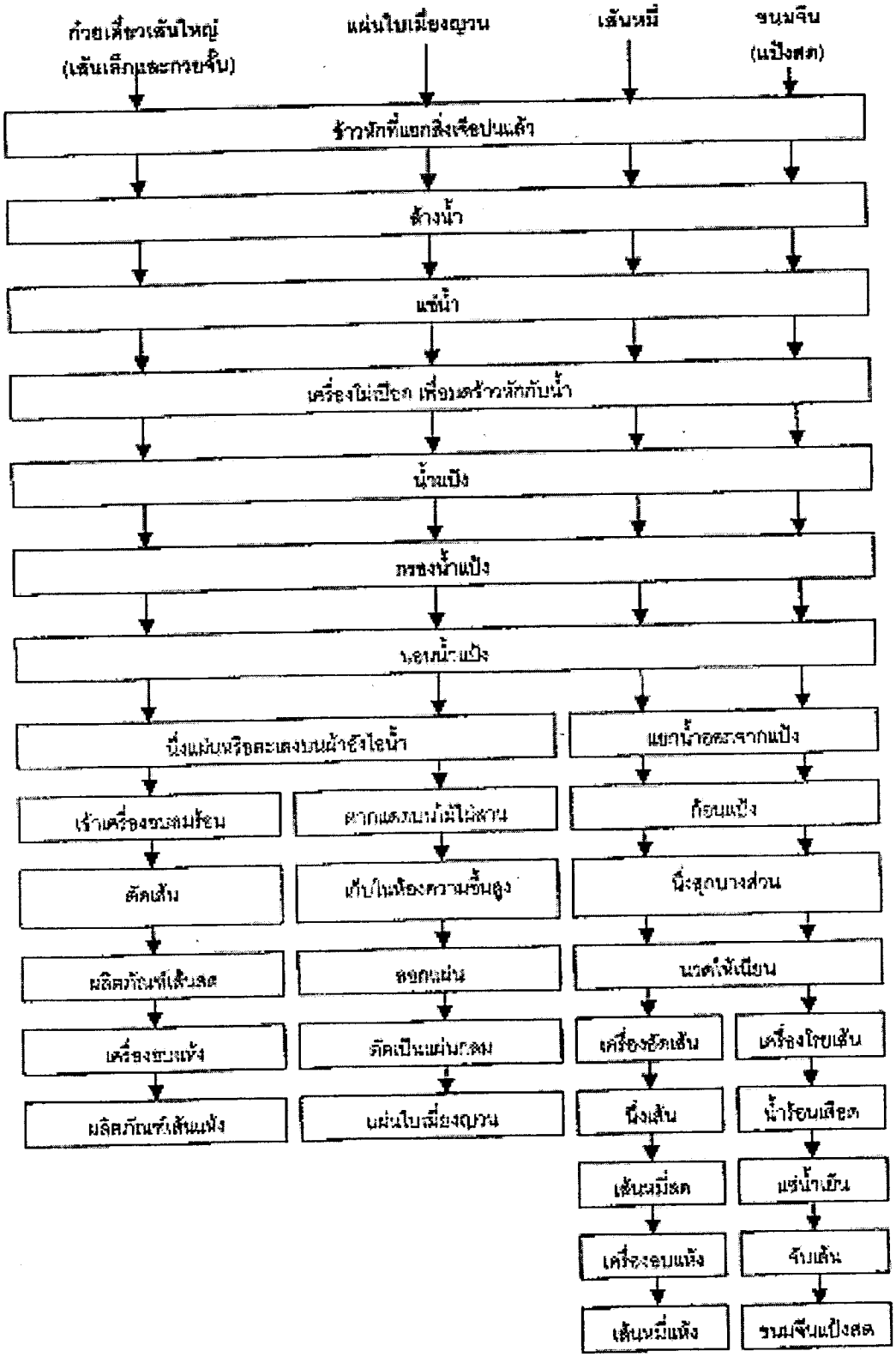
ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ได้จากการนำเส้นก๋วยเตี๋ยวสดมาหั่นเป็นเส้นตามขนาดที่ต้องการ โดยไม่ผ่านขั้นตอนการทำแห้ง ส่วนก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก ได้จากการนำแผ่นก๋วยเตี๋ยวสดมาผึ่งลมหรืออบในตู้อบลมร้อน เพื่อลดปริมาณความชื้น ก่อนนำมาตัดเป็นเส้นขนาด 3-4 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ขนมจีนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้งข้าวเจ้ากึ่งสุกหรือมีส่วนสุกประมาณร้อยละ 27-34 ของแป้งทั้งหมดมานวดและปรับความชื้นให้ได้ร้อยละ 70-75 บีบผ่านแว่นที่มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลม ซึ่งเจาะรูเล็ก ๆ ตามขนาดที่ต้องการลงในน้ำเดือด เมื่อเส้นลอยจึงตักขึ้นแช่ในน้ำเย็นและจับเส้น ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้นประมาณร้อยละ 70-77

ก๋วยจั๊บเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนึ่งแผ่นก๋วยเตี๋ยวให้สุกเพียงครึ่งเดียวของความหนา นำมาผึ่งลมหรืออบในตู้อบลมร้อนเพื่อลดปริมาณความชื้นให้เหลือประมาณร้อยละ 12 โดยทั่วไปจะตัดให้มีลักษณะเป็นแผ่นรูปสามเหลี่ยม เมื่อนำมาต้มสุกจะม้วนเป็นหลอด

เส้นหมี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอัดแป้งข้าวเจ้ากึ่งสุกประมาณร้อยละ 40-50 ของแป้งทั้งหมด และมีความชื้นร้อยละ 35-40 ผ่านหน้าแปลนของเครื่องอัด (hydraulic press extruder) ซึ่งมีรูขนาดเล็กนึ่งให้สุกอีกครั้ง ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่สดมีความชื้นประมาณร้อยละ 18-33 ในขณะที่เส้นหมี่แห้งได้จากการนำเส้นหมี่สดมาอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นเหลือไม่เกินร้อยละ 12

แป้งแผ่นหรือใบเมี่ยงญวน เป็นผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวเจ้าที่ผ่านการหมักแป้ง 2-3 วันเติมเกลือไม่เกินร้อยละ 5 นำมาทำให้เป็นแผ่นบาง นึ่งให้สุกและทำให้แห้งจนมีความชื้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายไม่เกินร้อยละ 16



ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดต่าง ๆ โดยสรุป

ที่มา : อรอนงค์ (2547: 290)

2.2 ชนิดของก๋วยเตี๋ยว

พัชรี (2538: 32) กล่าวว่า ก๋วยเตี๋ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลายข้าวเจ้าหรือใช้แป้งข้าวเจ้าโดยอาจมีแป้งชนิดอื่นผสมอยู่ด้วยก็ได้ ทำให้เป็นแผ่นบาง นึ่งให้สุก ตัดเป็นเส้น ในการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก ผู้ผลิตส่วนใหญ่นิยมผลิตในรูปแบบของเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งแห้ง มีความชื้นร้อยละ 37-42 เพื่อให้สะดวกในการตัดเส้น โดยนำก๋วยเตี๋ยวมาผึ่งลมไว้ 2 ชั่วโมงหรือบที่อุณหภูมิ 150-180 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลสในสตาร์ช (starch) ของวัตถุดิบข้าวเจ้า ซึ่งพบว่าปริมาณอะไมโลสที่เหมาะสมในการทำก๋วยเตี๋ยวคือร้อยละ 27-33 ก๋วยเตี๋ยวที่นิยมผลิตกันโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามปริมาณความชื้นภายในเส้น คือ

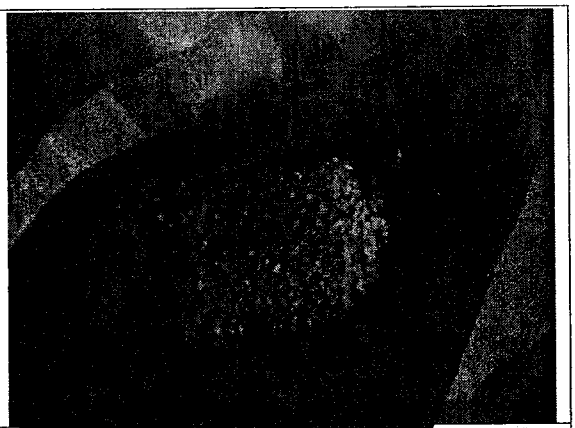
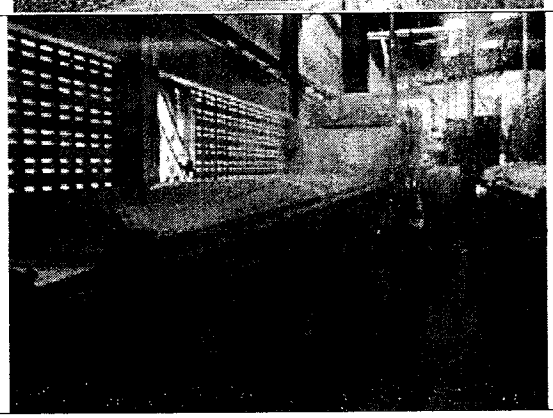
1) ก๋วยเตี๋ยวสด คือ ก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการนำแผ่นก๋วยเตี๋ยวมาหั่นเป็นเส้นโดยไม่ผ่านขั้นตอนการทำให้แห้ง ซึ่งอาจเป็นเส้นเล็กหรือเส้นใหญ่ก็ได้ เส้นเล็กมีขนาด 0.4-0.5 เซนติเมตร ส่วนเส้นใหญ่มีขนาด 1.5-25.5 เซนติเมตร ก๋วยเตี๋ยวทั้งสองชนิดมีความชื้นประมาณร้อยละ 62-64 เป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ได้ไม่นานต้องบริโภคภายใน 1-2 วัน

2) ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กกึ่งแห้ง คือ ก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการผึ่งลมหรืออบลดความชื้นมาบ้างแล้วเพื่อลดความชื้นลงก่อนตัดเป็นเส้น ก๋วยเตี๋ยวชนิดนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ 37 โดยปกติจะเก็บได้ 2-3 วัน เท่านั้น

3) ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้ง คือเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการตัดเป็นเส้นเล็กและทำให้แห้งด้วยการอบ ก๋วยเตี๋ยวชนิดนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ 13 หรือต่ำกว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บได้นาน

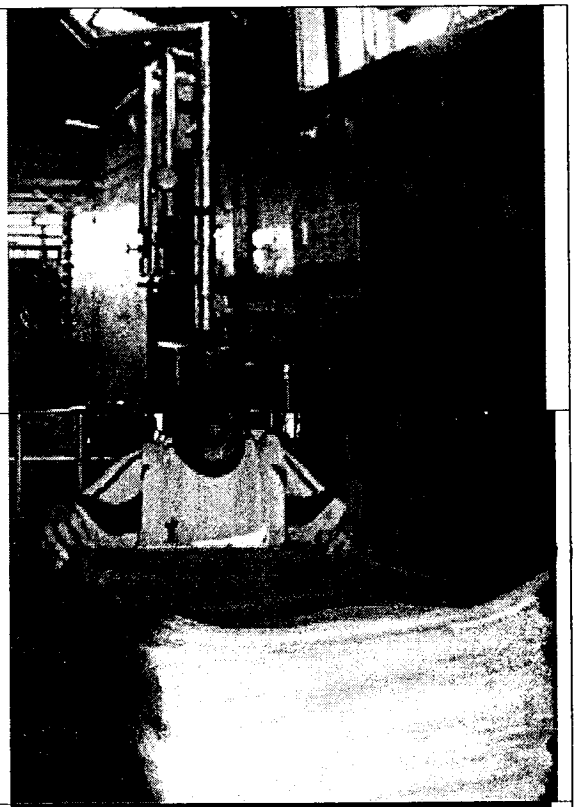
2.3 กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจะใช้วัตถุดิบหลักคือข้าวท่อนหรือข้าวหักและน้ำ ในปัจจุบันอาจจะมีการผสมแป้งมันสำปะหลังและแป้งดัดแปรอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงคุณภาพ กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสดโดยทั่วไปแสดงได้ดังภาพที่ 3-4

1. ข้าวหัก/ข้าวท่อน แช่น้ำไว้ประมาณ 3-6 ชั่วโมง	
2. โม่เปียกให้ได้น้ำแป้งที่มีความเข้มข้นตามต้องการ (ขึ้นกับสูตรของแต่ละโรงงาน)	
3. ผ่านน้ำแป้งลงสายพานเข้าสู่อุโมงค์ไอน้ำเพื่อนึ่งให้สุก (ใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที) เมื่อนึ่งสุกแล้วเป่าด้วยพัดลมให้เย็น ได้เป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่	

ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสด (เส้นใหญ่)

ที่มา : ดัดแปลงจาก ศจี และ ปุณฑริกา (2549)

1. นำแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการนึ่งจากอุโมงค์ไอน้ำ (ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่) เข้าตู้อบไอน้ำที่อุณหภูมิ 70-85 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้น	
2. ตัดเป็นแผ่น จากนั้นกองซ้อนกันไว้ประมาณ 1 คืน ใช้ผ้าสะอาดคลุมไว้ (กระบวนการนี้จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความแข็งขึ้น สามารถนำมาตัดเป็นเส้นเล็กได้)	
3. นำมาตัดเป็นเส้นเล็กโดยใช้เครื่องตัด จากนั้นบรรจุในภาชนะตามขนาดที่ต้องการ พร้อมจำหน่าย	

ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสด (เส้นเล็ก)
ที่มา : ดัดแปลงจาก ศจี และ ปุณฑริกา (2549)

ในส่วนของการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง หรือกึ่งแห้ง จะได้จากการนำเส้นก๋วยเตี๋ยวสดไปอบในตู้อบไอน้ำเพื่อลดความชื้นจนถึงในระดับที่ต้องการ ซึ่งการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้งส่วนใหญ่จะทำในระดับอุตสาหกรรมขนาดกลางถึงใหญ่ เนื่องจากต้องมีการใช้เครื่องจักรในการอบ

2.4 ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

โดยทั่วไปคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตว่าสอดคล้องกันหรือไม่ เนื่องจากข้าวที่ใช้ผลิตก๋วยเตี๋ยวมักมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ จึงก่อให้เกิดปัญหาค่อนข้างมาก เพราะต้องปรับเปลี่ยนกรรมวิธีการผลิตไปตามความเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะดีตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งโดยทั่วไปแล้วผู้บริโภคจะนิยมบริโภคเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีความขาว มีความเหนียวพอเหมาะ เนื้อก๋วยเตี๋ยวเรียบเนียน ขนาดหนาพอควรที่จะนำไปต้มหรือผัดแล้วเส้นไม่ขาดง่าย (เสนอ, 2522: 10)

