สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาคุณสมบัติของแป้งเผือกสำเร็จรูปเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนมไทย

Study of Taro flour properties for Thai sweet industry

โดย

นายเดชา แก้ววิริยะกิจกูล

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ

วพ.
ด 8411 ก
เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 40320
วัน, เดือน, ปี 1 0 ส.ค. 2544

b 11103991
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง การศึกษาคุณสมบัติของแป้งเผือกสำเร็จรูปเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนมไทย

Study of Taro flour properties for Thai sweet industry

ชื่อ-สกุล เดชา แก้ววิริยะกิจกูล

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จินตนา บุนนาค

บทคัดย่อ

จากการศึกษาสูตรขนมถ้วยฟูที่มีส่วนผสมของเผือกสด 3 สูตร ได้สูตรที่เหมาะสมที่สุดซึ่งมีส่วนประกอบและอัตราส่วน คือ แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม เผือกสด 100 กรัม น้ำ 134 กรัม น้ำตาล 97 กรัม ผงฟู 1.6 กรัม จากนั้นศึกษาสภาวะในการทำแห้งเผือกเพื่อผลิตแป้งเผือกสำเร็จรูป โดยใช้เผือกพันธุ์เผือกหอมนำมาทำแห้ง พบว่าการทำแห้งเผือกโดยการใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120^{0} C ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 1 รอบต่อนาที เผือกผงที่ได้จะมีอัตราการคืนรูป การดูดกลืนน้ำ และการละลายดีที่สุด นำเผือกนี้ผสมกับส่วนผสมอื่นเพื่อทำแป้งขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป จากการวิเคราะห์ความชื้นของส่วนผสมแล้วคำนวณส่วนผสมในรูปน้ำหนักแห้งจะได้สูตรแป้งขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป คือ แป้งข้าวเจ้า 33.38 กรัม เผือกแห้ง 33.40 กรัม ผงฟู 0.54 กรัม น้ำตาล 32.68 กรัม โดยเมื่อนำไปใช้จะต้องเติมน้ำผสมลงไป 47.13 กรัม แล้วทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับขนมถ้วยฟูที่ได้จากเผือกสดและขนมถ้วยฟูจากแป้งสำเร็จรูป ในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม พบว่า มีการยอมรับขนมถ้วยฟูจากเผือกสดมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการใช้ความร้อนในการทำแห้ง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและกลิ่นเป็นส่วนใหญ่ แต่ทางเนื้อสัมผัสของขนมถ้วยฟูทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น ผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์จินตนา บุนนาค เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณ คุณธงชัย พุฒทองศิริ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษ พร้อมทั้งได้ตรวจทานแก้ไขให้จนลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตจันทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งจนเสร็จการทดลอง และขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ และเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องเป็นอย่างสูงที่ให้ความรักความอบอุ่นและเป็นกำลังใจเสมอมา

เดชา แก้ววิริยะกิจกูล

มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ ..... ก

กิตติกรรมประกาศ ..... ข

สารบัญ ..... ค

สารบัญตาราง ..... จ

สารบัญภาพ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2

2.1 เผือก 2

2.2 การทำแห้ง 4

2.3 สตาร์ช 10

2.4 การทำแห้งแป้งเผือก..... 13

2.5 คุณสมบัติของแป้งเผือก..... 13

2.6 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการทำแป้งเผือก..... 14

2.7 น้ำตาลทราย..... 15

2.8 น้ำ..... 17

2.9 สารเคมีที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู..... 19

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ 23

3.1 วัตถุดิบ..... 23

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 23

3.3 วิธีการ..... 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	27
4.1 การคัดเลือกสูตรขนมถ้วยฟูที่เหมาะสม.....	27
4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแป้งเผือก.....	28
4.3 ศึกษาปรับสูตรให้เป็นแป้งขนมถ้วยฟูสำเร็จรูป.....	37
4.4 ศึกษาความแตกต่างของขนมถ้วยฟูจากส่วนผสมสดและขนมถ้วยฟู และขนมถ้วยฟูจากแป้งสำเร็จรูป.....	38
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม.....	43
ภาคผนวก.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงค่าพลังงานอย่างหยาบของเผือก..... 14

2 แสดงส่วนผสมขนมถ้วยฟูที่แตกต่าง 3 สูตร..... 23

3 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส
ของขนมถ้วยฟูเผือกสด..... 27

4 แสดงลักษณะทางกายภาพของแป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ..... 29

5 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติทางเคมีต่างๆ
ของแป้งเผือกที่ทำจากเผือกหั่นเป็นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อน..... 30

6 แสดงค่าสีของแป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกหั่นเป็นชิ้นบาง
ด้วยตู้อบลมร้อนและเผือกสด..... 30

7 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟู
แป้งเผือกที่ทำจากเผือกหั่นเป็นชิ้นบางที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน..... 31

8 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติทางเคมีต่าง ๆ ของแป้งเผือก
ที่ทำจากเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อน..... 32

9 แสดงค่าสีของแป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือก บดละเอียด
ด้วยตู้อบลมร้อนและเผือกสด..... 32

10 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส ของขนมถ้วยฟู
แป้งเผือกที่ทำจากเผือกบดละเอียดที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน..... 33

11 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติทางเคมีต่าง ๆ ของแป้งเผือก
ที่ทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง..... 34

12 แสดงค่าสีของแป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือก
ด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งและเผือกสด..... 34

13 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟู
แป้งเผือกที่ทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง..... 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

14 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส ของขนมถ้วยฟู แป้งเผือกที่ได้แป้งเผือกจากสภาวะที่ดีสุด 3 สภาวะ..... 36
15 แสดงความชื้นขององค์ประกอบของขนมถ้วยฟูเผือก..... 38
16 แสดงองค์ประกอบของแป้งขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป..... 38
17 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟู เผือกที่ได้จากส่วนผสมสดและขนมถ้วยฟูที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1 แสดงความแตกต่างของแป้งเผือกที่ผ่านการทำแห้งด้วยสภาวะต่าง ๆ..... 40

2 ความแตกต่างของขนมถ้วยฟูเผือกที่ได้จากส่วนผสมสดและขนมถ้วยฟู
ที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป..... 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้มีการผลิตขนมไทยลดลง ทั้งที่ขนมไทยเป็นขนมที่อร่อยให้คุณค่าทางอาหารมากมาย เช่น ขนมถ้วยฟูเป็นขนมไทยที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย เป็นที่นิยมในการรับประทานและทำเป็นผลิตภัณฑ์ง่าย อีกทั้งมีกลิ่นหอมและรสชาติที่อร่อย ในปัจจุบันมีการนำกลิ่นรสสังเคราะห์ผสมเข้าไปในขนมถ้วยฟู ทำให้ได้สี กลิ่น และรสชาติที่แปลกใหม่และเป็นที่นิยมมากขึ้น (สมหมาย แปลกลำยอง,2535)

เผือกเป็นพืชที่หาง่ายในท้องถิ่นและมีราคาถูก ถ้านำเผือกมาผ่านกรรมวิธีการทำเป็นแป้งเผือกได้ และกรรมวิธีการผลิตง่ายและสะดวก จะทำให้การใช้ประโยชน์ของเผือกได้มากขึ้น อีกทั้งผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำแป้งเผือกมาผสมในสูตรขนมถ้วยฟูเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยฟูมีสีกลิ่นและรสชาติดี ซึ่งเป็นกลิ่น รส ที่ได้จากธรรมชาติ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของหัวเผือกเป็นการส่งเสริมรายได้ของเกษตรกรทำให้เศรษฐกิจของไทยดีขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย (สมหมาย แปลกลำยอง,2535)

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษากรรมวิธีการทำแป้งเผือกด้วยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกและแบบถาด
2. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป
3. ศึกษาคุณสมบัติของแป้งเผือกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนมไทย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร และมีประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากเผือกมีคุณค่าทางอาหารต่อร่างกายช่วยให้ระบบขับถ่ายและผิวพรรณดีขึ้น นอกจากนั้นเผือกมีโปรตีนสูง และแป้งเผือกที่ผลิตได้สามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ง่าย สะดวก รวดเร็วและเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมขนมไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

เผือก (Taro)

เผือกเป็นพันธุ์ไม้น้ำล้มลุกที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง สามารถใช้เป็นอาหารได้อย่างดีเป็นที่นิยมกันมากในการใช้ทำขนมหวาน ขนมที่ทำจากเผือกมีรสชาติดี จึงมีผู้นิยมรับประทานเผือกกันมาก เกษตรกรสามารถปลูกเผือกเป็นอาชีพเสริมรายได้อีกด้วย เผือกมีชื่อเรียกต่างๆ กันตามภาคต่างๆ ของประเทศไทย ประชาชนทางภาคเหนือเรียกว่าบอนหรือตุน ประชาชนทางภาคใต้เรียกว่า บอนเขียว บอนจีนดำ บอนท่า หรือบอนน้ำ ประชาชนทางภาคกลางเรียกว่าเผือก จะเห็นได้ว่าการเรียกชื่อมักมีคำว่าบอนอยู่ด้วย ทั้งนี้เพราะบอนและเผือกมีลักษณะภายนอกเหมือนกันมาก

เผือกมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Colocasia esculenta (L) schott* อยู่ในตระกูล *Araceae* เท่าที่ทราบเผือกมีมากกว่า 200 พันธุ์แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. Eddoe type ประเภทนี้ได้แก่ *C. esculenta var antiquorum* หรือ *C.esculenta var qlobulifrea* เป็นเผือกที่มีหัวขนาดไม่ใหญ่และมีหัวเล็ก ๆ ล้อมรอบหลายหัว ทุกหัวใช้รับประทานได้และใช้ทำพันธุ์ได้ดี

2. Desheen type ประเภทนี้ได้แก่ *C. esculenta var escolenta* เป็นเผือกที่มีหัวขนาดใหญ่และมีหัวขนาดเล็ก ๆ ล้อมรอบ ใช้รับประทานได้ ส่วนหัวเล็กอาจใช้ทำพันธุ์ เผือกประเภทนี้ได้แก่ เผือกหอม ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยเรา

เผือกที่ปลูกในประเทศไทยจำแนกได้ 4 ชนิดได้แก่

1. เผือกหอมชนิดหัวใหญ่หนักหัวละ 2-3 กิโลกรัม มีหัวเล็กติดกับหัวใหญ่เล็กน้อย ต้มรับประทานได้มีกลิ่นหอม มีลักษณะกาบใบใหญ่มีสีเขียว

2. เผือกเหลือง หัวขนาดย่อมมีสีเหลือง

3. เผือกไม้ หรือ เผือกไหหลำ มีหัวขนาดเล็ก

4. เผือกตาแดง ที่ตาของหัวมีสีเข้ม มีหัวเล็ก ๆ ล้อมรอบหัวใหญ่เป็นกลุ่มจำนวนมาก กาบใบมีเส้นสีแดง

