



ใบรับรองปริญญาพิเศษ

เรื่อง **ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป**
(Instant rice noodle)

โดย **นายวัชชัย บุญสงคราม**

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

- **อ.วัชชัย** 31/10/31 **อาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษ**
(อาจารย์บรรณาธิการ)/...../.....
- **อ.วัชชัย** 31/10/31 **กรรมการของภาควิชา**
(อาจารย์กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)
- **อ.วัชชัย** 31/10/31 **กรรมการของภาควิชา**
(อาจารย์อเนงค์ วรอุไร)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

..... **อ.วัชชัย**

(อาจารย์บรรณาธิการ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 31 เดือน 10 พ.ศ. 31

24 พ.ย. 2530

ร.พ.
๕394 ๗
๒๕3๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ (45497)

เรื่อง
ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป
(Instant rice noodle)



T096518

ร/พ.
ศ 3949
2531

โดย
นายธวัชชัย บุญสงคราม

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 06518
วัน,เดือน,ปี.....

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เรื่อง

ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป

(Instant rice noodle)

ศึกษาและพัฒนาการผลิตขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้แป้งถั่วเขียวทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณ 5%, 10%, 15%, 20% และ 25% เปรียบเทียบกับการใช้แป้งข้าวเจ้าล้วน นอกจากนั้นได้ศึกษาผลของการแช่แข็งเส้นขนมจีนก่อนอบแห้ง โดยเปรียบเทียบอัตราการทำแห้ง อัตราการดูดน้ำ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ก่อนและหลังการคืนรูป

จากผลการทดลองพบว่า สัดส่วนของแป้งถั่วเขียวไม่มีผลต่ออัตราการทำแห้ง และอัตราการดูดน้ำ แต่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสก่อนและหลังคืนรูป ในด้านสี ลักษณะปรากฏของเส้น ต่ำหนืดคือ ถ้าเติมแป้งถั่วเขียวมากขึ้นคะแนนเฉลี่ยการยอมรับจะลดลง ส่วนด้านเนื้อสัมผัส เมื่อยังไม่ผ่านการแช่แข็งคะแนนเฉลี่ยการยอมรับจะเพิ่มขึ้น กรณีการแช่แข็งเส้นขนมจีนก่อนอบแห้งมีผลให้อัตราการดูดน้ำรวดเร็วในช่วงแรก และช้าลงในช่วงหลัง

เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของแป้งถั่วเขียว ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคแต่ไม่มีผลต่อกระบวนการผลิต และการแช่แข็ง ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคและกระบวนการผลิต พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปที่ดีควรจะใช้สัดส่วนแป้งถั่วเขียว 5% และไม่ผ่านการแช่แข็ง เพราะเป็นการสนองตอบการยอมรับของผู้บริโภค เนื้อสัมผัสจะเหนียวกว่า ประกอบกับเป็นการลดต้นทุนในการผลิต เนื่องจากแป้งถั่วเขียวมีราคาแพง และลดระยะเวลาในการผลิตลง

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์แบบและลุล่วงไปด้วยดีนั้น ข้าพเจ้าขอกราบ
ขอบพระคุณอาจารย์วรรณ ตังเจริญชัย อาจารย์กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ และคณาจารย์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
สจ.ล. อีกรหลายท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลอง ตลอดจนแก้ไข
ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองและตรวจทานรูปเล่ม

ขอขอบพระคุณที่ประชิด ศรีสวัสดิ์ ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการ
เยี่ยมชมโรงงานผลิตขนมจีน และถ่ายทำภาพนิ่ง ณ จังหวัดนครราชสีมา ขอขอบพระ
คุณผู้จัดการบริษัท วาลัญ จำกัด ที่เอื้อเฟื้อแบ่งถ้วยเขียวสำหรับการทดลองและ
ขอขอบพระคุณคุณปรีชา หมายถึง ซึ่งเป็นเจ้าของความคิดในการใช้วัตถุติดงอ
ตลอดจนเจ้าหน้าที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สจ.ล. และเพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่มีส่วน
ร่วมในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ธวัชชัย บุญสงคราม

พฤษภาคม 2531

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สาขาภาพ	(3)
สารบัญตารางผนวก	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลและวิจารณ์	11
สรุป	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	27



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านประสาทสัมผัส ของเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูป	16
2	แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านประสาทสัมผัส ของเส้นขนมจีนหลังคั้นรูป	17



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการทำแห้งของขนมจันทน์ที่สัดส่วน แป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง	18
2	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการทำแห้งของขนมจันทน์ที่สัดส่วน แป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่านการแช่แข็ง	19
3	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของขนมจันทน์ก่อนคั้น รูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง	20
4	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของขนมจันทน์ก่อนคั้น รูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่านการแช่แข็ง	21
5	แสดงขนมจันทน์ก่อนคั้นรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่าน การแช่แข็ง	22
6	แสดงขนมจันทน์ก่อนคั้นรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่าน การแช่แข็ง	22
7	แสดงขนมจันทน์หลังคั้นรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่าน การแช่แข็ง	23
8	แสดงขนมจันทน์หลังคั้นรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่าน การแช่แข็ง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
ค. 1	แสดงคะแนนการทดสอบการยอมรับลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมจิ้นก่อน และหลังคั้นรูป	32
ค. 2	แสดงอัตราการทำแห้งของเส้นขนมจิ้น ที่มีสัดส่วนของแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ กัน ซึ่งผ่านและไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนการทำแห้ง	33
ค. 3	แสดงการดูหน้ากลับของเส้นขนมจิ้นก่อนคั้นรูปที่มีสัดส่วนของแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ กัน ซึ่งผ่านและไม่ผ่านการแช่แข็ง ก่อนการทำให้เป็นเส้นแห้ง	34
ง. 1	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของสีเส้นขนมจิ้นก่อนคั้นรูป	35
ง. 2	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏของเส้นขนมจิ้นก่อนคั้นรูป	36
ง. 3	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติ ของตำหนิของเส้นขนมจิ้นก่อนคั้นรูป	37
ง. 4	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของเนื้อสัมผัสของเส้นขนมจิ้นหลังคั้นรูป	38
ง. 5	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของสีเส้นขนมจิ้นหลังคั้นรูป	39
ง. 6	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏของเส้นขนมจิ้นหลังคั้นรูป	40
ง. 7	แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติ ของตำหนิของเส้นขนมจิ้นหลังคั้นรูป	41

คำนำ

ขนมจีนเป็นผลิตภัณฑ์จากข้าวเจ้า มีลักษณะเป็นเส้นกลมสีขาว บางทีก็สีขาวแกมเหลือง เนื้อสัมผัสเหนียว มีขายทั่วไปตามตลาดสด ในลักษณะเป็นจับช้อนเรียงกันในเชิงไม้ไผ่สาน เป็นอาหารซึ่งนิยมรับประทานกันมาก พบได้ทุกหนทุกแห่งในประเทศไทย นับตั้งแต่ชนบทจนถึงเมืองใหญ่ ตั้งแต่หาบเร่ แผงลอย จนถึงร้านอาหาร ภัตตาคาร โรงแรม และในงานบุญ งานพิธีต่าง ๆ การที่ขนมจีนเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวางนั้น เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปรุงรสได้หลายแบบ ทำให้ไม่เบื่อที่จะรับประทาน นอกจากนี้ยังสามารถดัดแปลงให้เข้ากับระบบการรับประทานของท้องถิ่นได้ดี แต่ขนมจีนนั้นมีอายุการเก็บสั้น และไม่สะดวกที่จะนำติดตัวเมื่อเดินทางไกลได้ ด้วยเหตุนี้ จึงควรจะมีการพัฒนา และปรับปรุงกระบวนการผลิตขนมจีน เพื่อให้ได้ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีอายุการเก็บนานขึ้น สะดวกในการนำติดตัว และบริโภค

กรรมวิธีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมจีนนี้ ทำได้โดยอบเส้นขนมจีนให้แห้ง เมื่อจะบริโภคก็นำไปแช่น้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที ทำให้สะดวกน้ำ ก็พร้อมที่จะรับประทานกับน้ำยา หรือแกงได้ทันที ผลิตภัณฑ์ขนมจีนแห้งนี้ ทำให้ผู้บริโภคมีความสะดวกเพิ่มขึ้น สามารถรับประทานขนมจีนได้ทุกเมื่อ นอกจากนั้นยังเก็บรักษาไว้ได้นาน และสะดวกต่อการนำติดตัวเป็นเสบียงในการเดินทางไกล

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วเขียวทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วน ต่อการคืนรูปและผลทางประสาทสัมผัส ของขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป
2. ศึกษาผลของการแช่แข็งเส้นขนมจีนก่อนการทำแห้ง ต่อการคืนรูป และผลทางประสาทสัมผัสขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ขนมจีนมีความเป็นมาอย่างไรไม่มีหลักฐานปรากฏแน่ชัด สันนิษฐานกันว่าขนมจีนมีมาแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา และทำไมจึงเรียกว่าขนมจีน สันนิษฐานว่าคงมาจากภาษามอญ กล่าวคือ มอญมีคำเรียกขนมจีนอยู่ 2 คำ คือ เป็นภาษาพระเรียกว่า "บิณฑปัตทเหริน" แปลว่า ข้าวขาวซึ่งเป็นการเรียกตามลักษณะ อีกคำหนึ่งเป็นภาษาทั่วไป ๗ ไปเรียกว่า "คนอม" ซึ่งหมายถึงขนมจีน คนมอญคงจะเรียก "คนอมจีน" คำว่า "จีน" แปลว่าสุก เนื่องจากการทำขนมจีนนั้น ต้องมีการต้มแป้งให้สุกบางส่วน และเมื่อทำเป็นเส้น ก็มีการต้มให้สุกอีกครั้งหนึ่ง คนมอญจึงเรียกว่า "คนอมจีน" คนไทยออกเสียงยาวขึ้นจึงกลายเป็น "ขนมจีน" ส่วนคนไทยทางเหนือเรียกขนมจีนว่า "เข้าหนมจีน" ซึ่งก่อนคงจะเรียกว่า "ขนมเส้น" มาก่อน ทางภาคใต้แถบจังหวัดสตูลเรียกขนมจีนว่า "ละสา" ส่วนภาษาลาวทวนเรียกขนมจีนว่า "เข้าบัน" (นิรนาม, 2527) ซึ่งเป็นการเรียกขนมจีนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ประเภทของขนมจีน

ขนมจีนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามกระบวนการผลิต คือ (สุรางค์รัตน์, 2526)

1. ขนมจีนแป้งหมัก เป็นขนมจีนที่ทำโดยการหมักข้าวเจ้าหรือปลายข้าว ก่อนที่จะนำมาต้มและทำเป็นเส้น ขนมจีนชนิดนี้มีความเหนียว มีกลิ่นแป้งที่ผ่านการหมัก เก็บไว้ได้นาน และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สำหรับเชื้อที่เจริญขึ้นระหว่างการหมักข้าวเจ้าเพื่อทำขนมจีนแป้งหมักนั้น จากการศึกษาของ Toyoda และคณะ (1979) พบว่าเป็นแบคทีเรียพวก *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp.

