

วษ/20926



รายงานการวิจัยนักศึกษาระดับปริญญาตรี
เรื่อง

การทำแห้งเส้นขนมจีน

Drying of rice noodles (khanom jeen)

ครต ๖๐ ม ๐๗ พ ๕ - - - ครททำแห้งเส้นขนมจีน ๒๖

อานา... กัญหมื่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
พัชรี เฉลิมแสน
อาทิตย์ คัดนอก

| |
|---|
| สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| วันรับ..... |
| วันลงทะเบียน..... 15 ธ.ค. 2559 |
| เลขทะเบียน..... ๒๖, 248580 |
| เลขเรียกหนังสือ..... ๖๖๔.๐๒๘ พ๖11๒๗ 2559 |

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2559)

คณะกรรมการสอบได้พิจารณารายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ เห็นสมควรรับ
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร ม
ราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบ

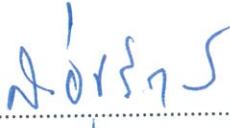

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ บุตรศาสตร์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา)


..... กรรมการ
(อาจารย์ศันนธร พิชัย)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะเทคโนโลยีการเกษตร อนุมัติให้รับรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ เป็นส่วน
การศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร ขอ
ราชภัฏมหาสารคาม


..... คณบดีคณะเทคโนโลยี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์สมมาศ อัฐรัตน์)

วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2559

| | |
|-----------------------------|---|
| Research Title | Drying of rice noodles (khanomjeen) |
| Researchers | PatchareeChalermnan, ArthitKitnork |
| Research Consultants | Assistant ProfessorDr.ChoothaweepPalagawong Na Ayudhya |
| Degree | Food Technology Faculty of Agricultural Technology Bachelor of Science Rajabhat Maha Sarakham University |
| Year | 2016 |

Abstract

This research aims to determine the optimum temperature (by using the a_w and the percent moisture content) for drying rice noodles at different temperatures of 70, 80 and 90 °C for 3 hours. To study the rehydration of dried noodles by using a microwave at 800 Watt at ratio of noodles 20 g per 200 ml of water for 4 minutes And to compare dried noodles with the fresh noodles (fermented flour) in color, toughness and consumer acceptance (9-Point Hedonic Scale test). The results showed that the optimum temperature for drying noodles is 70 ° C for 3 hours, with the a_w of 0.572 moisture content of 7.509. The dried noodles at 90 ° C showed the best rehydration. The color of the noodles after rehydrate tends toward yellow. And the toughness is 0.026 N. The dried noodles at 70 ° C were accepted by most consumers at the overall liking of 7.466.

Keywords: rice noodles (Khanomjeen), temperature, rehydration, drying, toughness



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วษ/20926



รายงานการวิจัยนักศึกษาระดับปริญญาตรี
เรื่อง

การทำแห้งเส้นขนมจีน

Drying of rice noodles (khanom jeen)

ครต ๖๐ ม ๐๗ พ ๕ - - - ครททำแห้งเส้นขนมจีน ๒๖

อานา... กัญจน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
พัชรี เฉลิมแสน
อาทิตย์ คัดนอก

| | |
|---|---------------------|
| สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม | |
| วันรับ..... | |
| วันลงทะเบียน..... | 15 ธ.ค. 2559 |
| เลขทะเบียน..... | ๘๖, 248580 |
| เลขเรียกหนังสือ..... | ๖๖๔.๐๒๘ พ๖11๒๗ 255๙ |


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2559)

คณะกรรมการสอบได้พิจารณารายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ เห็นสมควรรับ
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร ม
ราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบ

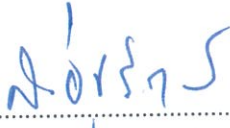

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ บุตรศาสตร์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชอุวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา)


..... กรรมการ
(อาจารย์ศันนธร พิชัย)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะเทคโนโลยีการเกษตร อนุมัติให้รับรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ เป็นส่วน
การศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร ขอ
ราชภัฏมหาสารคาม


..... คณบดีคณะเทคโนโลยี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์สมมาศ อัฐรัตน์)

วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาประจำ
โครงการวิจัยที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ในสาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านสถานที่
เครื่องมือและให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์ในการทำวิจัย และคำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่
สนับสนุนทุนอุดหนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี



คณะผู้วิจัย
ปีการศึกษา 2559

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

| | |
|-------------------|---|
| หัวข้อวิจัย | การทำแห้งเส้นขนมจีน |
| ผู้ดำเนินการวิจัย | พัชรี เถลิ้มแสน และอาทิตย์ คิदनอก |
| ที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา |
| หน่วยงาน | สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| ปี พ.ศ. | 2559 |

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเส้นขนมจีนโดยอบที่อุณหภูมิต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมงโดยใช้ค่า a_w และเปอร์เซ็นต์ความชื้นเป็นเกณฑ์การเลือกและศึกษาการคืนตัวของเส้นขนมจีนที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C โดยใช้ไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์อัตราส่วนของเส้นขนมจีนแห้ง 20 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตรเป็นเวลา 4 นาทีและเพื่อศึกษาความแตกต่างของเส้นขนมจีนอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C เมื่อผ่านการคืนตัวแล้วกับขนมจีนเส้นสดแป็งหมักได้แก่ ค่าสีของเส้นขนมจีนค่าความเหนียวของเส้นขนมจีนและการยอมรับของผู้บริโภค ด้วยวิธีทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale ผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเส้นขนมจีน คือ 70 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมงโดยมีค่า a_w เท่ากับ 0.572 ความชื้นเท่ากับ 7.509 เปอร์เซ็นต์สำหรับการคืนตัวของเส้นขนมจีนพบว่าเส้นขนมจีนที่อบแห้งที่ 90 °C มีการคืนตัวได้ดีที่สุดสีของเส้นขนมจีนมีแนวโน้มออกไปทางสีเหลืองความเหนียวของเส้นขนมจีนมีค่าเท่ากับ 0.026 นิวตัน แต่เส้นขนมจีนที่ใช้อุณหภูมิในการอบ 70 °C ได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดโดยมีความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.466

คำสำคัญ : ขนมจีน อุณหภูมิ การคืนตัว การทำแห้ง ความเหนียว

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ขนมจีน เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวเจ้าที่มีการผลิตในทุกภาคของประเทศและนิยมรับประทานกันทั่วประเทศโดยคุณภาพของเส้นขนมจีนขึ้นอยู่กับ การเลือกใช้วัตถุดิบและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม แต่เนื่องจากการผลิตเส้นขนมจีนเป็นการผลิตแบบอุตสาหกรรมครัวเรือนแทบทุกขั้นตอน ซึ่งในการผลิตต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ในการทำเป็นอย่างมากจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การทำขนมจีนไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าที่ควร ซึ่งขนมจีนมี 2 ชนิดคือ ขนมจีนแป้งสดและขนมจีนแป้งหมักโดยเฉพาะขนมจีนแป้งหมักซึ่งมีกลิ่นและรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ การหมักขนมจีนอาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในวัตถุดิบตามธรรมชาติ ทำให้ไม่สามารถควบคุมชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการหมักที่มีคุณภาพที่ดีได้ซึ่งเส้นขนมจีนหมักจะมีอายุการเก็บรักษาได้แค่เพียง 1-2 วัน มีค่าความชื้น 70.50-75.70 เปอร์เซ็นต์และมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.89-0.97 และส่วนมากเส้นขนมจีนหมักจะเกิดจากการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

การทำแห้งหรือการดewaterออกอาจเรียกว่า Drying การทำแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารที่นิยมใช้มานานเป็นการยืดอายุการเก็บรักษา การทำแห้งเป็นการลดปริมาณน้ำในอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เช่น รา (Mold) ยีสต์ (Yeast) แบคทีเรีย (Bacteria) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์หรือชะลอปฏิกิริยาต่างๆทั้งทางเคมีและทางชีวเคมีซึ่งมีน้ำเป็นส่วนร่วมและเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย การทำให้อาหารปลอดภัยคือการลดปริมาณน้ำในอาหารโดยการทำแห้งทำให้อาหารมีค่า Water Activity (a_w) น้อยกว่า 0.60 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรคและการทำแห้งยังทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง

ผู้ทำการวิจัยจึงเล็งเห็นว่าเส้นขนมจีนในปัจจุบันมีอายุการเก็บรักษาสั้นทำให้เกิดความไม่สะดวกในการบริโภคไม่สามารถที่จะทำการขนส่งในระยะทางไกลๆได้เป็นการจำกัดพื้นที่การบริโภคทำให้เกิดในวงกว้าง จึงได้มีการวิจัยเส้นขนมจีนอบแห้งเพื่อให้ผู้บริโภคได้มีทางเลือกใหม่ในการรับประทานขนมจีนได้อย่างสะดวกสบายและง่ายต่อการขนส่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสม

1.2.2 เพื่อศึกษาความแตกต่างของเส้นขนมจีนอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 °C เมื่อผ่านการคั่วและขนมจีนเส้นสดแป้งหมัก

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 ใช้ขนมจีนเส้นสดที่ทำจากแป้งหมัก
- 1.3.2 ใช้อุณหภูมิอบแห้งที่ 70 80 และ 90 °C โดยใช้ตู้อบลมร้อน
- 1.3.3 หาอัตราการคั่วตัวของเส้นขนมจีนโดยใช้ไมโครเวฟ 800 วัตต์ โดยมีอัตราส่วนของเส้นขนมจีนแห้ง 20 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 นาที

1.4 ทฤษฎีและกรอบแนวคิดในการวิจัย

อุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งอาจจะมีผลต่อการคั่วตัวของเส้นขนมจีนเพราะถ้าเส้นขนมจีนแห้งมีอุณหภูมิในการอบต่ำหรือสูงเกินไปก็จะทำให้การคั่วตัวของเส้นขนมจีนเป็นไปได้ยากขึ้น และถ้าเวลาในการอบสั้นหรือยาวก็จะทำให้การคั่วตัวของเส้นขนมจีนเป็นไปได้ยากขึ้นเช่นกัน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ (ถ้ามี)

1.5.1 ขนมจีน เป็นผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน มีลักษณะเป็นเส้นยาว เหนียว สีขาวขุ่น แปรรูปมาจากแป้งข้าวเจ้า

1.5.2 การทำแห้ง (Drying) หมายถึง การให้ความร้อนภายใต้สภาวะการควบคุมเพื่อกำจัดน้ำที่มีอยู่ในอาหารโดยการระเหยน้ำ วัตถุประสงค์ของการกำจัดน้ำ คือ การยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร โดยการลดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนี้ การลดน้ำหนักและปริมาณของอาหารยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่ง เพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- 1.6.1 ทราบถึงอุณหภูมิในการอบแห้งและการคั่วตัวของเส้นขนมจีน
- 1.6.2 ทราบถึงว่าคุณภาพของเส้นขนมจีนหลังการอบแห้ง
- 1.6.3 เพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ในชุมชน
- 1.6.4 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและสะดวกต่อการขนส่งได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขนมหุ้น

ขนมหุ้น หมายถึง อาหารคาวที่ทำเป็นเส้น ในบางประเทศและแต่ละท้องถิ่นของประเทศไทยนั้นจะมีวิธีปรุงและรับประทานขนมหุ้นแตกต่างกัน