ณรงค์ (2538) และ อรอนงค์ (2547) ได้สรุปปัจจัยที่ต้องคำนึงในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสรุปได้ดังนี้

1) ข้าวท่อน/ปลายข้าวข้าวที่ใช้ผลิตก๋วยเตี๋ยวมีผลต่อคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวมาก โดยปกติแล้วข้าวที่ใช้ควรเป็นข้าวเจ้าชนิดเมล็ดแข็ง มีปริมาณอะไมโลสสูง คือ ร้อยละ 27–33 หรือมีปริมาณอะไมโลสมากกว่าร้อยละ 27 มีค่าความหนืดเซตแบค (setback viscosity) สูงกว่า 300 B.U. เป็นข้าวเก่าที่เก็บไว้แล้วอย่างน้อย 4 เดือน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และฟิสิกส์ และมีความชื้นลดลง สามารถดูดน้ำได้มากขึ้น แต่เป็นไปอย่างช้าๆ และต้องผ่านการขัดสีสูงเป็นข้าวขาวพิเศษ จะให้ก๋วยเตี๋ยวที่มีคุณภาพดี

2) น้ำที่ใช้ในการผลิตควรเป็นน้ำสะอาดเหมาะสำหรับบริโภค ปราศจากสารแขวนลอย มีความกระด้างต่ำ มีคลอรีนในช่วง 0.2-0.5 ppm มีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 5-7 มีเกลือแคลเซียม หรือแมกนีเซียมเหมาะสม ซึ่งจะทำ ให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความเหนียวสูงที่สุด และถ้ามีเหล็กหรือสารแขวนลอยอยู่จะทำ ให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ ได้วิเคราะห์ผลขององค์ประกอบของน้ำที่ใช้ในการต้ม ต่อความเหนียวของเส้น สปาเกตตี เมื่อน้ำมีองค์ประกอบของแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม และซัลเฟตต่างกัน มีผลทำให้ความกระด้างแตกต่างกัน และทำ ให้เส้นสปาเกตตีมีความเหนียวต่างกัน

3) สารเคมี (วัตถุเจือปน) ที่ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวส่วนใหญ่จะนิยมใช้กรดเบนโซอิก หรือโซเดียมเบนโซเอต นับเป็นสารเคมีกันเสียที่สำคัญ และใช้ได้ผลดี กรดเบนโซอิกช่วยขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย แต่ทำให้สีอาหารเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วขึ้น ซึ่งแก้ไขได้โดยใช้ร่วมกับโซเดียมหรือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ซึ่งช่วยคงสีของอาหาร นอกจากนี้ซัลเฟอร์ยังมีผลต่อสปอร์เชื้อราและแบคทีเรียมากกว่ายีสต์ ดังนั้นเมื่อใช้ร่วมกับโซเดียมเบนโซเอตซึ่งมีผลต่อยีสต์ดีกว่า จึงทำหน้าที่เป็นสารกันเสียได้ดี โดยทั่วไปซัลเฟอร์ไดออกไซด์ระเหยไปกับไอน้ำได้ถึงร้อยละ 90 สำหรับปริมาณที่อนุญาตให้มีได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายในเส้นก๋วยเตี๋ยวคือสารกันเสียทุกตัวรวมกันต้องไม่เกิน 1,000 ppm

4) การทำความสะอาดและการล้าวข้าว เนื่องจากข้าวที่ใช้เป็นข้าวเก่า อาจมีสิ่งปนเปื้อนมาก ในอุตสาหกรรมการผลิตก๋วยเตี๋ยวจึงมักทำ ความสะอาดขั้นต้นโดยแยกเศษกระสอบ ฝุ่น ผง หิน แมลง และดอกหญ้าออกไปก่อน แล้วจึงนำ ข้าวมาล้างน้ำ เพื่อแยกส่วนของรำ ละเอียด และฝุ่น ที่ไม่สามารถแยกได้ในขั้นตอนแรกออก ขณะล้างข้าวอาจมีการขัดข้าวโดยใช้ใบกวน โดยทั่วไปล้างข้าวประมาณ 2-3 ครั้งขึ้นกับคุณภาพของปลายข้าว ถ้าข้าวมีสีคล้ำมากอาจใช้สารเคมีจำพวกเมตาไบซัลไฟต์ประมาณร้อยละ 0.1 ผสมในน้ำล้างข้าวจะช่วยให้สีของข้าวขาวขึ้น และยังเป็นการทำ ลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจติดมากับข้าว และน้ำด้วย ในขั้นตอนการล้างควรใช้อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำให้เหมาะสม ประมาณ 1: 2.5 ส่วน โดยให้น้ำท่วมข้าวเพียงเล็กน้อย คนหรือกลับข้าวบ้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการล้าง ไม่ควรคนข้าวตลอดเวลา เพราะจะทำ ให้เมล็ดข้าวแตก และละลาย หรือแขวนลอยออกมากับน้ำล้างมาก โดยเฉพาะข้าวท้องไข่ซึ่งมีโครงสร้างการเกาะตัวของเม็ดสตาร์ชเป็นแบบหลวม ๆ เนื้อแป้งจึงละลายออกมากับน้ำล้างได้ง่าย ดังนั้นในการล้างแต่ละครั้งจึงควรทำอย่างรวดเร็ว เมื่อล้างข้าวเสร็จแล้วควรแช่ข้าวไว้อีก 1-2 ชั่วโมง เพื่อให้ข้าวดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดเป็นการเพิ่มความชื้นทำ ให้เมล็ดข้าวนิ่ม และโม่ง่าย

5) การโม่ข้าว เป็นการทำให้เม็ดสตาร์ช และองค์ประกอบอื่นๆ หลุด และแตกออกจากกัน ซึ่งมีผลทำ ให้เซลล์ที่ห่อหุ้มเม็ดสตาร์ชแตกด้วย ปริมาณเม็ดสตาร์ชที่แตกขึ้นอยู่กับวิธีการโม่ในอุตสาหกรรมการผลิตก๋วยเตี๋ยวมักใช้วิธีการโม่เปียกโดยใช้โม่หิน การโม่แบบนี้ทำ ให้เม็ดสตาร์ชถูกบดได้ละเอียด และแตกตัวได้มาก ขณะบดข้าวต้องเติมน้ำลงไปด้วย การใช้น้ำทำ ให้อุณหภูมิขณะโม่ไม่สูงเกินไป แป้งที่ได้มีคุณภาพดี ไม่บูดง่าย แต่ปริมาณน้ำที่เติมต้องเหมาะสมส่วนผสมของน้ำกับแป้งที่โม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว ปริมาณน้ำที่ใช้ต้องพิจารณาจากชนิด และลักษณะของข้าวที่ใช้ เช่น เป็นข้าวเก่ากี่เดือน เป็นข้าวชนิดที่มีปริมาณอะไมโลสอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 27–33 หรือไม่ ถ้าเป็นข้าวเก่ามาก และมีปริมาณอะไมโลสสูงอาจต้องเพิ่มน้ำมากกว่าปกติ ควรทดสอบนึ่งดูเพื่อความแน่ใจในแต่ละครั้งที่เปลี่ยนวัตถุดิบใหม่ โดยทั่วไปใช้สัดส่วนของข้าวต่อน้ำประมาณ 2: 1 ทำ ให้การโม่มีประสิทธิภาพสูงสุดน้ำแป้งที่ผ่านเครื่องโม่จะไหลผ่านตระแกรงร่อนที่มีรูเปิดขนาด 40-60 เมช เพื่อกรอง และแยกอนุภาคแป้งที่ไม่ละเอียด และสิ่งปนเปื้อนที่ผสมมากับน้ำแป้งออกไป น้ำแป้งที่ได้ (ร้อยละ 90 ของปริมาณน้ำแป้งมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 66.30 ไมโครเมตร) มักตั้งทิ้งไว้ 1-3 ชั่วโมง แล้วแต่โรงงาน และชนิดของผลิตภัณฑ์ แป้งที่นำมาทำ ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ต้องใช้เวลาแช่นานกว่าแป้งที่นำมาทำก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก เนื่องจากก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ต้องการความนุ่มนวลมากกว่าก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก ขณะแช่น้ำแป้งต้องคนแป้งเป็นระยะเพื่อไม่ให้แป้งตกตะกอน และยังช่วยให้แป้งดูดน้ำได้ดี น้ำแป้งจะข้นหนืดขึ้นเนื่องจากน้ำอิสระถูกดูดเข้าไปในโมเลกุลของเม็ดสตาร์ช ทำ ให้เม็ดสตาร์ชพองตัว และแตกง่ายเมื่อนำ ไปนึ่ง

6) การปรับความเข้มข้นของน้ำแป้ง ส่วนผสมของน้ำแป้งที่โม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว ปริมาณน้ำที่ใช้ต้องพิจารณาจากชนิด และลักษณะของข้าว เช่น ความเก่าของข้าว และปริมาณอะไมโลส เป็นต้น ข้าวยิ่งเก่ามาก และมีอะไมโลสสูง ต้องใช้น้ำเพื่อให้แป้งสุกมากกว่าข้าวใหม่ และมีอะไมโลสต่ำกว่า นอกจากนี้ความเข้มข้นของน้ำแป้งยังขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ด้วยโดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของน้ำแป้งในการผลิตก๋วยเตี๋ยวสดควรมีปริมาณของแข็งร้อยละ 38-40 โดยน้ำหนักแห้ง สำ หรับการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นแห้งความเข้มข้นของน้ำแป้งมักสูงกว่าก๋วยเตี๋ยวเส้นสด น้ำแป้งจะมีความหนืด และแรงตึงผิวที่เหมาะสม ทำ ให้น้ำแป้งติดกับลูกกลิ้งด้วยความหนาที่พอดีขณะป้อนน้ำแป้งลงบนสายพานเพื่อเข้าสู่อุโมงค์นึ่ง

7) การนึ่ง ทำ ได้ 2 แบบ คือ แบบพื้นบ้านดั้งเดิมคล้ายการทำ ข้าวเกรียบปากหม้อโดยการใช้ผ้าขาวบางขึงบนกระทะที่ต้มน้ำจนเดือด แล้วตักน้ำแป้งเทบนผ้าขาวบาง ละเลงให้มีความหนาพอเหมาะ นึ่งประมาณ 1 นาที ใช้ไม้แซะ ยกแผ่นก๋วยเตี๋ยวสุกมาพาดบนที่ตากทำ ด้วยไม้ไผ่สาน นำไปตากแดดประมาณ 4–5 ชั่วโมง โดยวิธีนี้ยังนิยมทำ เป็นอุตสาหกรรมครัวเรือน เช่น การทำ เส้นหมี่โคราช เส้นจันท์ หรือก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กสด หรือแห้ง นอกจากนี้สามารถทำ เป็นแผ่นใบเมี่ยงญวนได้ ซึ่งแผ่นแป้งมีความบางกว่าแผ่นก๋วยเตี๋ยว และต้องระวังการตากบนไม้ไผ่สานไม่ให้แผ่นกรอบโดยตากแดดอ่อน และต้องบ่มแผ่นใบเมี่ยงในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อย่างเหมาะสมเพื่อให้ใบเมี่ยงเป็นแผ่นเรียบไม่บิดหรืองอ อีกวิธีหนึ่งซึ่งนิยมทำ เป็นอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดใหญ่ คือ การใช้เครื่องนึ่ง เริ่มจากการใช้เครื่องดูดน้ำแป้งขึ้นไปไว้ในถังที่มีเครื่องกวนตลอดเวลา เพื่อไม่ให้แป้งตกตะกอน ปลายถังมีท่อเปิดเพื่อปล่อยน้ำแป้งให้ติดลูก ปาดน้ำแป้งลงบนสายพานลำ เลียงที่ทำด้วยแผ่นโลหะปลอดสนิมหรือแผ่นผ้าใบ จากนั้นผ่านเข้าไปในตู้นึ่งซึ่งมีลักษณะเป็นอุโมงค์ยาวประมาณ 30 ฟุต โดยให้ความร้อนจากท่อไอน้ำ ใช้เวลานึ่งประมาณ 3 นาที จะได้แผ่นก๋วยเตี๋ยวสุกออกมาจากอุโมงค์

8) การผึ่งลมหรืออบแห้ง เมื่อแผ่นแป้งสุกเคลื่อนออกจากอุโมงค์ไอน้ำ และเคลื่อนสู่สายพานซึ่งมีลักษณะเป็นซี่ตะแกรง ต้องผึ่งลมโดยใช้พัดลมเป่าให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวเย็นตัวลง เพื่อให้เจลมีความแข็งแรง และเหนียวมากขึ้น เกาะยึดเป็นแผ่นได้ดี ไม่ติดกัน จากนั้นนำ มาวางเรียงซ้อนกัน และบ่มไว้ประมาณ 6-12 ชั่วโมงเพื่อให้ความชื้นกระจายออกจนเท่ากันทั้งแผ่น การทำ ให้เย็นตัวควรเป็นไปอย่างช้าๆ เพื่อช่วยให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวมีความชื้นเข้าสู่สมดุลได้เป็นอย่างดี แผ่นก๋วยเตี๋ยวจะมีความหนืดเหนียว และใส ซึ่งเป็นผลเนื่องจากเกิดการคืนตัวของสตาร์ชในแป้งข้าว ถ้านำ แผ่นก๋วยเตี๋ยวไปตัดเป็นเส้น ได้ก๋วยเตี๋ยวเส้นสดที่มีความชื้นประมาณ ร้อยละ 60-64 และมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี เท่ากับ 0.96-0.98

9) การตัดเส้น เป็นการนำแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่บ่มแล้วไปเข้าเครื่องตัดเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยความกว้างของเส้นขึ้นอยู่กับขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ สำ หรับก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กมีขนาด 0.4–0.5 เซนติเมตร ส่วนก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่มีขนาด 1.5–2.5 เซนติเมตร

10) การอบ หรือตากแดดจนแห้ง นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ตัดแล้วม้วนตามขนาดที่บรรจุ ตากบนแผงไม้ไผ่ประมาณ 1 วัน ระวังให้เส้นแห้งสม่ำเสมอ และทั่วถึงทั้งข้างนอกและข้างใน หรือนำ เข้าตู้อบให้มีความชื้นเหลือเพียงร้อยละ 10–12