2. ขนมจีนแป้งสด เป็นขนมจีนที่ทำโดยนำข้าวเจ้า หรือปลายข้าวที่ผ่านการแช่น้ำหรือล้างน้ำแล้วมาต้ม แล้วทำเป็นเส้นขนมจีนโดยไม่ผ่านการหมัก ขนมจีนชนิดนี้เก็บไว้ได้ไม่นาน และมีความเหนียวน้อยกว่าขนมจีนแป้งหมัก ขนมจีนแป้งสดอาจทำได้จากแป้งแห้งที่เรียกว่า "แป้งชนิดไม่น้ำ" โดยนำแป้งมาเติมน้ำลงไป แป้งที่ได้เหมือนข้าวเจ้าที่ผ่านการต้ม และทำเป็นเส้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตขนมจิ้น

การผลิตขนมจิ้นแบ่งเป็น 3 ระดับ (สุรางค์รัตน์, 2526) ดังนี้คือ

1. การผลิตระดับอุตสาหกรรม
2. การผลิตระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน
3. การผลิตระดับพื้นบ้าน

การผลิตทั้ง 3 ระดับนี้ส่วนมากเป็นการผลิตขนมจิ้นแห้ง ซึ่งกรรมวิธีการผลิตทั้ง 3 ระดับ คล้ายคลึงกันมาก ความแตกต่างขึ้นอยู่กับอุปกรณ์การผลิต เครื่องทุ่นแรง ปริมาณการผลิต ขนาดและสภาพของพื้นที่การผลิต

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

วัตถุดิบเป็นสิ่งสำคัญในการผลิต เพราะจะส่งผลถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาของ สิริพร (2529) พบว่าวัตถุดิบต่าง ๆ มีความสำคัญคือ

1. ข้าว สามารถใช้ข้าวสาร หรือปลายข้าวเพื่อผลิตขนมจิ้นได้ ผู้ผลิตนิยมใช้ข้าวที่มีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือน แต่ไม่เกิน 1 ปี เรียกว่า "ข้าวเก่า" ถ้าใช้ข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บไม่ถึง 6 เดือน เส้นขนมจิ้นที่ได้จะมีลักษณะนิ่ม มีความเหนียวเหนียว เส้นจะเกาะติดกันมาก และได้ปริมาณขนมจิ้นน้อยกว่า แต่ถ้าใช้ข้าวที่มีอายุการเก็บมากกว่า 1 ปี เส้นขนมจิ้นที่ได้จะแข็งกระด้าง ร่วน ไม่มีเงามัน

2. น้ำ ในการผลิตจะใช้น้ำประปาหรือน้ำคลองก็ได้ แต่ต้องเป็นน้ำใสและสะอาด เพราะมีผลต่อความขาวของขนมจิ้น ณรงค์ (2528) พบว่าน้ำควรมีความกระด้างต่ำ ถ้าเป็นน้ำบาดาลควรสูบขึ้นมาพักไว้ เพื่อให้ธาตุเหล็กตกตะกอนกรองด้วยทราย แล้วผ่านเครื่องกำจัดความกระด้าง ถ้าเป็นน้ำประปาไม่ควรมิคลอรีนมากเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นผิดปกติ การใช้น้ำขุ่นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ

3. เกลือ จะใช้เกลือป่นหรือเกลือเม็ดก็ได้ โดยใส่เกลือขณะนอนน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้ง (คือปล่อยให้เมล็ดแป้งตกตะกอนแล้วแยกน้ำส่วนบนออก) ปริมาณเกลือที่ใช้คือ 7 กิโลกรัม ต่อข้าว 100 กิโลกรัม โดยเกลือจะป้องกันการบูดระหว่างนอนน้ำแป้ง (สุราษฎร์ธานี, 2526)

กรรมวิธีการผลิตขนมจีนแป้งหมัก

จากการสอบถามคุณประชิด ศรีสวัสดิ์ (2530) ผู้ผลิตขนมจีนระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน ในจังหวัดนครราชสีมา สามารถสรุปขั้นตอนการผลิตได้ดังนี้

1. การหมัก เริ่มจากการล้างข้าวสารด้วยน้ำสะอาด เพื่อให้ปราศจากฝุ่นละอองและสิ่งเจือปน ใส่ข้าวสารลงหมักในกระบุงเพื่อให้ น้ำไหลผ่านได้ พรมน้ำบนข้าวสารทั้งเช้าและเย็น อาจคลุมด้วยใบตองหรือไม้คลุมก็ได้ ระหว่างการหมักอาจตั้งภาชนะผึ่งแดดไว้หรือในที่ร่ม ถ้ามีการผึ่งแดดข้าวสารจะมีสีขาว แต่ถ้าหมักไว้ในที่ร่มข้าวสารจะมีสีเหลืองออกส้ม โดยทั่วไป การผลิตระดับอุตสาหกรรมนิยมหมักข้าวสารไว้เป็นเวลา 2 วัน ส่วนการผลิตระดับพื้นบ้านจะหมักข้าวสารจนกระทั่งข้าวเปียกชุ่ม ซึ่งจะใช้เวลา 3-4 วัน
2. การไม่ หลังจากหมักข้าวแล้ว นำข้าวที่หมักไปล้าง แล้วไม่ด้วยไม้หินที่หมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ตัวไม่จะมีส่วนที่ปรับระยะห่างระหว่างไม้กับฐาน เพื่อให้แป้งที่ได้ละเอียดตามความต้องการ ไม่แป้งโดยหยอดข้าวลงในช่องที่ส่วนบนไม่สลับกับการใส่น้ำพอสมควร ไม่จนได้แป้งละเอียดตามความต้องการ
3. การนอนน้ำแป้ง ทำโดยนำแป้งที่ได้จากการไม่ใส่โอ่ง เติมน้ำสะอาด ใส่เกลือแล้วคนให้เข้ากัน ปล่อยให้ตกตะกอน น้ำที่อยู่เหนือแป้งจะมีสีเหลืองอ่อนและมีกลิ่นฉุน จะต้องถ่ายน้ำส่วนนี้ทิ้งแล้วเติมน้ำสะอาดลงไปแทน พร้อมกับใส่เกลือทุกครั้งที่เปลี่ยนน้ำ ทำเช่นนี้ 2-3 ครั้ง ตลอดช่วงระยะเวลาการนอนน้ำแป้งซึ่งจะใช้เวลา 1-2 วัน
4. การทับน้ำแป้ง นำแป้งที่ผ่านการนอนน้ำแป้งแล้ว มาใส่ถุงผ้าดิบแล้วมัดปากถุงด้วยเชือกให้แน่นทับด้วยของหนักจนแป้งหมาด โดยทั่วไปจะใช้เวลา 1

คืน

5. การทำให้แป้งสุกเป็นบางส่วน แป้งที่ผ่านการทับน้ำแล้ว จะมีลักษณะเป็นก้อน เนื้อแป้งจะเกาะกันแน่น ปั้นก้อนแป้งให้มีลักษณะเป็นก้อนกลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 ซม. นำไปต้มหรือนึ่งให้สุกเฉพาะผิวรอบนอก โดยให้แป้งสุกประมาณ 10% ของแป้งทั้งหมด ขั้นตอนนี้ จะมีผลต่อความเหนียวของขนมจีน เพราะถ้าแป้งสุกหรือดิบเกินไป เส้นขนมจีนจะขาดง่าย ไม่สามารถจับให้เป็นจับได้ และเนื้อสัมผัสจะไม่เหนียว

6. การนวดแป้ง นำแป้งที่ผ่านการต้มหรือนึ่งให้สุกเป็นบางส่วนแล้ว มานวดให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องนวด ซึ่งมีใบพัดติดกับแกนในแนวนอน และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับให้แกนหมุน นวดแป้งจนเข้ากันไม่เป็นเม็ด แล้วใส่น้ำร้อนทีละน้อยจนแป้งมีความหนืดที่เหมาะสม สังเกตจากการตักแป้งด้วยช้อนแล้วยกขึ้นสูง แล้วคว่ำว่าช้อนลงแป้งจะค่อย ๆ ไหลย่อยลงมา

7. การกรองแป้ง ใช้ผ้าขาวบางกรองแป้งที่นวดแล้ว แป้งหลังจากกรองจะมีความละเอียดโรยเป็นเส้นได้สะดวก แป้งที่ค้างอยู่บนผ้าใช้ไม่ได้จะทิ้งไป

8. การโรยเส้นขนมจีน ปัจจุบันใช้เครื่องจักรในการโรยเส้น โดยใช้มุดแป้งที่กรองแล้วจากอ่างแป้งมาตามท่อ ผ่านแผ่นโลหะกลมเจาะรู (ลักษณะคล้ายฝักบัวใช้อาบน้ำ แต่ละรูมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 มม.) เรียกว่า "แวน" ลงสู่ภาชนะต้มน้ำร้อน (อุณหภูมิประมาณ 90 °ซ.) ผู้โรยเส้นต้องเคลื่อนแวนวนไปรอบ ๆ ภาชนะและรักษาระยะห่างแวนกับระดับน้ำ ในภาชนะให้คงที่ เพื่อควบคุมขนาดของเส้นขนมจีนให้สม่ำเสมอ เส้นขนมจีนที่สุกแล้วจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ หลังจากเส้นขนมจีนลอยขึ้นมา ทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้สุกทั่วถึงกัน จะใช้ตะแกรงโลหะตักเส้นขึ้นจากน้ำร้อนนำไปจุ่มในน้ำเย็น แล้วนำไปใส่ในอ่างน้ำเพื่อจับเส้นให้เป็นจับขนมจีนต่อไป

9. การทำเส้นขนมจีนให้เป็นจับ จับเส้นขนมจีนซึ่งแช่อยู่ในอ่างน้ำ โดยใช้มือที่ถนัดหยิบเส้นขนมจีนขึ้นมาจากน้ำ เหยียดเส้นขนมจีนอย่าให้เส้นซ้อนกัน ประมาณ 7-8 นิ้ว พันเส้นขนมจีนที่นิ้วชี้ หรือนิ้วหัวแม่มือของอีกมือหนึ่ง ให้เส้นขนม

ไม่ทำการนี้ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงินห้อยลงมาตามขนาดของจับที่ต้องการ ใช้นิ้วมือเด็ดเส้นให้ขาดจากกัน วางขนมเงินในลักษณะคว่ำมือลงในกระดาษหรือแข็งที่ชุบด้วยใบตอง คลุมจับขนมเงินที่เรียงกันไว้ด้วยใบตอง ทั้งไว้สักครู่ เพื่อให้เส้นขนมเงินเกาะตัวกัน จึงล่ำลียงออกจำหน่ายแก่ผู้บริโภคต่อไป

การเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง

แป้งซึ่งใช้ผลิตขนมเงินนี้ เป็นแป้งที่ไม่ได้แยกองค์ประกอบอื่น ๆ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2499) เช่น โปรตีนออก เรียกแป้งชนิดนี้ว่า "ฟลาวซ์" ส่วนแป้งชนิดที่แยกองค์ประกอบอื่นออกเหลือแต่เม็ดแป้งอย่างเดี่ยว เรียกว่า "สตาร์ช" แป้งต่างชนิดจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ขนมเงินที่ได้ คือการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง การเกิดรีโทรเกรเดชัน เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำแป้งสุกซึ่งร้อนมีอุณหภูมิลดต่ำลง ขณะที่อุณหภูมิลดลงนั้นโมเลกุลอิสระของอะไมโลสซึ่งอยู่ใกล้กันจะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล ทำให้เกิดสภาพการจัดเรียงตัวของโมเลกุลขึ้นใหม่ (Collison, 1968) ในการเกิดพันธะทำให้โครงสร้างที่เกิดขึ้นสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นและเกิดเจลที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม (Ott และ Hester, 1965; Swinkles, 1985)

การเกิดรีโทรเกรเดชันโดยทั่วไปจะเกิดได้ดี เมื่อน้ำแป้งมีความเข้มข้นสูงและที่อุณหภูมิต่ำ แป้งแต่ละชนิดมีอัตราการเกิดรีโทรเกรเดชันแตกต่างกัน จากการทดลองของ Whistle และ Johnson (1948) พบว่าแป้งจากพืชธัญพืช พืชหัวจะมีอัตราการคืนตัวช้ากว่าแป้งจากธัญพืช ทั้งนี้เป็นเพราะแป้งจากพืชธัญพืช พืชหัวเมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวมากและเร็ว และเม็ดแป้งแตกง่าย ทำให้โมเลกุลแป้งทั้งหมดกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำแป้ง โมเลกุลของอะไมโลสจะมาจัดเรียงตัวกันใหม่ยาก แต่แป้งจากธัญพืช เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวน้อยกว่าเม็ดแป้งแตกน้อย โมเลกุลที่คลายตัวยังอยู่ใกล้ชิดจึงเคลื่อนที่จับกันใหม่ได้ง่าย ซึ่งอาจมีการจับกันระหว่างเม็ดแป้งที่พองตัวซึ่งอยู่ใกล้กัน หรือระหว่างชิ้นส่วนของเม็ดแป้ง หรือโมเลกุลอะไมโลสอิสระที่หลุดออกมา ทำให้เกิดสภาพเป็นโครงสร้างซึ่งยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนและสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ การมีอะไมโลเพคตินอยู่ด้วยทำให้อัตราการเกิดรีโทรเกรเดชันช้าลง เนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลเพคติน มีกิ่งก้านสาขาเกะกะ ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลยากขึ้น ซึ่งเป็นเหตุผลว่า แบ็งประเภทที่มีอะไมโลเพคตินสูง มีอัตราการเกิดริโทรเกรเดชั่นน้อยกว่าแบ็งชนิดอื่น (Whistler และ Johnson, 1948) ขนาดโมเลกุลของอะไมโลสในแบ็งแต่ละชนิด ก็มีผลในการเกิดริโทรเกรเดชั่นด้วย โมเลกุลอะไมโลสที่มีขนาดพอเหมาะในการเกิดพันธะ จะประกอบด้วยกลูโคสในช่วง 100-200 หน่วย ถ้าโมเลกุลมีขนาดใหญ่ เช่น แบ็งมันฝรั่ง ซึ่งมีกลูโคสประมาณ 1,000-6,000 หน่วย จะเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลได้ยาก (Swinkie, 1985) นอกจากนี้ ถ้าโมเลกุลสั้นจะมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ทำให้จับกันยากเช่นกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัตถุดิบ

1.1 แป้งข้าวเจ้า (rice flour) สำเร็จรูปชนิดไม่งน้ำ ตราช้าง ทะเล หก. ๕ กิโลกรัม ไรซ์ฟลาว

1.2 แป้งถั่วเขียว (mungbean starch) จากบริษัท วาลัญ จำกัด

อุปกรณ์

2.1 เครื่องนวดแป้ง (kitchen aid) รุ่น K5SS Hobart พร้อม หัวแบบธรรมดารูปใบไม้

2.2 อุปกรณ์เครื่องแก้วบางชนิด เช่น บีกเกอร์ขนาด 250 มล. กระบอกตวง 500 มล.