อรอนงค์ (2547) ได้กล่าวไว้ว่าขนมหุ้น เป็นผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านมีลักษณะเป็นเส้นยาว เหนียวสีขาวขุ่น แปรรูปมาจากแป้งข้าวเจ้าที่มีปริมาณอมิโลสสูงมากกว่า 25เปอร์เซ็นต์ เช่นข้าวพันธุ์ขาวกอเดียว เหลืองสิบเอ็ด เป็นต้น ถ้าข้าวที่นำมาใช้มีปริมาณอมิโลสน้อยจะทำให้ขนมหุ้นนิ่มและนิยมใช้ข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือนถึง 1 ปีถ้าใช้ข้าวที่มีการเก็บน้อยกว่านี้จะทำให้ขนมหุ้นนิ่มและเส้นเกาะติดกันและผลิตขนมหุ้นได้ปริมาณน้อยกว่าข้าวเก่า แต่ถ้าใช้ข้าวที่เก็บไว้นานกว่า 1 ปีจะได้เส้นขนมหุ้นที่แข็งเกินไป ร่วน ไม่มีความเงามัน

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบโดยเฉลี่ยของเส้นขนมหุ้น

| องค์ประกอบ | ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์) |
|------------|----------------------|
| ความชื้น | 63.20-81.60 |
| โปรตีน | 3.60-7.30 |
| ไขมัน | 0.20-1.50 |
| แป้ง | 87.80-91.50 |
| เส้นใย | 0.50-1.40 |
| เถ้า | 0.20-1.50 |

ที่มา : รัชชนก (2545)

2.1.1 ชนิดเส้นขนมหุ้นแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) ขนมหุ้นแป้งหมัก เป็นเส้นขนมหุ้นที่นิยมทำทางภาคอีสาน เส้นมีสีคล้ำออกน้ำตาล เหนียวนุ่มกว่าขนมหุ้นแป้งสด และเก็บไว้ได้นานกว่า ไม่เสียง่าย การทำขนมหุ้นแป้งหมักเป็นวิธีการทำเส้นขนมหุ้นแบบโบราณ ต้องเลือกใช้ข้าวแข็ง คือข้าวที่เรียกว่า ข้าวหนัก (พันธุ์ข้าวที่ได้ผลต่ำกว่ากลุ่มพันธุ์ข้าวอื่น ออกรวง ประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม และเก็บเกี่ยวได้ใน ช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม) เช่น ข้าวเล็บมือ นาง ข้าวปิ่นแก้ว ข้าวพลวง ถ้าข้าวยิ่งแข็งจะยิ่งดี เวลาทำขนมหุ้นแล้ว ทำให้ได้เส้นขนมหุ้นที่เหนียวเป็นพิเศษ นอกจากนี้แหล่งน้ำธรรมชาติก็เป็นสิ่งสำคัญ ต้องใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ จากคลองชลประทาน หรือน้ำบาดาล ไม่ควรใช้น้ำประปา (ภัทรพรและสุนันทา, 2549) กล่าวไว้ว่าเส้นขนมหุ้นจะและทำให้จับเส้นไม่ได้ ไม่น่ากินและอาจจะทำให้เส้นขนมหุ้นมีกลิ่นผิดปกติและส่วนมากจะใช้ข้าวเจ้าในการทำเส้นขนมหุ้น (ครรชิต, 2549) กล่าวไว้ว่าข้าวเหนียว

และข้าวเจ้านั้นมีส่วนประกอบสำคัญคือแป้งหรือ Starch คือเป็น กลูโคสโพลีเมอร์ แบบหนึ่ง แต่ แป้งข้าวเหนียวนั้นประกอบด้วยสารที่เรียกว่า อะมิโลเพกติน ทั้งหมดหรือเกือบหมด อะมิโลสนี้ทำให้ข้าวเหนียวเกาะตัวกันเป็นก้อนเมื่อเคี้ยว แตกต่างไปจากข้าวเจ้าซึ่งมีอะมิโลสน้อยกว่าและไม่จับเป็นก้อน

1.1) วัตถุประสงค์หลักในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก

แป้งข้าวเจ้า(Rice Flour) เป็นแป้งที่ทำจากเมล็ดข้าวเจ้าลักษณะเป็นผงมีสีขาวจับแล้วระคายมือเล็กน้อย เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นร่วน ถ้าทิ้งให้เย็นจะอยู่ตัวเป็นก้อน ร่วนไม่เหนียว จึงเหมาะที่จะประกอบอาหารที่ต้องการความอยู่ตัวร่วนไม่เหนียวเหนียว เช่น ขนมขึ้นหนู ขนมกล้วย เส้นขนมจีน ฯลฯ สมัยก่อนนิยมไม่กินเอง โดยล้างข้าวสารก่อน แช่วข้าวโดยใส่น้ำให้ท่วมแช่จนข้าวนุ่ม จะไม่ง่ายในปัจจุบันนิยมบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้าบดให้ละเอียดแล้วจึงห่อผ้าขาวบางทับน้ำทิ้งจะได้แป้งข้าวเจ้าเรียกแป้งสด

1.2) ขั้นตอนการผลิตเส้นขนมจีนแป้งหมัก (บุศรารวรรณ, 2547)

1.2.1) การหมักข้าว โดยนำปลายข้าวมาล้างด้วยน้ำสะอาดปราศจากฝุ่นและสิ่งเจือปนใส่ข้าวในภาชนะสำหรับหมักข้าว ซึ่งทำด้วยไม้ไผ่สาน เช่น กระบุงหรือเชิง หมักโดยการตั้งทิ้งไว้กลางแดด หรือในร่มถ้าหมักกลางแดดข้าวจะมีเป็นสีขาว ถ้าเอาไว้ในร่มจะได้ข้าวสีเหลืองอมส้ม(दनัย, 2547) กล่าวไว้ว่าจุลินทรีย์บางชนิดต้องการแสงแดดเพื่อใช้เป็นพลังงานในการสังเคราะห์สารที่จำเป็นต่อการดำรงชีพและเพื่อสังเคราะห์สีของเส้นขนมจีน นิยมหมักปลายข้าวเป็นเวลา 2 วัน ในระหว่างการหมักต้องล้างปลายข้าวทุกวัน ส่วนการผลิตระดับพื้นบ้านจะหมักปลายข้าวจนเปียกชุ่มและสามารถนวดได้โดยใช้มือโดยไม่ต้องมี การใช้ปลายข้าวหมักจะทำให้เปียกชุ่มเนื่องจากแป้งถูกไฮโดรไลซ์ ได้สารประกอบ Dextrin และ Maltose โดยเอนไซม์อะไมเลสซึ่งอยู่ในแป้งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา อัตราการเจริญของจุลินทรีย์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการหมักทุกชนิด โดยมีหลักการว่าการเจริญของจุลินทรีย์ (นิตยา, 2532) ได้กล่าวไว้ว่าจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตขนมจีนแป้งหมัก คือ แบคทีเรียกรดแลกติกที่เป็นสาเหตุของการหมักจะต้องเจริญได้ดีมีอัตราสูงกว่าการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสีย รวมทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่น รสที่ไม่ต้องการ

ดังนั้นการควบคุมสภาพการหมักต้องต่างๆ จึงนับเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง การเจริญของจุลินทรีย์โดยทั่วไปต้องการสารอาหารหลักจำพวก โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันและเกลือแร่ การเจริญของแบคทีเรียจะสูงหรือต่ำนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานที่แบคทีเรียจะได้รับจากสารอาหารพลังงานสูงก็จะทำให้การเจริญของเซลล์สูงในการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของแบคทีเรียต้องการสิ่งต่อไปนี้คือ น้ำ พลังงาน ไนโตรเจน คาร์บอน และเกลืออนินทรีย์ จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความต้องการอาหารที่แตกต่างกัน ข้าวที่ผ่านการหมัก 2-3 วัน จะมีลักษณะทางกายภาพและปริมาณโปรตีนของขนมจีนที่แตกต่างกัน

1.2.2) การโม่หรือการบดปลายข้าวหมัก เมื่อหมักปลายข้าวครบสองวัน แล้วล้างปลายข้าวให้สะอาด นำไปบดด้วยโม่หินที่หมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือนำไปยี่ผ่านผ้าขาวที่ผูกไว้ที่ปากโถงขณะโม่ใส่เกลือประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าว ถ้าข้าวเก่าจะใช้ประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันไม่ให้แป้งเกิดการหมักก่อนขั้นตอนการนอนแป้ง

1.2.3) การนอนน้ำแป้ง น้ำแป้งที่ได้จากการโม่หรือบดแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางใส่ลงในโถงปล่อยให้แป้งตกตะกอนนาน 1-2 วัน แล้วคูดน้ำส่วนบนออก 2-3 ครั้ง ขั้นตอนนี้มีผลให้แป้งมีสีขาวและมีกลิ่นหมักน้อยลง โดยคูดน้ำทิ้งทุกวันพร้อมใส่เกลือทุกครั้งที่เปลี่ยนน้ำ ในการผลิตระดับพื้นบ้านบางรายอาจนอนน้ำแป้งได้ถึง 1 เดือน แต่จะต้องเปลี่ยนน้ำทุกวันพร้อมใส่เกลือ เพราะเกลือที่ใส่ลงไปจะไปควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในการหมักไม่ให้เพิ่มมากขึ้นและเกลือยังเป็นตัวควบคุมสีของเส้นขนมจีนไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

1.2.4) การทับน้ำแป้ง การทับน้ำแป้งเป็นการกำจัดน้ำส่วนเกินออกไปโดยนำแป้งที่ได้จากการนอนน้ำ แป้งใส่ในถุงผ้าบิดแล้วผูกปากถุงด้วยเชือกให้แน่นทับด้วยของหนักไว้ 1 คืนแป้งที่ได้จากขั้นตอนนี้มีความชื้น 42-44 เปอร์เซ็นต์

1.2.5) การนึ่งแป้ง แป้งที่ผ่านการทับน้ำแล้วจะเป็นก้อนแข็งเนื้อแป้งเกาะกันแน่น นำก้อนแป้งนี้ไปต้มหรือนึ่งให้สุกเฉพาะผิวรอบนอกต้มแป้งให้สุกเข้าไปประมาณ 1-2 เซนติเมตร ของก้อนแป้ง ถ้าใช้ข้าวสาร 1 ถัง เมื่อโม่ข้าวเป็นแป้งแล้วจะผ่านการทับแล้ว การนำมาทำให้แป้งสุกนั้นแป้งจะสุกจากผิวเข้าไปประมาณครึ่งนิ้วในขั้นตอนนี้จะมีผลต่อความเหนียวของแป้งขนมจีน ถ้าแป้งสุกมากหรือน้อยไปขนมจีนจะขาดได้ง่ายและไม่สามารถจับเป็นเส้นได้

1.2.6) การนวดแป้ง การนวดแป้งเป็นการผสมแป้งดิบและแป้งสุกที่ผ่านขั้นตอนการทำให้สุกเป็นบางส่วนเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังทำให้เม็ดแป้งแตก ทำให้แป้งมีความเหนียวมากขึ้น การนวดแป้งอาจนวดด้วยมือหรือนวดด้วยเครื่องนวดให้เข้ากันดี ถ้าแป้งแห้งเกินไปให้เติมน้ำลงไปขั้นตอนนี้อาจเรียกว่า “การน้อมแป้ง” แป้งที่นวดแล้วจะมีความชื้น 70-75 เปอร์เซ็นต์

1.2.7) การกรองแป้ง เนื่องจากการนวดแป้งไม่สามารถทำให้แป้งแตกออกได้หมดบางส่วนยังมีเม็ดเล็กๆ ปนอยู่จะต้องกรองแป้งผ่านผ้าขาวบางเพื่อให้แป้งที่ผ่านการกรองมีความละเอียดสม่ำเสมอไร้อะไรได้สะดวก

