



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป
(Instant rice noodle)

โดย นายธวัชชัย บุญสงคราม

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

..... 31/.../31 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(อาจารย์วรรณ ตังเจริญชัย)
..... 31/.../31 กรรมการของภาควิชา
(อาจารย์กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)
..... 31/.../31 กรรมการของภาควิชา
(อาจารย์อนงค์ วรอุไร)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

..... 24 พ.ย. 2530

(อาจารย์วรรณ ตังเจริญชัย)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 31 เดือน ... พ.ศ. 31...

ปพ.
๕394 ๗
๒๕30

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

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวិทยาสตราบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 ตาหนิคือ ถ้าเติมแป้งถั่วเขียวมากขึ้นคะแนนเฉลี่ยการยอมรับจะลดลง ส่วนด้านเนื้อสัมผัส เมื่อยังไม่ผ่านการแช่แข็งคะแนนเฉลี่ยการยอมรับจะเพิ่มขึ้น กรณีการแช่แข็งเส้นขนมจีนก่อนอบแห้งมีผลให้อัตราการดูดน้ำรวดเร็วในช่วงแรก และช้าลงในช่วงหลัง

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

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์แบบและลุล่วงไปด้วยดีนั้น ข้าพเจ้าขอกราบ
ขอบพระคุณอาจารย์วรรณ ตั้งเจริญชัย อาจารย์กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์
ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ และคณาจารย์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
สจ.ล. อีกหลายท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลอง ตลอดจนแก้ไข
ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองและตรวจทานรูปเล่ม

ขอขอบพระคุณพี่ประชิด ศรีสวัสดิ์ ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการ
เยี่ยมชมโรงงานผลิตขนมจีน และถ่ายทำภาพนิ่ง ณ จังหวัดนครราชสีมา ขอขอบพระ
คุณผู้จัดการบริษัท วาลัญ จำกัด ที่เอื้อเฟื้อแบ่งถ้วยเขียวสำหรับการทดลองและ
ขอขอบพระคุณคุณปริษา หมายพิง ซึ่งเป็นเจ้าของความคิดในการใช้วัตถุดิบดังกล่าว
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 | แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านประสาทสัมพัส
ของเส้นขนมจีนก่อนคินรูป | 16 |
| 2 | แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านประสาทสัมพัส
ของเส้นขนมจีนหลังคินรูป | 17 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการทำแท้งของชนมจันที่สัดส่วน แบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง	18
2	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการทำแท้งของชนมจันที่สัดส่วน แบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่านการแช่แข็ง	19
3	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของชนมจันก่อนคิน รูปที่สัดส่วนแบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง	20
4	แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของชนมจันก่อนคิน รูปที่สัดส่วนแบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่านการแช่แข็ง	21
5	แสดงชนมจันก่อนคินรูปที่สัดส่วนแบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่าน การแช่แข็ง	22
6	แสดงชนมจันก่อนคินรูปที่สัดส่วนแบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่าน การแช่แข็ง	22
7	แสดงชนมจันหลังคินรูปที่สัดส่วนแบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่าน การแช่แข็ง	23
8	แสดงชนมจันหลังคินรูปที่สัดส่วนแบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่าน การแช่แข็ง	23

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
ค. 1 แสดงคะแนนการทดสอบการยอมรับลักษณะต่าง ๆ ของ ผลิตภัณฑ์ขนมจีนก่อน และหลังคั้นรูป	32
ค. 2 แสดงอัตราการทำแห้งของเส้นขนมจีน ที่มีสัดส่วนของ แป้งถั่วเขียวต่าง ๆ กัน ซึ่งผ่านและไม่ผ่านการแช่แข็ง ก่อนการทำแห้ง	33
ค. 3 แสดงการดูดน้ำกลับของเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูปที่มีสัดส่วน ของแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ กัน ซึ่งผ่านและไม่ผ่านการแช่ แข็ง ก่อนการทำให้เป็นเส้นแห้ง	34
ง. 1 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของสีเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูป	35
ง. 2 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏของเส้น ขนมจีนก่อนคั้นรูป	36
ง. 3 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติ ของตำหนิของเส้นขนมจีน ก่อนคั้นรูป	37
ง. 4 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของเนื้อสัมผัสของเส้นขนม จีนหลังคั้นรูป	38
ง. 5 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของสีเส้นขนมจีนหลังคั้นรูป	39
ง. 6 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏของเส้น ขนมจีนหลังคั้นรูป	40
ง. 7 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติ ของตำหนิของเส้นขนมจีน หลังคั้นรูป	41

คำนำ

ขนมจีนเป็นผลิตภัณฑ์จากข้าวเจ้า มีลักษณะเป็นเส้นกลมสีขาว บางทีก็สีขาวแกมเหลือง เนื้อสัมผัสเหนียว มีขายทั่วไปตามตลาดสด ในลักษณะเป็นจับช้อนเรียงกันในเชิงไม้ไผ่สาน เป็นอาหารซึ่งนิยมรับประทานกันมาก พบได้ทุกหนทุกแห่งในประเทศไทย นับตั้งแต่ชนบทจนถึงเมืองใหญ่ ตั้งแต่หาบเร่ แผงลอย จนถึงร้านอาหาร ภัตตาคาร โรงแรม และในงานบุญ งานพิธีต่าง ๆ การที่ขนมจีนเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวางนั้น เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปรุงรสได้หลายแบบ ทำให้ไม่เบื่อที่จะรับประทาน นอกจากนี้ ยังสามารถดัดแปลงให้เข้ากับระบบการรับประทานของท้องถิ่นได้ดี แต่ขนมจีนนั้นมียอายุการเก็บสั้น และไม่สะดวกที่จะนำติดตัวเมื่อเดินทางไกลได้ ด้วยเหตุนี้ จึงควรจะมีการพัฒนา และปรับปรุงกระบวนการผลิตขนมจีนเพื่อให้ได้ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีอายุการเก็บนานขึ้น สะดวกในการนำติดตัว และบริโภค

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

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวเดียวทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วน ต่อการคืนรูปและผลทางประสาทสัมผัส ของขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป
2. ศึกษาผลของการแช่แข็งเส้นขนมจีนก่อนการทำแห้ง ต่อการคืนรูปและผลทางประสาทสัมผัสขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ขนมจีนมีความเป็นมาอย่างไรไม่มีหลักฐานปรากฏแน่ชัด สันนิษฐานกันว่าขนมจีนมีมาแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา และทำไมจึงเรียกว่าขนมจีน สันนิษฐานว่าคงมาจากภาษามอญ กล่าวคือ มอญมีคำเรียกขนมจีนอยู่ 2 คำ คือ เป็นภาษาพระเรียกว่า "ปิตตปัดหเร็น" แปลว่า ข้าวขาวซึ่งเป็นการเรียกตามลักษณะ อีกคำหนึ่งเป็นภาษาทั่ว ๆ ไปเรียกว่า "คนอม" ซึ่งหมายถึงขนมจีน คนมอญคงจะเรียก "คนอมจิน" คำว่า "จิน" แปลว่าสุก เนื่องจากการทำขนมจีนนั้น ต้องมีการต้มแป้งให้สุกบางส่วน และเมื่อทำเป็นเส้น ก็มีการต้มให้สุกอีกครั้งหนึ่ง คนมอญจึงเรียกว่า "คนอมจิน" 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 ก่อนที่จะนำมาโม่และทำเป็นเส้น ขนมจีนชนิดนี้มีความเหนียว มีกลิ่นแป้งที่ผ่านการหมัก เก็บไว้ได้นาน และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค สำหรับเชื้อที่เจริญขึ้นระหว่างการหมักข้าวเจ้าเพื่อทำขนมจีนแป้งหมักนั้น จากการศึกษาของ Toyoda และคณะ (1979) พบว่าเป็นแบคทีเรียพวก *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp.