2.3 ตู้อบแบบลมร้อน ความจุอุณหภูมิได้จาก ๐-3๐๐ °ซ.

2.4 อุปกรณ์รีดเส้นขนมจีน (แฉ้น) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรู 1.5 มม.

2.5 ภาชนะสแตนเลส ได้แก่ กะละมัง ตะแกรง กระบวย

2.6 เครื่องชั่งสปริง และ เครื่องชั่งแบบคาน

2.7 เตาก๊าซ

2.8 เตไฟฟ้า (hot plate)

วิธีการ

1. ศึกษาผลของการทดแทนแป้งข้าวเจ้า บางส่วนด้วยแป้งถั่วเขียวต่อสมบัติของขนมจีนสำเร็จรูป โดยทดลองใช้แป้งถั่วเขียวทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณ ๐%, 5%, 10%, 15%, 20% และ 25% ตามสัดส่วนต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่ใช้ ทดแทนแป้งข้าวเจ้า (%)	นน. แป้งข้าวเจ้า (กรัม)	นน. แป้งข้าวเขียว (กรัม)	นน. แป้งข้าวที่นำ มาทำแป้งสุก (กรัม)
0	500	-	-
5	475	-	25
10	450	25	25
15	425	50	25
20	400	75	25
25	375	100	25

* ใช้แป้งข้าวเจ้า 25 กรัม ทำแป้งสุก

แป้งข้าวเขียวที่ใช้จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ นำมาทำแป้งเปียก 25 กรัม ที่เหลือจะปนไปพร้อมกับแป้งข้าวเจ้าดิบ การทำขนมจีนเริ่มโดยชั่งแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเขียว (ถ้ามี) ใส่ในเครื่องนวดแป้ง เตรียมแป้งเปียกจากแป้งข้าวเขียวโดยตวงน้ำ 50 มล. ผสมกับแป้งข้าวเขียว 25 กรัม กวนผสมให้ทั่วจนได้เป็นน้ำแป้ง เทน้ำเดือด 300 มล. ใส่แป้งตั้งกล้าว พร้อมกับคนผสมทันทีโดยแรง และรวดเร็ว จะได้แป้งเปียกของแป้งข้าวเขียวซึ่งมีลักษณะใส สีเขียวจาง ๆ เหนียวหนืด ผสมแป้งเปียกกับแป้งในเครื่องนวด เติมน้ำลงไปอีก 100 มล. เมื่อส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ตักส่วนผสมใส่ที่รีดเส้น (แวน) ทำการรีดส่วนผสมผ่านแวนลงในน้ำร้อน (อุณหภูมิประมาณ 90 °ซ.) เส้นจะลอยขึ้นบนผิวน้ำเมื่อสุก ปล่อยให้เส้นอยู่ในน้ำร้อน 2-3 นาที จึงตักขึ้น นำมาใส่น้ำเย็นแล้วจับเส้นให้เป็นจับขนมจีนต่อไป

2. ศึกษาผลของการแช่แข็งต่อสมบัติของขนมจีนสำเร็จรูป โดยแบ่งเส้นขนมจีนส่วนหนึ่งแช่แข็งที่อุณหภูมิ -5 °ซ. เป็นเวลา 24 ชม. นำออกมาละลายน้ำแข็ง แล้วอบจนแห้ง เส้นอีกส่วนหนึ่งจะนำไปอบแห้งที่สภาวะเดียวกันทันทีโดยไม่ผ่านการแช่แข็งก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การตรวจวิเคราะห์

3.1 ศึกษาอัตราการทำแห้ง โดยหาความชื้นของเส้นขนมจีนขณะอบแห้งที่เวลาต่างๆ กัน (ภาคผนวก ก.) และเขียนกราฟระหว่าง% ความชื้นกับเวลา

3.2 ศึกษาอัตราการคืนรูปของขนมจีนแห้ง โดยวัดในรูปของน้ำหนักตัวอย่างซึ่งคืนรูปเปียก/น้ำหนักตัวอย่างแห้ง 1 กรัม ที่เวลาต่าง ๆ กัน (ภาคผนวก ก.) เขียนกราฟระหว่างสัดส่วนน้ำหนักกับเวลา

3.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยเชิญอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สจ.ล. เป็นผู้ทดสอบจำนวน 10 คน ทำการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของเส้นสำเร็จรูปที่ยังไม่ได้คืนรูปในด้านสี ลักษณะปรากฏของเส้น และตำหนิโดยใช้แบบสอบถาม ข.1 ส่วนเส้นคืนรูปเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านเนื้อสัมผัส สี ลักษณะปรากฏของเส้น และตำหนิโดยใช้แบบสอบถาม ข.2 แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial design เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของคะแนนจากผู้บริโภค โดยวิธี Duncan's new multiple range test.

ผลและวิจารณ์

1. อัตราการทำแห้งของขนมจีน

เมื่อศึกษาอัตราการทำแห้งของเส้นขนมจีนที่มีสัดส่วนแป้งถั่วเขียว 0%, 5%, 10%, 15%, 20% และ 25% ตามลำดับ ซึ่งไม่ได้ผ่านการแช่แข็งก่อนอบในตู้อบแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °ซ. เป็นเวลา 4 ชม. นำมาเขียนกราฟแสดงอัตราการทำแห้งระหว่างความชื้นกับเวลา (ภาพที่ 1) ปรากฏว่าเส้นกราฟทั้ง 6 เส้นมีความลาดเอียงใกล้เคียงกัน และได้ผลการทดลองในทำนองเดียวกันในกรณีที่น่าเส้นขนมจีนไปแช่แข็งก่อนอบแห้ง (ภาพที่ 2) ดังนั้นจะเห็นว่าการใช้แป้งถั่วเขียวเพื่อทดแทนแป้งข้าวเจ้านั้นไม่มีผลทำให้อัตราการทำแห้งของขนมจีนเปลี่ยนไป

เมื่อเปรียบเทียบภาพที่ 1. และภาพที่ 2. ในกรณีของการแช่แข็งก่อนการทำแห้งนั้น ปรากฏว่าเส้นกราฟทั้งหมดของทั้ง 2 ภาพมีความลาดเอียงใกล้เคียงกัน แสดงว่าการแช่แข็งเส้นขนมจีนก่อนอบแห้ง ไม่มีผลต่ออัตราการทำแห้งของเส้น ซึ่งผลการทดลองนี้จะสอดคล้องกับการทดลองของวิเชียร (2525) คือ การแช่แข็งวันเส้นก่อนอบแห้ง ไม่มีผลต่ออัตราการทำแห้ง แต่จะช่วยป้องกันการติดกันของเส้นหลังผ่านการทำแห้งแล้ว

2. อัตราการดูดซึมของขนมจีนก่อนคั้นรูป

เมื่อนำเส้นขนมจีนแห้ง ที่มีสัดส่วนของแป้งถั่วเขียว 0%, 5%, 10%, 15%, 20% และ 25% ตามลำดับ โดยผ่านการแช่แข็งและไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนทำเป็นเส้นแห้งมาหาอัตราคั้นรูปโดยแช่น้ำเดือด 20 นาที นำมาเขียนกราฟเปรียบเทียบอัตราคั้นรูประหว่างสัดส่วนของน้ำหนักรูปเปียก/น้ำหนักรูปแห้ง 1 กรัม กับเวลา แสดงในภาพที่ 3 และภาพที่ 4 จะเห็นว่าเส้นกราฟทั้ง 6 เส้นของแต่ละภาพมีความลาดเอียงใกล้เคียงกัน แสดงว่าสัดส่วนของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในการทำขนมจีนนั้น ไม่มีผลต่ออัตราคั้นรูปของเส้นขนมจีนแห้ง

เมื่อเปรียบเทียบผลของการแช่แข็งเส้นก่อนอบแห้ง ต่อการดูดน้ำกลับของขนมจีนก่อนคั้นรูปจาก ภาพที่ 3. และภาพที่ 4. ช่วงระยะเวลา 10 นาทีแรกนั้น เส้นขนมจีนที่ผ่านการแช่แข็งก่อนทำแห้ง จะมีอัตราการเพิ่มของความชื้นมากกว่า นั่นคือมีการดูดน้ำกลับคืนได้ดีกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการแช่แข็งก่อนอบแห้งมีความพรุนหรือมีโพรงอากาศภายในเส้นแห้ง เนื่องจากการแช่แข็งอย่างช้า ๆ น้ำอิสระที่แทรกอยู่ระหว่างโมเลกุลรวมตัวกันเป็นผลึกน้ำแข็งอย่างช้า ๆ และผลึกมีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ (เยาวัลักษณ์, 2530) แทรกอยู่ในเส้นขนมจีน เมื่อทิ้งให้น้ำแข็งละลาย น้ำอิสระนี้ยังคงถูกตรึงไว้โดยโมเลกุลของแป้งต่อไป โดยมีบางส่วนเท่านั้นที่ละลายออกมาจากเส้นขนมจีน ส่วนเส้นยังคงความพรุนไว้ไม่ติดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เพราะการเกิดรีโทรเกรเดชันในช่วงลดอุณหภูมิ ประกอบกับความแข็งแรงของโครงสร้างของเส้นขนมจีน กล่าวคือ เมื่อแป้งเกิดรีโทรเกรเดชันจะมีการจับเรียงตัวเป็นโครงสร้างตาข่ายการแช่แข็งแบบช้า จะทำให้น้ำภายในเกิดเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่แทรกอยู่ในโครงสร้างของแป้ง เมื่อนำมาละลายน้ำแข็งผลึกน้ำแข็งส่วนหนึ่งจะละลายไป ถ้าโครงสร้างของแป้งแข็งแรงก็จะเหลือรูพรุนซึ่งเคยมีผลึกน้ำแข็งอยู่ ทำให้แป้งมีลักษณะโปร่งเมื่อนำไปอบแห้ง ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Lii และคณะ (1977) คือวันเส้นที่ผ่านการแช่แข็งแล้วทำให้เส้นกระด้าง แข็งขึ้น

3. คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการคั้นรูปทั้งหมดมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนตามความชอบทั้งหมด 5 ระดับ สำหรับสมบัติต่าง ๆ ของขนมจีน จะได้ผลดังนี้

3.1 สมบัติด้านสี

จากตารางภาคผนวก ง.1 พบว่าปริมาณของแป้งข้าวเขียวที่ใช้ทดแทนมีผลต่อสีของขนมจีนก่อนคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 1. พบว่าขนมจีนที่มีปริมาณแป้งข้าวสูงจะมีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าขนมจีนที่มีปริมาณแป้งข้าวต่ำและแป้งข้าวเจ้าล้วน เพราะ

แป้งถั่วเขียวทำให้เส้นแห้งนั้นใสขึ้นและมีสีเขียวมากขึ้น เมื่อพิจารณาในกรณีของการแช่แข็ง (ตารางภาคผนวก ง.1) พบว่าการแช่แข็งก่อนอบแห้งไม่มีผลต่อสีของเส้นขนมจีนก่อนคืนรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางภาคผนวก ง.5 พบว่าปริมาณของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทนมีผลต่อสีของเส้นขนมจีนหลังคืนรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 2. พบว่าขนมจีนที่มีปริมาณแป้งถั่วเขียวสูง จะมีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าขนมจีนที่มีปริมาณแป้งถั่วเขียวต่ำและแป้งข้าวเจ้าล้วนเพียงเล็กน้อย เพราะสีของเส้นขนมจีนมีความแตกต่างกันน้อย ปริมาณแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นทำให้สีของเส้นใสขึ้นเล็กน้อย และทำให้สีไม่ค่อนสมมาเสมอ อาจเนื่องมาจากแป้งทั้ง 2 ชนิด ผสมกันไม่ทั่ว เมื่อพิจารณาในกรณีของการแช่แข็ง (ตารางภาคผนวก ง.5) พบว่าการแช่แข็งก่อนอบแห้งไม่มีผลต่อสีของเส้นขนมจีนหลังคืนรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 สมบัติด้านลักษณะปรากฏของเส้น