1.2.8) การโรยเส้นขนมจีน การโรยเส้นขนมจีนอาจทำได้หลายวิธี ถ้าเป็นการผลิตแบบพื้นบ้านมักใช้แวนหรือฝ้อน แวนมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้วเจาะรูเล็กๆ ตามขนาดที่ต้องการเติมผิวหน้าของโลหะวางแผ่นโลหะกลมตรงกลางผืนผ้าซึ่งจะเป็นวงกลมขนาดเดียวกับแผ่นโลหะแล้วเย็บตรึงขอบแผ่นโลหะติดกับผ้า เมื่อใส่แป้งขนมจีนลงในแวนแล้วต้องรวบปลายผ้าให้เข้ากัน ใช้อีกมือหนึ่งบีบเพื่อให้แป้งผ่านรูเล็กๆ ลงไปบนกระทะที่ต้มน้ำร้อนไว้รอเป็นวงกลมพยายามอย่าให้เส้นขาด

1.2.9) การจับเส้นขนมจีน จับเส้นขนมจีนที่แช่อยู่ในน้ำ วิธีจับเส้นขนมจีน ทำโดยใช้มือจับขนมจีนขึ้นมาจากน้ำ เรียงเส้นขนมจีนให้เป็นเส้นซ้อนกันโดยให้เรียงกันประมาณ 7-8 เส้น แล้วพันเส้นขนมจีน ที่นิ้วชี้หรือนิ้วหัวแม่มือ ให้เส้นขนมจีนห้อยลงมาตามขนาดของจับที่ต้องการ วางขนมจีนในลักษณะคว่ำมือลงในภาชนะ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำมารับประทานได้ลักษณะเส้นขนมจีนที่ได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 เส้นขนมจีนแป้งหมัก

ที่มา: www.pschesupply.com

2) ขนมจีนแป้งสด ใช้วิธีการผสมแป้ง ขนมจีนแป้งสดเส้นจะมีขนาดใหญ่กว่า ขนมจีนแป้งหมัก เส้นมีสีขาว อุ่มน้ำมากกว่า ตัวเส้นนุ่ม แต่จะเหนียวน้อยกว่าแป้งหมัก วิธีทำจะคล้ายๆกับขนมจีนแป้งหมัก แต่จะทำงานง่ายเพราะไม่ต้องแช่ข้าวหลายวัน และได้เส้นขนมจีนที่มีสีขาว น่ารักกิน การเลือกซื้อขนมจีนแป้งสด ควรเลือกที่ทำใหม่ๆ เส้นจับวางเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ เส้นขนมจีนไม่ขาด ตมดูไม่มีกลิ่นเหม็นแป้ง ไม่มีเมือก ขนมจีนแป้งสดจะเก็บได้ไม่นาน ควรนำมาล้าง ก่อนกิน ซึ่งมีลักษณะดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 เส้นขนมจีนแป้งสด

ที่มา: <http://www.oknation.net/blog/TheYann>

2.1.2 ขนมนจีนในแต่ละถิ่นของประเทศไทย

1) ภาคกลาง นิยมรับประทานกับน้ำพริก น้ำยาและแกงเผ็ดชนิดต่าง ๆ น้ำยาของภาคกลางนิยมรับประทานกับน้ำยากะทิ เน้นกระชายเป็นส่วนผสมหลัก ส่วนน้ำพริกเป็นขนมจีนแบบชาววัง ปนด้วยถั่วเขียว ถั่วลิสง รับประทานกับเครื่องเคียงทั้งผักสด ผักลวก และผักชุบแป้งทอด ขนมจีนชวมน้ำ เป็นขนมจีนที่นิยมในช่วงสงกรานต์ รับประทานกับสับปะรด ชিং พริกชี้หนู กระเทียม มะนาว ราดด้วยหัวกะทิเคี้ยว ทางสมุทรสงครามและเพชรบุรีจะปรุงรสหวานด้วยน้ำตาลมะพร้าว

2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า ข้าวปุ้น อีสานใต้เรียกว่า นมป็นเจ้าะ คล้ายกับกัมพูชา นิยมรับประทานกับน้ำยาใส่ปลาร้า ใส่กระชายเหมือนน้ำยาภาคกลาง และข้าวปุ้นน้ำแจ่วที่รับประทานขนมจีนกับน้ำต้มกระดูก ปรุงรสด้วยน้ำปลาร้า ไม้ใส่เนื้อปลา และนำขนมจีนแป้งหมักมาทำส้มตำเรียกตำซั่ว

3) ภาคเหนือ เรียกว่า ขนมเส้น หรือข้าวเส้น หรือข้าวหนมเส้น นิยมรับประทานร่วมกับน้ำเงี้ยวหรือน้ำจ๊วที่มีเกสรดอกจ๊วป่าเป็นองค์ประกอบสำคัญ รับประทานกับแคบหมูและข้าวก้นจิ้น(ข้าวเงี้ยว จิ้นส้มเงี้ยว)เป็นเครื่องเคียง เดิมทีนั้นขนมจีนน่าจะยังไม่แพร่หลายในภาคเหนือ เนื่องจากว่าน้ำเงี้ยวเดิมนิยมรับประทานกับเส้นก๋วยเตี๋ยว และภาคเหนือมีน้ำขนมจีนเพียงชนิดเดียวคือน้ำเงี้ยว คำว่า เงี้ยว ในภาษาเหนือหมายถึง ชาวไทใหญ่ ในจังหวัดแพร่มีขนมจีนน้ำหมู มีลักษณะคล้ายน้ำเงี้ยว แต่ไม่ใส่ดอกจ๊ว และใช้เป็นน้ำซุ้กระดูกหมู

4) ภาคใต้ เรียกว่า โหน้มนจีน โดยเป็นอาหารเช้าที่สำคัญของภาคใต้ฝั่งตะวันตก เช่น ระนอง พังงา ภูเก็ต รับประทานกับผักเหนาะชนิดต่าง ๆ ทางภูเก็ตนิยมรับประทานกับห่อหมก ปาท่องโก๋ ชาร้อน กาแฟร้อน ทางชุมพรนิยมรับประทานขนมจีนเป็นอาหารเย็น รับประทานกับทอดมันปลากทราย ส่วนที่นครศรีธรรมราชรับประทานเป็นอาหารเช้าคู่กับข้าวย่า น้ำยาทางภาคใต้ใส่ขมิ้นไม่ใส่กระชายเหมือนภาคกลาง ถ้ารับประทานคู่กับแกงจะเป็นแกงไตปลา มีลักษณะดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 เส้นขนมจีนภาคใต้

ที่มา : news.thaiarcheep.com

2.1.3 ขนมนานานาชาติ

- 1) เวียดนาม มีเส้นคล้ายขนมนจีนเรียกบุ้น นิยมรับประทานกับน้ำซุปรวมและเนื้อ ซึ่งเป็นอาหารที่มีชื่อเสียงของเว้ เรียก บุ้นบ่อเฮ้ว ทางภาคเหนือมีขนมนจีนกินกับหมูย่างเรียกบุ้นจ๋า
- 2) ลาว เรียกว่าข้าวบุ้น นิยมรับประทานกับน้ำยาปลาหรือน้ำยาเป็ด ทางหลวงพระบาง รับประทานกับน้ำยาผสมเลือดหมูเรียกน้ำแจ้ว
- 3) กัมพูชา เรียกว่า นมป็นเจ้าะ นิยมรับประทานกับน้ำยาปลาร้า ชาวกัมพูชากินขนมนจีนกับน้ำยาสองแบบคือแบบใส่กะทิและแบบไม่ใส่กะทิซึ่งคล้ายน้ำยาปา เนื้อปลาที่ใส่นิยมเป็นปลาน้ำจืด เช่น ปลาตูกและปลาช่อน เครื่องแกงเป็นแบบเครื่องเขียวที่ประกอบไปด้วยกระเทียม หอม ตะไคร้ ผิวมะกรูด กระชาย ขมิ้น ใส่ปลาร้าด้วย
- 4) พม่า มีอาหารประจำชาติเรียกโมนฮีนกา ซึ่งมีลักษณะคล้ายขนมนจีนน้ำยาปลาของไทย แต่ใส่หยวกกล้วย ไม่มีกะทิและกระชาย เส้นขนมนจีนนานาชาติมีลักษณะดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 เส้นขนมนจีนนานาชาติ

ที่มา : www.manager.co.th

2.1.4 ความนิยมในการรับประทานขนมนจีนของไทย

เมื่อเรียงจับขนมนจีนลงในจับแล้ว ผู้รับประทานจะราดน้ำยาลงไปบนเส้นขนมนจีนให้ทั่ว น้ำยาขนมนจีนนั้น มีลักษณะคล้ายน้ำแกง ไม่เหลวจนเกินไป ใช้ราดไปบนเส้นขนมนจีนในจาน แต่ละท้องถิ่นจะมีน้ำยาแตกต่างกันไป เช่น น้ำยากะทิ น้ำยาปา น้ำพริก แกงกะทิต่าง ๆ เช่น แกงเขียวหวาน น้ำเงี้ยว แกงไตปลา ซาวน้ำ สำหรับเด็กก็ยังมี น้ำยาหวานที่ไม่มีรสเผ็ดและมีส่วนผสมของถั่ว เป็นต้น ใช้ช้อนตักเส้นขนมนจีนให้มีความยาวพอดีคำ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากับน้ำยา บางท่านนิยมรับประทานขนมนจีนกับน้ำปลา นอกจากน้ำยาแล้ว ยังมีเครื่องเคียงเป็นผักสดและผักดอง ตามรสนิยมในแต่ละท้องถิ่น เครื่องเคียงประเภททอด เช่น ทอดมัน ดอกไม้ทอด หรืออื่น ๆ ตามแต่ความชอบและความนิยมในแต่ละภาค

2.1.5 ผักที่นิยมรับประทานกับขนมจีนแต่ละภาคของไทย

1) ภาคกลาง เรียกผักที่รับประทานคู่กับขนมจีนว่า "เหมือด" ได้แก่ หัวปลี ซอย ถั่วฝักยาว แตงกวา ถั่วงอก มะละกอดิบ ใบแมงลัก กะหล่ำปลี ผักกระเฉด ใบบัวบก ผักลวกมี มะระจีน ผักบุ้ง ผักชุบแป้งทอดที่รับประทานกับขนมจีนน้ำพริกเท่านั้น ได้แก่ ใบผักบุ้ง ใบเล็บครุฑ ใบ กะเพรา ดอกแค ดอกอัญชัน ดอกพวงชมพู ดอกเข็ม ผักดอง เช่น ผักกาดดอง เครื่องเคียงอื่น ๆ เช่น พริกชี้หนูแห้งคั่ว ไข่ต้มยางมะตูม

2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผักสดได้แก่ ยอดจิก ยอดมะกอก ผักติ้ว ใบแต้ว ผักชีลาว ผักชีล้อม ผักแขยง ผักไผ่ ยอดชะอม ยอดกระถิน เม็ดกระถิน

3) ภาคเหนือ รับประทานกับผักกาดดองและถั่วงอกดิบ

4) ภาคใต้ เรียกผักที่รับประทานกับขนมจีนว่า "ผักเหนาะ" ผักสด ได้แก่ ยอดมันปู ยอดมะม่วงหิมพานต์ ยอดมะกอก ยอดสะตอ ลูกเนียง เม็ดกระถิน ถั่วฝักยาว ถั่วงอก ถั่วพู มะเขือเปราะ ใบบัวบก ผักดอง ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ผักที่รับประทานกับขนมจีนภาคใต้

ที่มา : topicstock.pantip.com

2.2 การทำแห้ง (Drying)

การทำแห้ง (Drying) หมายถึงการให้ความร้อนภายใต้สภาวะการควบคุมเพื่อกำจัดน้ำที่มีอยู่ในอาหารโดยการระเหยน้ำ วัตถุประสงค์ของการกำจัดน้ำ คือ การยืดอายุการเก็บรักษาอาหารโดยการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนี้ การลดน้ำหนักและปริมาณของอาหารยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่ง เพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค

ในกระบวนการผลิตอาหารอบแห้ง ขั้นตอนการอบแห้งถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง การอบแห้งแบบถาดเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในการผลิตผักและผลไม้อบแห้ง เพราะมีราคาและค่าบำรุงรักษาเครื่องค่อนข้างต่ำ โดยการอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบถาดดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 เครื่องอบแห้งแบบถาด

ที่มา : eng.sut.ac.th

จะอาศัยลมร้อนจากแหล่งความร้อน ซึ่งอาจจะเป็น ฮีตเตอร์ คอล์ย ไอน้ำ ก๊าซหุงต้ม หรือน้ำมันเตา ลมร้อนจะไหลผ่านอาหารที่วางเป็นชั้นบางๆ (ประมาณ 2-6 เซนติเมตร) ดังแสดงในภาพที่ 2.7 ในชั้นของถาดที่อาจจะมีรูพรุนหรือไม่ก็ได้ ความเร็วลมที่ไหลเวียนอยู่ในช่วง 0.5-5 เมตร/วินาที มีระบบบังคับทิศทางการไหลของลมร้อนภายในเครื่องโดยใช้แผ่นเหล็กบางๆ กั้น เพื่อให้ลมร้อนไหลอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงทุกส่วน



ภาพที่ 2.7 การใส่อาหารในเครื่องอบแห้งแบบถาด

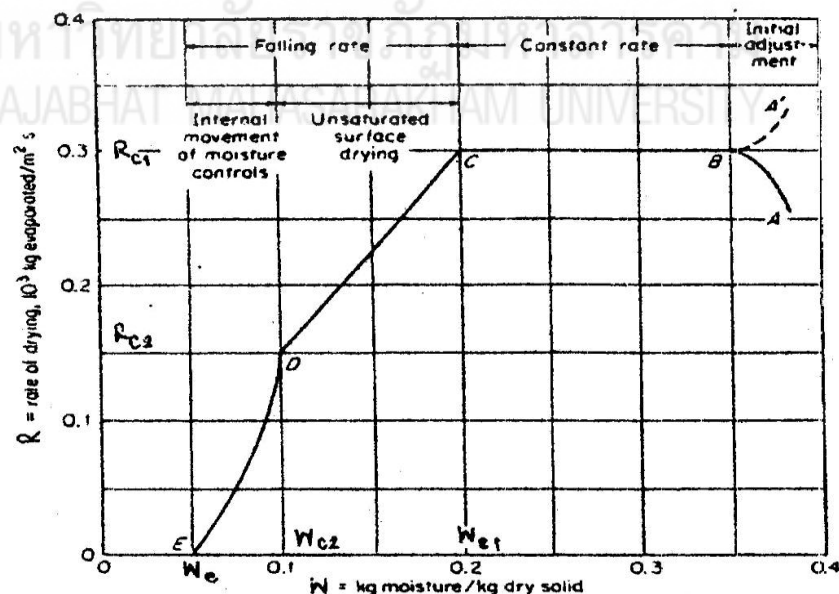
ที่มา : eng.sut.ac.th

กลไกการทำแห้ง

เมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านหน้าอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวของอาหาร จะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่ สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันไอที่ผิวหน้าของอาหารต่ำกว่าความดันไอด้านในอาหาร เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำ อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอสสูงและค่อยๆ ลดต่ำลงเมื่อชั้นอาหารเข้าใกล้อากาศแห้ง ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่น้ำออกจากอาหาร

ภาพที่ 2.8 แสดงกราฟอัตราการแห้งซึ่งเป็นกราฟระหว่างอัตราการแห้ง (Drying Rate) และ ความชื้นในสารนั้น (Moisture Content, W) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ

1. ช่วงการปรับสภาวะเบื้องต้น (Initial Adjustment Period) เป็นช่วงที่ความชื้นที่มีอยู่ในอาหารปรับตัวเพื่อมีอุณหภูมิเท่ากับลมร้อน อัตราการแห้งจะต่ำและจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงช่วงที่อัตราการอบแห้งคงที่
2. ช่วงอัตราการแห้งคงที่ (Constant Rate Period) เป็นช่วงที่น้ำในอาหารระเหยเป็นไออย่างต่อเนื่อง คล้ายกับการระเหยของน้ำโดยทั่วไป
3. ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling Rate Period) เป็นช่วงที่ความชื้นในอาหารเหลือน้อยจนแพร่ไปยังผิวหน้าอาหารอย่างไม่ต่อเนื่องทำให้ชั้นของเหลวที่ปกคลุมอยู่ไม่สม่ำเสมอ อัตราการแห้งจึงลดลงและเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้น ความชื้นจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงความชื้นสมดุล ซึ่งน้ำในอาหารไม่สามารถระเหยออกมาได้อีก



ภาพที่ 2.8 กราฟอัตราการแห้ง (จุด E คือความชื้นสมดุล, W_e)

ที่มา: Geankoplis C.J. (2003)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิริชัย(2543) ได้พัฒนากรรมวิธีการผลิตเส้นขนมจีนแห้งกึ่งสำเร็จรูปโดยการคัดเลือกชนิดของข้าวแล้วนำไปหมัก บด แยกน้ำแป้งขึ้นมาผสมกับน้ำ นึ่งให้สุก นวดแป้งและนำไปอัดเป็นเส้นด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก จากนั้นนำไปอบแห้ง ผลผลิตแห้งที่ได้สามารถคืนรูปในน้ำเดือดในเวลา 7-10 นาที ต่อมาในปี 2547 จึงได้หาแนวทางผลิตเพื่อลดเวลาการคืนรูปเส้นขนมจีนให้เร็วขึ้นด้วยการเปลี่ยนอัตราส่วนของน้ำในการผสมแป้งหมักขนมจีนแห้งผสมสารไฮดรอกคอลลอยด์ในปริมาณที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นตอนการแช่แข็งและการละลายน้ำแข็งแล้วจึงนำไปอบแห้งแบบลาด พบว่าอัตราส่วนของน้ำ:แป้งแห้ง:ไฮดรอกคอลลอยด์ที่เหมาะสมคือ 90:100:3 วิธีนี้สามารถลดเวลาการคืนรูปลงเหลือ 3 นาที โดยการต้มในน้ำเดือดเส้นขนมจีนแห้งกึ่งสำเร็จรูปคืนรูปเร็วที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกับเส้นขนมจีนที่ขายตามท้องตลาด

พิสุทธิ์ (2544) ได้ทำการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิและความเร็วลมต่อจลนพลศาสตร์ และการใช้พลังงานในการอบแห้งเส้นก๋วยเตี๋ยว จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิมิมีผลกระทบต่อกรอบแห้งมากกว่าความเร็วลม และความเร็วลมไม่มีผลกระทบในช่วงปลายของการอบแห้ง การอบแห้งเกิดขึ้นในช่วงการอบแห้งลดลง ในด้านผลของสภาวะอบแห้งต่อคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่า อุณหภูมิและความเร็วลมไม่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัส ค่าความขาว และการดูดซึมน้ำในระหว่างการต้ม แต่เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 °C มีปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียในระหว่างการต้มมากกว่าก๋วยเตี๋ยวอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 85 °C อย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของการใช้พลังงานของการอบแห้งเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่าการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้งโดยใช้อุณหภูมิสูงและความเร็วลมต่ำ จะใช้พลังงานจำเพาะในการอบแห้งต่ำ จากงานวิจัยนี้ สรุปได้ว่า การอบแห้งเส้นก๋วยเตี๋ยวที่อุณหภูมิสูงและความเร็วลมต่ำ ใช้เวลาในการอบแห้งสั้น ให้คุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวดี และใช้พลังงานในการอบแห้งต่ำ

อนุกุล (2544) ได้ทำการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาขนมจีนจากขนมจีนสดเป็นขนมจีนแห้งกึ่งสำเร็จรูป โดยมีกรรมวิธีการผลิตดังนี้ การทำความสะอาดปลายข้าวเจ้า การแช่ และหมักข้าว การบดข้าวพร้อมน้ำจนได้เป็นน้ำแป้ง กรองแป้ง ผสมแป้ง และน้ำในปริมาณที่เหมาะสม นึ่งแป้งให้สุก นวดผสม ขึ้นรูปเส้นขนมจีน และจัดรูปร่างเส้นเป็นเส้นตรง หรือก้อนสี่เหลี่ยม แล้วอบแห้ง พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการทำเส้นขนมจีน ได้แก่ พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณ แอมิโลสสูงกว่าร้อยละ 25 การหมักข้าวจะทำให้เส้นขนมจีนมีความเหนียวนุ่ม และใสมากขึ้น ระยะเวลาในการหมักข้าวที่เหมาะสม คือ 3 – 4 วัน ปริมาณน้ำที่ใช้ในการนึ่งแป้งให้สุก คือ ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งขึ้น สภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเส้นขนมจีนแบบเส้นตรง คือ ใช้อุณหภูมิ 75 °C นาน 45 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 °C นาน 15 นาที วิธีการบริโภคโดยแช่ขนมจีนแห้งในน้ำ 5 นาที แล้วต้มในน้ำเดือด 5 นาที หรือต้มในน้ำเดือดทันที 8 นาที

ภัทรพร (2554) ได้ทำการศึกษาผลของกรรมวิธีการหมักต่อปริมาณสารกาบาและคุณภาพแป้งหมักขนมจีนหมักและขนมจีนแห้ง ได้มีการทดลองกรรมวิธีการหมัก 6 วิธี ได้แก่ หมักข้าวแบบแช่น้ำ หมักข้าวแบบแห้ง หมักแป้งแบบแช่น้ำ หมักแป้งแบบแห้ง หมักข้าวแบบแช่น้ำร่วมกับหมักแป้งแบบแห้ง และหมักข้าวแบบแห้งร่วมกับหมักแป้งแบบแช่น้ำ โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง จากผลการทดลองพบว่าวิธีหมักข้าวแบบแช่น้ำร่วมกับหมักแป้งแบบแห้งมีปริมาณสารกาบามากที่สุด และมากกว่าวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยพบปริมาณสารกาบาในแป้งหมักขนมจีน 25.63 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง หลังจากนั้นจึงหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักโดยควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการหมักข้าวแบบแช่น้ำให้คงที่ที่ $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 3 วัน โดยพบปริมาณสารกาบาในแป้งหมักขนมจีน 36.82 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง หลังจากทำเป็นขนมจีนแห้งพบว่ามีปริมาณสารกาบาลดลงเท่ากับ 10.70 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตขนมจีนแห้งให้มีปริมาณสารกาบาสูง สี และเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคคือช่วงอุณหภูมิในการหมักแป้งแบบแห้ง $33.7\text{-}42.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2-4 วัน สำหรับขนมจีนหมักพบว่ามีปริมาณสารกาบา .74 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ความขาว 84.01 และความแน่นเนื้อ 0.68 นิวตัน ขนมจีนหมักและขนมจีนแห้งที่ผลิตได้มีปริมาณสารกาบาสูง เหนียวนุ่ม มีกลิ่นแป้งหมักเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคไม่ต่างจากขนมจีนที่ผลิตตามท้องตลาด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ขนมหุ้น(บริษัท พศช.จำกัด)

3.1.2 น้ำ

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการอบแห้งเส้นขนมจีน

1) เครื่องซังไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2) ตะแกรง

3) ตู้ลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)

4) เครื่องวัดอุณหภูมิไร้สาย Infrared (Non - Contact Laser Infrared Thermometer)

5) ถังพลาสติกสำหรับบรรจุเส้นขนมจีนแห้ง

6) เครื่องซีลปิดปากถุง

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

1) เครื่องวัดค่า Water Activity (a_w) (ยี่ห้อ Aqua Lab a_w CX3TE)