เผือกที่คนไทยนิยมปลูกมากที่สุดคือ เผือกหอม ซึ่งสามารถปลูกได้ในดินเกือบทุกชนิด ถ้าปลูกในที่ร่วนปนทราย อาหารอุดมสมบูรณ์จะทำให้เผือกมีหัวขนาดใหญ่ สามารถปลูกได้ในที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเก็บเกี่ยวได้ราวปลายเดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนกรกฎาคมหรือระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน แล้วไปเก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายน

ในต่างประเทศมีการผลิตเผือกมากประชากรบางประเทศ เช่น ไนจีเรีย ใช้เผือกเป็นอาหารหลัก ประเทศอื่น ๆ ที่ปลูกเผือก เช่น กานา คาเมอรูน ญี่ปุ่น ปาปัวนิวกินี เป็นต้น สำหรับประเทศไทย มีการปลูกเผือกในบางจังหวัด จังหวัดที่ปลูกมากได้แก่ ราชบุรี นอกจากนี้จังหวัดอื่นที่มีการปลูกได้แก่ ประจวบศีรีขันธ์ สงขลา นครนายก และจังหวัดในแถบภาคกลาง

การใช้ประโยชน์จากเผือก ปัจจุบันใช้เผือกสดเป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เผือกต้ม เผือกกวน และเผือกฉาบ เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ใบและยอดในการประกอบอาหารในระดับครัวเรือน สำหรับเผือกนี้ยังไม่มีผู้สนใจนำเผือกมาผลิตหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม ทั้ง ๆ ที่มีคาร์โบไฮเดรตรองลงมาจากมันสำปะหลัง 10 % เท่านั้น

ลักษณะของหัวเผือก

หัวเผือกมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกหรือทรงกลมและเป็นส่วนหนึ่งของต้น หัวเผือกในกลุ่ม desheen จะมีขนาดยาวถึง 30 ซม. และเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 15 ซม. แต่กลุ่ม eddoe มีขนาดเล็กกว่า ใบของเผือกจะงอกขึ้นมาจากส่วนบนสุดของหัวนี้ ใบที่หลุดออกไปแล้วจะเหลือเป็นรอยแผลเป็นอยู่บนผิวของเผือก ตาจะอยู่บนแผลนี้ เปลือกหนา มีสาร raphides (calcium oxalate crystrals) อยู่มาก สารนี้ทำให้ผู้รับประทานรู้สึกระคายเคือง

องค์ประกอบทางเคมีของเผือก

หัวเผือกเป็นแหล่งอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะแป้ง องค์ประกอบของเผือกโดยประมาณได้แก่ ความชื้นร้อยละ 63-85 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 13-29 โปรตีนร้อยละ 1.4-3.0 ไขมันร้อยละ 0.16-0.36 เส้นใยร้อยละ 0.6-1.18 เถ้าร้อยละ 0.6-1.3 และวิตามินซีประมาณ 7-9 มิลลิกรัม. /100 กรัม ของส่วนที่กินได้ ไธอามีนประมาณ 0.8 กรัม/100 กรัม ไรโบฟลาวินประมาณ 0.04 มิลลิกรัม/ 100 กรัม. ไนอาซีน 0.9 มิลลิกรัม/ 100 กรัม

สำหรับเม็ดแป้งของเผือก เป็นเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กมาก มี 2 ประเภท ประเภทหนึ่งมี เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-1.5 ไมครอน อีกประเภทหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-4 ไมครอน

เนื้อของเผือกมีสีที่ต่างกันไปตามชนิดของเผือก และมีเนื้อเหนียวกว่ามันเทศ ส่วนใหญ่นำมาแปรรูปด้วยการต้ม เผา ทอด อบ ตากแห้ง และทำขนมรับประทาน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาและวิจัยแป้งเผือกเพื่อใช้ในการทำขนมปัง อาหารทารก เครื่องดื่ม มีการใช้เป็นอาหารเพื่อป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคบางอย่างในทารก และใช้แทนธัญพืชในการรักษาโรคที่เกี่ยงกับกระเพาะและลำไส้ ใบอ่อน ก้านใบ สามารถใช้รับประทานได้บางประเทศมีการใช้ใบอ่อนประกอบเป็นอาหารหลายอย่าง

การทำแห้ง

การทำแห้งโดยทั่วไปหมายถึง การลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อลดค่า a_w ลงมาให้อยู่ในระดับต่ำพอที่จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุรินทรีย์ที่จะก่อให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพและการเน่าเสียของอาหาร และทำให้ค่า a_w อยู่ในระดับที่ปฏิกิริยาเคมีและปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ ทำให้อาหารเสื่อมเสียคุณภาพนั้นอยู่ในระดับต่ำสุด ดังนั้นการทำแห้งจึงจัดเป็นการถนอมอาหารเนื่องจากช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้เสื่อมเสียได้ยากขึ้นสามารถเก็บได้นานที่อุณหภูมิห้อง โดยทั่วไปผลจากการทำแห้งจะทำให้น้ำหนักและปริมาตรของอาหารลดลง ซึ่งช่วยให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่งลดลง และเป็นการแปรรูปอาหารให้อยู่ในรูปที่สะดวกแก่การนำไปใช้ประโยชน์และบริโภคหรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ ผลิตภัณฑ์อาหารแก่ผู้บริโภค ได้แก่ การผลิตอาหารแห้งรูปผง เช่น เครื่องดื่มผง ซุปผง เป็นต้น ดังนั้นการทำแห้งนอกจากจะเป็นการถนอมอาหารแล้วยังจัดเป็นการแปรรูปวิธีหนึ่งด้วย ตามปกติผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้จากการถนอมและแปรรูปโดยการทำแห้งนั้นเป็นอาหารที่มีความชื้นต่ำ (low moisture food) ซึ่งโดยทั่วไปมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 25 และมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 และอาจนำผลิตภัณฑ์อาหารแห้งนั้นนำมาบริโภคได้เลย เช่น เนื้อแห้ง ปลาแห้ง ผลไม้แห้ง หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีการนำมาคืนสภาพ (rehydration) เพื่อให้ดูดน้ำกลับเข้าไปในอาหารก่อนบริโภค เช่น ผักตากแห้ง นมผง ชาผง น้ำผลไม้ผง เป็นต้น การทำแห้งเพื่อลดค่า a_w ของอาหารนั้นส่วนใหญ่จะอาศัยความร้อนในการระเหย (vaporization) น้ำออกจากอาหาร แต่อย่างไรก็ตามการทำแห้งมีหลายวิธี โดยจำแนกได้ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ การทำแห้งโดยวิธีธรรมชาติ (natural drying) ได้แก่การตากแดด และทำแห้งแบบตู้อบพลังแสงอาทิตย์ (solar drying) อีกวิธีหนึ่งคือการทำแห้งด้วยวิธีเชิงกล (artificial หรือ mechanical drying) ซึ่งเป็นการทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ ซึ่งในการทำแห้งต้องมีการเลือกวิธีและการทำแห้งให้เหมาะสม

การทำแห้งแบบถาดหรือแบบชั้น (Tray Dryer)

มีลักษณะเป็นตู้ทรงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีลมร้อนไหลเข้าในตู้ทำให้ภายในตู้เกิดความร้อน อาหารที่วางอยู่ในถาดได้รับความร้อนจึงเกิดการระเหยน้ำทำให้น้ำภายในอาหารลดลง อาหารก็จะแห้งลงเรื่อย ๆ มีส่วนประกอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตู้เหล็กฉนวนทรงสูง รูปร่างสี่เหลี่ยมภายในวางอาหารที่อบแห้งได้ 5 ถึง 8 ชั้นในอุตสาหกรรมอาจใช้ตู้ใหญ่ มีจำนานชั้นเป็นสิบ ๆ ชั้น

2. ถาดที่วางอาหารควรทำด้วยเหล็กปลอดสนิม

3. มอเตอร์ เพื่อทำหน้าที่หมุนเวียนลมร้อน

4. ขดลวดร้อนให้ความร้อนสูงเกิน 100 °ซ อาจใช้ไอน้ำหรือแก๊สเป็นแหล่งของความร้อนก็ได้

5. เครื่องควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ (ทั่วไปควบคุมอุณหภูมิ 50-70 °ซ) หากอุณหภูมิเกิน 70 °ซ อาหารจะแห้งเร็วเกินไปทำให้โปรตีนจะตกตะกอนและอาหารจะมีสีคล้ำ

เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (drum or roller dryer)

การอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก เป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการทำแห้งอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะอาหารประเภทที่สามารถอยู่ในสภาพสารละลายได้ และสามารถจับเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ รอบลูกกลิ้งได้ เช่น น้ำนม น้ำผลไม้ น้ำแป้งต่างๆ จะได้ผลิตภัณฑ์ออกมามีลักษณะเป็นแผ่นหรือผง เครื่องอบแห้งชนิดนี้อาจจะใช้ทำแห้งอาหารได้ทั้งในสภาพบรรยากาศธรรมดาหรืออาจจะอยู่ในสภาพสูญญากาศทำให้สามารถใช้อบแห้งอาหารบางประเภทที่ทนความร้อนสูงๆไม่ได้ และยังช่วยรักษาคุณภาพของอาหารไว้ การอบแห้งอาหารโดยวิธีนี้มีข้อดีตรงที่ค่าดำเนินการ (operating cost) ไม่สูงมากนัก แต่จะมีข้อเสียตรงที่บริเวณผิวหน้าของลูกกลิ้งอาจจะมีอุณหภูมิสูงมาก อาจถึง 200-300 °ฟ ซึ่งอาจจะมีผลทำให้อาหารที่นำมาทำแห้งเกิดการแห้งกรังติดลูกกลิ้งและไหม้เกรียมได้ แต่สามารถหาวิธีแก้ได้โดยการควบคุมอุณหภูมิเย็นลงโดยให้ความเย็นเข้าไปบางส่วน

เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (drum dryers) เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมจะทำให้อาหารแห้งเมื่ออาหารอยู่ในสภาพของเหลวที่มีความหนืดสูงซึ่งอยู่ในรูป slurries หรือ paste เครื่องมืออบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (drum) จะมีหนึ่งหรือสองตัวก็ได้แล้วแต่ชนิด ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางมีหลายขนาด อาจจะยาวถึง 6 ฟุต อัตราเร็วของการหมุนตั้งแต่ 1-10 rpm.ถ้าเป็นแบบลูกกลิ้งคู่ มีถังลูกกลิ้งสองตัว ลูกกลิ้งทั้งสองจะวางคู่กัน มีช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองที่สามารถปรับได้ในระหว่างการทำงานภายในลูกกลิ้งจะมีไอน้ำ (steam)เป็นตัวให้ความร้อนนอกจากลูกกลิ้งแล้ว ยังมีส่วนประกอบอื่นๆอีกคือ ใบมีด (knife) เป็นใบมีดสำหรับกรีดอาหารที่แห้งแล้วออกจากเครื่อง สามารถปรับระยะห่างระหว่างใบมีดกับลูกกลิ้งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกมี 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. แบบลูกกลิ้งเดี่ยว (Single-drum dryer) อาจเป็นบรรยากาศธรรมดาหรือทำในห้องสุญญากาศก็ได้ ลักษณะเครื่องมือมีลูกกลิ้งเดี่ยวสารละลายอาหารที่จะอบแห้งจะป้อนจากด้านล่าง (dip feed) โดยมีเครื่องสูบ (pump) ส่งขึ้นไปลูกกลิ้งจะหมุนรอบภายในมีแหล่งให้ความร้อนอาจจะเป็นไอน้ำ (steam) และมีใบมีดกรีดอาหารที่แห้งแล้วออกไป