จากตารางภาคผนวก ง.2 พบว่าปริมาณของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทนมีผลต่อลักษณะปรากฏของเส้นขนมจีนก่อนคืนรูป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 1 พบว่าขนมจีนที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าล้วนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวลงไป ทำให้คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แสดงว่าแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ผู้บริโภคยอมรับด้านลักษณะปรากฏของเส้น และสัดส่วนถั่วเขียว 5% ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วนปริมาณแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มมากขึ้นกว่า 5% มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับอยู่ระดับหนึ่งซึ่งต่ำกว่าสัดส่วน 5% เล็กน้อย อาจเป็นเพราะแป้งถั่วเขียวที่ปริมาณมากทำให้เส้นไม่เกาะกลุ่มกัน ซึ่งทำให้ลักษณะจับของขนมจีนไม่เรียงเส้นกัน เมื่อเทียบกับแป้งข้าวเจ้าล้วนยังคงดีกว่า เพราะแป้งข้าวเจ้าล้วน จะมีการจับของเส้นมากดูเป็นก้อนมากกว่าเป็นจับ พิจารณากรณีการแช่แข็ง (ตารางภาคผนวก ง.2) ของเส้นก่อนอบแห้งพบว่าไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของเส้นก่อนคืนรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางภาคผนวก ง.6 พบว่าปริมาณของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทน มีผลต่อลักษณะปรากฏของเส้นขนมจีนหลังคั้นรูป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 2 พบว่าขนมจีนที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าล้วนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวลงไป ทำให้คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แสดงว่าแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ผู้บริโภคยอมรับด้านลักษณะปรากฏของเส้น และสัดส่วนแป้งถั่วเขียว 5% ได้รับการยอมรับมากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด เพราะทำให้ลักษณะของเส้นเรียงตัวกันได้ดีกว่า ส่วนปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มากกว่านี้ทำให้เส้นไม่ค่อยเกาะกลุ่มกัน แต่ยังคงดีกว่าแป้งข้าวเจ้าล้วน ซึ่งเส้นเกาะเป็นกลุ่มก้อนมากกว่าเป็นจับ พิจารณาการแช่แข็ง (ตารางภาคผนวก ง.6) ของเส้นก่อนอบแห้ง พบว่ามีผลต่อลักษณะปรากฏของเส้นหลังคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ย (ตารางที่ 2) พบว่าที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียว 10%, 15% และ 20% การแช่แข็งมีผลมากคือทำให้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันมาก แต่ลักษณะปรากฏของเส้นหลังคั้นรูปมีปัจจัยที่ทำให้การให้คะแนนคลาดเคลื่อนคือ ลักษณะจับของเส้นอาจไม่ถูกใจไม่ตรงกับทฤษฎีของผู้บริโภค ขนาดจับไม่สม่ำเสมอบ้าง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยสลับกันไปมาในด้านลักษณะปรากฏของเส้น

3.3 สมบัติด้านตำหนิ

จากตารางภาคผนวก ง.3 พบว่าปริมาณของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทน มีผลต่อการเกิดตำหนิ คือรอยร้าว รอยแตก และการหักของเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 1 พบว่าขนมจีนที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าล้วนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวลงไปทำให้คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แสดงว่าแป้งถั่วเขียวทำให้การเกิดตำหนิลดลงในผลิตภัณฑ์ขนมจีนแห้ง ทั้งนี้ เพราะแป้งถั่วเขียวที่ผสมลงไปมีผลให้โครงสร้างของเส้นขนมจีนแข็งแรงขึ้นไม่แตกหัก ร้าวง่าย หลังจากผ่านการอบแห้งแล้ว สัดส่วน 5% ได้รับการยอมรับมากที่สุด ถ้าสัดส่วนแป้งถั่วเขียวเพิ่มขึ้นเป็น 10%, 15%, 20% และ 25% แล้วจะมีคะแนนการยอมรับใกล้เคียงกัน แสดงว่าการใช้แป้งถั่วเขียวมากขึ้นจึงไม่จำเป็น เพราะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต เนื่องจากแป้งถั่วเขียวมีราคาแพงกว่าแป้งข้าวเจ้า พิจารณาการแช่แข็ง (ตารางภาคผนวก ง.3) ของเส้นก่อนอบแห้ง พบว่าไม่มีผลต่อการเกิดตำหนิของเส้นก่อนคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ

จากตารางภาคผนวก ง.7 พบว่าปริมาณของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทน มีผลต่อการเกิดตำหนิของเส้นขนมจีนหลังคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 2 พบว่าขนมจีนที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าล้วนมีคะแนนเฉลี่ยในเกณฑ์ต่ำ เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวลงไปทำให้คะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น แสดงว่าแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ผู้บริโภคยอมรับในด้านการเกิดตำหนิลดลง พิจารณากรณีการแช่แข็ง (ตารางผนวก ง.7) ของเส้นก่อนอบแห้ง พบว่ามีผลต่อการเกิดตำหนิของเส้นขนมจีนหลังคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ย (ตารางที่ 2) พบว่าที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียว 10%, 15% และ 20% การแช่แข็งจะทำให้ตำหนิมากขึ้น เพราะความพรุนของเส้นทำให้ความแข็งแรงของเส้นลดลง เส้นจึงเปราะ มีผลให้คะแนนต่ำกว่ากรณีที่ไม่แช่แข็ง และที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียว 5% และ 25% ได้รับการยอมรับมากที่สุด แต่กรณีการไม่แช่แข็งทุกสัดส่วนของแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นมีระดับคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกันซึ่งสูงกว่าแป้งข้าวเจ้าล้วนมาก แสดงว่าการแช่แข็งมีผลทำให้ตำหนิของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ทำให้เกิดตำหนิการแตกหักของเส้นหลังคั้นรูปแล้ว การให้คะแนนอาจคลาดเคลื่อนเนื่องจากเส้นแตกหักระหว่างคั้นรูปในน้ำเดือด การเคลื่อนย้ายจับขนมจีนหลังจากคั้นรูปเรียบร้อยแล้ว ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการคลาดเคลื่อนดังกล่าว

3.4 สมบัติด้านเนื้อสัมผัส

จากตารางภาคผนวก ง.4 พบว่าปริมาณของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทน และการแช่แข็งก่อนอบแห้งมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นขนมจีนหลังคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 2 พบว่ากรณีของการไม่แช่แข็งก่อนอบแห้งปริมาณแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ผู้บริโภคยอมรับมากขึ้น แสดงว่าปริมาณแป้งถั่วเขียวช่วยเพิ่มความเหนียวของเส้นคั้นรูปแล้ว ส่วนเส้นที่แช่แข็งก่อนอบแห้งปริมาณแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลให้ผู้บริโภคยอมรับมากขึ้น เมื่อพิจารณาจากทั้ง 2 กรณีแล้วพบว่า การแช่แข็งมีผลให้การยอมรับน้อยลงที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ โดยเฉพาะที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียว 15%, 20% และ 25% จะเห็นได้ชัดเจนว่ามีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการแช่แข็งก่อน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำแห้งทำให้เส้นขนมจีนหลังคั้นรูปมีความเหนียวของเส้นลดลง เนื่องจากเกิดผลึกน้ำแข็งแทรกตามโครงสร้างของเส้นขนมจีนซึ่งเป็นแป้งที่ผ่านการเกิดริโทเรเกอร์เดชั่นแล้ว เส้นจึงมีรูปทรงหลังจากน้ำแข็งละลายลักษณะเนื้อสัมผัสจึงเสียไป

ตารางที่ 1 แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ ด้านประสาทสัมผัสของเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูป

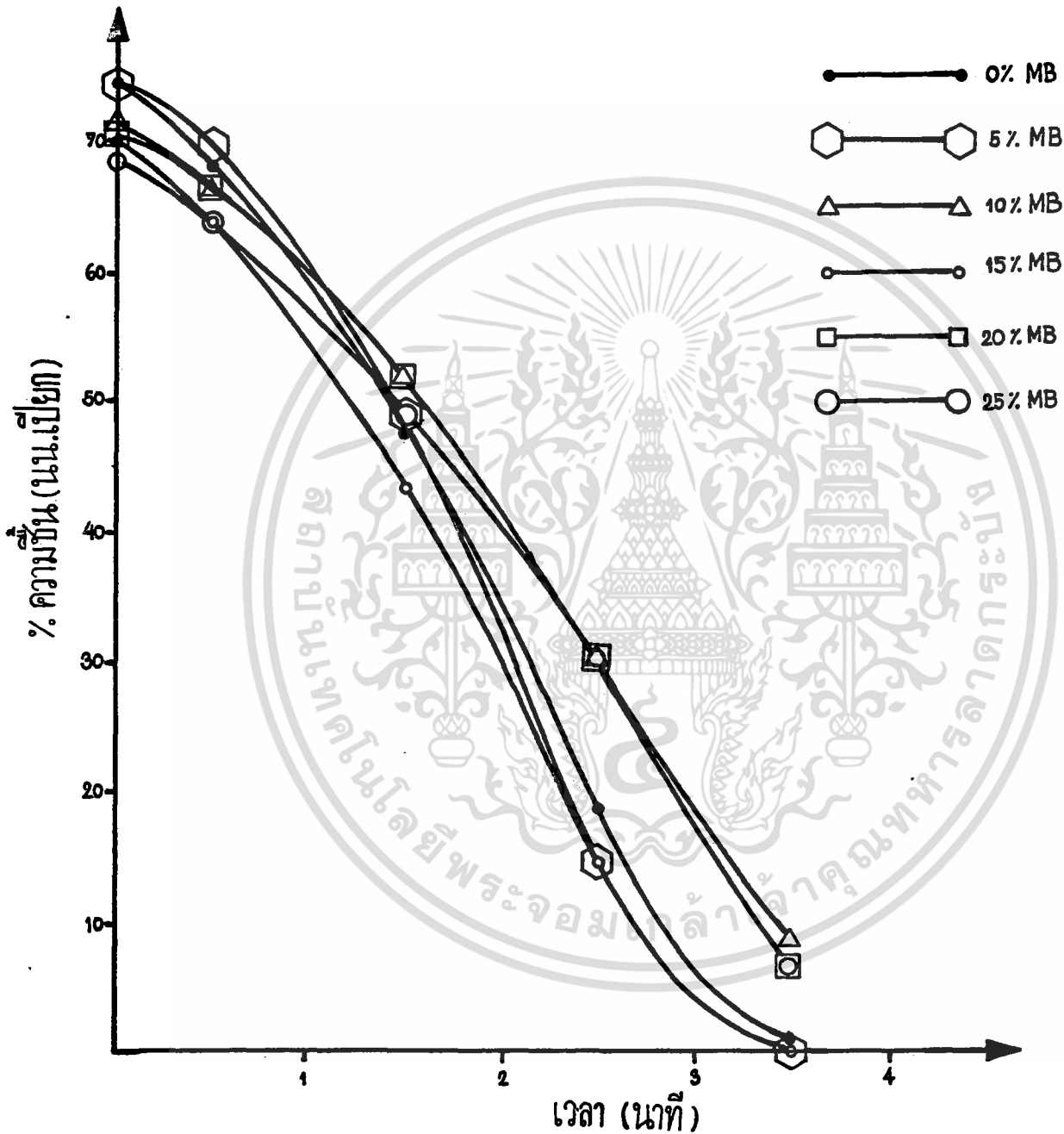
สัดส่วนแป้งถั่วเขียว (%)	ระดับคะแนนเฉลี่ย					
	สี		ลักษณะปรากฏของเส้น		ตำหนิ	
	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง
0	3.8 _b	3.6 _b	1.9 _b	1.7 _b	1.9 _b	1.4 _b
5	4.3 _a	4.7 _a	4.0 _a	4.3 _a	4.2 _a	4.1 _a
10	4.0 _a	3.8 _a	3.4 _a	3.6 _a	3.5 _a	3.6 _a
15	2.2 _b	3.2 _b	1.9 _b	3.4 _a	1.7 _b	3.4 _b
20	2.9 _b	2.9 _b	3.5 _a	3.1 _b	3.1 _b	3.2 _b
25	2.9 _b	2.8 _b	3.4 _b	3.3 _b	3.3 _b	3.6 _a

* หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 2 แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ ด้านประสาทสัมผัสของเส้นขนมจีน
หลังคืนรูป

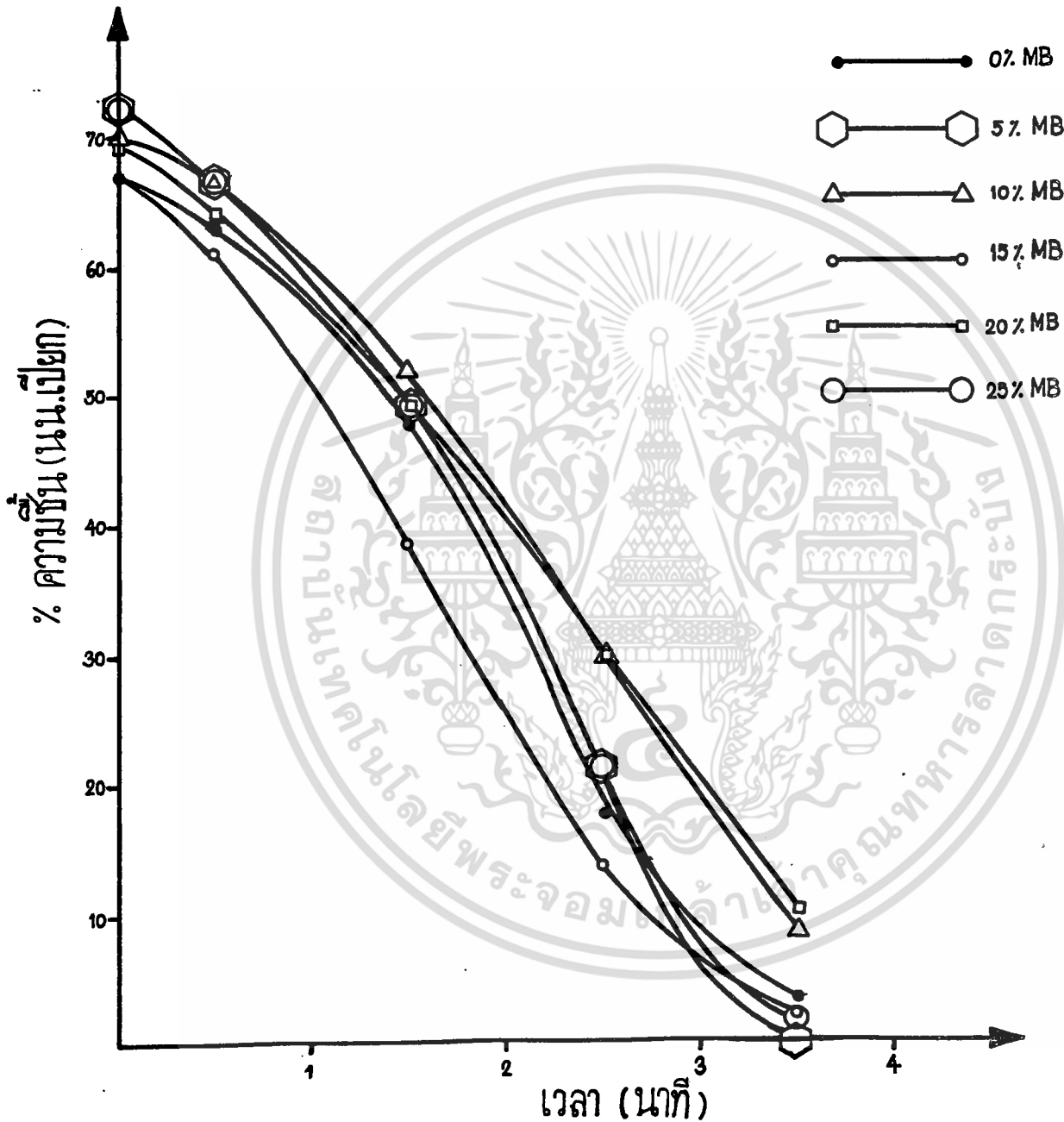
สัดส่วนแบ่ง ถั่วเขียว (%)	ระดับคะแนนเฉลี่ย							
	เนื้อสัมผัส		สี		ลักษณะปรากฏของเส้น		ตำหนิ	
	แข็ง	ไม่แข็ง	แข็ง	ไม่แข็ง	แข็ง	ไม่แข็ง	แข็ง	ไม่แข็ง
0	2.6 _b	2.8 _b	3.6 _a	3.4 _a	2.0 _b	1.7 _b	2.0 _b	1.3 _b
5	3.2 _a	2.7 _b	3.8 _a	3.9 _a	4.0 _a	4.0 _a	3.6 _a	4.0 _a
10	2.8 _b	3.2 _b	3.5 _a	3.4 _a	2.8 _b	3.8 _a	2.1 _b	3.7 _a
15	2.8 _b	3.7 _a	2.4 _b	3.5 _a	1.8 _b	3.4 _a	1.3 _b	3.5 _a
20	3.2 _a	4.2 _a	3.2 _b	3.6 _a	2.9 _b	3.2 _b	2.9 _b	3.4 _a
25	2.9 _b	3.5 _a	3.4 _a	2.9 _b	3.7 _a	3.2 _b	3.8 _a	3.7 _a

* หมายถึง ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



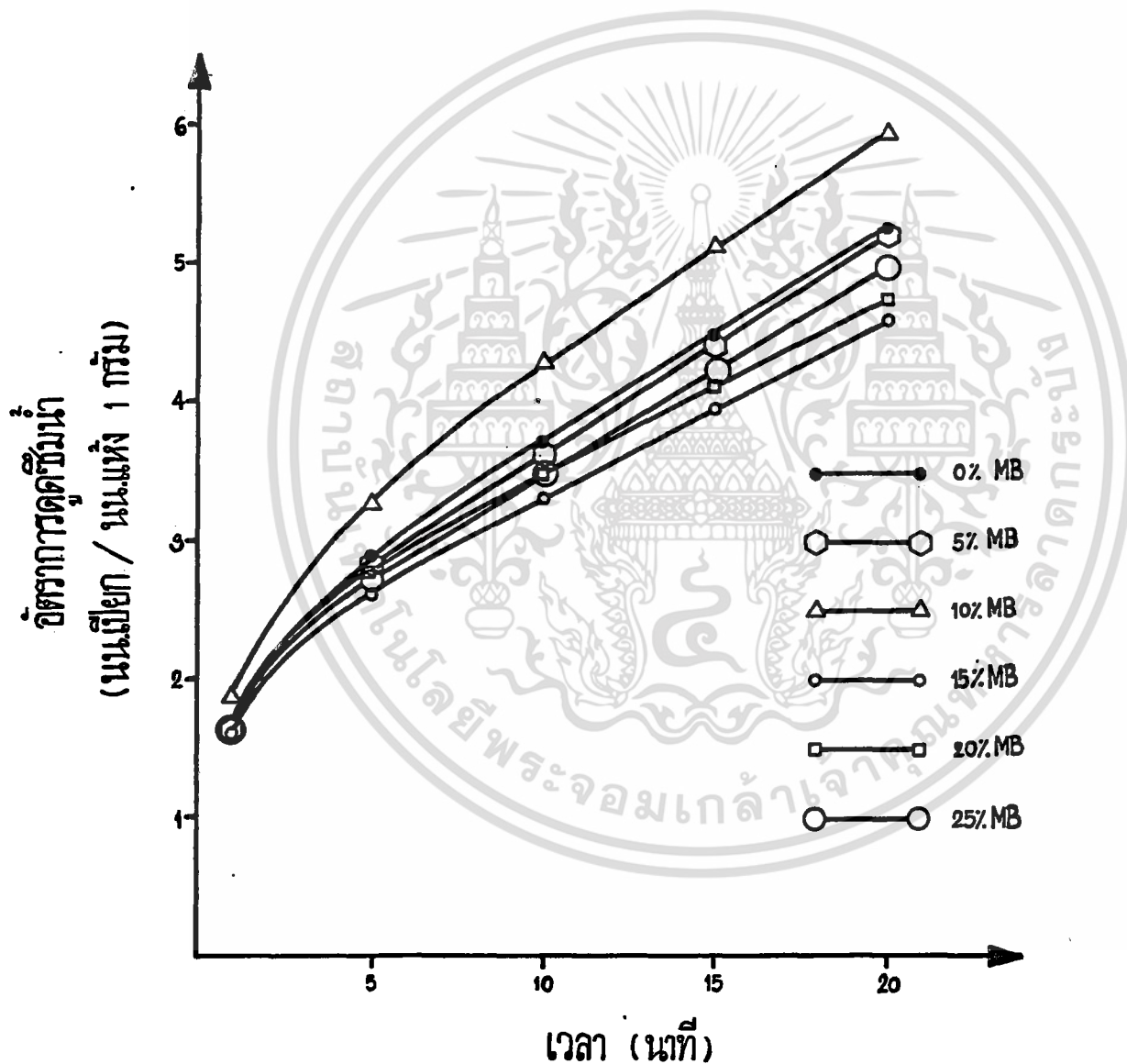
ภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการแห้งของขนมจีนซึ่งมีสัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่างๆและไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



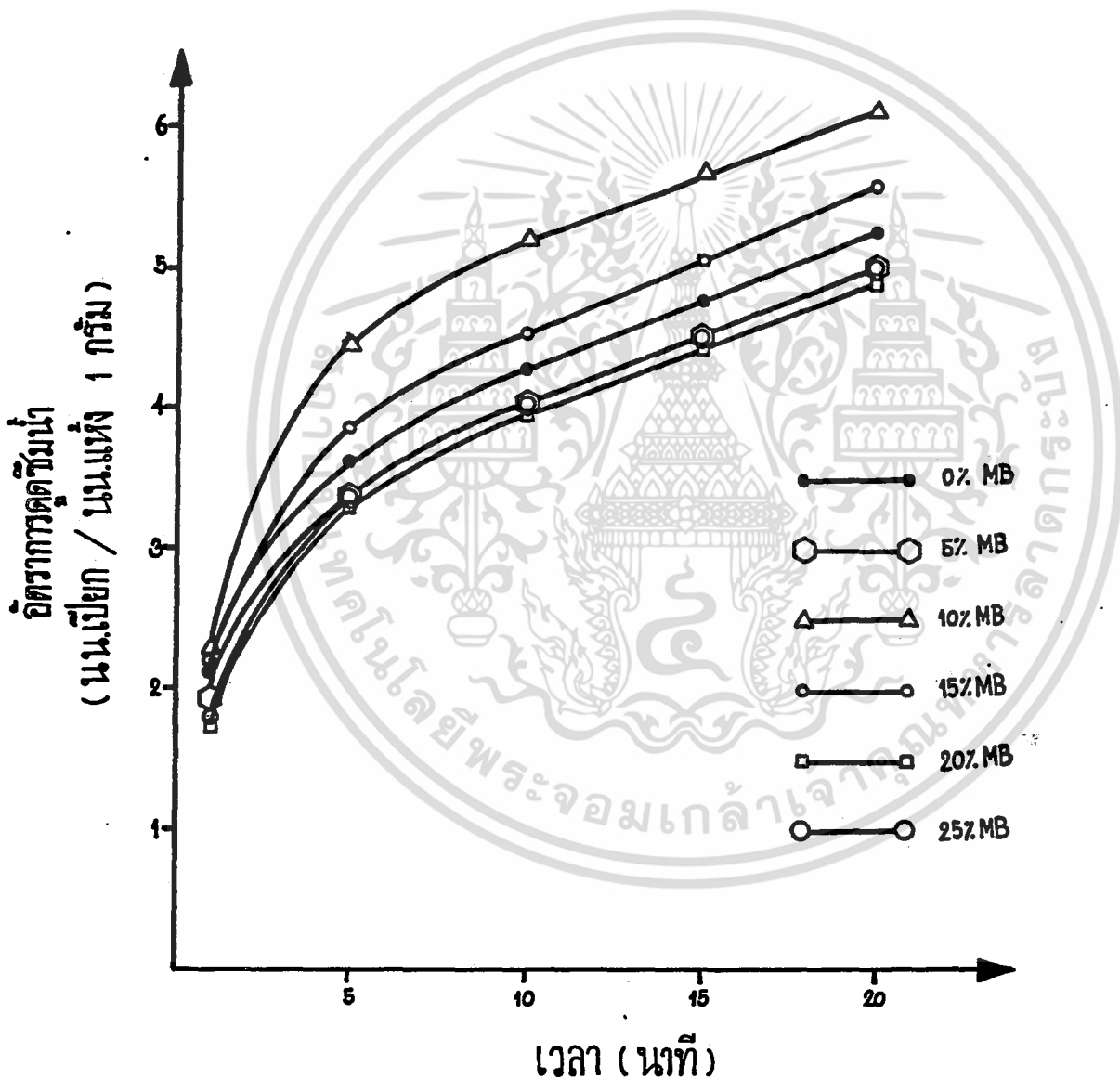
ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการทำแห้งของบวมเงินซึ่งมีสัดส่วนแป้งตัวเหี่ยวต่างๆและผ่านการแช่แข็งก่อนอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของขมิ้นเมื่อนำมาคั้นรูปซึ่งมีสัดส่วนแป้งตัวเขียวต่างๆและไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