2. ขนมจีนแป้งสด เป็นขนมจีนที่ทำโดยนำข้าวเจ้า หรือปลายข้าวที่ผ่านการแช่น้ำหรือล้างน้ำแล้วมาโม่ แล้วทำเป็นเส้นขนมจีนโดยไม่ผ่านการหมัก ขนมจีนชนิดนี้เก็บไว้ได้ไม่นาน และมีความเหนียวน้อยกว่าขนมจีนแป้งหมัก ขนมจีนแป้งสดอาจทำได้จากแป้งแห้งที่เรียกว่า "แป้งชนิดไม่น้ำ" โดยนำแป้งมาเติมน้ำลงไป แป้งที่ได้เหมือนข้าวเจ้าที่ผ่านการโม่ และทำเป็นเส้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตขมจีน

การผลิตขมจีนแบ่งเป็น 3 ระดับ (สุรางค์รัตน์, 2526) ดังนี้คือ

1. การผลิตระดับอุตสาหกรรม
2. การผลิตระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน
3. การผลิตระดับพื้นบ้าน

การผลิตทั้ง 3 ระดับนี้ส่วนมากเป็นการผลิตขมจีนแบบห้มก ซึ่งกรรมวิธีการผลิตทั้ง 3 ระดับ คล้ายคลึงกันมาก ความแตกต่างขึ้นอยู่กับอุปกรณ์การผลิต เครื่องทุ่นแรง ปริมาณการผลิต ขนาดและสภาพของพื้นที่การผลิต

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

วัตถุดิบเป็นสิ่งสำคัญในการผลิต เพราะจะส่งผลถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากการศึกษาของ สิริพร (2529) พบว่าวัตถุดิบต่าง ๆ มีความสำคัญคือ

1. ข้าว สามารถใช้ข้าวสาร หรือปลายข้าวเพื่อผลิตขมจีนได้ ผู้ผลิตนิยมใช้ข้าวที่มีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือน แต่ไม่เกิน 1 ปี เรียกว่า "ข้าวเก่า" ถ้าใช้ข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บไม่ถึง 6 เดือน เส้นขมจีนที่ได้จะมีลักษณะนิ่ม มีความเหนอะหนะ เส้นจะเกาะติดกันมาก และได้ปริมาณขมจีนน้อยกว่า แต่ถ้าใช้ข้าวที่มีอายุการเก็บมากกว่า 1 ปี เส้นขมจีนที่ได้จะแข็งกระด้าง ร่วน ไม่มีเงามัน

2. น้ำ ในการผลิตจะใช้น้ำประปาหรือน้ำคลองก็ได้ แต่ต้องเป็นน้ำใสและสะอาด เพราะมีผลต่อความขาวของขมจีน ณรงค์ (2528) พบว่าน้ำควรมีความกระด้างต่ำ ถ้าเป็นน้ำบาดาลควรสูบขึ้นมาพักไว้ เพื่อให้ธาตุเหล็กตกตะกอนกรองด้วยทราย แล้วผ่านเครื่องกำจัดความกระด้าง ถ้าเป็นน้ำประปาไม่ควรมีคลอรีนมากเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นผิดปกติ การใช้น้ำขุ่นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ

3. เกลือ จะใช้เกลือป่นหรือเกลือเม็ดก็ได้ โดยใส่เกลือขณะนึ่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้ง (คือปล่อยให้เม็ดแป้งตกตะกอนแล้วแยกน้ำส่วนบนออก) ปริมาณเกลือที่ใช้คือ 7 กิโลกรัม ต่อข้าว 100 กิโลกรัม โดยเกลือจะป้องกันการบูดระหว่างนอนน้ำแป้ง (สุรางค์รัตน์, 2526)

กรรมวิธีการผลิตขนมจีนแป้งหมัก

จากการสอบถามคุณประชิด ศรีสวัสดิ์ (2530) ผู้ผลิตขนมจีนระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน ในจังหวัดนครราชสีมา สามารถสรุปขั้นตอนการผลิตได้ดังนี้

1. การหมัก เริ่มจากการล้างข้าวสารด้วยน้ำสะอาด เพื่อให้ปราศจากฝุ่นละอองและสิ่งเจือปน ใส่ข้าวสารลงหมักในกระบุงเพื่อให้น้ำไหลผ่านได้ พรมน้ำบนข้าวสารทั้งเช้าและเย็น อาจคลุกด้วยใบตองหรือไม้คลุกก็ได้ ระหว่างการหมักอาจตั้งภาชนะผึ่งแดดไว้หรือในที่ร่ม ถ้ามีการผึ่งแดดข้าวสารจะมีสีขาว แต่ถ้าหมักไว้ในที่ร่มข้าวสารจะมีสีเหลืองออกส้ม โดยทั่วไป การผลิตระดับอุตสาหกรรมนิยมหมักข้าวสารไว้เป็นเวลา 2 วัน ส่วนการผลิตระดับพื้นบ้านจะหมักข้าวสารจนกระทั่งข้าวเปียกยุ่ย ซึ่งจะใช้เวลา 3-4 วัน

2. การโม่ หลังจากหมักข้าวแล้ว นำข้าวที่หมักไปล้าง แล้วโม่ด้วยโม่หินที่หมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ตัวโม่จะมีส่วนที่ปรับระยะห่างระหว่างโม่กับฐาน เพื่อให้แป้งที่ได้ละเอียดตามความต้องการ โม่แป้งโดยหยอดข้าวลงในช่องที่ส่วนบนโม่ สลับกับการใส่น้ำพอสมควร โม่จนได้แป้งละเอียดตามความต้องการ

3. การนอนน้ำแป้ง ทำโดยนำแป้งที่ได้จากการโม่ใส่โอ่ง เติมน้ำสะอาด ใส่เกลือแล้วคนให้เข้ากัน ปล่อยให้ตกตะกอน น้ำที่อยู่เหนือแป้งจะมีสีเหลืองอ่อนและมีกลิ่นฉุน จะต้องถ่ายน้ำส่วนนี้ทิ้งแล้วเติมน้ำสะอาดลงไปแทน พร้อมกับใส่เกลือทุกครั้งที่เปลี่ยนน้ำ ทำเช่นนี้ 2-3 ครั้ง ตลอดช่วงระยะเวลาการนอนน้ำแป้งซึ่งจะใช้เวลา 1-2 วัน