2. แบบลูกกลิ้งคู่ (Double-drum dryer) เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ยังแบ่งออกเป็น 2 พวกตามทิศทางการหมุนของลูกกลิ้งคือ Double drum dryer และ Twin-drum dryer ซึ่งทั้ง 2 แบบจะมีหลักการทำงานเหมือนกัน แต่จะหมุนในทางตรงข้ามกันเท่านั้น อาจทำงานในบรรยากาศธรรมดาหรือในสภาพสุญญากาศก็ได้เช่นกัน

ก. Double-drum dryers ประกอบด้วยลูกกลิ้งทรงกระบอก 2 ตัว อาหารเหลวข้นหนืด (slurry) จะถูกป้อนอยู่ระหว่างช่องของลูกกลิ้งทั้งความหนาและแผ่นฟิล์ม หรือ slurry layer จะขึ้นกับคุณสมบัติของ slurry ผิวหน้าของลูกกลิ้งและระยะห่างที่เป็นช่องระหว่างลูกกลิ้งทั้ง 2 ตัว

ข. Twin-drum dryers มีหลักการเหมือนกัน double drum dryer เว้นแต่ว่ามันจะหมุนในทางตรงกันข้าม คือมันจะหมุนออกจากกัน ช่องห่างระหว่างลูกกลิ้งจะไม่มีผลต่อความหนาของแผ่นฟิล์ม แต่ก็สามารถปรับได้โดยใช้แบบจุ่ม คือทำให้ลูกกลิ้งจุ่มลงใน slurry feed ที่เราส่งเข้าไป ซึ่งเป็นแบบธรรมดาที่นิยมใช้กัน แต่ถ้าวัตถุดิบมีคุณสมบัติที่ไม่เกาะติดกับลูกกลิ้ง เราก็แก้ไขโดยวิธี top feed

การป้อนอาหารเหลวที่ต้องการทำแห้งอาจจะป้อนได้ 3 แบบคือ

1.ป้อนจากด้านบนลูกกลิ้ง (top feed)

2. ป้อนจากด้านล่างของลูกกลิ้ง (dip feed)

3.ป้อนโดยการพ่นให้ติดลูกกลิ้ง (splash feed)

วิธี top feed นี้จะทำให้เกิดการเคลือบหนาบนผิวลูกกลิ้ง ซึ่งจะทำให้ผลดีถ้าวัตถุเป็น granular และแห้งง่าย ส่วนแบบ splash feed คือฉีดหรือพ่นให้อาหารไปเคลือบติดบนผิวลูกกลิ้ง วิธีนี้ดีช่วยให้แผ่นฟิล์มเกาะแน่นที่ผิวและไม่หล่นลงมาในระหว่างการผลิต เหมาะกับวัตถุที่ผิวโลหะได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการทำงานของการอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก

ลักษณะการทำงานที่สำคัญของเครื่องอบแห้งแบบนี้ คือ อาหารเหลวซึ่งจะต้องมีความข้นพอสมควร จะถูกใส่ลงบนช่องว่างของลูกกลิ้งทั้งสองในขณะที่ลูกกลิ้งหมุนไปซึ่งสามารถปรับความเร็วของลูกกลิ้งได้ โดยลูกกลิ้งทั้งสองจะหมุนสวนทางกัน ภายในลูกกลิ้งทั้งสองจะมีไอน้ำไหลผ่านเข้าไปเป็นตัวให้ความร้อนแก่อาหาร การควบคุมความเร็วของลูกกลิ้งและช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งจะขึ้นกับชนิดของอาหารและคุณภาพของอาหารแห้งที่ต้องการ โดยทั่วไปเมื่ออาหารเหลวข้นติดไปเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ บนลูกกลิ้งและเมื่อหมุนไป 1 รอบก็จะแห้งพอดี มีใบมีดคม ซึ่งใบมีดคมนี้ได้ปรับระยะห่างพอดีจะกรีดเอาอาหารแห้งออก ซึ่งอาหารแห้งที่ได้จะมีสภาพเป็นแผ่นบางหรือเป็นผง

สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ของเหลวที่จะนำมาทำแห้งซึ่งอยู่ในรูปของ slurries หรือ paste หรือถ้ามีความเข้มข้นของของแข็งต่ำเกินไปอาจจะมีการระเหยน้ำบางส่วนออกไปก่อนก็ได้ เมื่อของเหลวถูกสิ่งเร้าเครื่องจะถูกฉาบหรือเคลือบให้ติดอยู่ที่ผิวรอบนอกของลูกกลิ้งเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ขณะเดียวกันลูกกลิ้งจะหมุนไปอย่างช้าๆ ความร้อนจากลูกกลิ้งจะทำให้ความชื้นที่แผ่นฟิล์มระเหยไป และเมื่อลูกกลิ้งไปได้ 3/5 รอบนั้น แผ่นฟิล์มก็จะแห้งและถูกใบมีดขูดออกไป ปกติจะใช้ความเร็ว 1-10 rpm ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของ flaked ซึ่งความชื้น (moisture content) ของ flaked ที่ได้จะขึ้นกับ

- อัตราการหมุนของลูกกลิ้ง
- อุณหภูมิของผิวหน้าของลูกกลิ้ง
- ความหนาของแผ่นฟิล์ม

สมบัติของอาหารที่จะทำแห้ง

1. เครื่องอบแห้งชนิดนี้เหมาะสมที่จะใช้กับอาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบสูง เช่น กล้วยห่ามๆ ข้าวโพด มะม่วงสุก หากอาหารมีน้ำตาลสูง น้ำตาลจะไหม้ติดลูกกลิ้งจะต้องเติมแป้งผสมลงไปด้วย เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า
2. อาหารจะต้องมีลักษณะหนืดเหนียวและไหลได้พอสมควร
3. อาหารที่มีลักษณะเป็นของเหลวเช่นน้ำผลไม้ ไม่อาจใช้เครื่องอบแห้งชนิดนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

1. เครื่องอบแห้งชนิดนี้ประกอบด้วย ลูกกลิ้งแฝดคู่ 1 คู่ ภายในกลวงเป็นที่ติดขดลวดร้อนหรือเผาด้วยแก๊สหรือให้ไอน้ำเข้ามอเตอร์ควบคุมความเร็วลูกกลิ้ง ใบมีดขูดอาหารแห้งที่ผิวลูกกลิ้ง

2.ทำความสะอาดลูกกลิ้งตั้งใบมีดให้แนบสนิทลูกกลิ้งปรับระยะห่างของลูกกลิ้งประมาณ 0.2-0.3 มม.

3.เปิดสวิทซ์ไฟฟ้าให้มอเตอร์ทำงานเปิดไอน้ำเข้าลูกกลิ้งควบคุมความเร็วรอบของลูกกลิ้งตั้งแต่ 1 รอบ/นาที –5 รอบ/นาที ขึ้นกับส่วนประกอบของอาหาร ความดันไอน้ำ 40% 60 ปอนด์/ตารางนิ้ว

4. ป้อนอาหารผ่านลูกกลิ้งจากด้านบน อาหารจะแห้งเป็นแผ่นบางๆ มีความชื้นประมาณ 8 % ต้องอบแห้งในตู้อบลดความชื้นต่ำกว่า 5 %

5. เก็บตัวอย่างในขวดแก้ว ถุงอลูมิเนียม

ปัญหาที่มักพบในการอบแห้งอาหารโดยวิธีลูกกลิ้งทรงกระบอก

ปัญหาที่เกิดขึ้นมักจะเกี่ยวข้องในเรื่องที่จะทำให้ได้แผ่นเกล็ดบางๆของอาหาร (flake sheet) ที่มีความหนาสม่ำเสมอ และไม่ขาดตอน เป็นแผ่นยาวติดต่อกันกับการที่จะทำให้ slurry ที่ส่งเข้าเครื่องนั้นมีคุณสมบัติเกาะติดกับผิวโลหะลูกกลิ้งได้ดี รวมทั้งคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่เราต้องการในผลิตภัณฑ์

การที่จะให้ได้อัตราการผลิตสูงสามารถจะทำได้โดยให้มีชั้น (layer) ของ slurry หนาความหนาแน่นและชั้นต่อเนื่องกันไป (continuous layer) เท่านั้น ดังนั้นด้วยจุดประสงค์ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องทำให้ slurry มีความเข้มข้นมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นย่อมทำให้มีความหนืดสูงขึ้นด้วย การที่จะทำให้เป็นแผ่นยาวก็ลำบาก slurry อาจจะไม่เปียกพอที่จะเกาะติดผิวของลูกกลิ้งก็ได้ การปรับช่องห่างและอัตราการหมุนของลูกกลิ้งอาจจะต้องเปลี่ยนแปลงไปถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของสภาพของของเหลวที่เราส่งเข้าเครื่อง

ในการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกนี้มีปัญหาหลายประการที่มักจะเกิดขึ้น ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1. แผ่นอาหารแห้งอบไหม้เกรียม เนื่องจากความร้อนของลูกกลิ้งสูงเกินไป อัตราเร็วของการหมุนของลูกกลิ้งช้าไป ความหนาแน่นของแผ่นฟิล์มไม่พอดี และขึ้นกับคุณสมบัติของอาหารที่จะนำมาทำแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แผ่นอาหารแห้งที่ได้ออกมาไม่ต่อเนื่อง กล่าวคือแผ่นอาหารออกมาเป็นช่วงๆ ทำให้อัตราการผลิต (production rate) ต่ำ เนื่องจากสารละลายอาหารมีความข้นไม่พอ หรือช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งกว้างไป ทำให้แผ่นฟิล์มที่ติดบนลูกกลิ้งบางเกินไป

3. แผ่นอาหารแห้งที่ได้ออกมายังเปียกเกินไป คือยังมีความชื้นสูง เนื่องจากระหว่างช่องว่างลูกกลิ้งกว้างเกินไป ทำให้แผ่นฟิล์มบนลูกกลิ้งหนา ความร้อนที่ทำให้อาหารแห้งไม่พอ หรือเนื่องจากอาหารเหลวที่ป้อนเข้าไปมีความข้นมากเกินไป ทำให้มีความหนืด (viscosity) สูง ทำให้ติดกับลูกกลิ้งหนาไม่เท่ากัน