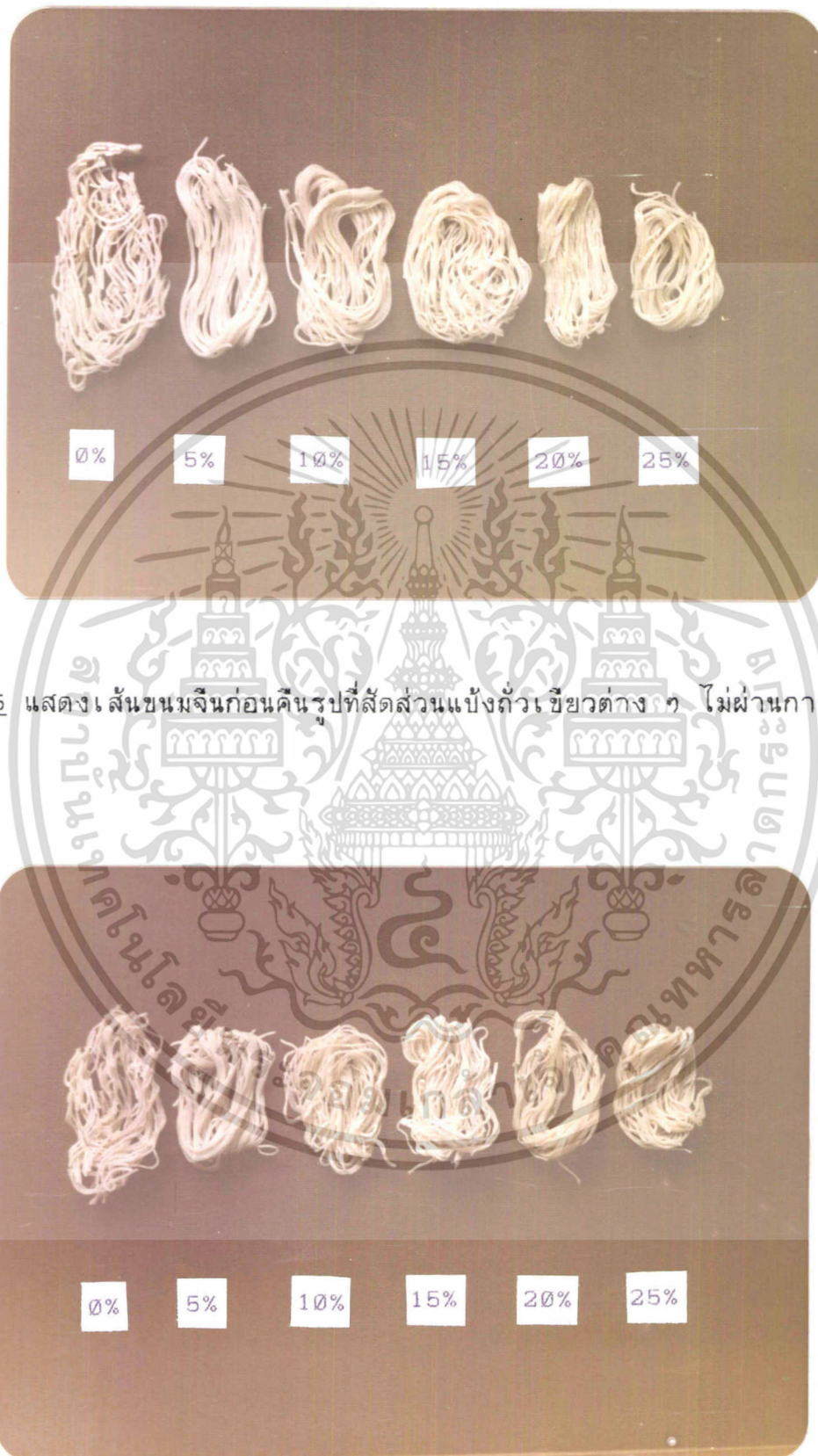


ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของขมจีนเมื่อนำมาคั้นรูปซึ่งมีสัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่างๆและผ่านการแช่แห้งก่อนอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข อนุญาตให้นำไปใช้

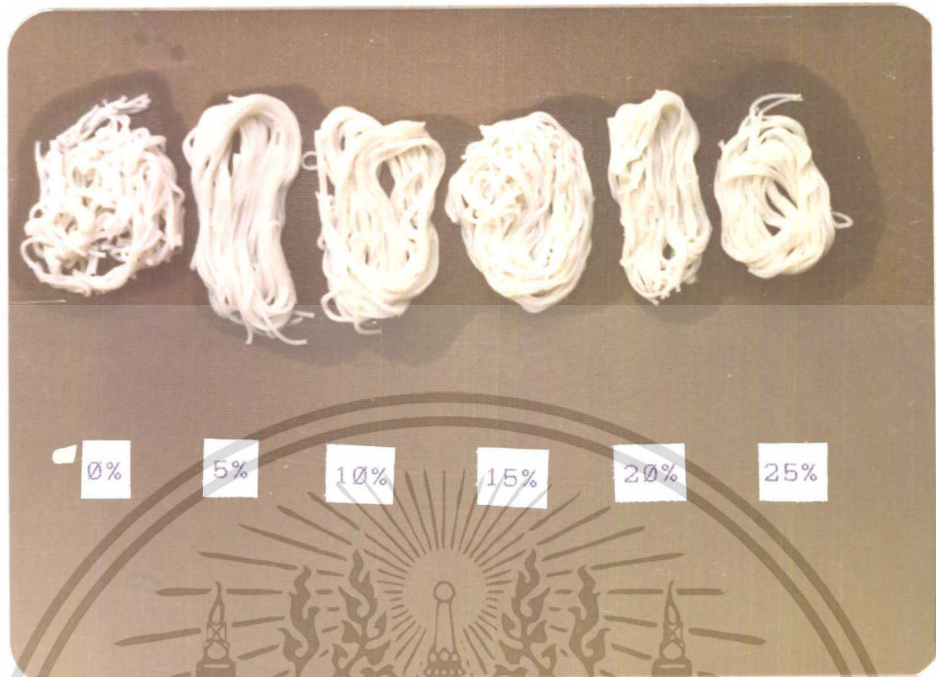
ไม่ว่ากรรมสิทธิ์ทางลิขสิทธิ์หรือสิทธิอื่นใดในเอกสารนี้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

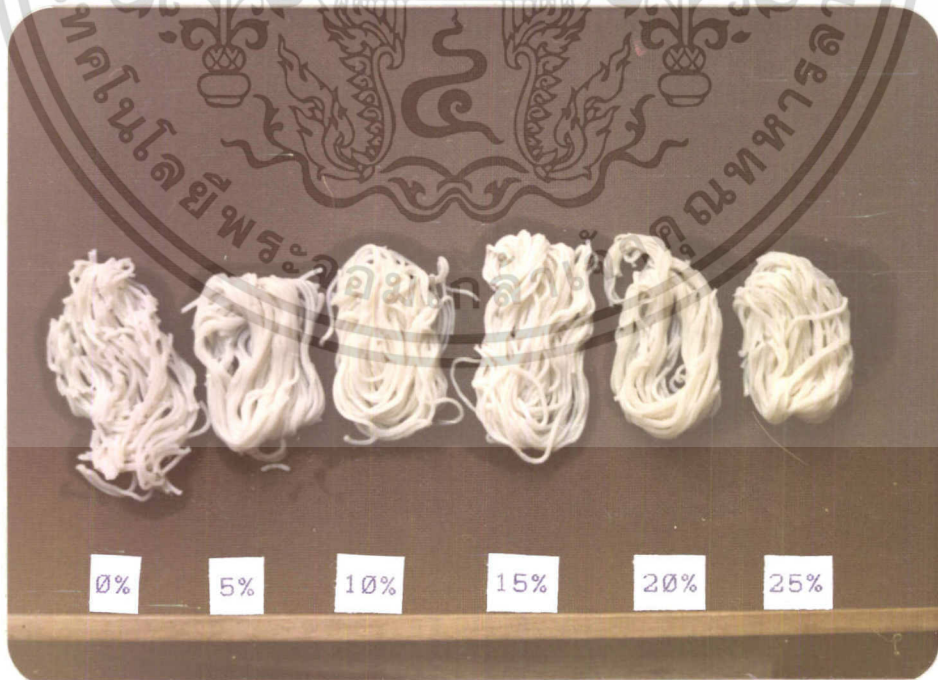


ภาพที่ 5 แสดงเส้นขนนจิ้งก่อนคืนรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่างๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง

เอกสารที่ ๕ เอ็มเอแสดงเส้นขนนจิ้งก่อนคืนรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่างๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงเส้นขนมจีนหลังคืนรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง



ภาพที่ 8 แสดงเส้นขนมจีนหลังคืนรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่านการแช่แข็ง

เอกสารเป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

1. สัดส่วนของแบงก์ถั่วเขียวที่ใช้ทดแทนคือ 0%, 5%, 10%, 20% และ 25% มีผลต่ออัตราการทำแห้ง อัตราการคินรูปของผลิตภัณฑ์ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป เพราะแบงก์ถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้น ไม่ทำให้โครงสร้างความชื้นของขนมจีนก่อนอบแห้ง เปลี่ยนไป ดังนั้น อัตราการทำแห้งและอัตราการคินรูปที่สัดส่วนแบงก์ถั่วเขียวต่าง ๆ กัน จึงใกล้เคียงกัน แต่สัดส่วนของแบงก์ถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี ลักษณะปรากฏของเส้น ตำหนิ เนื้อสัมผัสของขนมจีนก่อนและหลังการคินรูป คือทำให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคลดลง

2. การแช่แข็งเส้นขนมจีนก่อนการอบแห้ง ไม่มีผลต่ออัตราการทำแห้ง และคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส ได้แก่สี ลักษณะปรากฏของเส้น ตำหนิของเส้นก่อนคินรูปและสีของขนมจีนหลังคินรูป แต่มีผลต่อลักษณะปรากฏของเส้น ตำหนิ เนื้อสัมผัสของเส้นหลังคินรูป และการแช่แข็งมีผลต่อช่วงแรกของอัตราการคินรูปคือทำให้เส้นแห้งคินรูปได้รวดเร็ว แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคในกรณีของการแช่แข็งกับไม่แช่แข็งแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น แต่ก็มีผลต่อสมบัติด้านเนื้อสัมผัส คือการไม่แช่แข็งก่อนอบแห้งจะได้รับการยอมรับมากกว่าและการแช่แข็งทำให้การพิจารณาคะแนนกรณีปริมาณถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นผิดพลาด

จากการศึกษาผลของสัดส่วนแบงก์ถั่วเขียวต่าง ๆ และการแช่แข็งในกระบวนการผลิต พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปที่ดีที่สุดคือ สัดส่วนแบงก์ถั่วเขียว 5% และไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนทำแห้ง เพราะผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ประกอบกับเป็นการลดต้นทุนเนื่องจากแบงก์ถั่วเขียวมีราคาแพง และปริมาณแบงก์ถั่วเขียวที่มากขึ้นก็ไม่ทำให้การยอมรับด้านประสาทสัมผัสดีขึ้นไป เพียงแต่อยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าแบงก์ข้าวเจ้าล้วนเท่านั้น จึงไม่จำเป็นที่จะเพิ่มปริมาณของแบงก์ถั่วเขียวเกิน 5% กรณีการแช่แข็ง แม้ว่าจะคินรูปได้รวดเร็วในการเตรียมบริโภค แต่ทำให้สมบัติด้านประสาทสัมผัสเสียไปและ เป็นการเพิ่มขึ้นตอนและเวลาในกระบวนการผลิตอีก ฉะนั้นผลิตภัณฑ์จึงไม่จำเป็นต้องผ่านการแช่แข็งก่อนอบแห้ง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ 2499. การศึกษาการทำแป้งข้าวเจ้า รายงานกิจกรรม
ของกรมวิทยาศาสตร์ เล่มที่ 19 63 น.

ณรงค์ นิยมวิทย์ 2528. ขนมหจีน อาหาร15(3) 123-129 น.