2) เครื่องตรวจวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyser) (ยี่ห้อ Stable Micro systems)

3) เครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven) (ยี่ห้อ BINDER)

4) เครื่องซังไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

5) ไมโครเวฟ(กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์) (ยี่ห้อ Samsung)

6) โถดูดความชื้น Desiccators

7) ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น

8) ถ้วย

9) เครื่องวัดสี (Color Flex EZ, Japan)

3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม ประกอบด้วย ถ้วยพลาสติกขาว ซ้อนเล็ก ถาดและแบบประเมิน

คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งการทดลองออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.3.1 ศึกษาหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสม

1) การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งเส้นขนมจีน ทำโดยการแยกขนมจีนออกเป็นจับๆใส่ถาดเตรียมนำไปอบซึ่งตั้งอุณหภูมิเครื่องอบแห้ง (ใช้อุณหภูมิที่ต่างกันโดยใช้อุณหภูมิคือ 70 80 และ 90 °C) และทำการจับเวลาของการอบ (ใช้เวลากการอบคือ 3 ชั่วโมง) ขั้นตอนการหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งเส้นขนมจีน แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งเส้นขนมจีน

2) การวัดค่า a_w ของเส้นขนมจีนแห้ง โดยวัดด้วยวิธีการนำไปวัดด้วยเครื่องวัด Water Activity (a_w) ซึ่งมีขั้นตอนในการหาค่า a_w โดยเปิดเครื่องวัดค่า Water Activity (a_w) Calibrate เครื่องวัดค่า Water Activity (a_w) ด้วยน้ำกลั่นหลังจากนั้นนำเส้นขนมจีนแห้งบดละเอียดใส่ในตลับพลาสติกให้ได้ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของความจุ นำตลับพลาสติกที่มีตัวอย่างเส้นขนมจีนแห้งบดละเอียดใส่ในเครื่องวัดค่า Water Activity (a_w) ซึ่งมีขั้นตอนวัด ค่า a_w แสดงดังภาพที่ 3.2

เปิดเครื่องวัดค่า Water Activity (a_w)



Calibrate เครื่องวัดค่า Water Activity (a_w) ด้วยน้ำกลั่นให้ค่าใกล้เคียง 1 มากที่สุด



นำเส้นขนมจีนแห้งบดละเอียดใส่ในตลับพลาสติกให้ได้ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ของความจุ



นำตลับพลาสติกที่มีตัวอย่างเส้นขนมจีนแห้งบดละเอียดใส่ในเครื่องวัดค่า Water Activity (a_w)



เครื่องจะอ่านค่าโดยอัตโนมัติ



ได้ค่า a_w

ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการวัดคุณภาพของเส้นขนมจีนแห้งโดยวัดค่า a_w

3) การวัดความชื้นของเส้นขนมจีนแห้ง โดยในการวัดความชื้นนั้นทำโดยวิธีการใช้เครื่องอบลมร้อนและโถดูดความชื้นซึ่งมีขั้นตอนในการหาความชื้น โดยวิธีการเปิดเครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven) ตั้งเวลาและอุณหภูมิที่ต้องการคือ (อุณหภูมิ 135 °C เป็น เวลา 2 ชั่วโมง) นำภาชนะอะลูมิเนียม (Dishes) พร้อมฝาอบใส่ตู้อบลมร้อนหลังจากนั้นนำออกใส่โถดูดความชื้น Desiccators และทำให้เย็นไม่เกินแล้วนำมาชั่งบนตีกน้ำหนัก ซึ่งตัวอย่างเส้นขนมจีนแห้งบดละเอียด 2 กรัมใส่ลงในภาชนะถ้วยอะลูมิเนียมให้ตัวอย่างกระจายเต็มพื้นที่แล้วปิดฝาด้วยแล้วบนตีกน้ำหนัก แล้วนำภาชนะอะลูมิเนียมที่มีตัวอย่างเข้าอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ขณะอบเปิดฝาด้วยอบที่อุณหภูมิ 135 °C เป็น เวลา 2 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่เมื่อครบกำหนดเวลาปิดฝาด้วยแล้วนำถ้วยอบออกใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นไม่เกิน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความชื้นตามวิธีของ AOAC (2000) แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการวัดคุณภาพของเส้นขนมจีนแห้งโดยวัดความชื้น

วิธีการคำนวณ

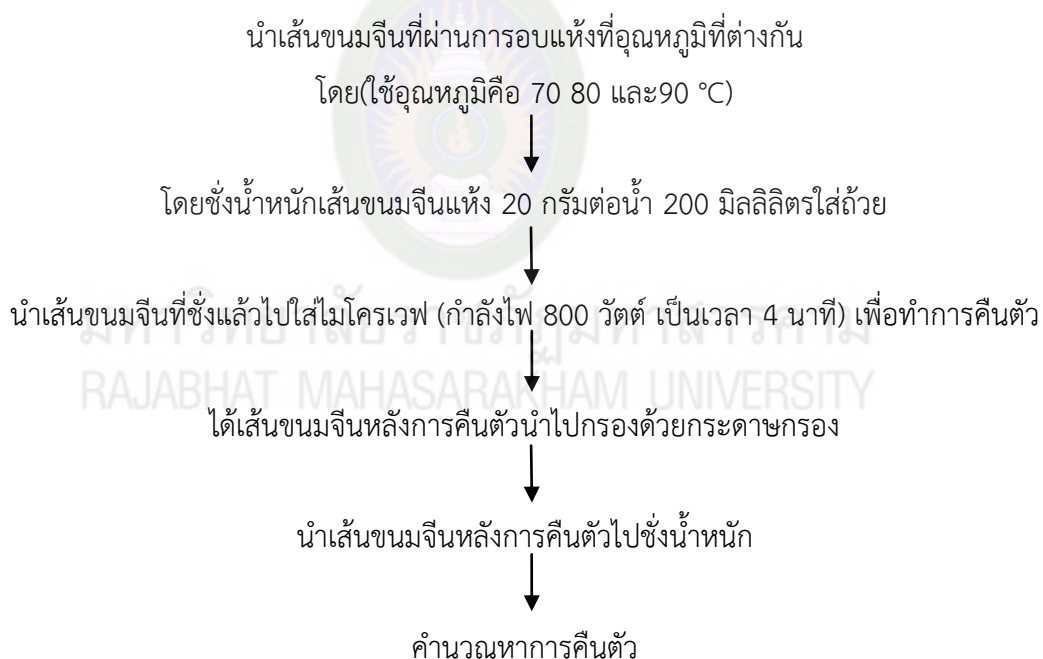
$$\text{หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$W_1 = \text{น้ำหนักถ้วยก่อนอบ} + \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนักถ้วยก่อนอบ} + \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}$$

4) การศึกษาการคั่วของเส้นขนมจีนแห้ง

นำเส้นขนมจีนแห้ง (ใช้อุณหภูมิที่ต่างกันโดยใช้อุณหภูมิคือ 70 80 และ 90 °C) มาหาการคั่วของเส้นขนมจีน โดยใช้เส้นขนมจีนอบแห้ง 20 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร โดยการใช้ไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาทีในการคั่ว แสดงดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการศึกษาการคั่วของเส้นขนมจีนแห้ง

โดยค่าการคั่วคำนวณได้ดังสมการนี้

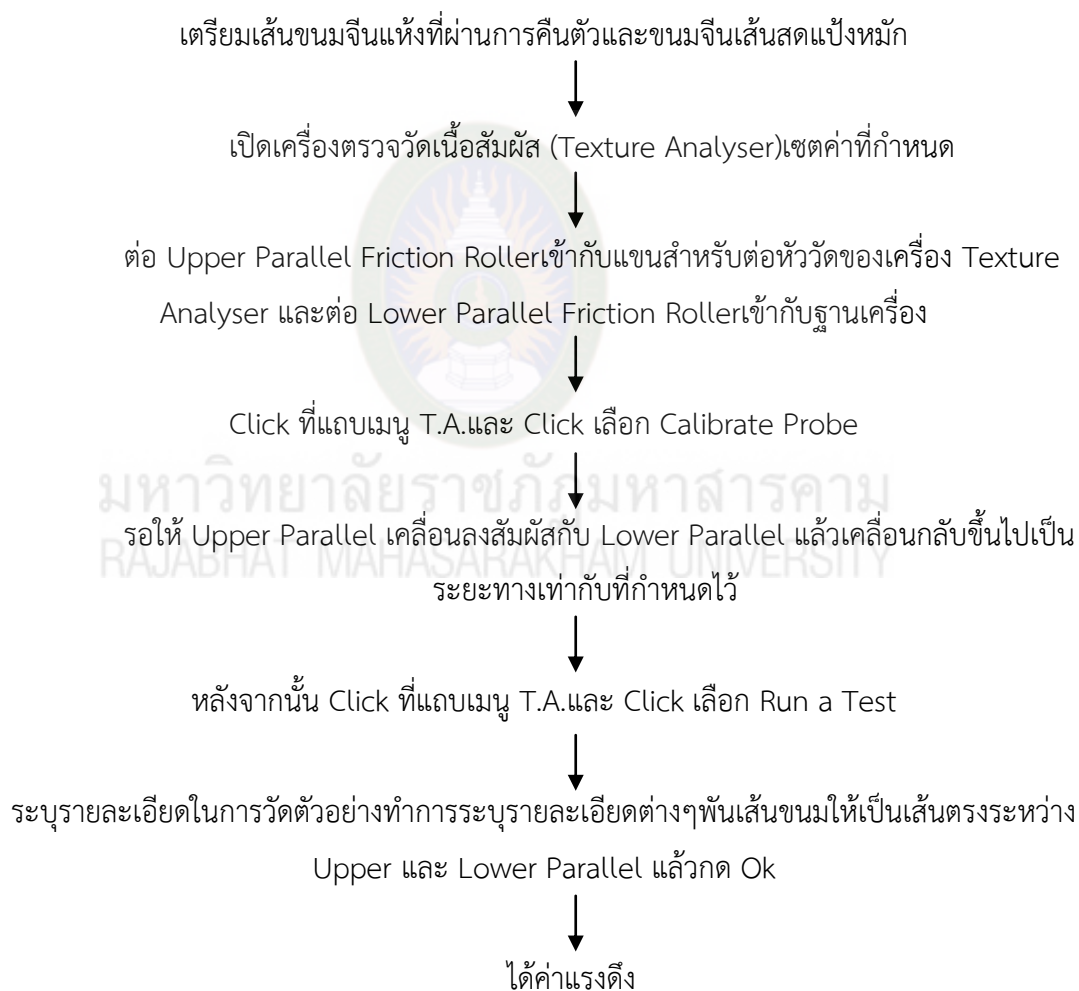
สูตรปริมาณการดูดซับน้ำ

$$= \frac{\text{น้ำหนักเส้นขนมจีนหลังการคั่ว} - \text{น้ำหนักเส้นขนมจีนก่อนการคั่ว} \times 100}{\text{น้ำหนักเส้นขนมจีนก่อนการคั่ว}}$$

3.3.2 เพื่อศึกษาความแตกต่างของเส้นขนมจีนอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 °C เมื่อผ่านการคั่วและขนมจีนเส้นสดแป้งหมัก

1) การศึกษาแรงดึงเส้นขนมจีน

โดยใช้ตัวอย่างเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วและขนมจีนเส้นสดแป้งหมักจำนวน 1 เส้นต่อ 1 ครั้ง โดยทำการวัด 3 ซ้ำ โดยใช้เครื่องตรวจวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) (ปีณทนต์, 2547) ใช้หัววัดเส้นก๋วยเตี๋ยว หัวชนิด Spaghetti/ Noodle ตั้งระยะห่าง 30 มิลลิเมตร อัตราความเร็วในการทดสอบ 3 มิลลิเมตร/นาที Trigger 0.5 นิวตัน ระยะหัวเคลื่อนที่ระยะ 50 มิลลิเมตร แสดงดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการศึกษาแรงดึงเส้นขนมจีน