11) การบรรจุหีบห่อ ก๋วยเตี๋ยวเส้นสดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้นสูง อายุการเก็บจึงสั้นมาก ภาชนะบรรจุที่ใช้ต้องสามารถเก็บรักษาความชื้นในเส้นให้มากที่สุด เพราะถ้าความชื้นลดลงทำ ให้เส้นเปลี่ยนคุณภาพ ในท้องตลาดปัจจุบันใช้ใบตองห่อ และทับด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์อีกชั้นหนึ่ง หรือใช้ถุงพลาสติกใส สำ หรับก๋วยเตี๋ยวแห้งก่อนเก็บเส้นแห้งลงภาชนะบรรจุ ควรให้เส้นแห้งเย็นสนิทก่อนอย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อกันการเกิดเหงื่อในถุงหลังปิดผนึก เพราะถ้ามีไอในถุงจะทำ ให้เก็บรักษาเส้นแห้งไว้ได้ไม่นาน

2.5 คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว

อรอนงค์ (2547) กล่าวว่า กรรมวิธีการผลิตก๋วยเตี๋ยว ชนิดเส้นสดกึ่งแห้งและก๋วยเตี๋ยวแห้งหรือกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งโดยปกติได้จากก๋วยเตี๋ยวสดแล้วจึงผ่านกรรมวิธีทำให้แห้ง ขนาดของเส้นได้จากหั่นให้ได้ขนาดตามความต้องการ โดยปกติก๋วยเตี๋ยวสดจะมีความชื้นร้อยละ 60 – 64 มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ อยู่ในช่วง 0.96 – 0.98 อายุการเก็บประมาณ 1- 2 วัน ส่วนก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กชนิดอบกึ่งแห้ง ขนาดความกว้างเฉลี่ยประมาณ 3–4 มิลลิเมตร ทำแห้งโดยนำมาผึ่งลมหรืออบในตู้อบลมร้อนเพื่อลดปริมาณความชื้น ให้เหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 35 – 37 มีอายุการเก็บประมาณ 3 วัน สำหรับก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปหรือ “เส้นจันทน์” เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส มีความชื้นสุดท้ายในผลิตภัณฑ์ไม่เกินร้อยละ 12 เนื่องจากความชื้นต่ำ จึงเก็บได้นานเป็นปีในสภาพที่เหมาะสม จากกระบวนการผลิตจะเห็นได้ว่ามีปัจจัยหลายประการ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับคุณภาพทางจุลินทรีย์และอายุการเก็บของก๋วยเตี๋ยว คือ

1) คุณภาพและความสะอาดของข้าว วัตถุดิบของก๋วยเตี๋ยวเริ่มจากการนำข้าวหักหรือ ข้าวท่อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงสีข้าวมาโม่เพื่อทำแป้งข้าว แต่จากการรวบรวมข้าวหักเหล่านี้อาจมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณสูง หรือสารเจือปนอื่นๆ ได้ ก๋วยเตี๋ยวที่มีคุณภาพดีนั้นควรผลิตจากข้าวท่อนหรือปลายข้าวที่มีคุณภาพดี สะอาด และมีสิ่งอื่นปนเปื้อน

2) คุณภาพของน้ำที่ใช้ผลิต น้ำที่ใช้ในการผลิตก๋วยเตี๋ยวควรเป็นน้ำสะอาด มีมาตรฐานน้ำบริโภคตาม มอก. 257- 2521 มีจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 500 CFU/mL ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิด

โรค ปราศจากสารแขวนลอย มีความกระด้างต่ำ มีคลอรีนอยู่ในช่วง 0.2 – 0.5 ppm และมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 5.0 – 7.0 เพราะจะทำให้เจลมีความเหนียวสูงสุด ถ้าความเป็นกรดด่างต่ำกว่านี้ เจลจะมีความเหนียวลดลงเนื่องจากเม็ดแป้งแตกตัวได้น้อยลง หรือเพราะโมเลกุลของเม็ดแป้งเล็กลง ทำให้เกิดเจลได้ยากขึ้น นอกจากนี้น้ำที่ใช้ควรมีเกลือแคลเซียมหรือแมกนีเซียมมากเกินไปเพราะเกลือทั้งสองชนิดนี้ทำให้เม็ดแป้งแตกตัวยาก

3) สุขลักษณะของเครื่องโม่ในอุตสาหกรรมการผลิตก๋วยเตี๋ยวนิยมใช้โม่หินทำให้เม็ดแป้งถูกบดละเอียดและแตกได้ง่าย มีการเติมน้ำขณะโม่เพื่อลดอุณหภูมิ เพื่อให้ได้แป้งที่ได้มีคุณภาพดี การลดขนาดอนุภาคและการมีความชื้นที่เหมาะสมเอื้ออำนวยทำให้จุลินทรีย์เจริญเพิ่มจำนวนได้ในระหว่างกระบวนการผลิต

4) วิธีการนึ่ง การให้ความร้อนจะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำแป้ง การเกิดเจลและความเหนียวของผลิตภัณฑ์ขึ้นกับ ความร้อนจากไอน้ำ ความหนาและความเข้มข้นของน้ำแป้ง รวมทั้งเวลาที่ใช้เหมาะสมซึ่งจะทำให้น้ำแป้งสุกพอ

5) การผึ่งและการอบแห้ง ในกรณีของก๋วยเตี๋ยวเส้นสด เมื่อแป้งเคลื่อนออกจากอุโมงค์ไอน้ำ จะต้องผึ่งลมโดยใช้พัดลมเป่าให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวเย็นลง เพื่อให้เจลมีความแข็งแรงและเหนียวยึดเกาะกันได้ดี ไม่ติดกัน ซึ่งเป็นผลจากการคืนตัวของสตาร์ชในแป้งข้าว ระดับความร้อนและเวลาที่เหมาะสมมีผล อย่างยิ่งต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการผึ่งลมและการเป่าลมทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศหากอากาศนั้นมีฝุ่นละอองปะปน โอกาสที่จุลินทรีย์จะปนเปื้อนเพิ่มได้

6) การเติมสารเคมี (วัตถุเจือปน) ในระหว่างการผลิตทางโรงงานมีการเติมโซเดียมหรือโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อคงสีของอาหารมากกว่าการเติมเพื่อยืดอายุการเก็บอาหาร หรือเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ สารกันเสียที่นิยมเติมในก๋วยเตี๋ยวคือโซเดียมเบนโซเอท มีผลในการยับยั้งยีสต์ มีรายงานว่าทำให้สีของอาหารเปลี่ยน จึงนิยมใช้ร่วมกับสารประกอบซัลเฟอร์ ปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ได้ทั่วไปไม่เกินร้อยละ 0.1

นอกจากนั้นแล้ว ณรงค์ (2538) ได้กล่าวถึงคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยแบ่งออกเป็นตามลักษณะด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ดังนี้

1) คุณภาพทางด้านกายภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) กำหนด คือ ต้องมีขนาดเส้นใกล้เคียงกัน มีความสม่ำเสมอ สีขาวนวลสม่ำเสมอ และมีกลิ่นรสตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นหืน หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์อื่น ปกติสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความแตกต่างกันขึ้นกับคุณภาพข้าวที่ใช้ในการผลิต โดยข้าวที่มีโปรตีนสูงมักมีสีคล้ำ ในขณะข้าวที่มีโปรตีนต่ำมีสีขาวนวล สีเหลืองคล้ำนี้เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดแอมิโนกับน้ำตาลให้สารประกอบสีน้ำตาล ซึ่งสีเหลืองจะเกิดมากขึ้นถ้าใช้น้ำที่มีคุณสมบัติเป็นเบส การขัดขาวมี

ผลต่อสีของก๋วยเตี๋ยวมาก ข้าวที่ผ่านการขัดขาวทำ ให้โปรตีนถูกกำ จัดออกไปมาก ส่งผลให้ก๋วยเตี๋ยวมีสีขาวขึ้น

2) คุณภาพทางเคมี ก๋วยเตี๋ยวอบแห้งโดยทั่วไปมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับข้าวที่ใช้ผลิต คือ มีโปรตีนร้อยละ 7.14 ไขมันร้อยละ 0.89 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 91.12 และเส้นใยร้อยละ 0.35 โดยมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 มีอะฟลาทอกซินไม่เกิน 20ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และอนุญาตให้ใช้วัตถุเจือปนอาหาร ได้แก่ โซเดียม หรือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ หรือโซเดียม หรือโพแทสเซียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณที่เหมาะสม แต่ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลือในก๋วยเตี๋ยวต้องไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3) คุณภาพด้านจุลินทรีย์ มาตรฐานทางจุลินทรีย์ของก๋วยเตี๋ยว (ความชื้นไม่เกินร้อยละ 12) กำหนดคือห้ามมิให้มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียและจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้อาหารเป็นพิษ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและยืนยันการผลิตว่าถูกต้องตามหลักเกณฑ์และวิธีการผลิตที่ดี (GMP) แต่เส้นก๋วยเตี๋ยวยังเสื่อมเสียได้จาก จุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเน่าเสียส่วนใหญ่ ได้แก่ จุลินทรีย์กลุ่มย่อยแป้ง (saccharolytic bacteria) และเชื้อราซึ่งเจริญที่ความชื้นปานกลางได้ดี ความร้อนระหว่างการนึ่งทำลายเซลล์แบคทีเรียไปได้บางส่วน ชนิดจุลินทรีย์ที่ยังหลงเหลืออยู่ ได้แก่ แบคทีเรียที่ทนร้อน สปอร์ของแบคทีเรีย และสปอร์ของเชื้อรา

2.6 แป้งมันสำปะหลัง

ในปัจจุบันการผลิตก๋วยเตี๋ยวมักนิยมใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในวัตถุดิบ โดยใช้ร่วมกันกับปลายข้าว เพื่อเพิ่มคุณสมบัติบางประการในเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยเฉพาะความเหนียวและยืดหยุ่น คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว ลักษณะเด่นของแป้งมันสำปะหลังคือมีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งปนเปื้อนต่ำ โดยจะมีสตาร์ช อยู่มากกว่าร้อยละ 65 และปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำ(น้อยกว่าร้อยละ1) มีฟอสฟอรัสน้อยกว่าร้อยละ 0.04

คุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการนำแป้งไปใช้ประโยชน์ เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเมื่อได้รับความร้อนพลังความร้อนจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของเม็ดแป้งทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถเข้าไปจับกับหมูไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระของเม็ดแป้งได้ เม็ดแป้งจะเริ่มพองขึ้น ซึ่งกำลังการพองตัวของเม็ดแป้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของแป้ง ปริมาณและโครงสร้างของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน สารอื่นๆที่มีอยู่ในแป้งเช่น ไขมัน หมู่ฟอสเฟต เป็นต้น อะไมโลสที่เป็นเส้นตรงจะทำให้เกิดพันธะระหว่างโมเลกุลได้ดี และอะไมโลสอาจจับตัวกับไขมันทำให้ขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้งได้แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีอะไมโลสต่ำจึงมีกำลังการพองตัวดี และมีค่าความสามารถในการละลายได้ซึ่งสัมพันธ์กับ

กำลังการพองตัวสูง โดยค่ากำลังการพองตัวซึ่งวัดได้จากน้ำหนักของเม็ดแป้งที่พองตัวอย่างอิสระในน้ำต่อน้ำหนักแห้งของแป้ง จะมีค่าประมาณร้อยละ 50 และการละลายได้ประมาณร้อยละ 35 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่ามากกว่าแป้งข้าวโพด แต่ต่ำกว่าแป้งมันฝรั่งมีหมู่ฟอสเฟตที่สามารถแตกตัวและจับกับน้ำได้ดี จึงช่วยให้แป้งมันฝรั่งมีค่ากำลังการพองตัวสูง (กล้าณรงค์, 2547)

ในระหว่างที่ให้ความร้อนแก่เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ และเม็ดแป้งเริ่มดูดซึมน้ำจากภายนอกนั้นเม็ดแป้งจะเริ่มพองตัวพร้อมๆกับที่เม็ดแป้งสูญเสียความสามารถในการเปลี่ยนแปลงโพลาไรซ์ ลักษณะเช่นนี้จะทำให้การพองตัวของเม็ดแป้งเป็นแบบผันกลับไม่ได้ และเม็ดแป้งเกิดการเจลลาติไนส์ขึ้น แป้งแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิเริ่มต้นและช่วงของอุณหภูมิในการเกิดเจลลาติไนส์แตกต่างกันในกรณีของมันสำปะหลัง อุณหภูมิในการเกิดเจลลาติไนส์ จะอยู่ในช่วง 58-70 องศาเซลเซียส และพลังงานที่ใช้ในกระบวนการเจลลาติไนส์ จะประมาณ 14-17 จูล/กรัม (กล้าณรงค์, 2547)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

1) ข้าวสารท่อน (ข้าวแข็งรวมหลายสายพันธุ์ มีปริมาณอะไมโลสผันแปรตามที่กำหนดไว้) ได้จากผู้ประกอบการโรงงานก๋วยเตี๋ยวที่เข้าร่วมโครงการ

2) แป้งมันสำปะหลัง ตราปลาไทย 5 ดาว ผลิตโดยบริษัท อี.ที.ซี. เจี๊ยบตงจั่น จำกัด

3) น้ำสะอาด

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบและการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

1) เครื่องชั่ง
2) เครื่องปั่น
3) เครื่องโม่แป้งไฟฟ้า
4) เครื่องโม่แป้งแบบหิน
5) ถาดอลูมิเนียม
6) เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ
7) กระทะไฟฟ้าพร้อมหม้อนึ่งรังถึง
8) อุปกรณ์ครัวอื่น ๆ

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการร่วมกับโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวขนาดเล็ก ในจังหวัดพิษณุโลก มีกิจกรรมหลัก ๆ ทั้งสิ้น 4 กิจกรรม (แผนการดำเนินงานและระยะเวลาแสดงไว้ในตารางที่ 4)

กิจกรรมที่ 1 ศึกษากรรมวิธีการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ของผู้ประกอบการ โดยเก็บข้อมูลจากการสอบถามปฏิบัติและวิเคราะห์กระบวนการจากสถานที่จริง เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับนักศึกษา

กิจกรรมที่ 2 เตรียมวัตถุดิบข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสที่แตกต่าง (ต่ำ-สูง) โดยทำการตรวจสอบหาปริมาณอะไมโลสในข้าวที่ใช้ผลิตก๋วยเตี๋ยวในโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ

กิจกรรมที่ 3 ทดสอบผลของปัจจัยต่าง ๆ 3 ปัจจัยได้แก่ปริมาณอะไมโลสในวัตถุดิบข้าว (ร้อยละ 18.5 / 23.2 / 26.4) ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม (ไม่เติม / ร้อยละ 30 / ร้อยละ 50 ของข้าว) และอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่ง (85 / 90 95 องศาเซลเซียส) ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ ดัง

แสดงในตารางที่ 2 โดยใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบ Response surface methodology (RSM) แผนการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 3 มีคุณลักษณะด้านคุณภาพที่ตรวจสอบ (response outputs) ได้แก่ (1) ลักษณะพื้นผิว (2) ความชุ่มชื้น (3) ความแข็ง (4) ความยืดหยุ่น (5) ความขาว (6) ความชอบรวม และ (7) ค่าแรงดึง โดยคุณลักษณะที่ 1-6 ตรวจสอบโดยการใช้วิธีทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ โดยใช้แบบประเมินทางประสาทสัมผัส (แสดงไว้ในภาคผนวก) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน ส่วนคุณลักษณะที่ 7 ตรวจสอบโดยใช้ digital force gauge (SUNDOO SH-50, Wenzhou Sundoo Instruments Co., Ltd. China)

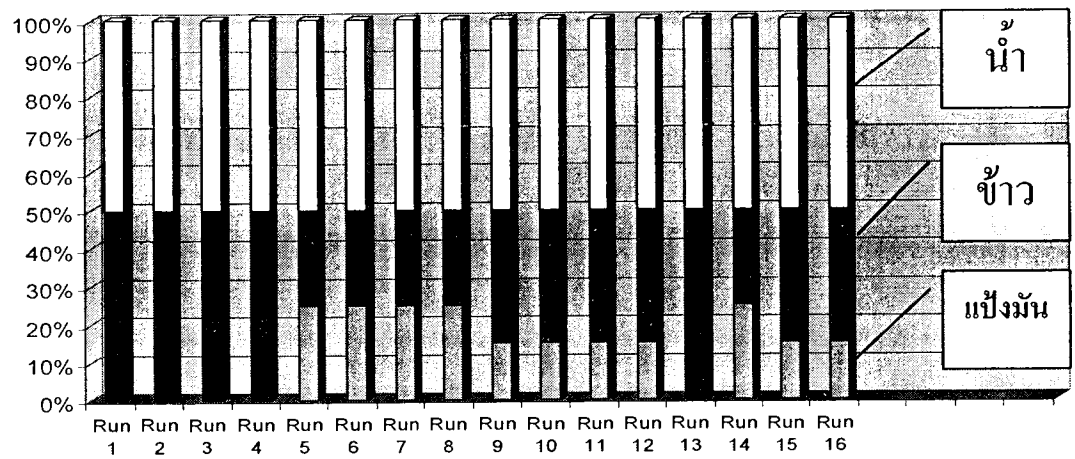
ตารางที่ 2 ระดับของแต่ละปัจจัยที่ทำการศึกษาในแผนการทดลอง

ปัจจัย	ต่ำ (-1)	กลาง (0)	สูง (1)
ปริมาณอะไมโลสในข้าว	ร้อยละ 18.5	ร้อยละ 23.2	ร้อยละ 26.4
อุณหภูมิในการนึ่ง	85 องศาเซลเซียส	90 องศาเซลเซียส	95 องศาเซลเซียส
แป้งมันสำปะหลังที่เติม	ไม่เติม	ร้อยละ 30 ของข้าว	ร้อยละ 50 ของข้าว

ตารางที่ 3 ตารางแผนการทดลองแบบ RSM

Run	อะไมโลส	อุณหภูมินึ่ง	แป้งมัน
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1
9	-1	0	0
10	1	0	0
11	0	-1	0
12	0	1	0
13	0	0	-1
14	0	0	1
15	0	0	0
16	0	0	0

เพื่อให้เกิดความชัดเจนเกี่ยวกับสูตรที่ใช้ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว จากจำนวนครั้งทดลองตามแผนการทดลองทั้งหมด 16 runs จึงได้จัดทำกราฟแสดงปริมาณสัดส่วนของข้าว แป้งมัน และน้ำที่เติมลงไปดังภาพที่ 5 โดยเมื่อทำการผลิตก๋วยเตี๋ยวตามแผนการทดลองต่าง ๆ แล้ว เก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 วันเพื่อให้เกิดการบ่มตัวของอนุภาคแป้ง หลังจากนั้นทำการวัดค่า response outputs นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ



ภาพที่ 5 สัดส่วนของปริมาณน้ำ ข้าว และแป้งมันที่เติม

กิจกรรมที่ 4 สรุปและรายงานผล นำผลที่ได้วิเคราะห์ผลร่วมกับผู้ประกอบการหาแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน

ตารางที่ 4 Gantt chart แสดงแผนการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือน)						ผู้รับผิดชอบ/ผู้ปฏิบัติ
	1	2	3	4	5	6	
1. ศึกษากรรมวิธีการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ของผู้ประกอบการโดยเก็บข้อมูลจากการสอบถามปฏิบัติและวิเคราะห์กระบวนการจากสถานที่จริง	↔						ดร. คงศักดิ์ ศรีแก้ว นายอภิชาติ สีสุกใส นางสาวแพรจัน สังขะจันทร์ ผู้ประกอบการ
2. เตรียมวัตถุดิบข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสที่แตกต่าง (ต่ำ-สูง) โดยทำการตรวจสอบหาปริมาณอะไมโลสในข้าวที่ใช้ผลิตก๋วยเตี๋ยวในโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ	↔	↔					ดร. คงศักดิ์ ศรีแก้ว นายอภิชาติ สีสุกใส นางสาวแพรจัน สังขะจันทร์ ผู้ประกอบการ
3. ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ปริมาณอะไมโลสในวัตถุดิบข้าว ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม และอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่ง ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่			↔	↔	↔		ดร. คงศักดิ์ ศรีแก้ว นายอภิชาติ สีสุกใส นางสาวแพรจัน สังขะจันทร์ ผู้ประกอบการ
4. สรุปและรายงานผล						↔	ดร. คงศักดิ์ ศรีแก้ว นายอภิชาติ สีสุกใส นางสาวแพรจัน สังขะจันทร์ ผู้ประกอบการ

3.4 การวัดค่า outputs (responses)

1) ในส่วนของค่าพื้นผิวของเส้น ความชุ่มชื้น-ความแห้ง ความแข็ง ความยืดหยุ่น ความขาว และการยอมรับรวมใช้การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) แบบพรรณนาเชิงปริมาณ (quantitative descriptive analysis) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน

2) ค่าแรงดึง ใช้การวัดด้วย digital force gauge (SUNDOO SH-50, Wenzhou Sundoo Instruments Co., Ltd. China) โดยทำการยึดเส้นก๋วยเตี๋ยวระหว่างกับฐาน กับ force gauge จากนั้นทำการดึงจนเส้นก๋วยเตี๋ยวขาด วัดแรงสูงสุดที่ใช้ในการดึงจนเส้นก๋วยเตี๋ยวขาด

3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

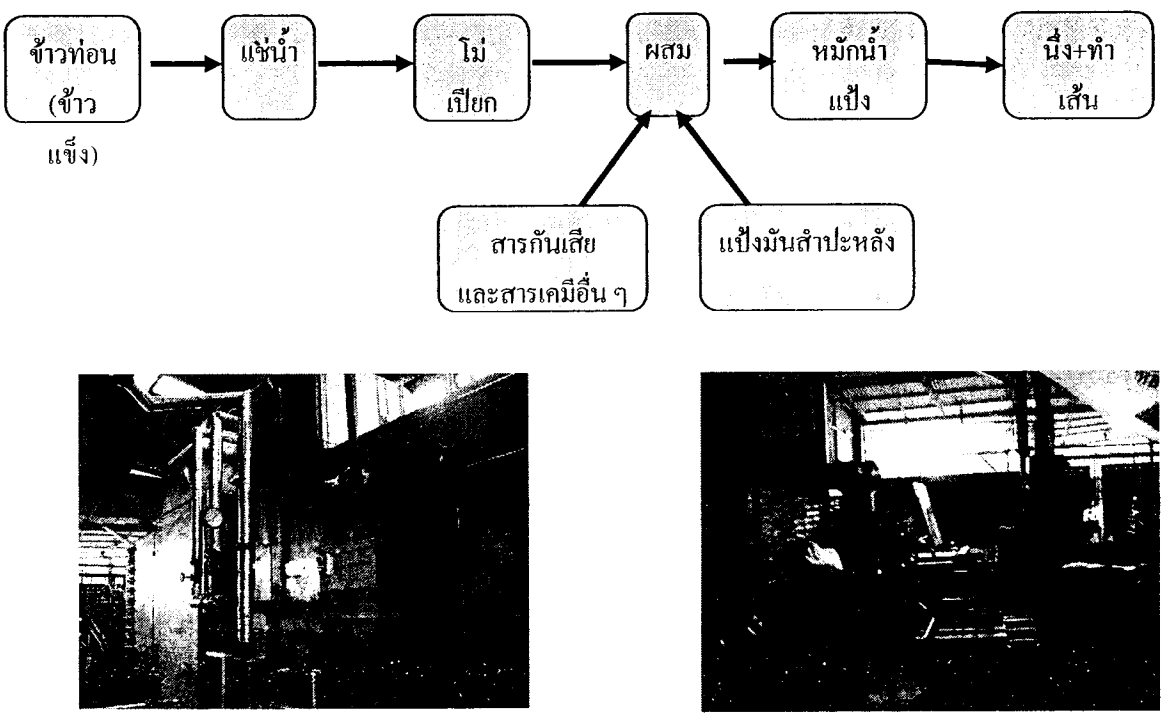
ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี response surface regression โดยใช้โปรแกรม MINITAB Version 14

191396

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ลักษณะการผลิตของผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ

จากการศึกษากรรมวิธีการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ของผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ พบว่ากระบวนการผลิตเริ่ม จากการนำข้าวสาร (ข้าวท่อน) ซึ่งควรจะเป็นข้าวแข็งนาปี เช่นพันธุ์ชัยนาท 1 พิษณุโลก 2 เสาไห้ เป็นต้น และควรเป็นข้าวเก่า นำมาแช่น้ำไว้ประมาณ 6-10 ชั่วโมง จากนั้นนำมาโม่เปียก (โม่หินไฟฟ้า) นำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังและวัตถุเจือปนอาหารอื่น ๆ หมักน้ำแห้งไว้ประมาณ 4-6 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปนึ่งบนเครื่องนึ่ง ก็จะได้เป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ (ภาพที่ 6) นอกจากนั้นแล้วผู้ประกอบการยังทำการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กและเส้นก๋วยจั๊บด้วย



ภาพที่ 6 กระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ และสภาพโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ

4.2 สภาวะการผลิตที่ทำการศึกษา

คณะผู้วิจัยร่วมกับผู้ประกอบการได้ทำการตรวจสอบปริมาณอะไมโลสในข้าวที่ใช้ในการผลิตก๋วยเตี๋ยวและรวบรวมวัตถุดิบข้าวที่มีปริมาณอะไมโลส 3 ระดับ (ต่ำ กลาง สูง) เพื่อนำมาศึกษา โดยได้ตัวอย่างที่มีปริมาณอะไมโลสในแต่ละระดับได้แก่ ร้อยละ 18.5 ร้อยละ 23.2 และ ร้อยละ 26.4 ในส่วนของอุณหภูมิในการนึ่ง ซึ่งทำการศึกษาอุณหภูมิ 3 ระดับได้แก่ 85 องศาเซลเซียส 90 องศาเซลเซียส และ 95 องศาเซลเซียส สมารถดำเนินการได้ในห้องปฏิบัติการโดยการดัดแปลงกระทะไฟฟ้าพร้อมหม้อนึ่งรังถึง โดยใช้หม้อนึ่งรังถึงจำนวน 3 ชั้น โดยชั้นล่างสุดที่ติดกับน้ำเดือดจะมีอุณหภูมิในการนึ่งประมาณ 95 องศาเซลเซียส ชั้นกลางจะมีอุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส และชั้นบนสุดจะมีอุณหภูมิประมาณ 85 องศาเซลเซียส (ทำการตรวจสอบอุณภูมิโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ตลอดเวลา) ทำการนึ่งใช้เวลาประมาณ 5 นาที ก็จะได้ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ ในส่วนของปัจจัยที่ 3 หรือปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม มีระดับการศึกษาคือ ระดับต่ำไม่เติม ระดับปานกลางเติมร้อยละ 30 ของข้าว และระดับสูงเติมร้อยละ 50 ของข้าว (รายละเอียดดังได้อธิบายไว้แล้วในบทก่อนหน้านี้)

4.3 ผลของปัจจัยต่าง ๆ ต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว

จากการทดลองศึกษาผลของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณอะไมโลส ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่ง ต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ RSM ทำการวัดค่าคุณลักษณะด้านคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวที่ได้ (response outputs) แสดงค่าเฉลี่ยได้ดังตารางที่ 5

เมื่อนำค่า response outputs ที่ได้ ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี response surface regression ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MINITAB Version 14 ได้ผลการวิเคราะห์โดยสรุปดังแสดงในตารางที่ 6 และเพื่อให้เห็นภาพความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ต่อคุณลักษณะของเส้นก๋วยเตี๋ยว จึงได้ทำการแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่งปัจจัยต่าง ๆ ในรูปแบบกราฟ contour plots ดังแสดงได้ในภาพที่ 7 - 12