นิรนาม 2527. ประวัติขนมหจีน สกุลไทย 30(1532) 46-47 น.

เขาวลัักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ 2530. เอกสารประกอบการสอนอุตสาหกรรมการ
แปรรูปผักและผลไม้ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ

ประชิด ศรีสวัสดิ์ 2530. สัมภาษณ์ โรงงานผลิตขนมหจีนศรีสวัสดิ์ นครราชสีมา

วิเชียร วรพุทธพร 2525. ศึกษาการทำวันเส้นและข้าวหริ่มจากแป้งถั่วมะแะพันธุ์
ต่าง ๆ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน กรุงเทพฯ

ศิริลักษณ์ สีนธวาลัย 2525. ทฤษฎีอาหารเล่ม 3 คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน กรุงเทพฯ 270 น.

สิริพร จันทนา 2529. ผลของการหมักที่มีต่อปริมาณโปรตีนในขนมหจีน ปัญหาพิเศษ
ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน กรุงเทพฯ

สุรางค์รัตน์ คัมภีรยส 2526. ขนมหจีน 50-121 น. ในณรงค์ นิยมวิทย์ (ผู้รวบรวม)
ผลิตภัณฑ์จากธัญชาติและพืชหัว เล่มที่ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
กรุงเทพฯ

อนงค์ วรอุไร 2529. การศึกษาอัตราการทำแห้งและอัตราการดูดซึมน้ำ อ่าง
โดย อนงค์ วรอุไร ขบวนการแปรรูปอาหาร 2 สถาบันเทคโนโลยีพระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Collison, R. 1968. Swelling and gelation of starch, PP. 168-193. In J.A. Radley (ed.). Starch and its Derivatives. Chapman and Hall ltd. London.

Lii, C.Y. and Lineback 1977. Characterization and comparison of cereal starches. Cereal Chem. 54;138-149 P.

Ott, M. and E.E. Hester 1965. Gel formation as related to concentration of amylase and degree of starch swelling. Cereal Chem; 476-484 P.

Swinkles, J.J.M. 1985. Starch, Source, Chemistry and Physics, PP 1-45. In G.M.A. Van Beynum and J.A. Rolesc (eds.). Starch Conversion Technology. Marcel Dekker, Inc., New York

Toyodo, T., W. Daengsubha, P. Saisithi and M. Kozaki 1979. Acid Forming Bacteria From Fermented Rice Noodle. Annual Reports of International Center of Cooperative Research and Development in Microbial Engineering Ooka Univ. Japan (2); 273 P.

Whistler, R.L. and C. Johnson 1948. Effect of acid hydrolysis on the retrogradation of amylose. Cereal Chem. 25; 418-424 P.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

วิธีวิเคราะห์

1. การหาอัตราค่าตอบแทนของตัวอย่าง (อนงค์, 2529)

1. ชั่งน้ำหนักตะแกรงชนมจีน (a)

2. นำชนมจีนใส่ตะแกรงขึ้นชั่งน้ำหนัก ได้น้ำหนักรวมของตะแกรงกับ
ชนมจีน (b)

3. อบชนมจีนในตู้อบแบบความร้อน ควบคุมอุณหภูมิที่ 60 °ซ.

4. นำชนมจีนออกจากตู้อบ เพื่อชั่งน้ำหนักทุก ๆ 10 นาที ได้น้ำหนัก
รวมของตะแกรงกับชนมจีนที่เวลานั้น ๆ (c)

5. คำนวณความชื้น (น้ำหนักเปียก) ในตัวอย่างที่เวลาต่าง ๆ ดังนี้

$$\% \text{ ความชื้น (น้ำหนักเปียก)} = \frac{b - c}{b - a} \times 100$$

6. เปลี่ยนให้เป็นความชื้น (น้ำหนักเปียก) โดย

$$\% \text{ ความชื้น (น้ำหนักเปียก)} = \frac{\% \text{ ความชื้น (น้ำหนักเปียก)}}{100 - \% \text{ ความชื้น (น้ำหนักเปียก)}}$$

2. การหาอัตราการดูดซึมน้ำ (อนงค์, 2529)

1. ชั่งน้ำหนักตะแกรงใส่ขมจีน (a)
2. นำเส้นขมจีนก่อนคั้นรูปใส่ตะแกรงขึ้นชั่งน้ำหนัก ได้น้ำหนักรวมของตะแกรงกับเส้นขมจีนก่อนคั้นรูป (b)
3. แช่เส้นขมจีนก่อนคั้นรูปในน้ำเดือด
4. นำเส้นขมจีนขึ้นจากน้ำเดือด ทำให้สะเด็ดน้ำ และชั่งน้ำหนักทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 20 นาที ได้น้ำหนักรวมของตะแกรงกับขมจีน (c) ที่เวลานั้น ๆ
5. คำนวณหาอัตราการดูดซึมน้ำได้ดังนี้

$$\text{การดูดซึมน้ำ (น้ำหนักเปียก/น้ำหนักแห้ง 1 กรัม)} = \frac{c - a}{b - a}$$

ภาคผนวก ข.

แบบสอบถาม ข. 1

ชื่อผู้ทดสอบ _____ อายุ _____ ปี

ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบเป็นขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปซึ่ง ยังไม่ได้ขึ้นรูป โปรด
สังเกตตัวอย่างขนมจีนสำเร็จรูปต่อไปนี้ แล้วให้คะแนนลักษณะต่าง ๆ ตามระดับ
คะแนนต่อไปนี้

ระดับคะแนน

ระดับความชอบ

5
4
3
2
1

ชอบมาก
ชอบ
ปานกลาง
ค่อนข้างชอบ
ไม่ชอบ

ระดับคะแนน

รหัสตัวอย่าง

สี ลักษณะปรากฏของเส้น ตาหนิของเส้น

_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม ข.2

ชื่อผู้ทดสอบ _____ อายุ _____ ปี

โปรดขีดตัวอย่างขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปซึ่งผ่านการคิดรูปแล้วและพิจารณา
ให้คะแนนลักษณะต่าง ๆ ตามระดับคะแนนต่อไปนี้

ระดับคะแนน

ระดับความชอบ

5
4
3
2
1

ชอบมาก
ชอบ
ปานกลาง
ค่อนข้างชอบ
ไม่ชอบ

รหัสตัวอย่าง

ระดับคะแนน

เนื้อสัมผัส สี ลักษณะปรากฏของเส้น ตำแหน่งของเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลดิบจากการทดลอง

ตาราง ค.1 ค่ะแผนการสอบถามยอมรับลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมจิ้นก่อนและหลังคืนรูป

ลักษณะการทดสอบ	จำนวนผู้ทดสอบ	$a_1 b_1$	$a_1 b_2$	$a_1 b_3$	$a_1 b_4$	$a_1 b_5$	$a_1 b_6$	$a_2 b_1$	$a_2 b_2$	$a_2 b_3$	$a_2 b_4$	$a_2 b_5$	$a_2 b_6$	
ลักษณะการทดสอบ	1	3	4	4	2	3	3	4	4	4	3	2	3	
	2	3	4	4	3	3	3	5	5	5	5	3	3	
	3	5	4	4	1	4	4	4	5	4	4	5	5	
	4	4	4	3	2	2	2	3	5	5	4	3	3	
	5	3	4	5	4	4	4	3	5	4	3	3	3	
	6	4	5	5	3	4	4	4	5	4	4	4	3	3
	7	4	5	5	3	4	4	3	4	3	4	5	4	
	8	5	5	2	2	3	3	3	5	3	2	2	2	
	9	4	4	5	1	1	1	4	5	4	3	2	1	
	10	3	4	3	1	1	1	3	4	3	1	1	1	
ลักษณะการทดสอบ	1	3	4	3	3	3	3	2	4	3	3	3	2	
	2	2	5	3	2	3	4	2	4	4	3	3	3	
	3	2	3	3	1	5	5	3	5	4	4	3	5	
	4	3	4	3	2	4	4	1	4	4	4	3	3	
	5	2	4	3	3	5	4	1	4	4	3	4	4	
	6	1	4	4	2	3	3	1	4	4	4	3	3	
	7	2	4	3	2	4	4	2	5	4	5	4	5	
	8	2	4	4	2	3	2	1	5	2	3	2	4	
	9	1	4	5	1	2	2	3	5	4	2	3	1	
	10	1	4	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	
ลักษณะการทดสอบ	1	3	3	2	2	3	3	1	4	3	3	2	3	
	2	2	4	3	1	3	4	1	4	4	4	4	3	
	3	1	4	4	1	5	5	1	5	4	4	4	5	
	4	2	4	3	2	4	4	2	4	4	4	4	4	
	5	2	4	3	3	4	4	1	4	4	4	4	4	
	6	1	4	4	2	2	3	2	4	4	3	4	4	
	7	1	5	5	1	5	4	2	5	3	5	4	5	
	8	3	5	4	3	2	2	1	5	4	2	2	3	
	9	2	5	4	1	2	2	2	4	4	3	3	3	
	10	2	4	3	1	1	2	1	2	2	2	1	2	
ลักษณะการทดสอบ	1	3	3	2	1	3	2	3	3	4	4	4	3	
	2	2	3	3	1	3	2	3	3	3	5	4	4	
	3	2	4	1	4	3	3	4	2	3	4	4	2	
	4	3	3	1	2	3	5	2	1	1	2	5	4	
	5	4	3	5	4	4	3	2	3	4	3	5	3	
	6	3	3	2	4	2	1	3	3	3	4	4	3	
	7	3	4	4	3	4	3	2	3	4	3	4	4	
	8	2	2	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	
	9	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	4	
	10	2	4	4	4	5	3	3	2	3	4	5	5	
ลักษณะการทดสอบ	1	4	3	2	1	2	3	3	5	2	2	4	2	
	2	4	3	3	1	4	4	3	4	4	4	4	4	
	3	4	4	4	4	3	3	2	2	2	3	3	2	
	4	3	5	4	1	3	2	4	5	4	3	2	1	
	5	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	
	6	5	4	4	2	3	3	5	4	3	3	3	3	
	7	3	5	4	3	4	4	3	5	4	4	4	3	
	8	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	
	9	3	1	2	2	2	3	2	2	4	5	5	4	
	10	2	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	3	
ลักษณะการทดสอบ	1	2	4	2	1	2	3	1	5	3	2	4	2	
	2	2	3	2	1	2	3	2	3	4	4	4	4	
	3	1	4	3	3	4	4	1	1	3	2	4	2	
	4	2	5	3	1	1	4	1	5	3	4	1	2	
	5	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	
	6	1	4	3	1	3	2	1	4	4	3	2	3	
	7	3	4	2	2	4	4	2	4	4	4	4	4	
	8	2	4	3	2	3	4	1	4	4	4	4	4	
	9	2	3	2	2	2	4	2	4	4	3	3	3	
	10	2	5	4	2	4	5	3	5	5	4	4	4	
ลักษณะการทดสอบ	1	2	4	2	1	3	4	2	4	4	3	3	4	
	2	2	3	3	1	2	2	2	3	4	4	4	4	
	3	2	5	1	1	2	4	1	5	4	4	3	5	
	4	1	4	1	1	2	5	1	4	3	1	1	2	
	5	2	4	2	1	4	4	1	4	4	3	4	3	
	6	3	2	1	1	2	2	1	3	3	3	3	3	
	7	3	4	2	2	4	4	1	4	4	4	4	4	
	8	2	3	3	1	3	4	2	4	3	4	4	4	
	9	2	2	2	2	3	4	1	4	4	4	3	3	
	10	1	5	4	2	4	5	1	5	4	5	5	5	

a_1 = เส้นขนมจิ้นผ่านการแช่แข็งก่อนทำแห้ง

a_2 = เส้นขนมจิ้นไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนทำแห้ง

b_1 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้าล้วน

b_2 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้าเขียว 5% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า

b_3 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้าเขียว 10% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า

b_4 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้าเขียว 15% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า

b_5 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้าเขียว 20% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า

b_6 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้าเขียว 25% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.2 แสดงอัตราการทำแท้งของเส้นขนมเงิน ที่มีสัดส่วนของแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ กัน ซึ่งผ่านและไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนการทำแท้ง