4. การทับน้ำแป้ง นำแป้งที่ผ่านการนอนน้ำแป้งแล้ว มาใส่ถุงผ้าดิบ แล้วมัดปากถุงด้วยเชือกให้แน่นทับด้วยของหนักจนแป้งหมาด 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 และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนให้แกนหมุน นวดแป้งจนเข้ากันไม่เป็นเม็ด แล้วใส่น้ำร้อนทีละน้อยจนแป้งมีความหนืดที่เหมาะสม สังเกตจากการตักแป้งด้วยช้อนแล้วยกขึ้นสูง แล้วคว่ำช้อนลงแป้งจะค่อย ๆ ไหลย้อยลงมา

7. การกรองแป้ง ใช้ผ้าขาวบางกรองแป้งที่นวดแล้ว แป้งหลังจากกรองจะมีความละเอียดโรยเป็นเส้นได้สะดวก แป้งที่ค้างอยู่บนผ้าใช้ไม่ได้จะทิ้งไป

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

9. การทำเส้นขนมจีนให้เป็นจับ จับเส้นขนมจีนซึ่งแช่อยู่ในอ่างน้ำ โดยใช้มือที่ถนัดหยิบเส้นขนมจีนขึ้นมาจากน้ำ เรียงเส้นขนมจีนอย่าให้เส้นซ้อนกัน ประมาณ 7-8 เส้น พันเส้นขนมจีนที่นิ้วชี้ หรือนิ้วหัวแม่มือของอีกมือหนึ่ง ให้เส้นขนม

ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จีนห้อยลงมาตามขนาดของจับที่ต้องการ ใช้นิ้วมือเด็ดเส้นให้ขาดจากกัน วางขนมจีนในลักษณะคว่ำมือลงในกระชาดหรือช่งที่ชุบด้วยใบตอง คลุมจับขนมจีนที่เรียงกันไว้ด้วยใบตอง ทั้งไว้สักระยะ เพื่อให้เส้นขนมจีนเกาะตัวกัน จึงลาล้างออกจำหน่ายแก่ผู้บริโภคต่อไป

การเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง

แป้งซึ่งใช้ผลิตขนมจีนนี้ เป็นแป้งที่ไม่ได้แยกองค์ประกอบอื่น ๆ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2499) เช่น โปรตีนนอก เรียกแป้งชนิดนี้ว่า "ฟลาวซ์" ส่วนแป้งชนิดที่แยกองค์ประกอบอื่นออกเหลือแต่เม็ดแป้งอย่างเดียวนั้นเรียกว่า "สตาร์ช" แป้งต่างชนิดจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ขนมจีนที่ได้ คือการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง การเกิดรีโทรเกรเดชัน เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำแป้งสุกซึ่งร้อนมีอุณหภูมิลดต่ำลง ขณะที่อุณหภูมิลดลงนั้นโมเลกุลอิสระของอะไมโลสซึ่งอยู่ใกล้กันจะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล ทำให้เกิดสภาพการจัดเรียงตัวของโมเลกุลขึ้นใหม่ (Collison, 1968) ในการเกิดพันธะทำให้โครงสร้างที่เกิดขึ้นสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นและเกิดเจลที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม (Ott และ Hester, 1965; Swinkles, 1985)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลยากขึ้น ซึ่งเป็นเหตุผลว่า แบ้งประเภทที่มีอะไมโลเพคตินสูง มีอัตราการเกิดรีโทรเกรเดชันน้อยกว่าแบ้งชนิดอื่น (Whistler และ Johnson, 1948) ขนาดโมเลกุลของอะไมโลสในแบ้งแต่ละชนิด ก็มีผลในการเกิดรีโทรเกรเดชันด้วย โมเลกุลอะไมโลสที่มีขนาดพอเหมาะในการเกิดพันธะ จะประกอบด้วยกลูโคสในช่วง 100-200 หน่วย ถ้าโมเลกุลมีขนาดใหญ่ เช่น แบ้งมันฝรั่ง ซึ่งมีกลูโคสประมาณ 1,000-6,000 หน่วย จะเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลได้ยาก (Swinkler, 1985) นอกจากนั้น ถ้าโมเลกุลสั้นจะมีการเคลื่อนไหวยู่ตลอดเวลา ทำให้จับกันยากเช่นกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัตถุดิบ

- 1.1 แป้งข้าวเจ้า (rice flour) สำเร็จรูปชนิดโม่ผงน้ำ ตราร้างทะเล หจก.ชกเล็งโรซ์ฟลาว
- 1.2 แป้งถั่วเขียว (mungbean starch) จากบริษัท วาลัญ จำกัด

อุปกรณ์

- 2.1 เครื่องนวดแป้ง (kitchen aid) รุ่น K5SS Hobart พร้อมหัวแบบธรรมดารูปใบไม้
- 2.2 อุปกรณ์เครื่องแก้วบางชนิด เช่น บีกเกอร์ขนาด 250 มล. กระบอกตวง 500 มล.
- 2.3 ตู้อบแบบลมร้อน ความคุมอุณหภูมิได้จาก 0-300 °ซ.
- 2.4 อุปกรณ์รีดเส้นขนมจีน (แว่น) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรู 1.5 มม.
- 2.5 ภาชนะสแตนเลส ได้แก่ กะละมัง ตะแกรง กระบวย
- 2.6 เครื่องชั่งสปริง และ เครื่องชั่งแบบคาน
- 2.7 เตาแก๊ส
- 2.8 เตาไฟฟ้า (hot plate)

วิธีการ

1. ศึกษาผลของการทดแทนแป้งข้าวเจ้า บางส่วนด้วยแป้งถั่วเขียวต่อสมบัติของขนมจีนสำเร็จรูป โดยทดลองใช้แป้งถั่วเขียวทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณ 0%, 5%, 10%, 15%, 20% และ 25% ตามสัดส่วนต่อไปนี้

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 °C. 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 โดยผ่านการแช่แข็งและไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนทำเป็นเส้นแห้งมาหาอัตราการคั้นรูปโดยแช่น้ำเดือด 20 นาที นำมาเขียนกราฟเปรียบเทียบอัตราการคั้นรูประหว่างสัดส่วนของน้ำหนัสดัวอย่างคั้นรูปเปียก/น้ำหนักตัวอย่างแห้ง 1 กรัม กับเวลา แสดงในภาพที่ 3 และภาพที่ 4 จะเห็นว่าเส้นกราฟทั้ง 6 เส้นของแต่ละภาพมีความลาดเอียงใกล้เคียงกัน แสดงว่าสัดส่วนของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในการทำขนมจีนนั้น ไม่มีผลต่ออัตราการคั้นรูปของเส้นขนมจีนแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

3. คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการคั้นรูปทั้งหมดมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนตามความชอบทั้งหมด 5 ระดับ สำหรับสมบัติต่าง ๆ ของขนมจีนจะได้ผลดังนี้

3.1 สมบัติด้านสี

จากตารางภาคผนวก ง.1 พบว่าปริมาณของแป้งข้าวเขียวที่ใช้ทดแทนมีผลต่อสีของขนมจีนก่อนคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 1. พบว่าขนมจีนที่มีปริมาณแป้งข้าวเขียวสูงจะมีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าขนมจีนที่มีปริมาณแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเจ้าล้วน เพราะ