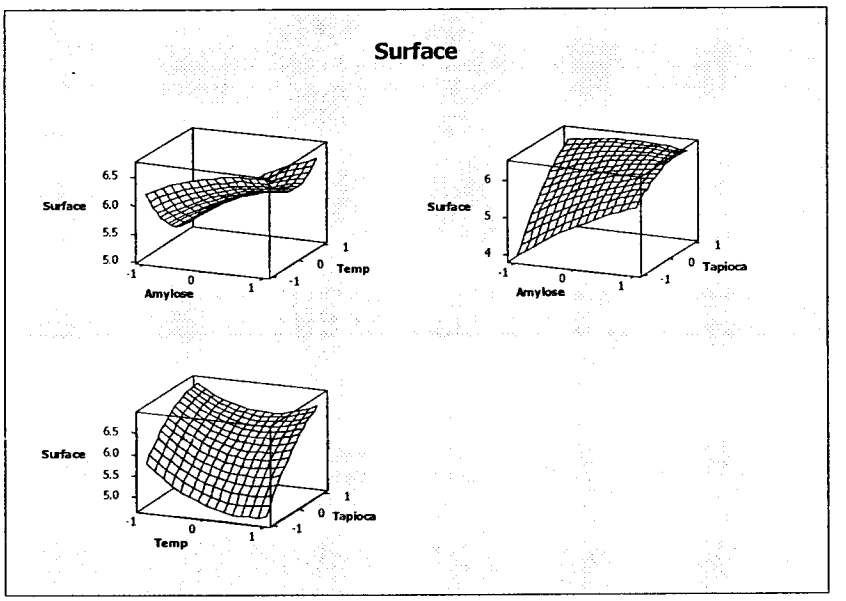
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านคุณภาพตามแผนการทดลอง

Run	อะไมโลส	อุณหภูมินึ่ง	แป้งมัน	พื้นผิว	ความชุ่มชื้น	ความแข็ง	ความยืดหยุ่น	สีขาว	ความชอบรวม	แรงดึง (N)
1	-1	-1	-1	4.75	5.16	6.06	3.87	5.70	4.13	4.49
2	1	-1	-1	5.17	3.92	3.49	2.70	2.31	2.62	3.50
3	-1	1	-1	3.13	1.98	3.41	2.43	5.72	1.62	5.67
4	1	1	-1	5.63	2.94	3.54	1.98	2.30	1.92	0.57
5	-1	-1	1	7.06	4.39	5.79	5.39	5.72	4.98	23.25
6	1	-1	1	7.21	3.72	4.58	4.41	3.45	3.74	31.24
7	-1	1	1	7.50	6.07	7.50	5.95	7.15	6.37	18.75
8	1	1	1	7.03	4.66	5.06	4.35	3.11	4.64	25.03
9	-1	0	0	4.66	3.29	4.73	4.31	5.91	3.47	31.01
10	1	0	0	6.37	3.01	4.54	3.76	4.08	3.82	33.28
11	0	-1	0	7.02	5.98	6.41	6.39	4.74	5.92	17.96
12	0	1	0	5.07	2.81	4.28	3.32	3.95	3.56	29.78
13	0	0	-1	6.81	3.22	4.17	3.45	4.72	3.61	22.36
14	0	0	1	3.98	4.40	2.97	3.27	5.32	3.66	6.34
15	0	0	0	5.72	3.21	4.85	3.65	4.86	4.32	14.88
16	0	0	0	7.18	3.61	5.31	4.52	3.74	3.59	17.27

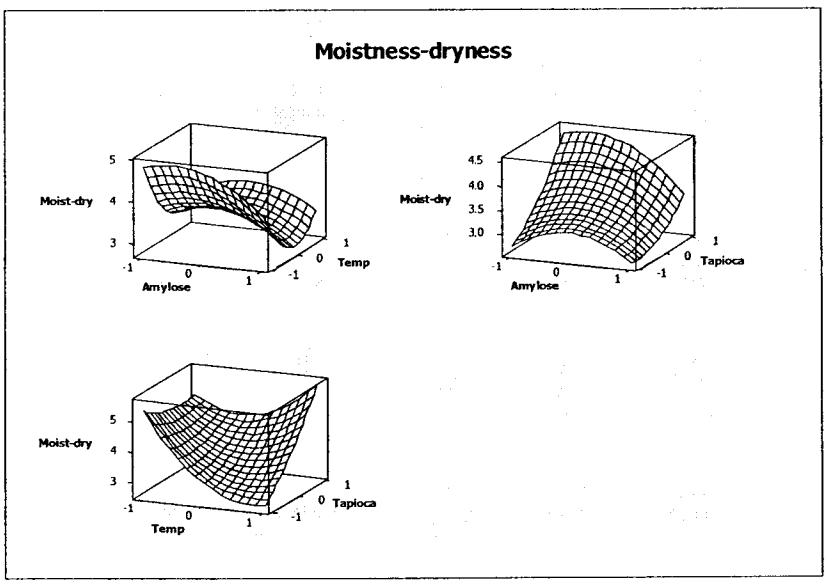
ตารางที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติของตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยว

Factors	พื้นผิว		ความชุ่มชื้น		ความแข็ง		ความยืดหยุ่น		สีขาว		ความชอบรวม		แรงดึง	
	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values
Amylose	0.4310	0.437	-0.2640	0.365	-0.6280	0.140	-0.4750	0.182	-1.4950	<0.0001*	-0.3830	0.260	1.0450	0.785
Temp	-0.2850	0.602	-0.4710	0.131	-0.2540	0.518	-0.4730	0.184	0.0310	0.891	-0.3280	0.328	-0.0640	0.987
Tapioca	0.7290	0.209	-0.6020	0.067	0.5230	0.207	0.8940	0.030*	0.4000	0.114	0.9490	0.022*	6.8020	0.112
Amylose*Amylose	-0.1571	0.881	-0.4379	0.436	0.1917	0.799	-0.1307	0.838	0.1457	0.741	-0.4579	0.474	6.0759	0.426
Temp*Temp	0.3729	0.724	0.8071	0.175	0.9017	0.257	0.6893	0.304	-0.5043	0.277	0.6371	0.329	-2.1991	0.765
Tapioca*Tapioca	-0.2771	0.793	0.2221	0.687	-0.8733	0.271	-0.8057	0.237	0.1707	0.700	-0.4679	0.465	-11.719	0.151
Amylsoe*Temp	0.1825	0.763	0.1825	0.567	0.1837	0.672	0.0125	0.973	-0.2250	0.388	0.1650	0.649	-0.7275	0.865
Amylose*Tapioca	-0.4050	0.510	-0.2250	0.483	-0.1513	0.727	-0.1200	0.745	0.0625	0.805	-0.2200	0.546	2.5450	0.556
Temp*Tapioca	0.1775	0.769	0.8475	0.031*	0.5987	0.198	0.3325	0.382	0.1350	0.597	0.6875	0.093	-1.1200	0.793
R^2	0.39		0.78		0.63		0.73		0.90		0.76		0.56	
Error term (S)	1.637		0.8517		1.169		0.9961		0.6845		0.9739		11.56	

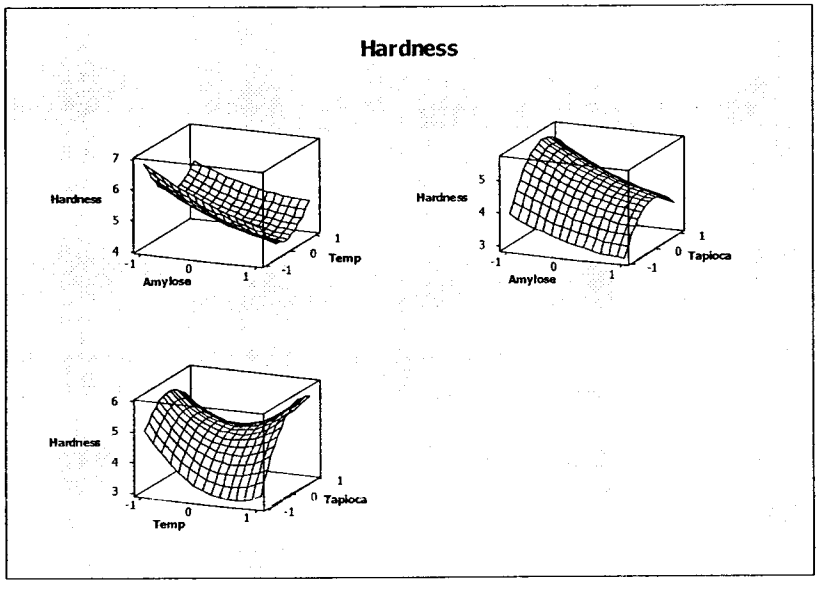
* significant (p<0.



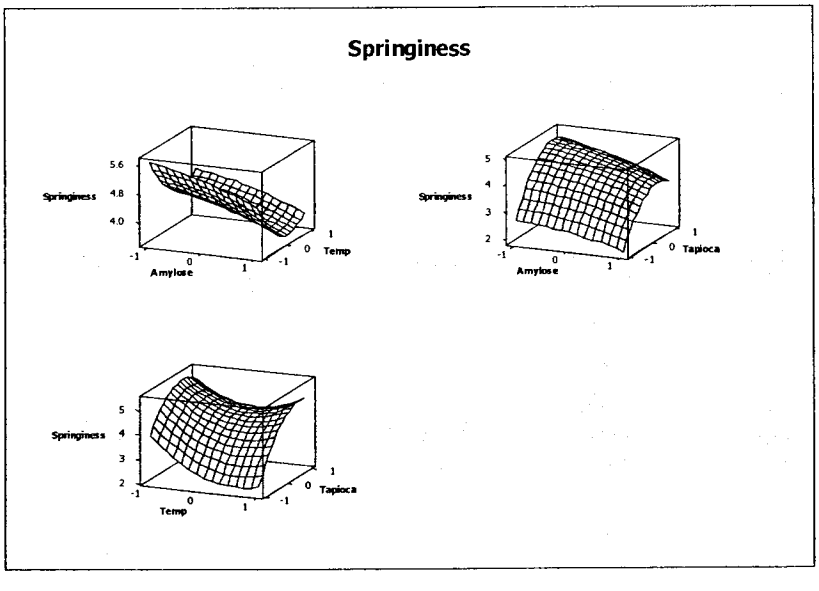
ภาพที่ 7 กราฟ contour plot ของค่าพื้นผิว



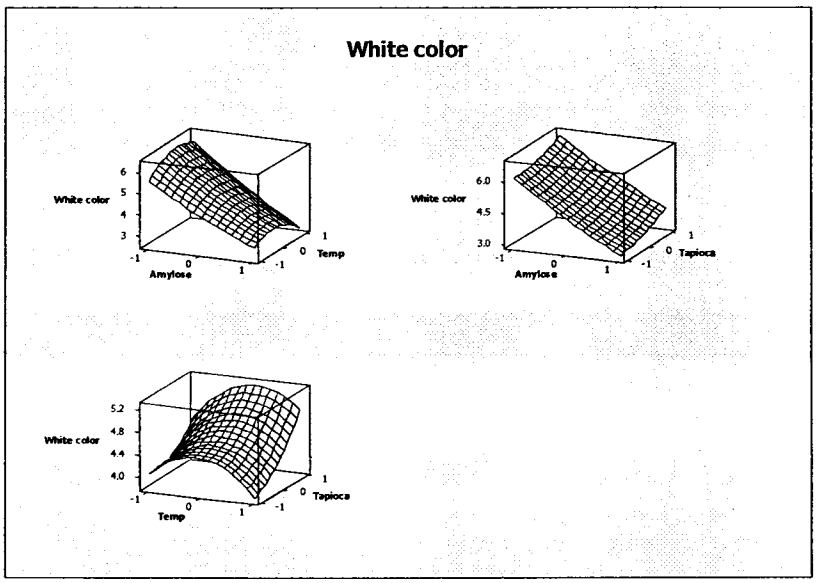
ภาพที่ 8 กราฟ contour plot ของค่าความชุ่มชื้น



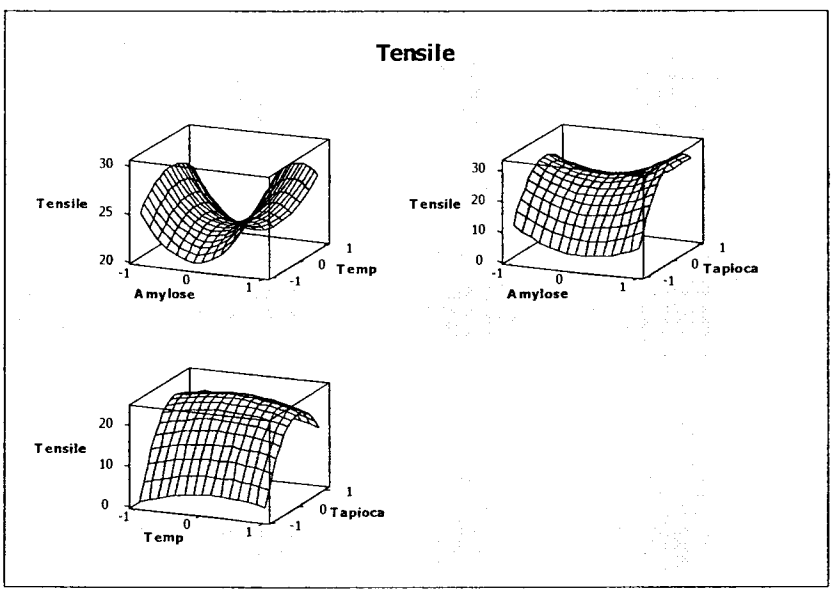
ภาพที่ 9 กราฟ contour plot ของค่าความแข็ง



ภาพที่ 10 กราฟ contour plot ของค่าความยืดหยุ่น



ภาพที่ 11 กราฟ contour plot ของค่าความขาว



ภาพที่ 12 กราฟ contour plot ของค่าแรงดึง

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่า ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติมและปริมาณอะไมโลสของวัตถุดิบข้าว มีผลต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยเฉพาะค่าความชุ่มชื้น ความยืดหยุ่น สีขาว และความชอบโดยรวม ปริมาณแป้งในระดับสูง จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความชุ่มชื้น เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีความขาว และผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมมาก ข้าวที่มีอะไมโลสสูงมีผลต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยจะทำให้สีมีความขาวน้อยลง

4.4 ข้อแนะนำสำหรับผู้ประกอบการ

ทีมวิจัยได้นำผลการทดลองไปประชุมหารือร่วมกับผู้ประกอบการ เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ที่ผลิตได้ไม่เหนียวนุ่มเหมือนตอนผลิตใหม่ โดยคณะผู้วิจัยและผู้ประกอบการมีความเห็นตรงกันว่าคุณภาพของข้าวท่อนที่นำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยเฉพาะปริมาณอะไมโลสในวัตถุดิบข้าว มีผลต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว นอกจากนั้นยังมีในเรื่องของปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม ซึ่งจะมีผลกระทบต่อความยืดหยุ่นและความชุ่มชื้นของก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตได้ ดังผลการทดลองที่แสดงไว้ก่อนหน้านี้ ดังนั้นคุณลักษณะของข้าวท่อนที่นำมาทำเป็นวัตถุดิบในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจำเป็นต้องมีการตรวจสอบ

อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการยังไม่มีระบบการตรวจสอบคุณภาพของข้าวที่จะนำมาใช้ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการสอบถามจากโรงสีที่ส่งข้าวมาจำหน่ายให้ ไม่มีการตรวจสอบยืนยันก่อนที่จะนำไปผลิต ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากโรงสีก็ไม่ละเอียด จะบอกเพียงแต่ว่าข้าวเป็นข้าวนาปี หรือนาปรัง ข้าวเก่าหรือข้าวใหม่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อการพิจารณาปรับกระบวนการเพื่อป้องกันปัญหาเส้นก๋วยเตี๋ยวแข็ง หรือเละ จึงแนะนำให้มีการตรวจสอบคุณภาพข้าวอย่างสม่ำเสมอก่อนนำไปผลิต โดยแนะนำให้ใช้วิธีการตรวจสอบคุณภาพข้าวอย่างง่ายที่สามารถดำเนินการได้เอง คือ การทดสอบการหุงข้าวก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยใช้ปริมาณที่เท่ากันทุกครั้งที่ทำการทดสอบ โดยอาจจะใช้น้ำ 1.5 หรือ 2 ส่วน ต่อ ข้าว 1 ส่วน ก็ได้ แต่ต้องใช้ในสัดส่วนนี้ตลอดเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลการทดสอบในแต่ละครั้งได้ ลักษณะของข้าวที่เหมาะสมในการนำไปทำเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวคือข้าวที่หุงแล้วค่อนข้างแข็ง รับประทานไม่อร่อย ข้าวร่วน ไม่ติดนุ่มเหนียวติดกัน

ในส่วนของการพัฒนาในระยะยาว ผู้ประกอบการควรพิจารณาจัดทำระบบการควบคุมคุณภาพ โดยเฉพาะในส่วนของวัตถุดิบ ซึ่งต้องทำการตรวจสอบปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยว เช่น ปริมาณอะไมโลส อัตราการขยายปริมาตร ฯลฯ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถปรับสูตรการผลิตที่เหมาะสมได้ เช่น หากคุณภาพข้าวไม่เหมาะสม อาจจะพิจารณาเพิ่มปริมาณแป้งมันที่ใช้เติมในส่วนผสมเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ ป้องกันเส้นแตกเมื่อเก็บไว้

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผล

ผู้ประกอบการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สดขนาดเล็กในท้องถิ่น มักจะประสบปัญหาเรื่องคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว ที่มักจะเปราะ ฉีก ขาด เมื่อเก็บไว้ ไม่เหนียวนุ่มเหมือนตอนผลิตใหม่ ๆ ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการ retrogradation ของแป้ง ซึ่งมีอิทธิพลมาจากปัจจัยต่าง ๆ มากมาย โครงการวิจัยจึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยการผลิต 3 ปัจจัย ได้แก่ปริมาณอะไมโลสในข้าว ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และอุณหภูมิในการนึ่ง ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ response surface methodology โดยมี response outputs ทั้งหมด 7 คุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะพื้นผิวของเส้นก๋วยเตี๋ยว ความชุ่มชื้น ความแข็ง ความยืดหยุ่น สีขาว ความชอบรวม และ ค่าแรงตึงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวขาด ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม และปริมาณอะไมโลสของวัตถุดิบข้าวท่อน มีผลต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยเฉพาะ ค่าความยืดหยุ่น สี และความชอบโดยรวม ปริมาณแป้งในระดับสูง จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความ ชุ่มชื้นดี เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีความขาว และผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมมาก นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณข้าวที่มีอะไมโลสสูงมีผลต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยจะทำให้สีมีความขาวลดลง ทีมผู้วิจัยได้นำผลที่ได้ วิเคราะห์ร่วมกับผู้ประกอบการ ได้ข้อสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาคุณภาพก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สดในเบื้องต้นคือ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของข้าวท่อนที่จะนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยอาจทำการตรวจสอบอย่างง่ายโดยการทดสอบการหุงทุกครั้งก่อนที่จะนำไปผลิต ข้าวที่นำไปทำเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวได้ดีเมื่อหุงแล้วจะต้องแข็ง ร่วน ไม่เนียวนุ่ม ติดหม้อ ส่วนระยะยาวผู้ประกอบการควรพิจารณาจัดทำระบบการควบคุมคุณภาพโดยการตรวจสอบปริมาณอะไมโลสในข้าวท่อนที่นำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว และคุณลักษณะอื่น ๆ เช่นคุณภาพการหุง การเกิดเจล ฯลฯ ทั้งนี้ขึ้นกับศักยภาพและความพร้อมของผู้ประกอบการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมากมาย ผู้ประกอบการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวขนาดเล็กส่วนใหญ่มักจะไม่มีระบบการควบคุมคุณภาพ ทำให้คุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตได้มีคุณภาพผันแปรไปตามปัจจัยต่าง ๆ เหล่านั้น โดยเฉพาะวัตถุดิบข้าวที่นำมาใช้ ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพโดยเฉพาะลักษณะทางกายภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว ผู้ประกอบการโดยทั่วไปจะทราบว่าข้าวที่

สามารถนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวได้ดีต้องเป็นข้าวแข็งนาปี และไม่เป็นข้าวใหม่ แต่อย่างไรก็ตาม ในการผลิตก๋วยเตี๋ยวของโรงงานขนาดเล็กในท้องถิ่น มักจะไม่มีการตรวจสอบคุณภาพ จะใช้วิธีลองผิดลองถูก ซึ่งบางครั้งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ ไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค และก่อให้เกิดความสูญเสีย

นอกเหนือจากคุณภาพทางด้านกายภาพแล้ว ยังมีประเด็นในเรื่องของสุขลักษณะการผลิต เนื่องจากโรงงานผลิตก๋วยเตี๋ยวในท้องถิ่น มักจะเป็นโรงงานขนาดเล็ก ผลิตในครัวเรือน ทำให้สุขลักษณะการผลิตยังไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งจะส่งผลต่อความปลอดภัยของก๋วยเตี๋ยว นอกจากนั้นยังมีรายงานการตรวจพบสารกันบูดในกลุ่มเบนโซอิกในเส้นก๋วยเตี๋ยวสด เกินมาตรฐานอยู่เสมอ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2551) เปิดแถลงข่าวงานวิจัยอุตสาหกรรมเส้นก๋วยเตี๋ยวตั้งแต่ปี 2549-2551 พบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวทั้งหมดมีอันตรายต่อสุขภาพ เนื่องจากมีการใช้น้ำมันทอดซ้ำในกรรมวิธีการผลิต ซึ่งจะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวเหนียวนุ่ม ตัดง่าย โดยเส้นใหญ่พบมากเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาคือ เส้นเล็ก เส้นก๋วยจั๊บ เส้นหมี่ที่ไม่ใช่เส้นหมี่อบแห้ง ทั้งนี้ เส้นใหญ่จะใช้น้ำมันในปริมาณสูงกว่าเส้นอื่นๆ ร้อยละ 5-8 เพื่อป้องกันการเกาะติดและจะช่วยให้ขยี้ให้แตกเป็นเส้นได้ง่าย แต่การใช้น้ำมันเก่าที่ผ่านการทอดซ้ำมาหลายๆ ครั้ง หรือนำมาผสมกับน้ำมันพืชใหม่ จำพวกน้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วลิสง จะทำให้มีความหนืดสูง ซึ่งนับว่าอันตรายมาก เพราะมีการสะสมของสารประกอบมีขั้ว หรือสารโพลาร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการทำงานของเซลล์ และเป็นสาเหตุของโรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดและหัวใจ นอกจากนี้ น้ำมันที่ใช้ทำเส้นก๋วยเตี๋ยวยังอาจปนเปื้อนของสารอะฟลาท็อกซิน ซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคตับอักเสบ มะเร็งตับ นอกจากนั้นยังพบสารกันเสียในกลุ่มของกรดเบนโซอิก ซับเฟอร์ไดออกไซด์ กรดโพรพิโอนิก ซึ่งตามมาตรฐานที่กำหนดให้ใช้ทุก ๆ ตัวรวมกันต้องไม่เกิน 1,000 ppm แต่จากการสำรวจพบว่าโรงงานส่วนใหญ่ผลิตเกินมาตรฐาน ขณะที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อ.ย.) มีกฎหมายกำหนดปริมาณโซเดียมเบนโซเอตอย่างเดียว ทำให้มีการหันไปใช้วัตถุกันเสียตัวอื่น ๆ แทน นอกจากนี้ ในกระบวนการผลิตยังพบว่ามีการใส่สารส้มหรืออะลัม ซึ่งตามมาตรฐานทั่วไปไม่ได้มีข้อกำหนดไว้ แต่ในมาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวดกำหนดว่าต้องไม่เกิน 0.2 ppm แต่จากการศึกษาในเส้นก๋วยเตี๋ยวมีปริมาณอะลูมินัมอยู่ถึง 620 ppm ซึ่งถือว่าอันตรายต่อสุขภาพมาก

ดังนั้นจึงยังมีความจำเป็นที่จะต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพของผู้ประกอบการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสด โดยเฉพาะโรงงานขนาดเล็กในท้องถิ่น เพื่อยกมาตรฐานการผลิตให้มีความปลอดภัยมากขึ้น โดยล่าสุด อ.ย. ได้กำหนดให้โรงงานผลิตก๋วยเตี๋ยวในประเทศไทยต้องปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานจีเอ็มพีโดยจะมีการบังคับใช้เป็นกฎหมายภายในปี 2552 (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2551)

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2547. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538 . องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 237 หน้า.

นุชฤดี ศิริบุญ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2535. การดัดแปรสตาร์ชข้าวเจ้าแบบครอสลิงกิงด้วยอิพิคลอโรไฮดริน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30.

พนอจิต ธัญญมงคลพงศ์. 2531. การแยกส่วนอะมิโลสจากแป้งข้าวเจ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัชรี เนตรน้อย. 2538. การผลิตแป้งก๋วยเตี๋ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศจี สุวรรณศรี และ ปุณฑริกา รัตนตรัยวงศ์. 2549. การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวและขนมจีนจากข้าว. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) 2551. มหันตภัยร้ายแฝงเร้นในก๋วยเตี๋ยว. ไทยรัฐ ฉบับวันที่ 29 สิงหาคม 2551.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถิติสินค้าเกษตรปี 2551. ระบบออนไลน์ URL: http://www.oae.go.th วันที่เข้าใช้ 15 พฤษภาคม 2551.

เสนอ ร่วมจิตร. 2522. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของพันธ์ข้าวต่าง ๆ ที่มีผลต่อลักษณะของเส้นก๋วยเตี๋ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอนงค์ นัยวิกุล จิตธนา แจ่มเมฆ สินีนาถ จริยโชติเลิศ นุชฤดี ศิริบุญ ณรงค์ เอื้อวัฒนะชาคร และ นรินทร ชิโนสุนทรากร. 2536. ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่กึ่งสำเร็จรูป. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (Natural Science) 27: 74-78.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 366 หน้า.

Gujral, H.S., Haros, M. and Rosell, C.M. 2004. Improving the texture and delaying staling in rice flour chapati with hydrocolloids and α-amylase. Journal of Food Engineering. 65 (1):89-94.

Lii, C., Shao, Y., and Tseng, K. 1995. Gelation mechanism and rheological properties of rice starch. Cereal Chemistry. 72(4):393.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

1. วิธีการตรวจสอบหาปริมาณอะไมโลส

1. บดตัวอย่างข้าวให้เป็นแป้งอย่างละเอียดโดยใช้ Laboratory mill
2. เตรียมน้ำแป้งโดยชั่งตัวอย่างที่บดแล้วมา 0.100 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 M จำนวน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันประมาณ 5 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตรขวดรูปชมพู่ (100 มิลลิลิตร) นำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อนประมาณ 5 นาที
3. ปิเปตน้ำแป้งมา 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ใบใหม่ เติมกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 M จำนวน 2 มิลลิลิตร และเติมสารละลายไอโอดีน ($2I_2$ ใน 20% KI) จำนวน 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตรขวดรูปชมพู่ (100 มิลลิลิตร)
4. ทำ Blank โดยไม่ต้องใช้น้ำแป้ง แต่เติมสารเคมีทุกอย่างเหมือนกันหมด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (A) โดยใช้ Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 610 nm (ปรับค่า 0 ด้วย blank ก่อน)
6. ทำ Standard curve โดยการใช้อะไมโลสมาตรฐาน (Sigma Aldirth)

2. การวัดค่าแรงดึงของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยเครื่อง digital force gauge

ตัดเส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีขนาด 10 x 20 เซนติเมตร นำมาวัดค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวขาด (N) ด้วยเครื่อง digital force gauge SUNDOO รุ่น SH-50 (Wenzhou Sundoo Instruments Co., Ltd. China)

3. แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

Sensory Evaluation – Scoring Test (QDA)

Sample No..... Date.....

Name of panelist/ชื่อผู้ทดสอบ.....