เวลา (นาที)	% ความชื้น (น้ำหนักเปียก)											
	แป้งข้าวเจ้าล้วน		5% แป้งถั่วเขียว		10% แป้งถั่วเขียว		15% แป้งถั่วเขียว		20% แป้งถั่วเขียว		25% แป้งถั่วเขียว	
	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง
0	67.42	75.19	73.00	75.46	70.35	73.14	68.10	69.91	69.35	71.42	72.15	69.53
10	66.52	73.00	71.24	73.43	69.23	70.90	66.17	67.67	67.89	70.01	70.52	67.10
20	64.72	70.71	69.48	71.57	67.68	69.07	63.87	65.59	66.16	68.24	68.79	65.42
30	62.25	67.99	66.87	69.68	65.63	67.11	61.16	63.59	63.94	66.52	66.43	63.73
40	60.00	65.10	64.26	67.45	63.69	64.96	57.75	61.15	61.58	64.72	63.89	61.74
50	58.49	62.54	61.21	63.69	61.51	62.01	53.89	57.65	58.94	62.24	61.02	59.15
1 ชม.	56.31	58.85	57.82	60.55	59.20	58.52	49.87	53.83	56.14	59.46	57.92	56.36
10	53.37	55.15	55.21	57.30	57.31	55.28	46.37	50.74	53.81	57.09	55.26	54.02
20	51.50	52.05	52.39	53.76	54.85	52.16	42.97	47.37	51.74	54.85	52.60	51.73
30	47.61	36.44	48.70	48.72	51.98	48.26	38.57	43.12	48.90	51.98	49.06	48.61
40	45.00	44.00	44.98	43.31	48.35	43.86	34.28	38.47	45.82	48.61	44.95	45.47
50	40.09	38.55	41.54	37.42	45.13	38.85	30.53	33.77	43.20	45.12	41.41	42.37
2 ชม.	35.12	33.66	37.15	32.35	41.49	34.78	26.59	29.42	40.31	41.68	37.17	39.56
10	29.03	28.92	30.26	26.40	37.14	30.70	21.29	24.95	36.06	38.26	30.54	36.64
20	24.84	22.57	25.00	20.15	33.80	25.91	17.52	20.17	33.04	34.23	26.25	33.43
30	17.40	19.45	19.28	14.24	30.31	20.41	13.75	14.74	29.72	29.23	21.07	29.65
40	12.31	13.24	14.05	9.60	26.68	14.88	11.15	10.33	26.46	24.61	15.85	24.91
50	10.70	10.05	9.65	6.81	22.66	11.36	8.40	7.39	23.32	21.42	11.16	21.75
3 ชม.	9.70	6.23	6.50	5.04	19.12	8.53	6.75	5.05	20.38	18.24	7.72	18.31
10	6.56	4.27	3.04	3.21	15.56	6.02	5.04	3.42	16.69	14.18	4.50	15.20
20	3.96	2.57	1.24	1.31	12.42	3.38	3.72	1.31	13.48	10.03	2.55	10.80
30	3.20	0	0.06	0.06	8.63	2.27	2.81	0.04	10.31	6.92	1.54	7.08
40	0.08	0	0	0	5.79	1.15	1.89	0.04	7.54	3.96	0.05	4.29
50	0	0	0	0	2.75	0.05	0.04	0	3.57	2.02	0	2.24
4 ชม.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและเผยแพร่ข้อมูลใดๆไปยังบุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำออกไป

ตาราง ค.3 แสดงการดูดน้ำกลับของเส้นขนมจิ้งก่อนคืนรูป ที่มีสัดส่วนของแป้งข้าวเหนียวต่าง ๆ กัน ซึ่งผ่านและไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนการทำเป็นเส้นแห้ง

เวลา (นาที)	การดูดซึมน้ำ (นน.เปียก/นน.แห้ง 1 กรัม)											
	แป้งข้าวเจ้าล้วน		5% แป้งข้าวเหนียว		10% แป้งข้าวเหนียว		15% แป้งข้าวเหนียว		20% แป้งข้าวเหนียว		25% แป้งข้าวเหนียว	
	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	2.14	1.55	1.91	1.66	2.28	1.87	2.18	1.60	1.71	1.78	1.83	1.63
2	2.69	1.98	2.45	2.05	3.15	2.36	2.76	1.92	2.25	2.09	2.27	2.00
3	3.01	2.35	2.79	2.39	3.66	2.74	3.23	2.24	2.66	2.39	2.73	2.31
4	3.42	2.62	3.16	2.59	4.05	3.05	3.59	2.41	3.00	2.63	3.16	2.53
5	3.57	2.89	3.30	2.83	4.30	3.29	3.84	2.58	3.27	2.82	3.35	2.72
6	3.80	3.14	3.51	3.02	4.59	3.49	4.06	2.81	3.42	2.98	3.53	2.90
7	4.00	3.26	3.56	3.14	4.69	3.76	4.15	2.87	3.50	3.14	3.63	3.03
8	4.02	3.46	3.70	3.30	4.89	3.94	4.31	3.06	3.73	3.27	3.81	3.20
9	4.04	3.61	3.90	3.48	5.01	4.09	4.42	3.19	3.83	3.39	3.93	3.42
10	4.24	3.81	4.09	3.71	5.21	4.31	4.62	3.36	4.00	3.59	4.06	3.59
11	4.30	3.86	4.20	3.75	5.29	4.36	4.74	3.46	4.12	3.60	4.18	3.63
12	4.60	4.05	4.32	3.95	5.38	4.65	4.78	3.61	4.20	3.81	4.32	3.79
13	4.60	4.35	4.48	4.33	5.54	4.82	4.90	3.75	4.35	3.91	4.43	3.90
14	4.70	4.50	4.44	4.18	5.56	4.90	4.98	3.79	4.35	4.06	4.48	4.31
15	4.74	4.42	4.61	4.39	5.66	5.20	5.12	3.96	4.47	4.18	4.60	4.26
16	4.80	4.78	4.67	4.47	5.75	5.71	5.21	4.08	4.54	4.27	4.67	4.40
17	4.84	4.67	4.72	5.03	5.86	5.22	5.28	4.23	4.64	4.36	4.80	4.41
18	4.94	4.86	4.85	4.72	5.93	5.31	5.31	4.29	4.69	4.56	4.88	4.42
19	5.12	4.93	4.85	5.07	5.94	5.85	5.34	4.41	4.75	4.57	4.96	4.86
20	5.24	5.27	5.00	4.80	6.08	5.94	5.48	4.59	4.88	4.74	5.03	4.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบแฟคทอเรียล

ตาราง ง.1 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของสีเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูป

SOV.	df	SS.	MS.	F.calculated	F table	
					0.01	0.05
Replication	10	39.075	3.9075	6.7826 **	2.47	1.90
Treatment	11	58.025	5.2750	9.1563 **	2.40	1.86
A	1	0.675	0.6750	1.1716 ns	6.84	3.92
B	5	51.775	10.3550	17.9743 **	3.17	2.20
AB	5	5.575	1.1150	1.9354 ns	3.17	2.20
Error	108	62.225	0.5761			
Total	119	159.325				

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's new multiple range test จะได้ผลดังนี้

a ₂ b ₂	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃	a ₁ b ₄	a ₂ b ₃	a ₂ b ₄	a ₂ b ₅	a ₁ b ₅	a ₁ b ₆	a ₂ b ₆	a ₂ b ₇	a ₁ b ₇
4.7	4.3	4.0	3.8	3.8	3.6	3.2	2.9	2.9	2.9	2.8	2.2

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง ง.2 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏของเส้นขนมจีนก่อนคืนรูป

SOV.	df	SS.	MS.	F.calculated	F table	
					0.01	0.05
Replication	10	13.875	1.3875	2.6189 **	2.47	1.90
Treatment	11	78.025	7.0931	13.3882 **	2.40	1.86
A	1	1.408	1.4080	2.65760 **	6.84	3.92
B	5	65.075	13.0150	24.5658 **	3.17	2.20
AB	5	11.542	2.3084	4.3571 **	3.17	2.20
Error	108	57.225	0.5298			
Total	119	149.125				

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's new multiple range test จะได้ผลดังนี้

a_2b_2	a_1b_2	a_2b_3	a_1b_3	a_1b_3	a_1b_3	a_2b_4	a_2b_5	a_2b_5	a_1b_1	a_1b_4	a_2b_1
4.3	4.0	3.6	3.5	3.4	3.4	3.4	3.3	3.1	1.9	1.9	1.7

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง ง.3 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพินิจของเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูป

SOV.	df	SS.	MS.	F.calculated	F table	
					0.01	0.05
Replication	10	29.833	2.9833	5.3378 **	2.47	1.90
Treatment	11	92.967	8.4515	15.1216 **	2.40	1.86
A	1	2.133	2.1330	3.8164 **	6.84	3.92
B	5	76.667	15.3334	27.4349 **	3.17	2.20
AB	5	14.167	2.8334	5.0696 **	3.17	2.20
Error	108	60.367	0.5589			
Total	119	183.167				

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's new multiple range test จะได้ผลดังนี้

a ₁ b ₂	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	a ₂ b ₅	a ₁ b ₃	a ₂ b ₄	a ₁ b ₅	a ₂ b ₅	a ₁ b ₅	a ₁ b ₁	a ₁ b ₄	a ₂ b ₁
4.2	4.1	3.6	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	1.9	1.7	1.4

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง ง.4 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของเนื้อสัมผัสของเส้นขนมจีนหลังคืนรูป

SOV.	df	SS.	MS.	F.calculated	F table		
					0.01	0.05	
Replication	10	11.367	1.1367	1.6190	**	2.47	1.90
Treatment	11	24.667	2.2424	3.1938	**	2.40	1.86
A	1	5.6336	5.6336	8.0239	**	6.84	3.92
B	5	11.567	2.3134	3.2949	**	3.17	2.20
AB	5	7.4664	1.4932	2.1267	**	3.17	2.20
Error	108	75.833	0.7021				
Total	119	111.867					

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's new multiple range test จะได้ผลดังนี้

a_2b_5	a_2b_4	a_2b_3	a_1b_2	a_1b_5	a_2b_3	a_1b_6	a_1b_3	a_1b_4	a_2b_1	a_2b_2	a_1b_1
4.2	3.7	3.5	3.2	3.2	3.2	2.9	2.8	2.8	2.8	2.7	2.6

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง ง.5 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของสี เส้นขนมหันหลังคีนรูป

SOV.	df	SS.	MS.	F.calculated	F table	
					0.01	0.05
Replication	10	23.033	2.3033	3.0576 **	2.47	1.90
Treatment	11	17.967	1.6333	2.1681 *	2.40	1.86
A	1	0.5336	0.5336	0.7083 ns	6.84	3.92
B	5	9.567	1.9134	2.5400 *	3.17	2.20
AB	5	7.866	1.5732	2.0884 ns	3.17	2.20
Error	108	81.367	0.7533			
Total	119	122.367				

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's new multiple range test จะได้ผลดังนี้

a_2b_2	a_1b_2	a_1b_1	a_2b_5	a_1b_3	a_2b_4	a_1b_6	a_2b_1	a_2b_3	a_1b_5	a_2b_6	a_1b_4
3.9	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.2	2.9	2.4

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง.6 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏของเส้นขนมจีนหลังคืนรูป

SOV.	df	SS.	MS.	F.calculated	F table		
					0.01	0.05	
Replication	10	25.542	2.5542	5.3101	**	2.47	1.90
Treatment	11	75.292	6.8447	14.2301	**	2.40	1.86
A	1	3.675	3.675	7.6403	**	6.84	3.92
B	5	55.342	11.0684	23.0112	**	3.17	2.20
AB	5	16.275	3.2550	6.7671	**	3.17	2.20
Error	108	51.958	0.4810				
Total	119	152.792					

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's new multiple range test จะได้ผลดังนี้

a_1b_2	a_2b_2	a_2b_3	a_1b_6	a_2b_4	a_2b_5	a_2b_6	a_1b_5	a_1b_3	a_1b_1	a_1b_4	a_2b_1
4.0	4.0	3.8	3.7	3.4	3.2	3.2	2.9	2.8	2.0	1.8	1.7

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง ง.7 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าพินิจของเส้นขนมจีนหลังคืนรูป

SOV.	df	SS.	MS.	F.calculated	F table	
					0.01	0.05
Replication	10	25.175	2.5175	5.0420 **	2.47	1.90
Treatment	11	109.492	9.9538	19.9355 **	2.40	1.86
A	1	12.675	12.6750	25.3855 **	6.84	3.92
B	5	67.942	13.5884	27.2149 **	3.17	2.20
AB	5	28.875	5.7750	11.5661 **	3.17	2.20
Error	108	53.925	0.4993			
Total	119	188.592				

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's new multiple range test จะได้ผลดังนี้

a_2b_2	a_1b_6	a_2b_3	a_2b_6	a_1b_2	a_2b_4	a_2b_5	a_1b_5	a_1b_3	a_1b_1	a_1b_4	a_2b_1
4.8	3.8	3.7	3.7	3.6	3.5	3.4	2.9	2.1	2.0	1.3	1.3

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