4. อุณหภูมิที่ผิวของลูกกลิ้งสูงเกินไป ทำให้อาหารแห้งกรังหรือไหม้ติดลูกกลิ้ง เนื่องจากความร้อนสะสมภายในลูกกลิ้งมากเกินไป อาจแก้ได้โดยทำให้ลูกกลิ้งบริเวณที่เกือบถึงใบมีดเย็นลงโดยการให้ความเย็นเข้าไปในส่วนนั้น ทำให้อาหารแห้งบนลูกกลิ้งมีการหดตัวและขยายตัวไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการแตกหัก (cracking) ร่อนหลุดออกจากลูกกลิ้งได้ง่ายขึ้น

หลักในการปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ดีมีหลายประการ คือ

1. การลดความชื้นโดยวิธีอื่น เช่น การระเหย ให้น้ำลดลง 5 เท่าหรือ 3 เท่าก่อนแล้วค่อยป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก จะเป็นการประหยัดในด้านเศรษฐกิจ

2. อาจจะมีการทำให้ slurry นั้นร้อนก่อนเพื่อเพิ่มอัตราการทำแห้ง (drying rate) ให้ดีขึ้น

3. ควรมีการดูดเอาไอน้ำ (condensate) ที่อยู่ในลูกกลิ้งออกมาเพื่อให้ได้ไอน้ำมีคุณภาพ 100 % อุณหภูมิที่ผิวโลหะต้องมี 300 °ฟ จึงจะมีประสิทธิภาพพอทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อน

4. ความเร็วของการหมุนของลูกกลิ้งจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความหนาแน่น เส้นผ่าศูนย์กลางและช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง

5. สำหรับอาหารที่มีไขมัน ควรมีการโฮโมจิไนซ์ เพื่อป้องกันไม่ให้ไขมันแยกตัวออกไป

6. ผิวของลูกกลิ้งจะต้องราบเรียบเสมอ และต้องมีการตรวจซ่อมหลังจากที่ทำงานแล้ว 1,000-3,000 ชม.

7. มีดที่ใช้ขูด ควรเป็นมีดที่ปรับง่ายและติดแน่นกับลูกกลิ้ง

8. การที่ผลิตภัณฑ์แห้งมีความชื้นสูงอาจเกิดจากผิวลูกกลิ้งมีอุณหภูมิต่ำไม่สูงพอ ฟิล์มที่หนามีความเข้มข้นสูงและลูกกลิ้งหมุนเร็วเกินไป

9. ถ้าต้องการระเหยน้ำ 1 ปอนด์ต้องใช้ไอน้ำ 1.5 ปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ผลผลิตที่ได้อย่างเหมาะสม (Optimum output) ของอาหารส่วนมากจะเป็น 3-5 ปอนด์/ตารางฟุต/ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์แห้งจากผิวลูกกลิ้ง

การควบคุมการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก

ในการใช้เครื่องอบแห้งแบบนี้ทำอาหารแห้งนั้น จะต้องดูคุณสมบัติและลักษณะของอาหารประเภทนั้นๆ มาอย่างดีก่อน กล่าวคือควรจะทราบลักษณะของการละลาย ความหนืด การทนต่อความร้อน เป็นต้น นอกจากนั้นในการทำงานของเครื่องมักมีปัจจัยหลายอย่างที่ควรสนใจและควบคุม คือ

1. ขนาดของลูกกลิ้ง รวมถึงเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาว
2. อัตราเร็วของการหมุนของลูกกลิ้ง
3. ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง
4. อัตราการป้อนของเหลวหรือความลึกของลูกกลิ้งที่จุ่มลงไปในอาหารเหลว
5. ลักษณะของลูกกลิ้ง ความเรียบของผิวหน้าลูกกลิ้ง
6. ความคมของใบมีดและระยะห่างจากลูกกลิ้ง
7. การควบคุมความเย็นในช่วงก่อนถึงใบมีด
8. ปริมาณไอน้ำที่ป้อนเข้าในลูกกลิ้ง

สตาร์ช (starch)

สตาร์ชเป็นคาร์โบไฮเดรตที่พืชสร้างขึ้น ซึ่งจะประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 6:10:5 องค์การอาหารและยาหรือ เอฟดีเอ (Food and Drug Administration หรือFDA)ให้ความหมายของสตาร์ชว่าเป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลแอนไฮโดรกลูโคส (anhydroglucose) ที่ต่อกันเป็นสายและสาขาที่เรียกว่า อะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพคติน (amylopectin) ตามลำดับ แหล่งของสตาร์ชที่พืชสร้างขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวของน้ำตาลกลูโคส โดยจะสูญเสียน้ำ 1 โมเลกุลต่อพันธะระหว่างน้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุล (Smith,1982 อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541) พืชจะสะสมสตาร์ชไว้ตามส่วนต่างๆ โดยเฉพาะในเมล็ด ราก ลำต้น ใบ เช่น ธัญพืชต่างๆ บางชนิดสะสมไว้ตามราก หรือหัว เช่น เผือกและมัน เป็นต้น โดยทั่วไปพืชมีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 30-70% สตาร์ชที่เกิดขึ้นในธรรมชาติอยู่ในรูปของเม็ดแป้ง (starch granule) ซึ่งมีขนาดประมาณ 1-100 ไมครอน ขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้งจะขึ้นอยู่กับแหล่งของแป้งแต่ละชนิด (Swinkles,undated อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541) ภายในเม็ดในเม็ดแป้งประกอบด้วย โพลิเมอร์ 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ อะไมโลส และ อะไมโลเพคติน ซึ่งมีลักษณะดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะไมโลส (amylose) เป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลแอนไฮโดรกลูโคสที่เรียงต่อกันเป็นสายพันธะ α-1,4-glocosidic มีขนาดแตกต่างไปตามชนิดและสายพันธุ์ของพืชมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 150,000-1,000,000 โดยปกติแป้งทั่วไปมีอะไมโลส 15-30% (Swinkels,undated อ้างโดย อภิณทิพย์,2541)และอะไมโลสไม่ละลายน้ำเย็นแต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการละลายจะดีขึ้นอะไมโลสละลายได้ดีในสารละลายที่เป็นด่างให้เจลที่แข็งและไม่มีสี

อะไมโลเพคติน (amylopectin) เป็นโพลิเมอร์ที่เกิดจากพันธะ α-1,4 glycosidic บริเวณจุดแตกตัว เป็นกิ่งมีการจับตัวกันแบบ α-D-(1,6)glycosidic แทรกอยู่ประมาณร้อยละ 4 ถึง 6 (Hood,1982 อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541) แต่ละกิ่งเป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลแอนไฮโดรกลูโคสเรียงต่อกันด้วยพันธะ α-1,4-glycosidic (Smith,1982 อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541) โพลิเมอร์หนึ่งของอะไมโลเพคตินจะมีขนาดใหญ่กว่าอะไมโลสมากประมาณว่าประกอบด้วยน้ำตาลแอนไฮโดรกลูโคสมากกว่า 200,000 หน่วยขึ้นไป (Wurzburg,1987 อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541) อะไมโลเพคตินมักเกิดพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) ภายในโมเลกุล หรือกับโมเลกุลอื่น ถ้าพันธะไฮโดรเจนแตกออกจากกันจะทำให้อะไมโลเพคตินละลายได้ในน้ำเย็นโดยไม่เกิด"รีโทรกราเดชั่น" (retrogradation) อะไมโลเพคตินสลายตัวได้ง่ายเมื่อทำปฏิกิริยากับกรด เมื่อได้รับอุณหภูมิสูงหรือมีการกวนอย่างรุนแรง มักพบในพืชหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวเหนียว

สรุปความแตกต่างระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพคติน มีดังนี้ (Zobel,1988 อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541)

อะไมโลส	อะไมโลเพคติน
ประกอบด้วยกลูโคส 250-2000 หน่วย	แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20-25 หน่วย
โมเลกุลต่อกันเป็นเส้นตรง	โมเลกุลต่อกันคล้ายกิ่งไม้
ละลายน้ำได้ดีกว่า	ละลายน้ำได้น้อยกว่า
ให้สีน้ำเงินกับไอโอดีน	ให้สีแดงม่วงหรือน้ำตาล
เมื่อต้มในน้ำจะหนืดข้นน้อยกว่าแต่ขุ่นกว่า	หนืดข้นมากกว่าและใส
เมื่อปล่อยทิ้งไว้จะเกิดเจล	ไม่เกิดเจล

ภายในเม็ดแป้งประกอบด้วยโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน ในอัตราส่วน 1:3 จัดเรียงตัวกันอย่างมีระบบแบบแผน ภายในเม็ดแป้งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นผลึกและส่วนที่ไม่เป็นผลึกที่เรียกว่าอสัณฐานซึ่งจะรียงตัวเป็นวงแหวนซ้อนกันหลายชั้นเรียกว่าคอนเซนตริก เชล (Concentric shell) ทำให้เกิดการหักเหสองแนวเป็นเงากากบาทเมื่อส่องผ่านแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลาไรซ์ (polarized light) เรียกว่าไบฟริงเจนซ์ (Birefrigence) โมเลกุลของอะไมโลสมีลักษณะสายตรง (linear chain) ขดตัวเป็นวง (helix) ส่วนโมเลกุลของอะไมโลเพคตินมีลักษณะเป็นกิ่งก้านสาขา (branch chain) ยึดติดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ซึ่งบริเวณที่เกิดเรียกว่าไมเซล (Micelle) การเกิด Micelle ขึ้นนั้นเนื่องมาจากการรวมตัวระหว่างโมเลกุลของอะไมโลสอย่างหลวมๆ ทำให้สามารถซึมผ่านเข้าไปอยู่ระหว่าง Micelle ได้

พืชต่างชนิดกันมีสัดส่วนอะไมโลส ต่ออะไมโลเพคตินต่างกัน อัตราส่วนนี้จะมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้ง (swelling) ความหนืด (viscosity) ความใสของเพสต์ (paste) และการเกิดรีโทรกราเดชั่นของเพสต์ หรือการคืนตัว (set back) เมื่อนำแป้งไปละลายน้ำเม็ดแป้งจะดูดน้ำเข้าไปทำให้เกิดการพองตัว แต่จะพองตัวอย่างจำกัด การพองตัวของเม็ดแป้งที่อุณหภูมิห้องเรียกว่าทรูสเวลลิ่ง (true swelling) สามารถนำไปทำแห้งกลับคืนสภาพเดิมได้ (set back) ถ้านำน้ำแป้งนั้นมาให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิวิกฤติ (critical temperature) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 50 °C ขึ้นไปทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของแป้ง ความร้อนจะทำลายพันธะไฮโดรเจนส่วนอสัณฐานก่อนทำให้น้ำสามารถแทรกเข้าไปภายในเม็ดได้ และเกิดการพองตัว (Rutenburg,1984 อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541) ระหว่างนี้เม็ดแป้งจะสูญเสียการหักเหของแสงภายในเม็ดแป้งเนื่องจากเกิดการการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของโมเลกุลสตาร์ช เมื่อเม็ดแป้งพองตัวมาขึ้นความหนืดของน้ำแป้งจะเพิ่มอย่างรวดเร็วและของผสมมีความใสมากขึ้นเมื่อเม็ดแป้งพองตัวเต็มที่และแตกออกทำให้ความหนืดลดลง อุณหภูมินี้เรียกว่า “อุณหภูมิแป้งสุก” (gelatinizing temperature) และปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า “การสุกของแป้ง” (gelatinization) เม็ดแป้งแต่ละชนิดจะสุกที่อุณหภูมิต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับพันธะภายในเม็ดแป้งนั้นๆ (Wurburg,1987 อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541) อุณหภูมิที่ทำให้เม็ดแป้งแต่ละชนิดสุกเรียกว่าอุณหภูมิเฉพาะการทำให้แป้งสุก (specific gelatinizing temperature) เม็ดแป้งขนาดใหญ่จะพองตัวได้ง่ายกว่าเม็ดแป้งขนาดเล็ก