2) การศึกษาค่าสีเส้นขนมจีน

โดยใช้ตัวอย่างเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วและขนมจีนเส้นสดแบ่งหมักโดยใช้เครื่องวัดสี (Hunter Lab, Color Flex EZ, Japan) ค่าสีที่ได้คือ (L^* , a^* , b^*) โดยทำการวัด 3 ซ้ำ โดยมีขั้นตอนคือ เปิดเครื่องวัดสี (Hunter Lab, Color Flex EZ, Japan) นำเส้นขนมจีนแห้งที่ต้องการวัดมาตัดให้มีขนาดสั้นลง

แล้ววางลงใน Petridish จนเต็มแล้วปิดฝาหลังจากนั้นวาง Petri dish บน Port Insert ที่เครื่องวัดสี แล้วนำ Sample Cup Cover วางครอบลงบน Petri Dish กดปุ่ม ที่ตัวเครื่องวัดสี แสดงดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการศึกษาค่าสีเส้นขนมจีน

3) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้งใช้แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส 9 - Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

โดยมีเกณฑ์ในการทดสอบดังนี้ สีและลักษณะปรากฏ คือ ลักษณะทั่วไปของเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้ว ลักษณะเนื้อสัมผัส คือ ความรู้สึกต่อลักษณะเนื้อเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้ว กลิ่น คือ ความรู้สึกที่ได้จากการดมเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้ว ความชอบโดยรวม คือ ความชอบโดยทั่วไปของเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้ว ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- เตรียมตัวอย่างเส้นขนมสด
- เตรียมเส้นขนมจีนแห้งที่มีอุณหภูมิในการอบที่ต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C
- นำเส้นขนมจีนแห้งไปคั่วด้วยเส้นขนมจีนอบแห้ง 20 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร โดยการใช้ไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาทีในการคั่ว
- เตรียมขนมจีนสดและขนมจีนที่ผ่านการคั่วแล้วใส่ถ้วยเพื่อให้ผู้ทดสอบชิม
- นำขนมจีนที่เตรียมไว้ให้ผู้ทดสอบชิมพร้อมแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
- เก็บรวบรวมแบบทดสอบเพื่อนำไปประเมินผล

3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส สมบัติทางกายภาพ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows การทดลองที่ใช้แผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิมอบแห้งที่เหมาะสม

4.1.1 ค่า a_w ของเส้นขนมจีนแห้ง ที่ใช้อุณหภูมิในการอบต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่า มีค่าดังนี้ 0.58 ± 0.01 0.57 ± 0.00 และ 0.57 ± 0.01 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่า a_w ของเส้นขนมจีนแห้ง

| อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ | ค่า a_w ^{ns} |
|-----------------------|-------------------------|
| 70 °C | 0.58 ± 0.01 |
| 80 °C | 0.57 ± 0.00 |
| 90 °C | 0.57 ± 0.01 |

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 ตารางนี้แสดงให้เห็นถึงผลของอุณหภูมิมอบแห้งที่มีต่อค่า a_w ของเส้นขนมจีนแห้งที่มีอุณหภูมิมอบแห้งที่ต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C พบว่าค่า a_w มีค่าที่แตกต่างกัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภัทรพร, 2554) ได้กล่าวไว้ว่าเส้นขนมจีนแห้งจัดอยู่ในกลุ่มอาหารแห้ง (Low Moisture Foods; LMF) คือมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.60 ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จากตารางที่ 2 พบว่าเส้นขนมจีนแห้งที่มีอุณหภูมิมอบแห้งที่ต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C มีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.57-0.58 ซึ่งเป็นสภาวะที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

4.1.2 ค่าความชื้นของเส้นขนมจีนแห้ง ที่ใช้อุณหภูมิในการอบต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วนำเส้นขนมจีนแห้งมาหาความชื้น ตามวิธีการของ AOAC (2000) พบว่าเส้นขนมจีนแห้งที่ได้มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่างกัน ได้ค่าดังนี้ 8.90 ± 0.01 7.58 ± 0.02 และ 6.03 ± 0.01 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ของเส้นขนมจีนแห้ง

| อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ | เปอร์เซ็นต์ความชื้น |
|-----------------------|---------------------|
| 70 °C | $8.90^c \pm 0.01$ |
| 80 °C | $7.58^b \pm 0.02$ |
| 90 °C | $6.03^a \pm 0.01$ |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 ตารางนี้แสดงให้เห็นถึงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเส้นขนมจีนแห้งที่มีอุณหภูมิการอบที่แตกต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเส้นขนมจีนแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเวลาในการอบเท่ากัน โดยที่อุณหภูมิ 70 °C มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสุด คือ 8.90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิ 80 และ 90 °C มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำลดลงไปอีกตามลำดับ ดังนั้น อุณหภูมิในการอบจึงมีผลต่อความชื้น เมื่อใช้อุณหภูมิในการอบสูงขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นมีค่าลดลง ผลจากการวิเคราะห์พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเส้นขนมจีนแห้งที่มีอุณหภูมิการอบที่แตกต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C อยู่ระหว่าง 6.03 – 8.90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมจีนแห้งที่กำหนดว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเส้นขนมจีนแห้งต้องไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสภาวะที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546)

4.1.3 การคั่วตัวของเส้นขนมจีนแห้ง โดยใช้เส้นขนมจีนแห้งที่มีอุณหภูมิในการอบที่ต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C มีอัตราส่วนเส้นขนมจีนแห้ง 20 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร ใช้ไมโครเวฟ กำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 4 นาที โดยใช้กระดาษกรอง กรองเส้นขนมจีนที่ผ่านการคั่วแล้วแยกออกจากน้ำแล้วนำมาชั่งได้ค่านำไปคำนวณผลวิเคราะห์การคั่ว คำนวณตามมาตรฐาน AOAC ได้ค่าการคั่ว ดังนี้ 241.70 ± 0.05 331.25 ± 0.02 และ 365.22 ± 0.01 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.3 ค่าการคั่วตัวของเส้นขนมจีนแห้ง

| อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ | ค่าการคั่ว(เปอร์เซ็นต์) |
|-----------------------|-------------------------|
| 70 °C | $241.70^a \pm 0.05$ |
| 80 °C | $331.25^b \pm 0.02$ |
| 90 °C | $365.22^c \pm 0.01$ |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ตารางนี้แสดงให้เห็นถึงผลการศึกษาคั่วตัวของเส้นขนมจีนแห้งที่มีอุณหภูมิการอบที่ต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C พบว่าแต่ละอุณหภูมิมีค่าการคั่วที่ต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จะเห็นได้ว่า เส้นขนมจีนแห้งที่อบในอุณหภูมิ 90 °C มีค่าการดูดซับน้ำได้ดีที่สุดคือ 365.22 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อการคั่วของเส้นขนมจีน เพราะเส้นขนมจีนแห้งที่อบในอุณหภูมิ 90 °C มีการอบที่อุณหภูมิสูงจึงทำให้น้ำที่อยู่ในตัวเส้นขนมจีนออกมากจึงมีค่าการดูดซับน้ำมากเช่นเดียวกัน (พิสุทธิ์, 2554) พบว่าอุณหภูมิและความเร็วลมในการอบแห้งมีผลต่อการดูดซับน้ำของเส้นก๋วยเตี๋ยว

4.2 ผลการศึกษาความแตกต่างของเส้นขนมจีนอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 °C เมื่อผ่านการคั่วแล้วและขนมจีนเส้นสดแป้งหมัก

4.2.1 ผลการศึกษาแรงดึงเส้นขนมจีนโดยใช้เส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิในการอบที่ต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C ใช้เครื่อง Texture Analyser ใช้หัววัดเส้นก้วยเดี่ยว หัวชนิด Spaghetti/ Noodle ตั้งระยะห่าง 30 มิลลิเมตร อัตราความเร็วในการทดสอบ 3 มิลลิเมตร/นาที Triger 0.5 นิวตัน ระยะหัวเคลื่อนที่ระยะ 50 มิลลิเมตร โดยทำการวัด 3 ซ้ำ ได้ค่าดังนี้ 0.02 ± 0.02 0.04 ± 0.01 0.02 ± 0.01 และ 0.02 ± 0.00 ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ตารางที่ 4.4 ค่าความเหนียวเส้นขนมจีน

| อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ | ค่าแรงดึงเส้นขนมจีน ^{ns} |
|-----------------------|-----------------------------------|
| เส้นขนมจีนสด | 0.02 ± 0.02 |
| 70 °C | 0.04 ± 0.01 |
| 80 °C | 0.02 ± 0.01 |
| 90 °C | 0.02 ± 0.00 |

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 ตารางนี้แสดงให้เห็นถึงค่าแรงดึง ของเส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิในการอบที่ต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C พบว่า เส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนที่อบในอุณหภูมิต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าเส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิในการอบที่ต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C มีความเหนียวที่ไม่ต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิในการอบเส้นขนมจีนไม่มีผลต่อแรงดึงของเส้นขนมจีนเมื่อนำมาคั่วแล้ว (พิสุทธิ์, 2554) พบว่าการอบแห้งเส้นก้วยเดี่ยวที่สภาวะต่าง ๆ นั้นไม่มีผลต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (ค่าความแน่นแข็ง ค่าความต้านแรงดึงและระยะทางดึงขาด)และคล้ายคลึงกัน

4.2.2 ผลการศึกษาค่าสีเส้นขนมเงินโดยใช้เส้นขนมเงินสดและเส้นขนมเงินแห้งที่ผ่านการคั่วตัวแล้วที่มีอุณหภูมิในการอบที่ต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C โดยใช้เครื่อง Hunter Lab, Color FlexEZ, Japan ค่าที่ได้คือ (L^* , a^* , b^*) ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าสีเส้นขนมเงิน

| อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ | ค่าสีเส้นขนมเงิน | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| | L^* | a^* | b^* |
| เส้นขนมเงินสด | $78.84^{ab} \pm 0.47$ | $-0.89^a \pm 0.02$ | $7.56^a \pm 0.30$ |
| 70 °C | $78.48^{ab} \pm 0.09$ | $-0.68^{bc} \pm 0.06$ | $9.30^b \pm 0.50$ |
| 80 °C | $78.25^a \pm 0.73$ | $-0.75^{ab} \pm 0.09$ | $8.04^a \pm 0.50$ |
| 90 °C | $79.35^b \pm 0.34$ | $-0.51^c \pm 0.17$ | $9.56^b \pm 0.50$ |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 ตารางนี้แสดงให้เห็นถึงผลค่าสีของเส้นขนมเงินสดและเส้นขนมเงินแห้งที่ผ่านการคั่วตัวแล้วที่มีอุณหภูมิการอบที่ต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C พบว่าค่า L^* ของเส้นขนมเงินแห้งที่ผ่านการคั่วตัวแล้วมีความสว่าง ค่า a^* ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดจะติดลบนั้นแสดงถึงความเป็นสีเขียว ค่า b^* ซึ่งค่าที่วิเคราะห์ได้จะไม่แตกต่างกันมากนักและค่าที่ได้ของเส้นขนมเงินแห้งที่ผ่านการคั่วตัวแล้วจะแสดงความเป็นสีเหลือง เนื่องจากเมื่อขนมเงินถูกความร้อนแล้วจะทำให้เกิดการเปลี่ยนสีจากเดิมสีขาวจึงทำให้เส้นขนมเงินมีสีเหลืองดังค่าที่ได้ (พรณจิราและคณะ, 2550) พบว่าสภาพการอบแห้งที่ต่างกันทำให้ค่าความขาวของวุ้นเส้นแตกต่างกัน