แป้งถั่วเขียวทำให้เส้นแห้งนั้นใสขึ้นและมีสีเขียวมากขึ้น เมื่อพิจารณาในกรณีของการแช่แข็ง (ตารางภาคผนวก ง.1) พบว่าการแช่แข็งก่อนอบแห้งไม่มีผลต่อสีของเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางภาคผนวก ง.5 พบว่าปริมาณของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทนมีผลต่อสีของเส้นขนมจีนหลังคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 2. พบว่าขนมจีนที่มีปริมาณแป้งถั่วเขียวสูง จะมีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าขนมจีนที่มีปริมาณแป้งถั่วเขียวต่ำและแป้งข้าวเจ้าล้วนเพียงเล็กน้อย เพราะสีของเส้นขนมจีนมีความแตกต่างกันน้อย ปริมาณแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นทำให้สีของเส้นใสขึ้นเล็กน้อย และทำให้สีไม่ค่อยสม่ำเสมอ อาจเนื่องมาจากแป้งทั้ง 2 ชนิด ผสมกันไม่ทั่ว เมื่อพิจารณาในกรณีของการแช่แข็ง (ตารางภาคผนวก ง.5) พบว่าการแช่แข็งก่อนอบแห้งไม่มีผลต่อสีของเส้นขนมจีนหลังคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 สมบัติด้านลักษณะปรากฏของเส้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางภาคผนวก ง.6 พบว่าปริมาณของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทน มีผลต่อลักษณะปรากฏของเส้นขนมจีนหลังคั้นรูป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคจากตารางที่ 2 พบว่าขนมจีนที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าล้วนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวลงไป ทำให้คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แสดงว่าแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ผู้บริโภคยอมรับด้านลักษณะปรากฏของเส้น และสัดส่วนแป้งถั่วเขียว 5% ได้รับการยอมรับมากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด เพราะว่าทำให้ลักษณะของเส้นเรียงตัวกันได้ดีกว่า ส่วนปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มากกว่านี้ทำให้เส้นไม่ค่อยเกาะกลุ่มกัน แต่ยังดีกว่าแป้งข้าวเจ้าล้วน ซึ่งเส้นเกาะเป็นกลุ่มก้อนมากกว่าเป็นจับ พิจารณาการเคี้ยว (ตารางภาคผนวก ง.6) ของเส้นก่อนอบแห้ง พบว่ามีผลต่อลักษณะปรากฏของเส้นหลังคั้นรูปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ย (ตารางที่ 2) พบว่าที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียว 10%, 15% และ 20% การเคี้ยวมีผลมากคือทำให้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันมาก แต่ลักษณะปรากฏของเส้นหลังคั้นรูปมีปัจจัยที่ทำให้การให้คะแนนคลาดเคลื่อนคือ ลักษณะจับของเส้นอาจไม่ถูกใจไม่ตรงกับทรรศนะของผู้บริโภค 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 พิจารณาการเคี้ยว (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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำแห้งทำให้เส้นขนมจีนหลังคั้นรูปมีความเหนียวของเส้นลดลง เนื่องจากเกิดผลึกน้ำแข็งแทรกตามโครงสร้างของเส้นขนมจีนซึ่งเป็นแป้งที่ผ่านการเกิดริโทเรเกอร์เดชันแล้ว เส้นจึงมีรูปทรงหลังจากน้ำแข็งละลายลักษณะเนื้อสัมผัสจึงเสียไป

ตารางที่ 1 แสดงระดับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ ด้านประสาทสัมผัสของเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูป

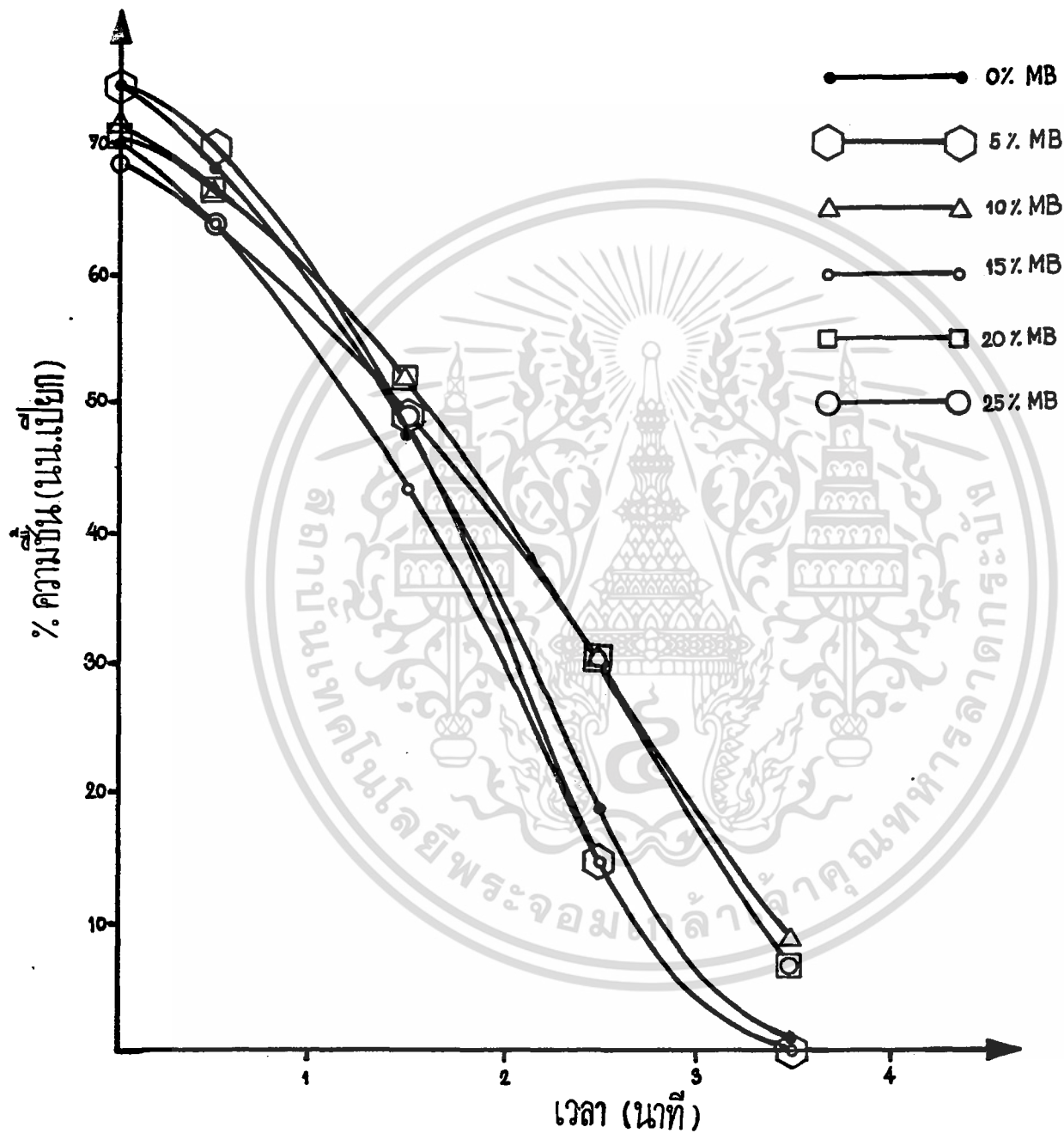
สัดส่วนแป้งถั่วเขียว (%)	ระดับคะแนนเฉลี่ย					
	สี		ลักษณะปรากฏของเส้น		ตำหนิ	
	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง
0	3.8 _b	3.6 _b	1.9 _b	1.7 _b	1.9 _b	1.4 _b
5	4.3 _a	4.7 _a	4.0 _a	4.3 _a	4.2 _a	4.1 _a
10	4.0 _a	3.8 _a	3.4 _a	3.6 _a	3.5 _a	3.6 _a
15	2.2 _b	3.2 _b	1.9 _b	3.4 _a	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 ด้านประสิทธิภาพสัมผัสของเส้นขนมจีน
หลังคืนรูป