เมื่อเม็ดแป้งแตกออกอะไมโลสจะหลุดออกจากเม็ดแป้ง ทำให้น้ำแป้งมีลักษณะข้นหนืดเรียกว่า แป้งเปียก หรือเพสต์ (paste) ถ้าปล่อยให้เย็นตัวแป้งอาจจะยังคงเป็นโซล (sols) หรือเปลี่ยนเป็นเจลขึ้นอยู่กับ ความเข้มข้นของน้ำแป้ง และชนิดของแป้งหรือปริมาณอะไมโลส โดยทั่วไปถ้าน้ำแป้งมีความเข้มข้นต่ำแป้งเปียกที่ได้จะเป็นโซล ถ้าน้ำแป้งมีความเข้มข้นสูง แป้งเปียกที่ได้จะมีความข้นหนืดเพิ่มขึ้นจนเป็นเจล แป้งชนิดที่มีอะไมโลสต่ำมากโมเลกุลส่วนใหญ่จะเป็นพวกอะไมโลเพคตินแป้งเปียกที่ได้จะไม้แข็งตัวมากนัก แม้จะปล่อยไว้ให้เย็น แต่ถ้าแป้งเปียกมีความเข้มข้นสูงมากอาจเกิดเจลขึ้นได้ ในการทิ้งไว้ให้เย็นนั้นโมเลกุลของอะไมโลสที่แขวนลอยอยู่ขณะร้อน จะพยายามจัดตัวให้อยู่ในรูปเดิมอีกครั้ง (recrystallization) ทำให้เกิดความขุ่นและมี ความหนืดเพิ่มขึ้น เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเกิดรีโทรกราเดชั่นหรือการคืนตัว การเกิดรีโทรกราเดชั่นขึ้นอยู่กับปัจจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ ดังนี้ เช่น ชนิดของแป้ง, ความเข้มข้นของแป้ง, วิธีการทำให้เกิดเพสต์, อุณหภูมิ, เวลา, pH, วิธีการทำให้เย็น และองค์ประกอบอื่นๆ ของแป้ง โดยทั่วไปจะพบว่า รีโทรกราเดชั่น จะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ความเข้มข้นสูง และที่ pH ในช่วง 5-7 การเกิดรีโทรกราเดชั่นจะลดลงถ้ามี pH สูงหรือต่ำเกินไป 10 และต่ำกว่า 2 จะเกิดรีโทรกราเดชั่น (Swinkels,undated อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541) จากการศึกษาการคืนตัวได้ช้ามาก เนื่องจากโมเลกุลเป็นกิ่งก้านยากแก่การรวมตัว แป้งเปียกที่เกิดจากการคืนตัวมากจนน้ำที่เกาะกับโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินแยกตัวออกมา และปรากฏให้เห็นเป็นหยดน้ำลักษณะนี้เรียกว่า การแยกตัวของน้ำ (syneresis) การศึกษาการพองตัวและการเกิดเจลของแป้งชนิดต่างๆ ทำได้โดยการวัดความหนืดด้วยเครื่อง viscograph ซึ่งวัดความหนืดของน้ำแป้งสัมพันธ์กับอุณหภูมิ เมื่อเม็ดแป้งได้รับความร้อน จะดูดน้ำและพองตัวขึ้นในขณะเดียวกันน้ำที่อยู่รอบๆ จะเหลือน้อยลง ทำให้การเคลื่อนไหวของเม็ดแป้งยากขึ้น ความหนืดของแป้งจึงเพิ่มมากขึ้นแต่เม็ดแป้งแตกน้ำภายในเม็ดแป้งจะออกมารวมกับอะไมโลสและอะไมโลเพคติน ความหนืดจึงลดลง ความหนืดจะเพิ่มอีกครั้ง เมื่อแป้งเปียกเย็นตัว และเกิดเจลขึ้น การวัดการพองตัว และการเกิดเจล คือการเปลี่ยนแปลงความหนืด (David,1985 อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541)

การทำแห้งแป้งเผือก (Moy et al.,1977 อ้างโดยอภิณทิพย์, 2541)

เผือกเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการประกอบอาหารเนื่องจากเม็ดแป้งสามารถย่อยได้ง่ายให้พลังงานสูง มีวิตามินบี แคลเซียม ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็กในปริมาณสูงและที่สำคัญคือไม่เป็นพิษ

ปัญหาในการทำแห้งแป้งเผือกคือ การสูญเสียเผือกเนื่องจากกระบวนการแปรรูปโดยที่เผือกยิ่งมีขนาดเล็กเท่าไรก็จะมีปริมาณเปลือกเพิ่มมากขึ้นและในการทำแห้งเผือก จะส่งผลต่อการเก็บรักษาและการยอมรับของผู้บริโภค

คุณสมบัติของแป้งเผือก

จากการศึกษาแป้งเผือก (Colocasia esculenta) (Goering and Haas,1972 อ้างโดย อภิณทิพย์, 2541)ที่สกัดโดยใช้ 0.2% เมตาซัลไฟท์ พบว่า เม็ดแป้งเผือกมีขนาดเล็ก ซึ่งเผือกแต่ละพันธุ์ก็จะมีขนาดแตกต่างกัน แป้งเผือกจะมีปริมาณอะไมโลสประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณอะไมโลสในแป้งจากธัญพืช เผือกเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งที่มีอุณหภูมิการเกิดเพสต์ต่ำ เนื่องจากแป้งจากพืชหัวจะมีความชื้นสูงและมีปริมาณอะไมโลสต่ำ ซึ่งถ้าปริมาณอะไมโลสสูง อุณหภูมิในการเกิดเพสต์ก็จะสูงด้วย แป้งเผือกโดยทั่วไปจะมีค่าการละลาย และการพองตัวต่ำยกเว้นเผือกที่มีเม็ดแป้งขนาดเล็กมากจะมีค่าการละลายและการพองตัวสูงขึ้น แป้งเผือกโดยทั่วไปจะมีลักษณะใสเป็นเส้นเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการทำแห้งเผือก

พีเอช (pH) จากการวัดด้วยเครื่องวัดพีเอชของตัวอย่างเผือกที่เก็บ 0-6 เดือน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช 0-0.3 ในตัวอย่างที่เก็บที่ 21 °ซ และ 38 °ซ ส่วนตัวอย่างที่เก็บที่ 60 °ซ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของพีเอช 0.6-1.3

สี ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างแห้งเผือก ที่สกัดโดยเอทานอลที่ 520 nm และ 422 nm พบว่าตัวอย่างที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุด ในระหว่างการเก็บรักษาค่าการดูดกลืนแสงที่ 20 nm ลดลงทั้งนี้เนื่องจากการสูญเสียแอนโธไซยานิน ส่วนที่ 422 nm จะมีการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงอย่างช้าๆ เนื่องจากการสูญเสียเม็ดสีสีน้ำตาล

การย่อยจากเอนไซม์ ผลจากการไตเตรทพบว่ามีการย่อยลดลง ในทุกตัวอย่างแป้งเผือก ตัวอย่างแป้งเผือกจากการทำแห้ง โดยใช้แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการย่อยสูงกว่าตัวอย่างที่ทำแห้งชนิดแช่เยือกแข็งและการใช้ลมร้อนต่ำที่สุด และตัวอย่างที่ทำแห้งด้วยวิธีเดียวกันแต่เก็บที่อุณหภูมิต่างกันพบว่าตัวอย่างที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ จะมีประสิทธิภาพการย่อยสูงที่สุด และตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 °ซ จะมีประสิทธิภาพการย่อยเป็นศูนย์

ความชื้น ตัวอย่างที่ทำแห้งโดยวิธีใช้ลมร้อนและแสงแดดจะมีค่าความชื้นสูงซึ่งอาจทำให้เกิดเปลือกแข็งห่อหุ้มผิวนอก ทำให้การทำแห้งเกิดไม่สมบูรณ์ ค่าความชื้นของแต่ละตัวอย่างจะเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บนานขึ้นยกเว้นตัวอย่างเผือกที่ทำแห้งโดยวิธีใช้ลมร้อนและแสงแดดที่เก็บที่ 60 °ซ

คุณภาพในการบริโภค พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในตัวอย่างที่ทำแห้งในแต่ละวิธี

อุณหภูมิในการเกิดเจล เผือกแห้งจะเริ่มเกิดเจลที่ 64-67 °ซ และเกิดสมบูรณ์ที่ 71.5-73 °ซ ในขณะที่เผือกสดจะมีอุณหภูมิการเกิดเจลอยู่ในช่วง 65.5-71.5 °ซ แต่อายุการเก็บรักษาจะไม่มีผลต่อการเกิดเจล

ค่าพลังงาน

ตารางที่ 1 แสดงค่าพลังงานอย่างหยาบของเผือก

Sample	Gross energy Cal/g	sample	Gross energy Cal/g
Sola dried,raw	4.03	Freeze-dried poi	3.81
Freeze dried,raw	3.94	Freeze dried,cooked	3.77
Air dried,raw	4.00	Air dried,cooked	3.99

ที่มา : Moy et al', 1977 อ้างโดยอภิณทิพย์, 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลทราย

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรท น้ำตาลที่มีขายในตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้เป็นน้ำตาลซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.9% มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั่วๆ ไปมี 3 ชนิดด้วยกันคือ

น้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar) ใช้กันมากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่น้ำตาลทรายมีขนาดความละเอียดต่างๆ กัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ ในต่างประเทศจะบอกความละเอียดไว้ที่กล่องบรรจุ สำหรับเมืองไทยที่วางขายทั่วๆ ไปมี 3 ขนาด คือขนาดธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบ และเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะผสมกับเนยได้ไม่ดี เพราะผลึกที่ใหญ่ของมันจะไม่ละลายหมดและมักจะคงอยู่ในรูปเมล็ด ผลึกของน้ำตาลจะไม่ละลายโดยความร้อนจากตู้อบและน้ำตาลที่อยู่ใกล้ๆ ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้น นอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปขูดเอาดีบุกที่เคลือบเตรื่องผสมหรือชามผสม ทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์ และยิ่งเป็นมากขึ้นถ้าเนยหรือไขมันที่นำมาตีกับน้ำตาลเม็ดหยาบมีความเย็นมาก อย่างไรก็ตามโอกาสที่จะใช้น้ำตาลทรายหยาบก็มีมาก เช่น ใช้ในการโรยไปบนคุกกี้ ย้อมสีต่างๆ ใช้ทำไส้ขนมและไซรับสำหรับทำไอซิ่ง แต่งหน้าเค้ก ส่วนน้ำตาลผงใช้ในการทำไอซิ่ง