4.2.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้เส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิในการอบที่ต่างกัน คือ 70 80 และ 90 °C มาให้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ปฏิเสธผลิตภัณฑ์ขนมจีน จำนวน 30 คน ใช้รูปแบบการประเมินแบบ 9-Point Hedonic Scale Test โดยประเมินการยอมรับด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แสดงผลได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

| อุณหภูมิ | ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส | | | | |
|--------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | สี | กลิ่น | ลักษณะปรากฏ | เนื้อสัมผัส | ความชอบโดยรวม |
| เส้นขนมจีนสด | 7.06 ^b ±1.40 | 6.23 ^b ±1.40 | 6.60 ^b ±1.20 | 6.70 ^b ±1.50 | 7.00 ^b ±1.30 |
| 70 °C | 6.96 ^b ±1.30 | 6.43 ^b ±1.60 | 7.00 ^b ±1.50 | 7.00 ^b ±1.50 | 7.46 ^b ±1.00 |
| 80 °C | 5.63 ^a ±1.10 | 5.03 ^a ±1.30 | 5.30 ^a ±1.30 | 4.96 ^a ±1.40 | 5.53 ^a ±1.20 |
| 90 °C | 5.86 ^a ±1.20 | 5.26 ^a ±1.50 | 5.33 ^a ±1.20 | 5.26 ^a ±1.30 | 5.66 ^a ±1.20 |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 ตารางนี้แสดงให้เห็นถึงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิการอบที่แตกต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C ได้ผลดังนี้

ความชอบด้านสีของเส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิการอบที่แตกต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C คะแนนความชอบอยู่ระหว่าง 5.63 - 7.06 จากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ได้ให้คะแนนความชอบด้านสีของเส้นขนมจีนสดมากที่สุด คือ 7.06

ความชอบด้านกลิ่นของเส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิการอบที่แตกต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C คะแนนความชอบอยู่ระหว่าง 5.03 - 6.43 จากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ได้ให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นของเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่ว 70 °C มากที่สุด คือ 6.43

ความชอบด้านลักษณะปรากฏของเส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิการอบที่แตกต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C คะแนนความชอบอยู่ระหว่าง 5.30 – 7.00 จากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ได้ให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่ว 70 °C มากที่สุดคือ 7.00

ความชอบด้านเนื้อสัมผัสของเส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิการอบที่แตกต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C คะแนนความชอบอยู่ระหว่าง 4.96 – 7.00 จากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ได้ให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่ว 70 °C มากที่สุดคือ 7.00

ความชอบด้านความชอบโดยรวมของเส้นขนมจีนสดและเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิการอบที่แตกต่างกันคือ 70 80 และ 90 °C คะแนนความชอบอยู่ระหว่าง 5.53 – 7.46 จากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ได้ให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมของเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่ว 70 °C มากที่สุดคือ 7.46

จากตารางจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิในการอบมีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นขนมจีนจะเห็นว่าอุณหภูมิ 70 °C ที่ผ่านการคั่วแล้วจะมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากเส้นขนมจีนแห้งอุณหภูมิ 70 °C ที่ผ่านการคั่วแล้วผ่านความร้อนในการอบไม่สูงเท่า 80 และ 90 °C จึงทำให้เส้นขนมจีนแห้งอุณหภูมิ 70 °C ที่ผ่านการคั่วแล้วมีคุณสมบัติคล้ายกับเส้นขนมจีนแป็งหมักเส้นสดมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการทำแห้งเส้นขนมจีน โดยใช้ขนมจีนแป้งหมักเส้นสด ใช้อุณหภูมิอบแห้งที่ 70 80 และ 90 °C โดยใช้ตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 3 ชั่วโมงและใช้ไมโครเวฟกำลังไฟ 800 วัตต์ ในการคั่วเส้นขนมจีนแห้งแล้วนำมาวิเคราะห์ทางกายภาพด้าน สี เนื้อสัมผัส ของเส้นขนมจีนที่ผ่านการคั่วแล้วและนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส สรุปได้ดังนี้

5.1.1 อุณหภูมิตอบแห้งเส้นขนมจีนที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมงโดยยึดค่า a_w และเปอร์เซ็นต์ความชื้นเป็นเกณฑ์ในการเลือกและในการคั่วของเส้นขนมจีนที่เหมาะสม คือ เส้นขนมจีนอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 °C

5.1.2 เส้นขนมจีนที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 °C เมื่อผ่านการคั่วแล้วมีความเหนียวไม่แตกต่างจากขนมจีนเส้นสดแป้งหมัก แต่มีค่าสี L^* a^* และ b^* แตกต่างจากขนมจีนเส้นสดแป้งหมัก และเมื่อนำเส้นขนมจีนที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 °C มาคั่วแล้วทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเส้นขนมจีนที่ทำแห้งอุณหภูมิ 70°C มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนแห้ง
- 5.2.2 ควรมีการเสริมธาตุพืชและสารสีในเส้นขนมจีน
- 5.2.3 ควรมีการศึกษาถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้บรรจุเส้นขนมจีนแห้ง
- 5.2.4 ในการคั่วของเส้นขนมจีนอบแห้งควรคั่วในน้ำยาขนมจีน

บรรณานุกรม

- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2549. **เรื่องของข้าว**. วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิศวกรรมโยธา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- दनัย บุญยเกียรติ. 2547. **การสังเคราะห์แสงของสิ่งมีชีวิต**. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิตยา บุญมี. 2532. **จุลินทรีย์และการผลิตขนมจีนแป้งหมัก**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุศรารวรรณ ไชยะ. 2547. **ผลของแป้งข้าวเจ้าพรีเจล แป้งมันฝรั่งและน้ำตาลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของขนมจีนแป้งหมัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีอาหาร), มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปณิตฉัท วชิรศิริและกิติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2547. **การทดแทนข้าวขาวด้วยข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกในขนมจีนแป้งหมัก**. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์, มณฑิรา นพรัตน์, วิทวัส จิรินันท์กุล, ทิพย์วิภา วินันท์มาลากุลและสุภา สุทธิวงศ์. 2550. **ผลของอุณหภูมิและความเร็วลมร้อนต่อคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์วันเส้น**. วารสารอาหาร. 37: 93-104.
- พิสุทธิ ก้องเกียรติศักดิ์. 2554. **ผลของอุณหภูมิและความเร็วลมต่อจลนพลศาสตร์คุณภาพและการใช้พลังงานในการอบแห้งเส้นก๋วยเตี๋ยว**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอาหาร). บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ศูนย์วิจัยข้อมูล Digital “วช” คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ภัทรพร กระดั่งงาและสุนันทา ชัยวงศ์. 2549. **การผลิตเส้นขนมจีนข้าวกล้อง**. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ศูนย์วิจัยข้อมูล Digital “วช” คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ภัทรพร กระดั่งงา. 2554. **ผลของกรรมวิธีการหมักต่อปริมาณสารกาบาและคุณภาพของแป้งหมักขนมจีนหมักและขนมจีนแห้ง**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอาหาร). บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ศูนย์วิจัยข้อมูล Digital “วช” คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- รัชชนก จัตุวงศ์. 2545. **การพัฒนาแป้งขนมจีนหมักสำเร็จรูป**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สิริชัย ส่งเสริมพงษ์. 2543. **ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป**. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมจีนแห้ง**. มผช. 140/2546.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของข้าว**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- อนุกุล วัฒนสุข, อรอนงค์ นัยวิกุล, สิริชัย ส่งเสริมพงษ์, วรณีย์ จิรภาคย์กุล , พัชรี ตั้งตระกูล, จันทร์จรัส ศรีศิริ, สุดสาย ตรีวานิช, สุพัฒน์ วรกิตสิทธิสาร, สีนีนาก จริยโชติเลิศ, สมพร คงเจริญเกียรติ และ วราภา มหากาญจนกุล. 2544. **การยืดอายุการเก็บรักษาขนมจีนจากขนมจีนสดเป็นขนมจีนแห้งกึ่งสำเร็จรูป**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางกายภาพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์แรงดึงของเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วด้วยเครื่อง Texture Analyser

การวิเคราะห์ความเหนียวเส้นขนมจีนแห้งโดยผ่านการคั่วแล้ว โดยใช้เครื่องตรวจวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) ใช้หัววัดเส้นก๋วยเตี๋ยว หัวชนิด Spaghetti/ Noodle ตั้งระยะห่าง 30 มิลลิเมตร อัตราความเร็วในการทดสอบ 3 มิลลิเมตร/นาที Triger 0.5 นิวตัน ระยะหัวเคลื่อนที่ระยะ 50 มิลลิเมตร มีทั้งหมด 8 ขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่ว
2. เปิดเครื่องตรวจวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) เซตค่าที่กำหนด
3. ต่อ Upper Parallel Friction Roller เข้ากับแขนสำหรับต่อหัววัดของเครื่อง texture Analyser และต่อ Lower Parallel Friction Roller เข้ากับฐานเครื่อง
4. Click ที่แถบเมนู T.A. และ Click เลือก Calibrate Probe
5. รอให้ Upper Parallel เคลื่อนลงสัมผัสกับ Lower Parallel แล้วเคลื่อนกลับขึ้นไปเป็นระยะทางเท่ากับที่กำหนดไว้
6. หลังจากนั้น Click ที่แถบเมนู T.A. และ Click เลือก Run a Test
7. ระบุรายละเอียดในการวัดตัวอย่างทำการระบุรายละเอียดต่างๆ พันเส้นขนมให้เป็นเส้นตรงระหว่าง Upper และ Lower Parallel แล้วกด Ok
8. ได้ค่าแรงดึง

การวิเคราะห์ค่าสีของเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วด้วยเครื่อง Color Flex EZ

การวิเคราะห์สีโดยใช้ตัวอย่างเส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วโดยใช้เครื่องเครื่องวัดสี (Color Flex EZ, Japan) ค่าสีที่ได้คือ (L^* , a^* , b^*) โดยทำการวัด 3 ซ้ำ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เปิดเครื่องวัดสี (Color Flex EZ, Japan)
2. นำเส้นขนมจีนแห้งที่ต้องการวัดมาตัดให้มีขนาดสั้นลงแล้ววางลงใน Petri Dish จนเต็มแล้วปิดฝา
3. วาง Petri Dish บน Port Insert ที่เครื่องวัดสี
4. นำ Sample Cup Cover วางครอบลงบน Petri Dish กดปุ่ม ที่ตัวเครื่องวัดสี
5. บันทึกค่าสีที่ได้

การวิเคราะห์การคืนตัวเส้นขนมจีนแห้งด้วยไมโครเวฟ

การวิเคราะห์ด้วยไมโครเวฟโดยการหาอัตราการคืนตัวของเส้นขนมจีนแห้ง นำขนมจีนอบแห้ง (ใช้อุณหภูมิที่ต่างกันโดยใช้อุณหภูมิคือ 70 80 และ 90 °C) มาหาอัตราการคืนตัวของเส้นขนมจีน (โดยการใช้ไมโครเวฟกำลัง 800 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาที) โดยใช้เส้นขนมจีนอบแห้ง 20 กรัม ต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. นำเส้นขนมจีนที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิที่ต่างกันโดย (ใช้อุณหภูมิคือ 70 80 และ 90 °C)
2. โดยชั่งน้ำหนักเส้นขนมจีนแห้ง 20 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตรใส่ถ้วย
3. นำไปคืนตัวโดยการใช้ไมโครเวฟ (กำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาที)
4. ได้เส้นขนมจีนหลังการคืนตัว
5. นำเส้นขนมจีนหลังการคืนตัวไปชั่งน้ำหนัก
6. คำนวณหาค่าการคืนตัว