(กรุณาทำเครื่องหมาย | ลงในตำแหน่งที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุด ในแต่ละคุณลักษณะ)

1. Surface Area (ลักษณะพื้นผิวของเส้นก๋วยเตี๋ยว)

|----------|

smooth — bumpy

เรียบ — ขรุขระ เป็นก้อน

2. Moistness-dryness (ความชุ่มชื้น – แห้ง)

|----------|

dry — moist

แห้ง — ชื้น

3. Hardness (ความแข็ง)

|----------|

very soft — very hard

นิ่มมาก — แข็งมาก

4. Springiness (ความยืดหยุ่น)

|----------|

no springy — very springy

ไม่เด้ง ไม่มีความยืดหยุ่น — คืนตัวดี เด้งดี

5. White Color (สีขาว)

|----------|

dark/not white — very white

สีเข้ม — สีขาวมาก

6. Overall acceptability (ความชอบรวม)

|----------|

dislike very much — like very much

ไม่ชอบเป็นอย่างมาก — ชอบเป็นอย่างมาก

ภาคผนวก ข

ผลวิเคราะห์ทางสถิติโดยโปรแกรม MINITAB Version 14

1. Response Surface Regression: Surface versus Amylose, Temp, Tapioca

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for Surface

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	5.9314	0.7751	7.652	0.000
Amylose	0.4310	0.5177	0.832	0.437
Temp	-0.2850	0.5177	-0.550	0.602
Tapioca	0.7290	0.5177	1.408	0.209
Amylose*Amylose	-0.1571	1.0084	-0.156	0.881
Temp*Temp	0.3729	1.0084	0.370	0.724
Tapioca*Tapioca	-0.2771	1.0084	-0.275	0.793
Amylose*Temp	0.1825	0.5789	0.315	0.763
Amylose*Tapioca	-0.4050	0.5789	-0.700	0.510
Temp*Tapioca	0.1775	0.5789	0.307	0.769

S = 1.637 R-Sq = 39.0% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance for Surface

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	9	10.3026	10.3026	1.1447	0.43	0.879
Linear	3	7.9843	7.9843	2.6614	0.99	0.457
Square	3	0.4876	0.4876	0.1625	0.06	0.979
Interaction	3	1.8307	1.8307	0.6102	0.23	0.874
Residual Error	6	16.0836	16.0836	2.6806		
Lack-of-Fit	5	15.0178	15.0178	3.0036	2.82	0.423
Pure Error	1	1.0658	1.0658	1.0658		
Total	15	26.3861				

Unusual Observations for Surface

Obs	StdOrder	Surface	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
14	14	3.980	6.383	1.193	-2.403	-2.14 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Estimated Regression Coefficients for Surface using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	5.93138
Amylose	0.431000
Temp	-0.285000
Tapioca	0.729000
Amylose*Amylose	-0.157069
Temp*Temp	0.372931
Tapioca*Tapioca	-0.277069
Amylose*Temp	0.182500
Amylose*Tapioca	-0.405000
Temp*Tapioca	0.177500

2. Response Surface Regression: Moist-dry versus Amylose, Temp, Tapioca

The analysis was done using coded units.
Estimated Regression Coefficients for Moist-dry

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3.5286	0.4032	8.751	0.000
Amylose	-0.2640	0.2693	-0.980	0.365
Temp	-0.4710	0.2693	-1.749	0.131
Tapioca	0.6020	0.2693	2.235	0.067
Amylose*Amylose	-0.4379	0.5246	-0.835	0.436
Temp*Temp	0.8071	0.5246	1.539	0.175
Tapioca*Tapioca	0.2221	0.5246	0.423	0.687
Amylose*Temp	0.1825	0.3011	0.606	0.567
Amylose*Tapioca	-0.2250	0.3011	-0.747	0.483
Temp*Tapioca	0.8475	0.3011	2.814	0.031

S = 0.8517 R-Sq = 77.9% R-Sq(adj) = 44.8%

Analysis of Variance for Moist-dry

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	9	15.3535	15.35350	1.70594	2.35	0.155
Linear	3	6.5394	6.53941	2.17980	3.00	0.117
Square	3	2.3966	2.39659	0.79886	1.10	0.419
Interaction	3	6.4175	6.41750	2.13917	2.95	0.120
Residual Error	6	4.3527	4.35275	0.72546		
Lack-of-Fit	5	4.2727	4.27275	0.85455	10.68	0.228
Pure Error	1	0.0800	0.08000	0.08000		
Total	15	19.7062				

Unusual Observations for Moist-dry

Obs	StdOrder	Moist-dry	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
11	11	5.980	4.807	0.621	1.173	2.01 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Estimated Regression Coefficients for Moist-dry using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	3.52862
Amylose	-0.264000
Temp	-0.471000
Tapioca	0.602000
Amylose*Amylose	-0.437931
Temp*Temp	0.807069
Tapioca*Tapioca	0.222069
Amylose*Temp	0.182500
Amylose*Tapioca	-0.225000
Temp*Tapioca	0.847500

3. Response Surface Regression: Hardness versus Amylose, Temp, Tapioca

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for Hardness

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4.6555	0.5534	8.413	0.000
Amylose	-0.6280	0.3696	-1.699	0.140
Temp	-0.2540	0.3696	-0.687	0.518
Tapioca	0.5230	0.3696	1.415	0.207
Amylose*Amylose	0.1917	0.7199	0.266	0.799
Temp*Temp	0.9017	0.7199	1.253	0.257
Tapioca*Tapioca	-0.8733	0.7199	-1.213	0.271
Amylose*Temp	0.1837	0.4132	0.445	0.672
Amylose*Tapioca	-0.1513	0.4132	-0.366	0.727
Temp*Tapioca	0.5987	0.4132	1.449	0.198

S = 1.169 R-Sq = 63.0% R-Sq(adj) = 7.5%

Analysis of Variance for Hardness

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	9	13.9552	13.9552	1.5506	1.13	0.455
Linear	3	7.3243	7.3243	2.4414	1.79	0.250
Square	3	3.3098	3.3098	1.1033	0.81	0.534
Interaction	3	3.3211	3.3211	1.1070	0.81	0.533
Residual Error	6	8.1969	8.1969	1.3662		
Lack-of-Fit	5	8.0911	8.0911	1.6182	15.30	0.192
Pure Error	1	0.1058	0.1058	0.1058		
Total	15	22.1521				

Unusual Observations for Hardness

Obs	StdOrder	Hardness	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
7	7	7.500	6.339	1.043	1.161	2.20 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Estimated Regression Coefficients for Hardness using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	4.65552
Amylose	-0.628000
Temp	-0.254000
Tapioca	0.523000
Amylose*Amylose	0.191724
Temp*Temp	0.901724
Tapioca*Tapioca	-0.873276
Amylose*Temp	0.183750
Amylose*Tapioca	-0.151250
Temp*Tapioca	0.598750

4. Response Surface Regression: Springiness versus Amylose, Temp, Tapioca

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for Springiness

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4.13879	0.4716	8.776	0.000
Amylose	-0.47500	0.3150	-1.508	0.182
Temp	-0.47300	0.3150	-1.502	0.184
Tapioca	0.89400	0.3150	2.838	0.030
Amylose*Amylose	-0.13069	0.6135	-0.213	0.838
Temp*Temp	0.68931	0.6135	1.124	0.304
Tapioca*Tapioca	-0.80569	0.6135	-1.313	0.237
Amylose*Temp	0.01250	0.3522	0.035	0.973
Amylose*Tapioca	-0.12000	0.3522	-0.341	0.745
Temp*Tapioca	0.33250	0.3522	0.944	0.382

S = 0.9961 R-Sq = 72.7% R-Sq(adj) = 31.8%

Analysis of Variance for Springiness

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	9	15.8764	15.8764	1.7640	1.78	0.249
Linear	3	12.4859	12.4859	4.1620	4.19	0.064
Square	3	2.3896	2.3896	0.7965	0.80	0.536
Interaction	3	1.0009	1.0009	0.3336	0.34	0.800
Residual Error	6	5.9536	5.9536	0.9923		
Lack-of-Fit	5	5.5752	5.5752	1.1150	2.95	0.415
Pure Error	1	0.3784	0.3784	0.3784		
Total	15	21.8300				

Estimated Regression Coefficients for Springiness using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	4.13879
Amylose	-0.475000
Temp	-0.473000
Tapioca	0.894000
Amylose*Amylose	-0.130690
Temp*Temp	0.689310
Tapioca*Tapioca	-0.805690
Amylose*Temp	0.0125000
Amylose*Tapioca	-0.120000
Temp*Tapioca	0.332500

5. Response Surface Regression: White color versus Amylose, Temp, Tapioca

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for White color

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4.66621	0.3241	14.398	0.000
Amylose	-1.49500	0.2165	-6.906	0.000
Temp	0.03100	0.2165	0.143	0.891
Tapioca	0.40000	0.2165	1.848	0.114
Amylose*Amylose	0.14569	0.4216	0.346	0.741
Temp*Temp	-0.50431	0.4216	-1.196	0.277
Tapioca*Tapioca	0.17069	0.4216	0.405	0.700
Amylose*Temp	-0.22500	0.2420	-0.930	0.388
Amylose*Tapioca	0.06250	0.2420	0.258	0.805
Temp*Tapioca	0.13500	0.2420	0.558	0.597

S = 0.6845 R-Sq = 90.0% R-Sq(adj) = 74.9%

Analysis of Variance for White color

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	9	25.2131	25.2131	2.8015	5.98	0.021
Linear	3	23.9599	23.9599	7.9866	17.04	0.002
Square	3	0.6712	0.6712	0.2237	0.48	0.710
Interaction	3	0.5821	0.5821	0.1940	0.41	0.749
Residual Error	6	2.8115	2.8115	0.4686		
Lack-of-Fit	5	2.1843	2.1843	0.4369	0.70	0.715
Pure Error	1	0.6272	0.6272	0.6272		
Total	15	28.0246				

Estimated Regression Coefficients for White color using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	4.66621
Amylose	-1.49500
Temp	0.0310000
Tapioca	0.400000
Amylose*Amylose	0.145690
Temp*Temp	-0.504310
Tapioca*Tapioca	0.170690
Amylose*Temp	-0.225000
Amylose*Tapioca	0.0625000
Temp*Tapioca	0.135000

6. Response Surface Regression: Overall acc versus Amylose, Temp, Tapioca

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for Overall acc

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4.0536	0.4611	8.792	0.000
Amylose	-0.3830	0.3080	-1.244	0.260
Temp	-0.3280	0.3080	-1.065	0.328
Tapioca	0.9490	0.3080	3.082	0.022
Amylose*Amylose	-0.4579	0.5998	-0.763	0.474
Temp*Temp	0.6371	0.5998	1.062	0.329
Tapioca*Tapioca	-0.4679	0.5998	-0.780	0.465
Amylose*Temp	0.1650	0.3443	0.479	0.649
Amylose*Tapioca	-0.2200	0.3443	-0.639	0.546
Temp*Tapioca	0.6875	0.3443	1.997	0.093

S = 0.9739 R-Sq = 75.7% R-Sq(adj) = 39.3%

Analysis of Variance for Overall acc

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	9	17.7500	17.7500	1.9722	2.08	0.193
Linear	3	11.5487	11.5487	3.8496	4.06	0.068
Square	3	1.8150	1.8150	0.6050	0.64	0.618
Interaction	3	4.3863	4.3863	1.4621	1.54	0.298
Residual Error	6	5.6906	5.6906	0.9484		
Lack-of-Fit	5	5.4241	5.4241	1.0848	4.07	0.359
Pure Error	1	0.2665	0.2665	0.2665		
Total	15	23.4405				

Unusual Observations for Overall acc

Obs	StdOrder	Overall acc	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
2	2	2.620	3.503	0.869	-0.883	-2.01 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Estimated Regression Coefficients for Overall acc using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	4.05362
Amylose	-0.383000
Temp	-0.328000
Tapioca	0.949000
Amylose*Amylose	-0.457931
Temp*Temp	0.637069
Tapioca*Tapioca	-0.467931
Amylose*Temp	0.165000
Amylose*Tapioca	-0.220000
Temp*Tapioca	0.687500

7. Response Surface Regression: Tensile versus Amylose, Temp, Tapioca

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for Tensile

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	22.7378	5.474	4.154	0.006
Amylose	1.0450	3.657	0.286	0.785
Temp	-0.0640	3.657	-0.018	0.987
Tapioca	6.8020	3.657	1.860	0.112
Amylose*Amylose	6.0759	7.121	0.853	0.426
Temp*Temp	-2.1991	7.121	-0.309	0.768
Tapioca*Tapioca	-11.7191	7.121	-1.646	0.151
Amylose*Temp	-0.7275	4.088	-0.178	0.865
Amylose*Tapioca	2.5450	4.088	0.623	0.556
Temp*Tapioca	-1.1200	4.088	-0.274	0.793

S = 11.56 R-Sq = 55.6% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance for Tensile

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	9	1005.53	1005.531	111.726	0.84	0.612
Linear	3	473.63	473.633	157.878	1.18	0.393
Square	3	465.81	465.812	155.271	1.16	0.399
Interaction	3	66.09	66.085	22.028	0.16	0.916
Residual Error	6	802.23	802.229	133.705		
Lack-of-Fit	5	799.37	799.373	159.875	55.98	0.101
Pure Error	1	2.86	2.856	2.856		
Total	15	1807.76				

Unusual Observations for Tensile

Obs	StdOrder	Tensile	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
13	13	22.360	4.217	8.426	18.143	2.29 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Estimated Regression Coefficients for Tensile using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	22.7378
Amylose	1.04500
Temp	-0.0640000
Tapioca	6.80200
Amylose*Amylose	6.07586
Temp*Temp	-2.19914
Tapioca*Tapioca	-11.7191
Amylose*Temp	-0.727500
Amylose*Tapioca	2.54500
Temp*Tapioca	-1.12000

ภาคผนวก ค

ภาพกิจกรรม

ศึกษาการะบวนการผลิตจากผู้ประกอบการและสถานที่จริง

เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานผลิต

ภาคผนวก ง – บทความเผยแพร่สำหรับโครงการ EnPUS

รายงานบทความเผยแพร่สำหรับโครงการ EnPUS (5 หน้า)

การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สด

Quality development for fresh rice noodles (Sen Yai)

อภิชาดิ สีสุกใส แพรจัน สังขะจันทร์ และ คงศักดิ์ ศรีแก้ว*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก E-mail : khongsak@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาอิทธิพลของปัจจัย 3 ปัจจัย ได้แก่ปริมาณอะไมโลสในข้าว ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และอุณหภูมิในการนึ่ง ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สด โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ response surface methodology (RSM) มีคุณลักษณะทางคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สดที่ประเมินทั้งสิ้น 7 คุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะพื้นผิวของเส้นก๋วยเตี๋ยว ความชุ่มชื้น ความแข็ง ความยืดหยุ่น ความขาว ความชอบรวม และ ค่าแรงดึงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวขาด ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม และปริมาณอะไมโลสของวัตถุดิบข้าวท่อน มีผลต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยเฉพาะค่าความยืดหยุ่น สี และความชอบโดยรวม ปริมาณแป้งในระดับสูง จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความชุ่มชื้นดี เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีความขาว และผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมมาก นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณข้าวที่มีอะไมโลสสูงมีผลต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยจะทำให้สีมีความขาวลดลง

Abstract

This research examined three factors including amylose content, tapioca flour and steaming temperature which could affect noodle qualities, using the response surface methodology (RSM). The noodle qualities (response outputs) including surface area, moistness, hardness, springiness, whiteness, overall acceptability and tensile strength were assessed. It was found that added tapioca flour, amylose content of rice significantly affected the noodle qualities especially springiness, whiteness and overall acceptability. High level of added tapioca gave more sensory scores for moistness, springiness, whiteness and overall acceptability. High amylose rice reduced the whiteness of noodle.