น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or Confectionary sugar) น้ำตาลชนิดนี้เป็นผงละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณ 3% ทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน หรือป้องกันการเป็นผลึกของน้ำตาล ส่วนมากใช้ในการทำไอซิ่งและผสมกับแป้งทำแป้งเค้กสำเร็จรูป ความละเอียดของน้ำตาลชนิดนี้ช่วยให้ผสมง่ายขึ้นและมักใช้กับแองเจิ้ลเค้ก

น้ำตาลทรายแดง (Yellow or Brown sugar) น้ำตาลชนิดนี้จะมีพวกคาราเมลแร่ธาตุ และความชื้นปนอยู่ด้วย และยังเป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่าน้ำตาลดิบ น้ำตาลชนิดนี้ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรส และสีของน้ำตาลทรายแดง ส่วนใหญ่ใช้ใน การทำคุกกี้และเค้กบางชนิด เช่น ฟรุตเค้ก ไม่ใช้ในการเค้กที่มีความเบาตัว ถ้าจำเป็นต้องใช้ต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากในการที่จะผสม

นอกจากน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดนี้แล้ว ยังมีน้ำตาลอื่นๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ เช่น น้ำตาลข้าวโพด หรือเด็กโตรส (Corn Sugar or Dextrose) เป็นน้ำตาลที่ทำจากแป้งข้าวโพด น้ำตาลเด็กโตรสนี้จะมีความหวานประมาณ 75% ของน้ำตาลทรายซูโครส ส่วนมากใช้ในการทำขนมปังหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เพราะยีสต์สามารถนำน้ำตาลนี้ไปใช้ได้โดยตรงทำให้เกิดการหมักเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลจากนม หรือแลคโตส (Milk sugar or Lactose) เป็นน้ำตาลที่มีอยู่ในนมสดหรือในหางนม น้ำตาลชนิดนี้จะเป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มความหวานและให้รสกลิ่นแก่ผลิตภัณฑ์

น้ำตาลมอลต์โตสหรือน้ำตาลจากข้าวมอลต์ (Malt sugar) มีอยู่ในมอลต์รับช่วยเพิ่ม ความหวานให้แก่ผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่ในการทำขนมปังชนิดแข็ง

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำ มีรสหวาน ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาลซูโครส น้ำตาลทรายเป็นน้ำตาลที่ใช้กันมากและแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมอาหารทั่วไป ได้จากอ้อยและหัวบีท เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งค่อนข้างบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9 โดยไม่มีวิตามินและแร่ธาตุปะปนมา หากเป็นน้ำตาลที่ผ่านกรรมวิธีที่ถูกต้อง น้ำตาลทรายเป็นน้ำตาลที่ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุคโตสเชื่อมต่อกัน เมื่อละลายน้ำอาจจะมีส่วนหนึ่งที่มีการคงตัวและอีกส่วนหนึ่งจะแตกตัวโดยน้ำตาลกลูโคสจะแยกออกจากน้ำตาลฟรุคโตสในสภาพเป็นกลางธรรมดา ถ้ามีสารบางชนิด เช่น เกลือแกง แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ จะช่วยให้การแตกตัวของน้ำตาลเพิ่มขึ้น น้ำตาลเมื่อละลายน้ำจะทำให้คุณสมบัติของอาหารเปลี่ยนแปลงไป เช่นช่วยเพิ่มความหนืดเปลี่ยนแปลงความหนืดให้สูงขึ้นลดความดันไอแต่จะเพิ่มความดันออสโมซิส

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์

น้ำตาลทำหน้าที่ต่างๆ ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่คือ

1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมเค้ก
2. เป็นอาหารของยีสต์ในการหมัก
3. ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งชนิดต่างๆ สำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่
4. ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
5. ช่วยให้เนื้อขนมดี
6. ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
7. ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดีเพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์
8. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

น้ำ

นอกจากแป้งซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แล้ว วัตถุดิบที่สำคัญรองลงมาคือน้ำ ซึ่งถ้าปราศจากน้ำ การผลิตขนมปังหรือการทำผลิตภัณฑ์อีกหลายๆ อย่างจะเกิดขึ้นไม่ได้ น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นอาจเป็นน้ำทั่วๆ ไป หรือเป็นน้ำที่อยู่ในนม หรือน้ำผลไม้ก็ได้ คือเป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

น้ำเป็นส่วนผสมที่จัดว่ามีราคาถูกที่สุดในการทำขนมปัง และเป็นส่วนผสมที่สำคัญมากขาดไม่ได้ เนื่องจากน้ำมีหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งให้เกิดเป็นกลูเตน

ชนิดของน้ำ

น้ำจำแนกตามปริมาณของอินทรีย์สารและเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำเป็น 6 ชนิดด้วยกันคือ

1. น้ำอ่อน (Solf water)
2. น้ำกระด้าง (Hard water)
3. น้ำด่าง (Alkaline water)
4. น้ำที่เป็นกรด (Acid water)
5. น้ำเกลือ (Saline water)
6. น้ำที่มีสารแขวนลอย (Turbid water)

น้ำอ่อน เป็นน้ำที่มีปริมาณของแร่ธาตุละลายอยู่ต่ำ

น้ำกระด้าง จะเป็นพวกแร่ธาตุละลายอยู่ในปริมาณสูง น้ำกระด้างนี้อาจเป็นน้ำกระด้างชั่วคราว (Temperary hardness) หรือน้ำกระด้างถาวร (Permanent hardness) ก็ได้

น้ำด่าง (Alkaline water) เป็นน้ำที่มีพวกโซเดียมไบคาร์บอเนตอยู่

น้ำที่มีความเป็นกรด (Acid water) มักพบในที่ที่เป็นเหมืองแร่ และเป็นน้ำที่ได้รับจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม น้ำที่มีความเป็นกรดนั้นไม่ค่อยมีในธรรมชาติ

น้ำเกลือ (Saline water) จะมีพวกเกลือปนอยู่บ้าง ทำให้มีรสเฝื่อน

น้ำที่มีสารแขวนลอย (Turbid water) น้ำทุกชนิดที่กล่าวมาข้างต้นอาจเป็นน้ำประเภทนี้ได้ โดยเกิดมีสารแขวนลอยเช่น ดินเหนียว ทรายละเอียด ตะกอน หรืออื่นๆ ปนอยู่

หน้าที่ของน้ำที่มีต่อผลิตภัณฑ์

น้ำทำหน้าที่หลายอย่างในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ดังนี้คือ

1. ทำให้เกิดกลูเตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40320

2. น้ำช่วยควบคุมความหนืดของโด เปอร์เซนต์ของน้ำที่ใช้จะแสดงให้เห็นถึงความหนืดของโด
3. น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด และการที่จะทำให้โดมีความอุ่นหรือเย็นสามารถควบคุมที่น้ำได้
4. น้ำช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาล เกลือ และโปรตีนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน
5. น้ำจะทำให้แป้งสตาร์ชเปียกและเกิดการพองตัว ทำให้ย่อยง่าย
6. ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ดี
7. ช่วยให้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน
8. ช่วยกระจายยีสต์ในการหมักโด

ในการผสมแป้งสำหรับทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีมักจะต้องมีน้ำอยู่ด้วย ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปน้ำก๊อกธรรมดา หรือเป็นน้ำในส่วนประกอบของไข่ นม หรืออิมัลชั่นก็ได้ ปริมาณของน้ำที่ใช้จะต่างกันไปตามความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งแต่ละชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ

เมื่อผสมน้ำกับแป้งจะเกิดก้อนแป้งที่มีลักษณะแฉะ เหนียว และยืดหยุ่นได้ ซึ่งเรียกว่า "โด" โครงสร้างของโดก็คือกลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ละลาย ยิ่งในโดมีปริมาณน้ำมากเท่าใด สตาร์ชซึ่งเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของแป้งก็จะยึดเอาไว้มากดท่านั้น สตาร์ชจะดูดซับน้ำไว้บนผิวนอกในขั้นตอนแรกของการผสม เมื่อการผสมดำเนินต่อไป โดจะค่อยๆ หายแฉะ จนเมื่อดึงหรือจับดูจะไม่ติดมือ หรือติดข้างๆ อ่างผสม ในสภาพเช่นนี้แสดงว่าโดได้รับการผสมอย่างเพียงพอแล้ว ในขณะนี้โปรตีนจะได้รับการผสมกับน้ำอย่างเต็มที่ และเซลของแป้งสตาร์ชก็จะดูดซึมน้ำเข้าไปประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักแป้ง

เราสามารถที่จะบันทึกน้ำหนักของโด เพื่อเป็นการตรวจสอบน้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้ และเพื่อคำนวณหาน้ำหนักที่สูญไปในระหว่างการหมักเพราะน้ำหนักของโดจะลดลงเมื่อการหมักดำเนินต่อไป น้ำหนักที่หายไปส่วนมากเกิดจากการไล่ลม หรือโดยการระเหยออกทางผิวนอกของโด ในระหว่างการอบน้ำหนักส่วนใหญ่จะหายไปโดยที่น่ำที่มีอยู่ในก้อนขนมปังเปลี่ยนเป็นไอน้ำและระเหยออกไปเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

โดที่มีความเหนียวแน่นจะทำให้แป้งมีพลังมากขึ้นซึ่งน้ำมากๆจะช่วยลดพลังนี้ลง ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในโดจะมีผลอย่างยิ่งต่อโครงสร้างของขนมปัง น้ำจะทำให้เนื้อใน (Crumb) ของผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นอ่อนนุ่มและมีขนาดและรูปร่างของเซลล์เปิด โดที่แน่นจะทำให้เนื้อใน ขนมปังมีขนาดและรูปร่างของเซลล์ที่ปิดแน่น มีเปลือกนอก (Crust) แข็งและมีปริมาตรเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำแข็งเกล็ดก็อาจนำมาใช้ผสมในการทำโดได้ในบางกรณี หรือใช้สำหรับผสมขนมปังโดยเฉพาะในกรณีที่โดที่ผสมนั้นมีอุณหภูมิสูงเกินไป

สารเคมีที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

หน้าที่ของสิ่งช่วยให้ขึ้นฟูต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา ขึ้นฟู ง่ายต่อการขบเคี้ยว
2. ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารเหล่านี้จะมีลักษณะเนื้อในเป็นรูโปร่ง ดังนั้นน้ำย่อยจึงสัมผัสกับอาหารได้ทั้งหมด ทำให้ย่อยง่ายขึ้น
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานและอร่อย

สารเคมีที่ใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปฏิกิริยาทางเคมีและทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบาและย่อยง่ายนั้นมีอยู่ 3 ชนิด ที่นิยมใช้ได้แก่