โดยค่าการคืนตัวคำนวณได้ดังสมการนี้

สูตรปริมาณการดูดซับน้ำ

$$= \frac{\text{น้ำหนักเส้นขนมจีนหลังการคืนตัว} - \text{น้ำหนักเส้นขนมจีนก่อนการคืนตัว} \times 100}{\text{น้ำหนักเส้นขนมจีนก่อนการคืนตัว}}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การหาปริมาณความชื้น

วิธีการปฏิบัติ

1. เปิดเครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven)
2. ตั้งเวลาและอุณหภูมิที่ต้องการ (อุณหภูมิ 135 °C เป็น เวลา 2 ชั่วโมง)
3. นำภาชนะอะลูมิเนียม(Dishes)พร้อมฝาอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 135 °C เป็น เวลา 2 ชั่วโมง
4. นำออกใส่โถดูดความชื้น Desiccators และทำให้เย็นไม่เกิน 2 ชั่วโมงแล้วนำมาชั่งบนตีกน้ำหนัก
5. ชั่งตัวอย่างเส้นขนมจีนแห้งบดละเอียด 2 กรัม ใส่ลงในภาชนะถ้วยอะลูมิเนียมให้ตัวอย่างกระจายเต็มพื้นที่แล้วปิดฝากล้วยแล้วบนตีกน้ำหนัก
6. นำภาชนะอะลูมิเนียมที่มีตัวอย่างเข้าอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ขณะอบเปิดฝากล้วยอบที่อุณหภูมิ 135 °C เป็น เวลา 2 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
7. เมื่อครบกำหนดเวลาปิดฝากล้วยแล้วนำถ้วยอบออกใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นไม่เกิน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก
8. นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

วิธีการคำนวณ

$$\text{หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$W_1 = \text{น้ำหนักถ้วยก่อนอบ} + \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนักถ้วยก่อนอบ} + \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}$$

การวัดค่า Water Activity (a_w)

วิธีการปฏิบัติ

1. เปิดเครื่องวัดค่า Water Activity (a_w)
2. Calibrate เครื่องวัดค่า Water Activity (a_w) ด้วยน้ำกลั่นให้ค่าใกล้เคียง 1 มากที่สุด
3. นำเส้นขนมจีนแห้งบดละเอียดใส่ในตลับพลาสติกให้ได้ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ของความจุ
4. นำตลับพลาสติกที่มีตัวอย่างเส้นขนมจีนแห้งบดละเอียดใส่ในเครื่องวัดค่า Water Activity (a_w)
5. เครื่องจะอ่านค่าโดยอัตโนมัติ
6. ได้ค่า a_w



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพทางประสาตัมผัส

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีน
อบแห้งแบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic Scale

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....เวลา.....

ตัวอย่าง: เส้นขนมจีนอบแห้ง

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่าง แล้วใส่ระดับความชอบในแต่ละปัจจัยของตัวอย่างที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด และกรณบบ้วนปากทุกครั้งก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

ระดับความชอบ: 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 6 = ชอบเล็กน้อย
 2 = ไม่ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง
 3 = ไม่ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก
 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด
 5 = เฉยๆ

| รหัสตัวอย่าง | คุณลักษณะ | | | | |
|--------------|-----------|-------|-------------|-------------|---------------|
| | สี | กลิ่น | ลักษณะปรากฏ | เนื้อสัมผัส | ความชอบโดยรวม |
| 479 | | | | | |
| 538 | | | | | |
| 642 | | | | | |
| 319 | | | | | |

ข้อเสนอแนะ

.....



ภาคผนวก ง
ภาพประกอบการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปเส้นขนมจีนแห้งที่มีอุณหภูมิในการอบที่ต่างกัน คือ 70 80 90 °C



เส้นขนมจีนแห้ง 70 °C

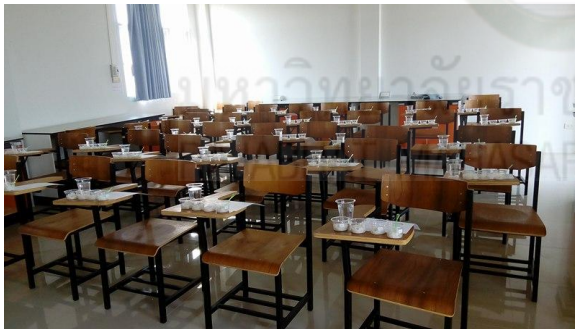


เส้นขนมจีนแห้ง 80 °C



เส้นขนมจีนแห้ง 90 °C

รูปการทดสอบทางประสาทสัมผัส



รูปเส้นขนมจีนแห้งที่ศึกษาหาค่าการคินตัว



1. ชั่งเส้นขนมจีนแห้ง 20 กรัม ใส่ถ้วยสำหรับอบ



2. เติมน้ำปริมาณ 200 มิลลิตรในถ้วย



3. นำถ้วยที่มีเส้นขนมจีนแห้งและน้ำเข้าไปในไมโครเวฟ (กำลังไฟ 800 วัตต์)



4. ปิดไมโครเวฟ ตั้งเวลา 4 นาที

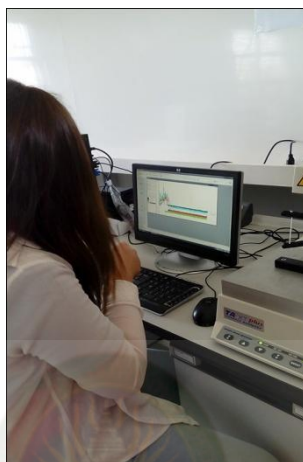


5. เส้นขนมจีนที่ผ่านการคินตัว

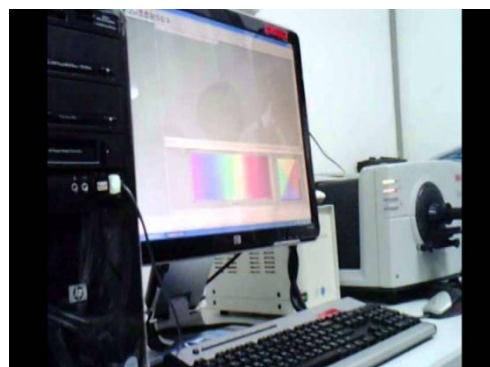


6. น้ำเส้นขนมจีนที่ผ่านการคินตัวไปชั่งเพื่อหาค่าการคินตัว

รูปการศึกษาความเหนียว เส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มี
อุณหภูมิในการอบที่ต่างกัน คือ 70 80 และ90 °C



รูปการศึกษาสีของ เส้นขนมจีนแห้งที่ผ่านการคั่วแล้วที่มีอุณหภูมิใน
การอบที่ต่างกัน คือ 70 80 และ90 °C



ประวัติผู้วิจัย

นางสาวพัชรี เฉลิมแสน รหัสนักศึกษา 553150030108

สาขาเทคโนโลยีการอาหาร ชั้นปีที่ 4

สถานศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่อยู่ 66 หมู่ 11 บ้านดอนสวรรค์ ตำบลฝักแว่น อำเภोजังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด 45000

เบอร์โทร 0800125984

ประวัติการศึกษา

| ชื่อสถานศึกษา | ระดับที่จบ | ปีการศึกษาที่สำเร็จการศึกษา |
|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| โรงเรียนบ้านดงศรีอวลย์ | ประถมศึกษา | พ.ศ. 2548 |
| โรงเรียนม่วงลาดวิทยาคาร | มัธยมศึกษาตอนต้น | พ.ศ. 2551 |
| โรงเรียนม่วงลาดวิทยาคาร | มัธยมศึกษาตอนปลาย | พ.ศ. 2554 |

นายอาทิตย์ คิตนอก รหัสนักศึกษา 553150030128

สาขาเทคโนโลยีการอาหาร ชั้นปีที่ 4

สถานศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่อยู่ 44/1 หมู่ 3 บ้านหัวบึง ตำบลบ้านฝาง อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น 40270

เบอร์โทร 0945091884

ประวัติการศึกษา

| ชื่อสถานศึกษา | ระดับที่จบ | ปีการศึกษาที่สำเร็จการศึกษา |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| โรงเรียนชุมชนบ้านฝาง | ประถมศึกษา | พ.ศ. 2547 |
| โรงเรียนฝางวิทยายน | มัธยมศึกษาตอนต้น | พ.ศ. 2550 |
| วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น | ประกาศนียบัตรวิชาชีพ | พ.ศ. 2553 |
| วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น | ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง | พ.ศ. 2555 |

สารบัญ

| เรื่อง | หน้า |
|--|------|
| กิตติกรรมประกาศ | (ก) |
| บทคัดย่อ | (ข) |
| Abstract | (ค) |
| สารบัญ | (ง) |
| สารบัญตาราง | (จ) |
| สารบัญรูป | (ฉ) |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย | 2 |
| 1.4 ทฤษฎีและกรอบแนวคิดในการวิจัย | 2 |
| 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ | 2 |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย | 2 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 3 |
| 2.1 ขนมนจีน | 3 |
| 2.2 การทำแห้ง | 10 |
| 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 12 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 14 |
| 3.1 วัสดุดิบ | 14 |
| 3.2 อุปกรณ์ | 14 |
| 3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง | 15 |
| บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล | 22 |
| 4.1 ผลการศึกษาหาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสม | 22 |
| 4.2 ผลการศึกษาความแตกต่างของเส้นขนมนจีนอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 °C | 25 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 29 |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง | 29 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะการนำไปใช้ประโยชน์ | 29 |
| บรรณานุกรม | 30 |

| | |
|---|----|
| ภาคผนวก | 32 |
| ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางกายภาพ | 33 |
| ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางเคมี | 36 |
| ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส | 38 |
| ภาคผนวก ง ภาพประกอบการวิจัย | 40 |
| ประวัติผู้วิจัย | 44 |



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 องค์ประกอบโดยเฉลี่ยของเส้นขนมจีน | 3 |
| 4.1 ค่า a_w ของเส้นขนมจีนแห้ง | 22 |
| 4.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเส้นขนมจีนแห้ง | 23 |
| 4.3 ค่าการคืนตัวของเส้นขนมจีนแห้ง | 24 |
| 4.4 ค่าความเหนียวเส้นขนมจีน | 25 |
| 4.5 ค่าสีเส้นขนมจีน | 26 |
| 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส | 27 |



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า | |
|--------|--|----|
| 2.1 | เส้นขนมจีนแป้งหมัก | 6 |
| 2.2 | เส้นขนมจีนแป้งสด | 6 |
| 2.3 | เส้นขนมจีนภาคใต้ | 7 |
| 2.4 | เส้นขนมจีนนานาชาติ | 8 |
| 2.5 | ผักที่รับประทานกับขนมจีนภาคใต้ | 9 |
| 2.6 | เครื่องอบแห้งแบบถาด | 10 |
| 2.7 | การใส่อาหารในเครื่องอบแห้งแบบถาด | 10 |
| 2.8 | กราฟอัตราการแห้ง | 11 |
| 3.1 | ขั้นตอนการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งเส้นขนมจีน | 15 |
| 3.2 | ขั้นตอนการวัดคุณภาพของเส้นขนมจีนแห้งโดยวัดค่า a_w | 16 |
| 3.3 | ขั้นตอนการวัดคุณภาพของเส้นขนมจีนแห้งโดยวัดความชื้น | 17 |
| 3.4 | ขั้นตอนการศึกษาการคืนตัวของเส้นขนมจีนแห้ง | 18 |
| 3.5 | ขั้นตอนการศึกษาค่าความเหนียวเส้นขนมจีน | 19 |
| 3.6 | ขั้นตอนการศึกษาค่าสีเส้นขนมจีน | 20 |