คำสำคัญ : Rice noodle, Sen Yai, Rice noodle qualities

1. บทนำ

ผู้ประกอบการผลิตก๋วยเตี๋ยวขนาดเล็กในท้องถิ่น มักประสบปัญหาเรื่องคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยเฉพาะก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ ที่มักจะเปราะฉีกขาดง่ายเมื่อเก็บไว้ ไม่เหนียวนุ่มเหมือนตอนผลิตใหม่ จากการทบทวนเอกสารพบว่า ปัญหาดังกล่าวเกิดจากกระบวนการ retrogradation ของแป้ง โดยได้มีการศึกษาวิจัยมาบ้างแล้วในอดีตเพื่อหาวิธีในการชะลอการเกิด retrogradation ในก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ พะนอจิต [1] พบว่าการเติมอะไมโลส (ได้จากการแยกจากสตาร์ชของข้าวเจ้า) ลงไปในส่วนผสมช่วยเพิ่มความเหนียวของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ นุชฤดี และอรอนงค์ [2] และ อรอนงค์ และคณะ [3] พบว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าผสมสตาร์ชดัดแปร สามารถช่วยเพิ่มความเหนียวได้ Gujral et al. [4] พบว่าการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ เช่น guar gum หรือ xanthan ช่วยชะลอการเกิด retrogradation ใน

ผลิตภัณฑ์แป้งข้าวได้ นอกจากนั้น Lii et al. [5] พบว่าการใช้อุณหภูมินึ่งก๋วยเตี๋ยวที่ระดับ 95 องศาเซลเซียสทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวแข็งมากกว่าการใช้อุณหภูมิที่ 85 องศาเซลเซียสเมื่อเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวไว้ อย่างไรก็ดี การพยายามแก้ปัญหาดังกล่าวมุ่งเน้นไปที่การเติมสารบางอย่างในก๋วยเตี๋ยว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสตาร์ชดัดแปรหรือสารไฮโดรคอลลอยด์ซึ่งยังคงเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ เนื่องจากราคาของสารดังกล่าวค่อนข้างสูง นอกจากนั้นแล้วสภาวะการทดลองในเอกสารรายงานวิจัย มีความแตกต่างจากกระบวนการผลิตจริงของผู้ประกอบการผลิตก๋วยเตี๋ยว ซึ่งในปัจจุบันจะใช้วัตถุดิบหลักเป็นข้าวท่อน นำมาโม่เปียก จากนั้นผสมแป้งมันสำปะหลังตามสูตรของแต่ละรายซึ่งแตกต่างกัน ก่อนที่จะนำไปนึ่งเป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ การศึกษาวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลปัจจัย 3 ประการได้แก่ปริมาณอะไมโลสในวัตถุดิบข้าว ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม และอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่ง ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ผู้ประกอบการสามารถนำไปปรับกระบวนการผลิตให้เหมาะสม

2. วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้ข้อมูลผลของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณอะไมโลสในข้าว ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่ง ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ ที่ผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการสามารถนำไปใช้ประกอบการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้

3. วิธีการทดลอง

1) ศึกษากรรมวิธีการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ของผู้ประกอบการ โดยละเอียด

2) เตรียมวัตถุดิบข้าวสำหรับการทดลอง

3) ทดสอบผลของปัจจัยต่าง ๆ 3 ปัจจัยได้แก่ ปริมาณอะไมโลสในวัตถุดิบข้าว (ร้อยละ 18.5 / 23.2 / 26.4) ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติม (ไม่เติม / ร้อยละ 30 / ร้อยละ 50 ของข้าว) และอุณหภูมิที่ใช้ในการนึ่ง (85 / 90 / 95 องศาเซลเซียส) ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ โดยใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบ RSM (ตารางที่ 1) โดยมีคุณลักษณะด้านคุณภาพที่ตรวจสอบได้แก่ (1) ลักษณะพื้นผิว (2) ความชุ่มชื้น (3) ความแข็ง (4) ความยืดหยุ่น (5) ความขาว (6) ความชอบรวม และ (7) ค่าแรงดึง โดยคุณลักษณะที่ 1-6 ตรวจสอบโดยการใช้วิธีทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ ส่วนคุณลักษณะที่ 7 ตรวจสอบโดยใช้ digital force gauge

4) นำผลที่ได้วิเคราะห์ผลร่วมกับผู้ประกอบการ หาแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน

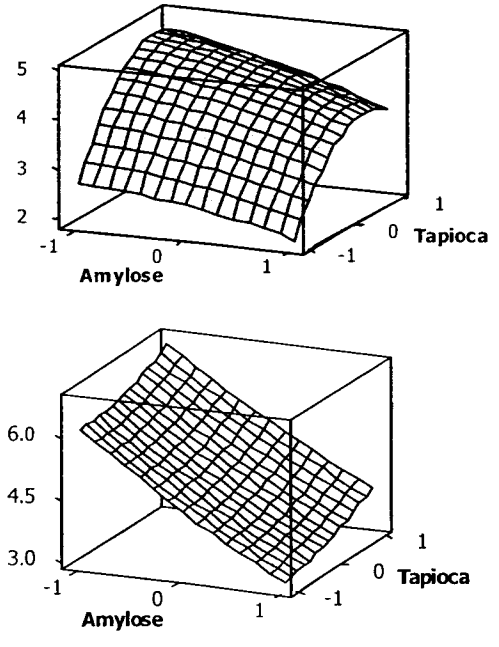
4. ผลการทดลอง

จากการศึกษากรรมวิธีการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ของผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ พบว่ากระบวนการผลิตเริ่ม จากการนำข้าวสาร (ข้าวท่อน) ซึ่งควรจะเป็นข้าวแข็งนาปี เช่นพันธุ์ ชัยนาท 1 พิษณุโลก 2 เสาไห้ เป็นต้น และควรเป็นข้าวเก่า นำมาแช่น้ำไว้ประมาณ 6-10 ชั่วโมง จากนั้นนำมาโม่เปียก (โม่หินไฟฟ้า) นำมาผสมกับแป้งและวัตถุเจือปนอาหารอื่น ๆ (อาจหมักน้ำแป้งไว้ประมาณ 4-6 ชั่วโมงขึ้นกับสูตรการผลิต) จากนั้นจึงนำไปนึ่งบนเครื่องนึ่ง ก็จะได้เป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่

คณะผู้วิจัยได้รวมรวมตัวอย่างข้าวท่อนที่ใช้สำหรับการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว จากนั้นทำการทดลองหาอิทธิพลของปริมาณอะไมโลส แป้งมันสำปะหลังที่เติม และอุณหภูมิในการนึ่ง ตามแผนการทดลองซึ่งมีทั้งหมด 16 runs ทำการตรวจสอบวัดค่า response outputs เมื่อเก็บก๋วยเตี๋ยวไว้ในวันที่ 1 ได้ผลดังตารางที่ 1 ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ (response regression analysis) โดยใช้โปรแกรม MINITAB version 14 ผลแสดงได้ดังตารางที่ 2 (แสดงผลเฉพาะวันที่ 1 เนื่องจากค่าที่ได้ในวันที่ 2 เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่ามีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน) ตัวอย่างกราฟ contour plot แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ต่อคุณลักษณะด้านคุณภาพ แสดงได้ในภาพที่ 1

เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าว ไปปรึกษาร่วมกับผู้ประกอบการ ได้ข้อสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาคุณภาพก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สดในเบื้องต้นคือจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของข้าวท่อนที่จะนำมาผลิต จึงได้จัดฝึกอบรมวิธีการตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อการควบคุมคุณภาพให้กับผู้ประกอบการ โดยให้มี

การตรวจสอบอัตราการขยายปริมาตร ปริมาณอะไมโลส ความคงตัวของเจล gelatinization time ตรวจสอบข้าวใหม่ข้าวเก่า



ภาพ 1. ตัวอย่างกราฟ contour plot ของค่าความยืดหยุ่น (บน) และความขาว (ล่าง)

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

คุณสมบัติของข้าวท่อน ปริมาณอะไมโลส ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง มีอิทธิพลต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สด โดยเฉพาะค่าความชุ่มชื้น ความยืดหยุ่น สีขาว และความชอบโดยรวม ปริมาณแป้งมันในระดับสูง จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความชุ่มชื้น เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีความขาว และผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมมาก ข้าวที่มีอะไมโลสสูงมีผลต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยจะทำให้สีมีความขาวน้อยลง เพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว ผู้ประกอบการจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของข้าวท่อน ที่จะใช้ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (โครงการ EnPUS) ที่สนับสนุนทุนสำหรับโครงการนี้ และขอขอบโรงก๋วยเตี๋ยวคุณสันติ มัตยสุวรรณ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] พนอจิต ธัญญมงคลพงศ์. 2531. การแยกส่วนอะมิโลสจากแป้งข้าวเจ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

[2] นุชฤดี ศิริบุญ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2435. การดัดแปรสตาร์ชข้าวเจ้าแบบครอสลิงกิง ด้วยอิพิคลอโรไฮดริน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30 วันที่ 29 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2535.

[3] อรอนงค์ นัยวิกุล จิตธนา แจ่มเมฆ สินีนาถ จริยโชติเลิศ นุชฤดี ศิริบุญ ณรงค์ เอื้อวัฒนะชาคร และนรินทร ชิโนสุนทรากร. 2536. ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่กึ่งสำเร็จรูป. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (Natural Science) 27: 74-78.

[4] Gujral, H.S., Haros, M. and Rosell, C.M. 2004. Improving the texture and delaying staling in rice flour chapati with hydrocolloids and α-amylase. Journal of Food Engineering. 65 (1):89-94.

[5] Lii, C., Shao, Y., and Tseng, K. 1995. Gelation mechanism and rheological properties of rice starch. Cereal Chem. 72(4):393.

ตาราง 1. ค่าเฉลี่ยของผลการวัด response outputs ในแต่ละ runs (วันที่ 1)

Run	อะไมโลส	อุณหภูมินึ่ง	แป้งมัน	พื้นผิว	ความชุ่มชื้น	ความแข็ง	ความยืดหยุ่น	สีขาว	ความชอบรวม	แรงดึง (N)
1	-1	-1	-1	4.75	5.16	6.06	3.87	5.70	4.13	4.49
2	1	-1	-1	5.17	3.92	3.49	2.70	2.31	2.62	3.50
3	-1	1	-1	3.13	1.98	3.41	2.43	5.72	1.62	5.67
4	1	1	-1	5.63	2.94	3.54	1.98	2.30	1.92	0.57
5	-1	-1	1	7.06	4.39	5.79	5.39	5.72	4.98	23.25
6	1	-1	1	7.21	3.72	4.58	4.41	3.45	3.74	31.24
7	-1	1	1	7.50	6.07	7.50	5.95	7.15	6.37	18.75
8	1	1	1	7.03	4.66	5.06	4.35	3.11	4.64	25.03
9	-1	0	0	4.66	3.29	4.73	4.31	5.91	3.47	31.01
10	1	0	0	6.37	3.01	4.54	3.76	4.08	3.82	33.28
11	0	-1	0	7.02	5.98	6.41	6.39	4.74	5.92	17.96
12	0	1	0	5.07	2.81	4.28	3.32	3.95	3.56	29.78
13	0	0	-1	6.81	3.22	4.17	3.45	4.72	3.61	22.36
14	0	0	1	3.98	4.40	2.97	3.27	5.32	3.66	6.34
15	0	0	0	5.72	3.21	4.85	3.65	4.86	4.32	14.88
16	0	0	0	7.18	3.61	5.31	4.52	3.74	3.59	17.27

หมายเหตุ : 1. ค่าแรงดึงเป็นค่าที่วัดโดยการใช้เครื่องมือ (digital force gauge) ส่วนค่าอื่น ๆ ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส

2. ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย โดยในส่วนของค่าจากการประเมินทางประสาทสัมผัสใช้ผู้ทดสอบชิม 10 คน ค่าแรงดึงเป็นค่าเฉลี่ยจากการวัดอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง

ตาราง 2. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (response regression analysis) ของตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเก็บไว้ในวันที่ 1

Factors	พื้นผิว		ความชุ่มชื้น		ความแข็ง		ความยืดหยุ่น		สีขาว		ความชอบรวม		แรงดึง	
	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values	Coef.	p values
Amylose	0.4310	0.437	-0.2640	0.365	-0.6280	0.140	-0.4750	0.182	-1.4950	<0.0001*	-0.3830	0.260	1.0450	0.785
Temp	-0.2850	0.602	-0.4710	0.131	-0.2540	0.518	-0.4730	0.184	0.0310	0.891	-0.3280	0.328	-0.0640	0.987
Tapioca	0.7290	0.209	-0.6020	0.067	0.5230	0.207	0.8940	0.030*	0.4000	0.114	0.9490	0.022*	6.8020	0.112
Amylose*Amylose	-0.1571	0.881	-0.4379	0.436	0.1917	0.799	-0.1307	0.838	0.1457	0.741	-0.4579	0.474	6.0759	0.426
Temp*Temp	0.3729	0.724	0.8071	0.175	0.9017	0.257	0.6893	0.304	-0.5043	0.277	0.6371	0.329	-2.1991	0.765
Tapioca*Tapioca	-0.2771	0.793	0.2221	0.687	-0.8733	0.271	-0.8057	0.237	0.1707	0.700	-0.4679	0.465	-11.719	0.151
Amylsoe*Temp	0.1825	0.763	0.1825	0.567	0.1837	0.672	0.0125	0.973	-0.2250	0.388	0.1650	0.649	-0.7275	0.865
Amylose*Tapioca	-0.4050	0.510	-0.2250	0.483	-0.1513	0.727	-0.1200	0.745	0.0625	0.805	-0.2200	0.546	2.5450	0.556
Temp*Tapioca	0.1775	0.769	0.8475	0.031*	0.5987	0.198	0.3325	0.382	0.1350	0.597	0.6875	0.093	-1.1200	0.793
R^2	0.39		0.78		0.63		0.73		0.90		0.76		0.56	
Error term (S)	1.637		0.8517		1.169		0.9961		0.6845		0.9739		11.56	

* significant ($p<0.05$)