เบคกิ้งโซดา (Baking soda) หรือเรียกทางภาษาทางเคมีว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอเนตออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้ช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงตัวเดียวจะมีผลเสียคือมีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าใช้ในปริมาณมากก็จะมีสารตกค้างอยู่มาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อนและ ถ้าสารตกค้างนี้ทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นฟองสบู่ นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ต้องใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบคกิ้งโซดายังสูงอีกด้วย ดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนสุดท้ายของการอบ ซึ่งเมื่ออบเสร็จก็จะผลิตก๊าซออกมาได้เพียงครึ่งเดียว ทำให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ไม่เต็มที่หรือไม่ดีเท่าที่ควร

เพื่อที่จะทำให้สารตกค้างที่เกิดจากการใช้เบคกิ้งโซดาเพียงอย่างเดียวนั้นหมดไปก็จะต้องเติมกรดอาหารลงไปด้วย สารตกค้างที่แม้จะเกิดขึ้นก็จะไม่เป็นอันตรายต่อผลิตภัณฑ์มากเท่ากับการใช้โซดาเพียงอย่างเดียว กรดอาหารที่ใช้เติมไปกับโซดาได้แก่ นมเปรี้ยว น้ำผึ้ง น้ำมะนาว โมลาส บัตเตอร์มิลค์ น้ำส้ม น้ำเชื่อมข้าวโพด ซึ่งสารเหล่านี้จะมีคุณสมบัติเป็นกรด เมื่อทำปฏิกิริยากับโซดาก็จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับสารตกค้างที่กินได้ดังกล่าว แต่การใช้กรดอาหารเหล่านี้ผสมลงไปในเบคกิ้งโซดานั้นจะได้ผลที่ไม่สม่ำเสมอถ้าปราศจากการทดสอบทางเคมีจะเป็นการยากมากที่จะทราบว่าจะต้องใช้กรดเหล่านี้ผสมกับโซดาในสัดส่วนเท่าใด จึงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเป็นกลางอย่างสมบูรณ์ ซึ่งถ้าปฏิกิริยาไม่เป็นกลางอย่างสมบูรณ์ก็จะยังมีทั้งโซดาและกรดอาหารเหลืออยู่ในปริมาณที่มากเกินไป ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่ดี ความลำบากอีกอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งก็คือ ปริมาณของกรดที่มีอยู่ในกรดอาหารเหล่านี้จะแตกต่างกัน ซึ่งเป็นการยากต่อการใช้ในสัดส่วนที่ถูกต้องดังกล่าวแล้ว ด้วยเหตุนี้นักเคมีจึงได้ทำการศึกษาถึงการใช้สารเคมีอื่นๆ แทนกรดอาหารนี้ ผลของการค้นคว้าโดยวิธีการทางเคมีที่ได้รับก็คือ สารผสมซึ่งเรียกว่า "ผงฟู" หรือเบคกิ้งเพาว์เดอร์

เบคกิ้งเพาว์เดอร์หรือผงฟู (Baking powder) เป็นสารช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูที่ผลิตขึ้นจากการผสมของเบคกิ้งโซดา หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต กับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งในการผสมนี้จะเติมแป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันมิให้สารทั้งสองชนิดนี้สัมผัสกันโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้ และแป้งข้าวโพดที่ใส่ลงไปนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวดูดความชื้นไว้ ทำให้ผงฟูไม่จับกันเป็นก้อน ดังนั้นส่วนผสมของเบคกิ้งเพาว์เดอร์ ก็จะประกอบสิ่งสำคัญ 3 อย่างด้วยกันคือ

1. เบคกิ้งโซดา
2. สารที่ให้ความเป็นกรด
3. แป้งข้าวโพด

ตามกฎข้อบังคับของ FDA (กองการอาหารและยา) ได้บ่งไว้ว่า ผงฟูที่ผลิตออกมานั้นจะต้องผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12

ผงฟู

มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับกรดที่นำมาผสม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจัดเป็น 2 แบบด้วยกันคือ

1. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยารวดเร็วหรือที่เรียกว่าผงฟูกำลังหนึ่ง (Single Acting หรือ Fast Action) ผงฟูชนิดนี้จะประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดทาร์ทาร์ริค หรือครีมออฟทาร์ทาร์ (Cream of tartar) หรือเกลือฟอสเฟต เช่น แคลเซียมแอซิดฟอสเฟต (Calcium acid phosphate) แคลเซียมแอซิดไพโรฟอสเฟต (Calcium acid pyrophosphate) ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีในขณะที่ส่วนผสมถูกผสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์รอการนำเข้าอบ ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็วและนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จมิฉะนั้นแล้วการสูญเสียก๊าซจะเกิดขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาขึ้นฟูได้ไม่ดี

2. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้า หรือผงฟูกำลังสอง (Double acting หรือ Slow action) ผงฟูประเภทนี้ประกอบเบคกิ้งโซดากับกรด 2 ชนิด หรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็วอีกชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาช้า กรดที่เกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่แคลเซียมแอซิดฟอสเฟต ส่วนกรดที่เกิดปฏิกิริยาช้าอาจเป็นโซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือโซเดียมอลูมิเนียมซัลเฟตก็ได้ ในขณะที่กำลังผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วของผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจำนวนหนึ่ง กรดที่ให้ปฏิกิริยาช้าซึ่งเป็นพวกเกลือซัลเฟตจะผลิตก๊าซออกมาอีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ จึงเรียกผงฟูชนิดนี้ว่าผงฟูกำลังสอง หรือผงฟูที่ให้ปฏิกิริยา 2 ครั้ง ผงฟูชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในหมู่ผู้ประกอบกิจการ เพราะไม่จำเป็นต้องรีบร้อนนำผลิตภัณฑ์เข้าอบในทันทีหลังจากที่ผสมแล้ว ดังเช่นการใช้ผงฟูชนิดแรกสามารถที่จะรอคอยการเข้าอบได้โดยไม่เกรงว่าจะสูญเสียก๊าซไป

สำหรับการเลือกซื้อผงฟูมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ ควรดูที่ฉลากกระป๋องว่าเป็นผงฟูชนิดใด ที่ฉลากกระป๋องจะบ่งชนิดของผงฟูไว้โดยจะมีภาษาอังกฤษกำกับไว้ใต้คำ "Baking powder" ว่าเป็น single acting หรือ double acting และที่ข้างๆ กระป๋องจะมีส่วนผสมของผงฟูบ่งไว้ว่าประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดตัวใดบ้าง ถ้าพบว่าส่วนผสมนั้นประกอบด้วยโซดาและกรดทาร์ทาร์ริด หรือครีมออฟทาร์ทาร์ ก็แสดงว่าเป็นผงฟูชนิดให้ปฏิกิริยาเร็วหรือผงฟูกำลังหนึ่ง เมื่อนำมาใช้ในสูตรผสมก็ต้องเพิ่มปริมาณการใช้มากขึ้น แต่ถ้าพบว่ามีส่วนผสมของโซดาและกรดมากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไปก็จัดเป็นพวกผงฟูกำลังสองการใช้ในสูตรผสมใช้ในอัตราปกติที่สูตรกำหนดให้

ปัจจุบันมีผงฟูออกวางขายในท้องตลาดหลายยี่ห้อด้วยกัน ส่วนใหญ่ก็ผลิตขึ้นภายในประเทศ ซึ่งมีราคาถูกกว่าของต่างประเทศมาก โดยปกติแล้วผงฟูนั้นจะมีอายุการเสื่อมเสียดังนั้นจึงควรมีการบอกกำหนดการหมดอายุของผงฟูไว้ที่ภาชนะบรรจุด้วย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะไม่มีบ่งไว้นับว่าเป็นการเสี่ยงอย่างยิ่งสำหรับผู้ใช้ เพราะในบางครั้งอาจจะไปซื้อเอาผงฟูที่เสื่อมคุณภาพแล้วแม้ว่าจะยังไม่มีการเปิดกระป๋องหรือยังดูว่ากระป๋องยังใหม่อยู่ก็ตาม เพราะผงฟูสามารถเสื่อมคุณภาพได้ โดยเฉพาะในที่ที่มีความชื้นสูง ดังนั้นเมื่อเปิดกระป๋องใช้แล้วควรปิดฝาให้แน่นและเก็บไว้ในที่แห้ง ผงฟูบางยี่ห้อจะบ่งกำหนดการเสื่อมอายุไว้ใต้กระป๋องด้านนอกว่าจะหมดอายุในเดือนใด ปีใด ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ได้อย่างสะดวกใจ

สำหรับการตรวจสอบการเสื่อมเสียของผงฟูก่อนนำไปใช้ เป็นสิ่งที่ควรกระทำโดยเฉพาะถ้าไม่มีการบ่งกำหนดการหมดอายุไว้ที่กระป๋องบรรจุ วิธีทดสอบก็ทำได้โดยตักผงฟูประมาณ 1 ช้อนชา ใส่ลงไปในน้ำร้อน ถ้าพบว่ามีฟองสบู่ปุดขึ้นมาอย่างรวดเร็วแล้วค่อยๆ ช้าลงจนหมดฟอง แสดงว่าผงฟูนั้นยังมีคุณภาพดีอยู่ แต่ถ้าใส่ลงไปในน้ำแล้วเกิดฟองอย่างช้าๆ หรือไม่เกิดเลย แสดงว่าผงฟูนั้นเสื่อมคุณภาพแล้ว ไม่สมควรที่จะนำมาใช้อีกต่อไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ขึ้นฟู

ปริมาณการใช้ผงฟูนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ปริมาณของส่วนผสมที่ใช้ในสูตรและความสูงเหนือระดับน้ำทะเลของสถานที่ที่จะทำผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แอมโมเนีย ได้แก่พวกแอมโมเนียคาร์บอเนตหรือแอมโมเนียไบคาร์บอเนต เป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูอีกชนิดหนึ่ง แต่ใช้กันน้อย ส่วนมากใช้ในการทำคุกกี้หรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก นอกจากนั้นก็ใช้ส่วนผสมในการทำครีมพัฟ ปาท่องโก๋ ฯลฯ ข้อดีของการแอมโมเนียก็คือ แอมโมเนียนี้จะให้ก๊าซ 3 ชนิดคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนียและน้ำ และจะระเหยออกไป ไม่เหลือสารตกค้างที่เป็นของแข็งอยู่ในผลิตภัณฑ์ ข้อเสียของแอมโมเนียก็คือมีการใช้ที่จำกัดเพราะอาจมีกลิ่นของแอมโมเนียตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอดออกมาร้อนๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่ไม่ดี

การใช้สารที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูนั้น ควรชั่งตวงด้วยความระมัดระวัง เพราะถ้าใช้ในปริมาณที่สูงเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูมาก อาจทำให้ล้มหรือหดตัวได้หลังจากอบแล้ว และถ้าใช้ในปริมาณที่ต่ำเกินไปก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูไม่เต็มที่ เป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแน่นหนัก ปริมาตรไม่ดีและไม่ชวนให้รับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