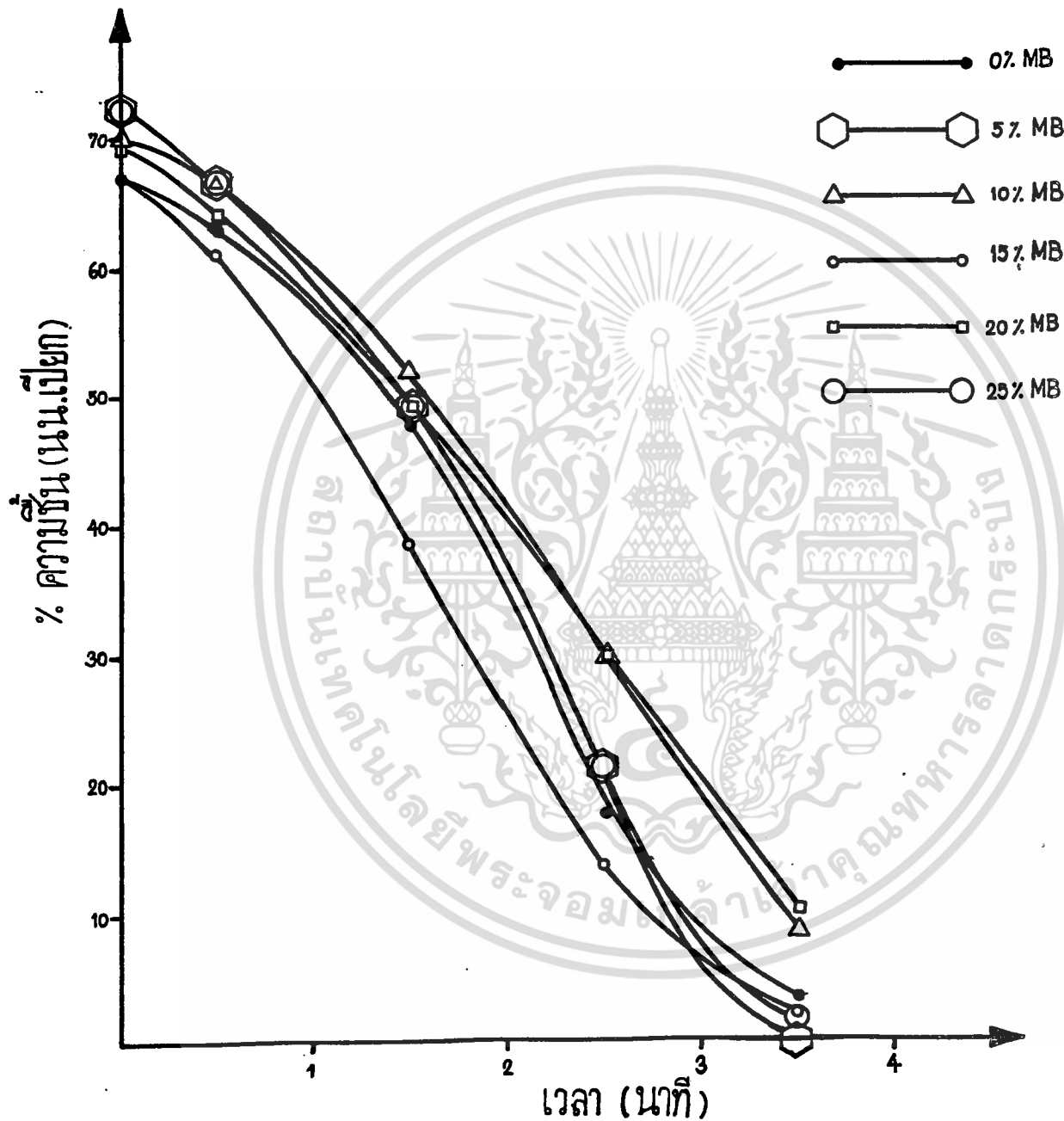
สัดส่วนแบ่ง ถั่วเขียว (%)	ระดับคะแนนเฉลี่ย							
	เนื้อสัมผัส		สี		ลักษณะปรากฏของเส้น		ตำหนิ	
	แข็ง	ไม่แข็ง	แข็ง	ไม่แข็ง	แข็ง	ไม่แข็ง	แข็ง	ไม่แข็ง
0	2.6	2.8	3.6	3.4	2.0	1.7	2.0	1.3
5	3.2	2.7	3.8	3.9	4.0	4.0	3.6	4.0
10	2.8	3.2	3.5	3.4	2.8	3.8	2.1	3.7
15	2.8	3.7	2.4	3.5	1.8	3.4	1.3	3.5
20	3.2	4.2	3.2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

* หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



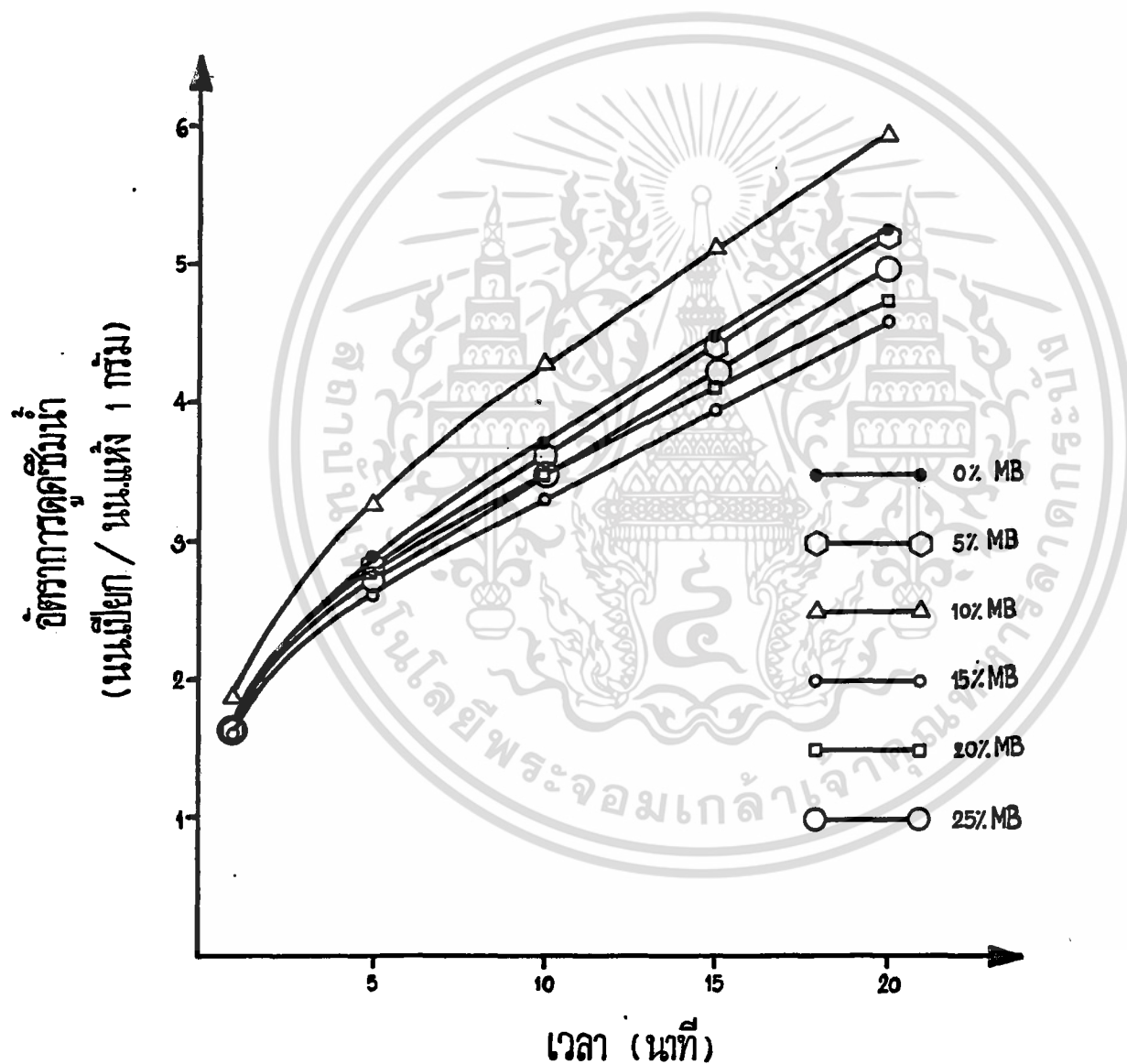
ภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการแห้งของขนมจีนซึ่ง
มีส่วนแบ่งตัวเปียกต่าง ๆ และไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



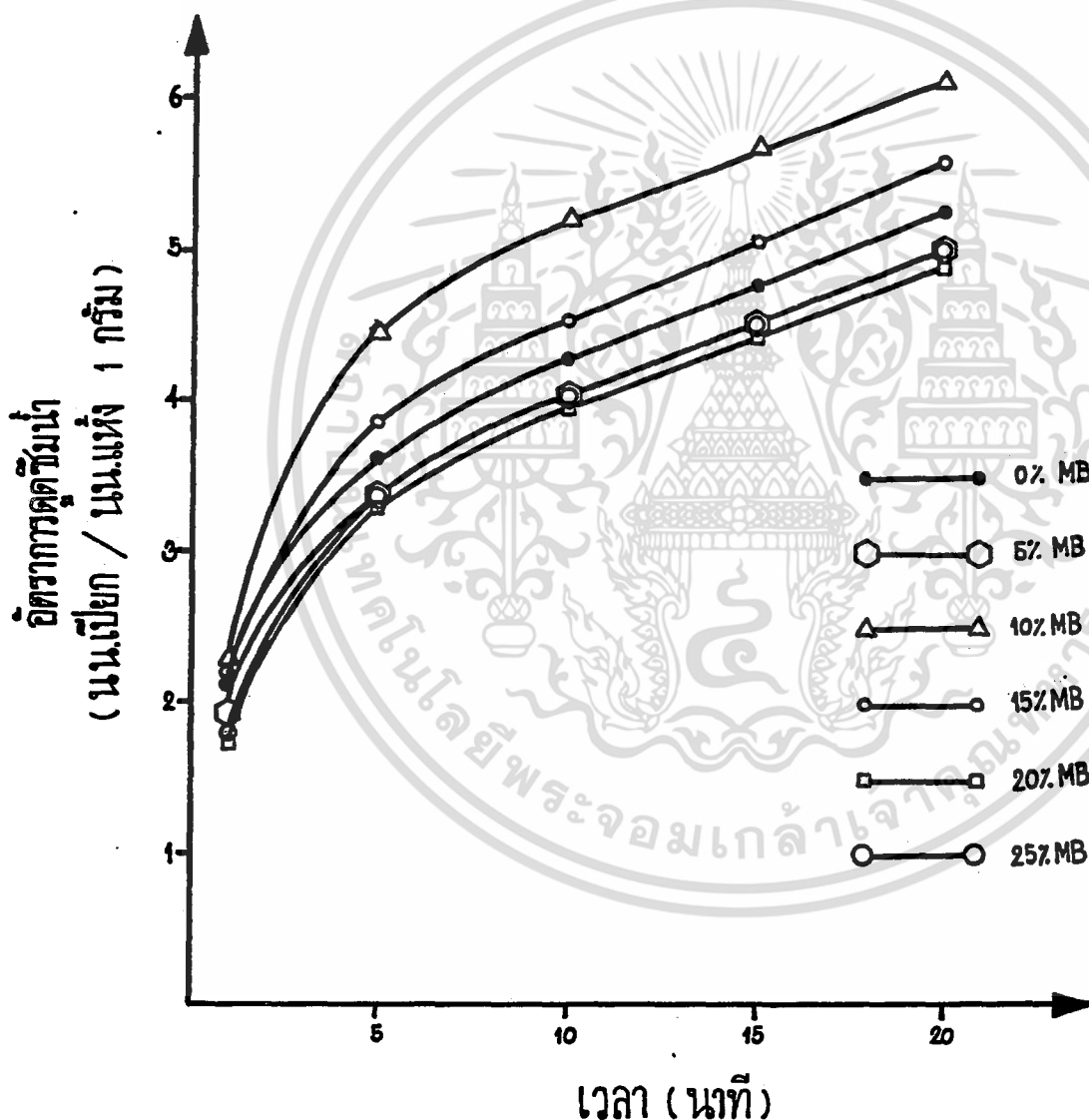
ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการแห้งของบนเมจิ้นซึ่ง
มีสัดส่วนแป้งข้าวเจ้าต่าง ๆ และผ่านการแช่แข็งก่อนอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของนมจีนเมื่อนำมาคั้นรูปซึ่งมีสัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่างๆและไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



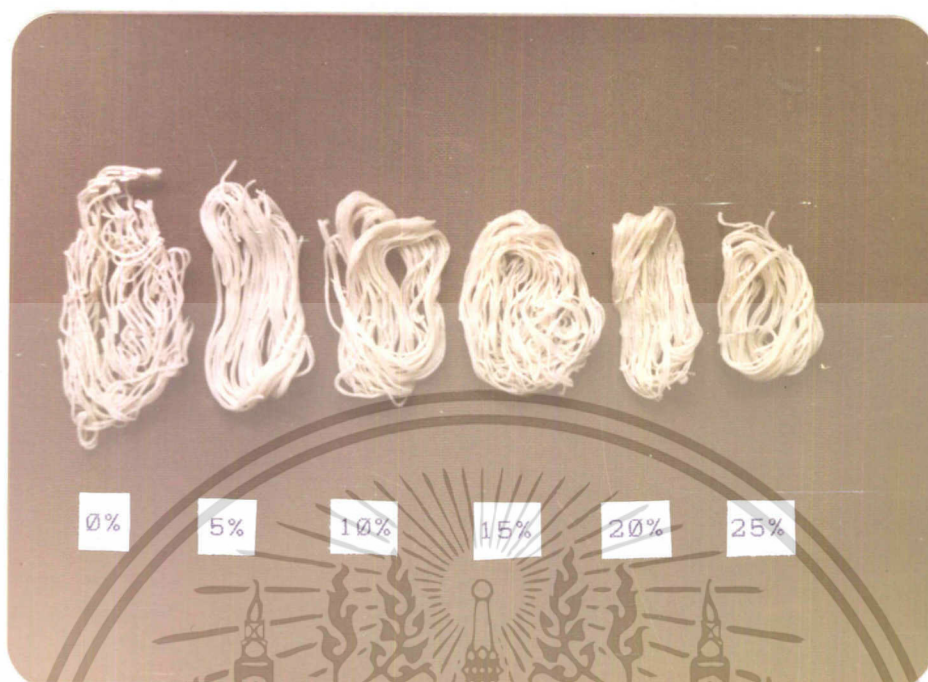
ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการดูดซึมน้ำของขมิ้นชันเมื่อนำมาคั้นรูปซึ่งมีสัดส่วนแป้งผิวเขียวต่างๆและผ่านการแช่แข็งก่อนอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า

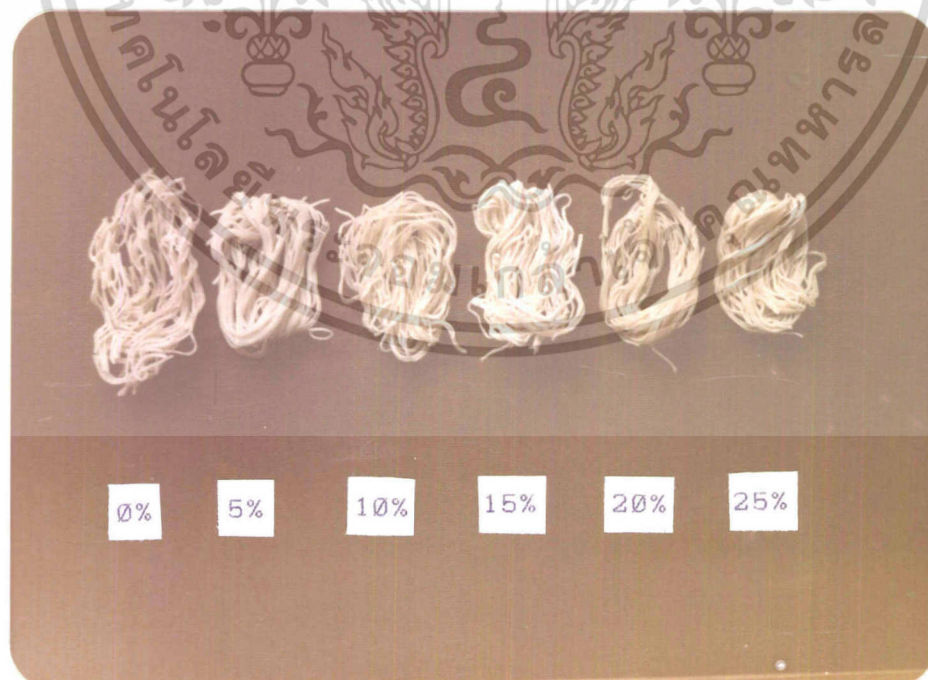
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากท่านมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

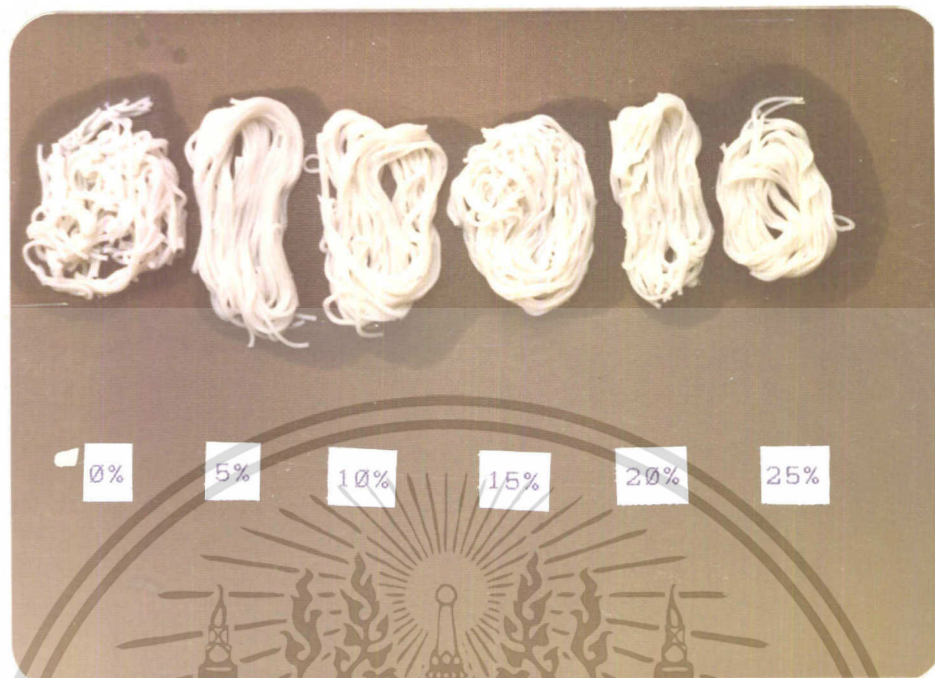
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร



ภาพที่ 5 แสดงเส้นขนนเงินก่อนคืนรูปที่สัดส่วนแบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง



ภาพที่ 6 แสดงเส้นขนนเงินก่อนคืนรูปที่สัดส่วนแบ่งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงเส้นขนมจีนหลังคืนรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ไม่ผ่านการแช่แข็ง



ภาพที่ 8 แสดงเส้นขนมจีนหลังคืนรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ ผ่านการแช่แข็ง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อเผยแพร่ให้คนอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

1. สัดส่วนของแป้งถั่วเขียวที่ใช้ทดแทนคือ 0%, 5%, 10%, 20% และ 25% มีผลต่ออัตราการทำแห้ง อัตราการคัณรูปของผลิตภัณฑ์ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป เพราะแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้น ไม่ทำให้โครงสร้างความชื้นของขนมจีนก่อนอบแห้ง เปลี่ยนไป ดังนั้น อัตราการทำแห้งและอัตราการคัณรูปที่สัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ กัน จึงใกล้เคียงกัน แต่สัดส่วนของแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี ลักษณะปรากฏของเส้น ดำหนิเนื้อสัมผัสของขนมจีนก่อนและหลังการคัณรูป คือทำให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคลดลง

2. การแช่แข็งเส้นขนมจีนก่อนการอบแห้ง ไม่มีผลต่ออัตราการทำแห้ง และคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส ได้แก่สี ลักษณะปรากฏของเส้น ดำหนิของเส้นก่อนคัณรูปและสีของขนมจีนหลังคัณรูป แต่มีผลต่อลักษณะปรากฏของเส้น ดำหนิ เนื้อสัมผัสของเส้นหลังคัณรูป และการแช่แข็งมีผลต่อช่วงแรกของอัตราการคัณรูปคือทำให้เส้นแห้งคัณรูปได้รวดเร็ว แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคในกรณีของการแช่แข็งกับไม่แช่แข็งแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น แต่ก็มีผลต่อสมบัติด้านเนื้อสัมผัส คือการไม่แช่แข็งก่อนอบแห้งจะได้รับการยอมรับมากกว่าและการแช่แข็งทำให้การพิจารณาคะแนนกรณีปริมาณถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นผิดพลาด

จากการศึกษาผลของสัดส่วนแป้งถั่วเขียวต่าง ๆ และการแช่แข็งในกระบวนการผลิต พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปที่ดีที่สุดคือ สัดส่วนแป้งถั่วเขียว 5% และไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนทำแห้ง เพราะผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ประกอบกับเป็นการลดต้นทุนเนื่องจากแป้งถั่วเขียวมีราคาแพง และปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มากขึ้นก็ไม่ทำให้การยอมรับด้านประสาทสัมผัสดีขึ้นไป เพียงแต่อยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าแป้งข้าวเจ้าล้วนเท่านั้น จึงไม่จำเป็นที่จะเพิ่มปริมาณของแป้งถั่วเขียวเกิน 5% กรณีการแช่แข็ง แม้ว่าจะคัณรูปได้รวดเร็วในการเตรียมบริโภค แต่ทำให้สมบัติด้านประสาทสัมผัสเสียไปและเป็นการเพิ่มขึ้นตอนและเวลาในกระบวนการผลิตอีก 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 สุรพันธุ์พิศิษฐ์ 2530. เอกสารประกอบการสอนอุตสาหกรรมการ
แปรรูปผักและผลไม้ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ

ประชิด ศรีสวัสดิ์ 2530. สัมภาษณ์ โรงงานผลิตขนมหจีนศรีสวัสดิ์ นครราชสีมา

วิเชียร วรพุทธพร 2525. ศึกษาการทำวันเส้นและข้าวหริ่มจากแป้งถั่วมะแฮะพันธุ์
ต่าง ๆ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน กรุงเทพฯ

ศิริลักษณ์ สีนธวาลย์ 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

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 Osaka 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. การหาอัตราการอบแห้งของตัวอย่าง (อนงค์, 2529)

1. ชั่งน้ำหนักตะแกรงขนมจีน (a)
2. นำขนมจีนใส่ตะแกรงขึ้นชั่งน้ำหนัก ได้น้ำหนักรวมของตะแกรงกับขนมจีน (b)
3. อบขนมจีนในตู้อบแบบความชื้น ควบคุมอุณหภูมิที่ 60 °ซ.
4. นำขนมจีนออกจากตู้อบ เพื่อชั่งน้ำหนักทุก ๆ 10 นาที ได้น้ำหนักรวมของตะแกรงกับขนมจีนที่เวลานั้น 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

รหัสตัวอย่าง

ระดับคะแนน

สี ลักษณะปรากฏของเส้น ตำหนิของเส้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม ข.2

ชื่อผู้ทดสอบ _____ อายุ _____ ปี

โปรดขีดตัวอย่างชนมจีนกิ่งสำเร็จรูปซึ่งผ่านการคั้นรูปแล้วและพิจารณาให้คะแนนลักษณะต่าง ๆ ตามระดับคะแนนต่อไปนี้

ระดับคะแนน

ระดับความชอบ

5

ช่อบหมาก

4

ชอบ

3

ปานกลาง

2

ค่อนข้างชอบ

1

ไม่ชอบ

ระดับคะแนน

รหัสตัวอย่าง

เนื้อหาสมผัส

१६८

ลักษณะปรากฏของเส้น ตำแหน่งของเส้น

ตำหนิของเส้น

ข้อมูลดิบจากการทดลอง

ตาราง ค.1 คะแนนการสอบถามยอมรับลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมจิ้นก่อนและหลังคืนรูป

ลักษณะการทดสอบ	ลำดับผู้ทดสอบ	$a_1 b_1$	$a_1 b_2$	$a_1 b_3$	$a_1 b_4$	$a_1 b_5$	$a_1 b_6$	$a_2 b_1$	$a_2 b_2$	$a_2 b_3$	$a_2 b_4$	$a_2 b_5$	$a_2 b_6$
ลักษณะเส้นขนมจิ้นก่อนคืนรูป	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	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
ลักษณะปรากฏของเส้นขนมจิ้นก่อนคืนรูป	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
ตำแหน่งของเส้นขนมจิ้นหลังคืนรูป	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
เนื้อสัมผัสของเส้นขนมจิ้นหลังคืนรูป	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
ลักษณะปรากฏของเส้นขนมจิ้นหลังคืนรูป	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
ตำแหน่งของเส้นขนมจิ้นหลังคืนรูป	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	2	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
ตำแหน่งของเส้นขนมจิ้นหลังคืนรูป	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 = เส้นขนมจิ้นผ่านการแช่แข็งก่อนทำแท่ง a_2 = เส้นขนมจิ้นไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนทำแท่ง b_1 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้าล้วน b_2 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้า 5% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า b_3 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้า 10% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า b_4 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้า 15% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า b_5 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้า 20% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า b_6 = เส้นขนมจิ้นประกอบด้วยสัดส่วนแป้งข้าวเจ้า 25% ส่วนที่เหลือเป็นแป้งข้าวเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางธุรกิจไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ วิทยาลัยการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดและใช้งาน และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.3 แสดงการดูดน้ำกลับของเส้นขนมจีนก่อนคืนรูป ที่มีสัดส่วนของแป้ง ถั่วเขียวต่าง ๆ กัน ซึ่งผ่านและไม่ผ่านการแช่แข็งก่อนการทำเป็นเส้นแห้ง

การดูดซึมน้ำ (นน.เปียก/นน.แห้ง 1 กรัม)												
เวลา (นาที)	แป้งข้าวเจ้าล้วน		5% แป้งถั่วเขียว		10% แป้งถั่วเขียว		15% แป้งถั่วเขียว		20% แป้งถั่วเขียว		25% แป้งถั่วเขียว	
	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 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของสีเส้นขนมจิ้งก่อนคั้นรูป

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 ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง ง.2 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏของเส้นขนมจีนก่อนขึ้นรูป

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_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	3.4	3.3	3.1	1.9	1.9	1.7

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง ง.3 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าหนีของเส้นขนมจีนก่อนคั้นรูป

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 ns	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_1b_2	a_2b_2	a_3b_3	a_2b_3	a_1b_3	a_2b_4	a_1b_5	a_2b_5	a_1b_5	a_1b_1	a_1b_4	a_2b_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_6	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 เส้นขนมหันหลังคินรูป

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

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
Treatment	11	75.292	6.8447	14.2301	**	2.40
A	1	3.675	3.675	7.6403	**	6.84
B	5	55.342	11.0684	23.0112	**	3.17
AB	5	16.275	3.2550	6.7671	**	3.17
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_5	a_2b_3	a_2b_6	a_1b_2	a_2b_4	a_2b_5	a_1b_6	a_1b_3	a_1b_1	a_1b_4	a_2b_1
4.0	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