1. เผือกสดพันธุ์เผือกหอม จากตลาดหัวตะเข้
2. แป้งข้าวเจ้าตราช้างสามเศียร
3. น้ำตาลทรายมิตรผล
4. ผงฟูตราเบสต์ฟู้ด

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก
2. เครื่องอบแห้งแบบถาด
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. เครื่องบดแป้ง
5. ชุดอุปกรณ์ทำขนม
6. เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับทำการวิเคราะห์

3.3 วิธีการ

3.3.1 ศึกษาสูตรขนมถ้วยฟูที่เหมาะสมที่สุด

เผือกสด

↓

ล้างน้ำปอกเปลือก

↓

หั่นเป็นชิ้น

↓

นึ่งให้สุก 25-30 นาที

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บดให้ละเอียด

↓

เติมส่วนผสมให้เข้ากันตามสูตรขนมถ้วยฟู(ในตารางที่ 2)

↓

ใส่ถ้วย

นึ่งให้สุกใช้เวลา 15 นาที

↓

ทดสอบประสาทสัมผัส

ตารางที่ 2 สูตรขนมถ้วยฟู

สูตรที่ 1 *	สูตรที่ 2 **	สูตรที่ 3 ***
แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม	แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม	ข้าวสารบด 100 กรัม
เผือกสด 100 กรัม	เผือกสด 100 กรัม	เผือกสด 100 กรัม
น้ำ 960 กรัม	น้ำ 240 กรัม	น้ำ 320 กรัม
น้ำตาล 190 กรัม	น้ำตาล 95 กรัม	น้ำตาล 190 กรัม
ผงฟู 1.2 กรัม	ผงฟู 1.2 กรัม	ผงฟู 1.2 กรัม
	ไข่ไก่ 1 ฟอง	
	มะนาว 3 กรัม	

ที่มา : *ของหวานอาหารว่างทิพรส.หลานแม่ครัวหัวป่า.จ.จ.ร.

**ตำรับกับข้าวไทยคาวหวาน 400 ชนิด . วัชรีพันธ์ พิศนาคะ

***ตำรับกับข้าว 600 ชนิด คาวหวานของไทย จีน ฝรั่ง มุสลิม. หลานแม่ครัวหัวป่า.จ.จ.ร.

ทำการทดสอบประสาทสัมผัส โดยนำสูตรขนมทั้ง 3 สูตร มาคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดโดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้การทดสอบแบบ Hedonic Scale ขนาด 5 ระดับ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยแผนการทดลองแบบวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ Analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแป้งเผือกจากเครื่องอบแห้งทั้งสองชนิด Drum dry และ Tray dry

นำเผือกมาล้างน้ำปอกเปลือก สไลด์เป็นชิ้นหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร นึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 3 นาที แบ่ง 3 ส่วน ส่วนแรกนำไปทำแห้งด้วยเครื่อง Tray dry ที่อุณหภูมิ 50 °C,60 °C, 70 °C ส่วนที่สองและสามนำไปปั่นด้วยเครื่องให้ละเอียดจนเป็น paste แบ่ง paste ที่ได้ออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำไปทำแห้งด้วยเครื่อง Tray dry ที่อุณหภูมิ 50 °C,60 °C,70 °C ส่วนที่สองนำมาทำแห้งด้วยเครื่อง Drum dry ที่อุณหภูมิ 100 °C,110 °C,120 °C ความเร็วรอบ 1 รอบ/นาที นำเผือกที่ได้จากการทำแห้งทั้งสามส่วนมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องจนเป็นแป้งเผือก นำเผือกผงที่ได้จากการทำแห้งด้วยเครื่อง Drum dry และ Tray dry แบบบดละเอียด (paste) และ Tray dry แบบหั่นแผ่นบาง (slide) มาตรวจสอบคุณภาพของเนื้อเผือกผงโดยวิธีทางกายภาพและวิธีทางเคมี

- การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC ,1998)
- ค่าการคืนรูป (rehydration) (Subadra *et al.* , 1997)

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลที่ได้จากการตรวจสอบที่ได้จากตัวอย่างการทำแห้งเผือกด้วยวิธี Drum dry และ Tray dry โดยใช้แผนการทดลองแบบวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ Analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% แล้วเปรียบเทียบ ความแตกต่างของข้อมูล

3.3.3 ศึกษาขั้นตอนการทำแป้งเผือกสำเร็จรูป

จากการคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดจะได้สูตรขนมถ้วยฟูเผือกที่ดีที่สุดหนึ่งสูตร นำมาวิเคราะห์หาความชื้นในส่วนผสมทั้งหมดด้วยวิธี AOAC (1998) แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมโดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งจะได้ปริมาณของส่วนผสมในแป้งสำเร็จรูป

3.3.4 เปรียบเทียบการทดสอบประสาทสัมผัสระหว่างขนมถ้วยฟูแป้งเผือกกับขนมถ้วยฟูเผือกสด

นำขนมถ้วยฟูเผือกสดในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการเปรียบเทียบกับขนมถ้วยฟูที่ได้จากแป้งเผือกสำเร็จรูปโดยการทดสอบผลิตภัณฑ์ทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว จำนวน 20 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ แบบ Hedonic Scale วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ Analysis of variance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%และทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ทางด้านเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 โดยการตรวจสอบความชื้นและอัตราการคืนรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 การคัดเลือกสูตรขนมถ้วยฟูที่เหมาะสมที่สุด

จากการทดลองในการคัดเลือกสูตรขนมถ้วยฟูเพื่อนำไปเป็นสูตรพื้นฐาน ในการทดลองทำแป้งเผือกผสมขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป ได้ทดลองทำขนมถ้วยฟูเผือกสด โดยใช้สูตรที่แตกต่างกัน 3 สูตร แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูเผือกสด

สูตร	สี	กลิ่น	ความนุ่ม	ความเหนียว	รสชาติ	ความชอบรวม
1	2.87 ± 0.69^{b}	3.17 ± 0.56^{b}	2.97 ± 0.49^{b}	2.72 ± 0.85^{a}	2.70 ± 0.65^{b}	2.55 ± 0.81^{b}
2	3.25 ± 0.65^{ab}	3.72 ± 0.67^{a}	3.57 ± 0.54^{a}	2.60 ± 0.77^{a}	3.15 ± 0.78^{a}	2.90 ± 0.68^{ab}
3	3.47 ± 0.75^{a}	3.07 ± 0.67^{b}	3.17 ± 0.65^{ab}	2.57 ± 0.65^{a}	3.17 ± 0.78^{a}	3.32 ± 0.74^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูเผือกสดทั้ง 3 สูตร (ตารางที่ 3) พบว่าค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว รสชาติ ความชอบรวม ของขนมถ้วยฟูเผือกในสูตรที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คุณสมบัติทางด้านกลิ่นของสูตรที่ 2 มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากสูตรที่ 3 และสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ต่ำกว่าอีก 2 สูตร ดังนั้นจึงพิจารณาคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม คือสูตรที่ 2 และ 3

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสูตรที่เหมาะสมในการทำขนมถ้วยฟู คือสูตรที่ 2 และ 3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการพิจารณาเลือกสูตรจึงพิจารณาจากส่วนผสมที่ใช้ ทำขนมถ้วยฟูเผือกซึ่งในสูตรที่ 2 จะมีการใช้น้ำมะนาวและไข่ไก่ในส่วนผสม ส่วนในสูตรที่ 3 ไม่มีการใช้น้ำมะนาวและไข่ไก่จึงพิจารณาเลือกใช้สูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐาน เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ไข่ไก่และน้ำมะนาวเป็นการเพิ่มต้นทุนและขั้นตอนการผลิต ดังนั้นจึงเลือกใช้สูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานในการทดลอง

4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแป้งเผือก

4.2.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเผือก

จากการทดลองนำเผือกมาทำแห้งเพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งโดยเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิในสภาวะเดียวกันด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งและการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนและนำสภาวะที่ดีที่สุดของแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกันเพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเผือกเพื่อทำเป็นแป้งเผือกแล้วนำไปใช้ในการทำขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป ได้ผลการทดลองด้านกายภาพดังแสดงในตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะทางกายภาพของแป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ

สภาวะ	เครื่องอบแห้งที่ใช้	สภาวะในการทำแห้ง	ลักษณะของเผือกผง
1	ตู้อบลมร้อน	หั่นเป็นชิ้นบาง ทำแห้งที่อุณหภูมิ 50° C	ใช้เวลาในการทำแห้ง 6-8 ชม. แป้งเผือกมีสีน้ำตาลอ่อน
2	ตู้อบลมร้อน	หั่นเป็นชิ้นบาง ทำแห้งที่อุณหภูมิ 60° C	ใช้เวลาในการทำแห้ง 6-7 ชม. แป้งเผือกมีสีน้ำตาลอ่อน
3	ตู้อบลมร้อน	หั่นเป็นชิ้นบาง ทำแห้งที่อุณหภูมิ 70° C	ใช้เวลาในการทำแห้ง 5-6 ชม. แป้งเผือกมีสีน้ำตาลอ่อน
4	ตู้อบลมร้อน	บดละเอียด ทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 °C	ใช้เวลาในการทำแห้ง 7-8 ชม. แป้งเผือกมีสีน้ำตาล
5	ตู้อบลมร้อน	บดละเอียด ทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C	ใช้เวลาในการทำแห้ง 6-7 ชม. แป้งเผือกมีสีน้ำตาล
6	ตู้อบลมร้อน	บดละเอียด ทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C	ใช้เวลาในการทำแห้ง 5-6 ชม. แป้งเผือกมีสีน้ำตาล
7	เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง	บดละเอียด ทำแห้งที่อุณหภูมิ 100° C	แป้งเผือกที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อน
8	เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง	บดละเอียด ทำแห้งที่อุณหภูมิ 110° C	แป้งเผือกที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อน
9	เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง	บดละเอียด ทำแห้งที่อุณหภูมิ 120° C	แป้งเผือกที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อน

หมายเหตุ การทำแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง ใช้ความเร็ว 1 รอบต่อนาที

4.2.1.1 การทำแห้งเผือกหั่นเป็นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อน

จากการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเผือกหั่นเป็นชิ้นบาง (slide) ด้วยตู้อบลมร้อนด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกันได้ผลการทดลองในด้านกายภาพตามตารางที่ 4 และคุณสมบัติทางเคมีต่าง ๆ ตามตารางที่ 5, 6 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติทางเคมีต่างๆ ของแป้งเผือกที่ทำจากเผือกหั่นเป็นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อน

สภาวะการทำแห้ง[1]	ความชื้น (%)	อัตราการคืนรูป (g/g)	การดูดซับน้ำ (g/g)	การละลาย (%)
1	8.40±0.14[a*]	5.42±0.01[a]	4.60±0.05[b]	30.91±0.06[a]
2	5.49±0.18[b]	5.44±0.01[a]	4.76±0.03[ab]	30.62±1.06[a]
3	4.51+0.02[c]	5.46±0.01[a]	4.90±0.06[a]	30.88±1.49[a]

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 %

[1]สภาวะการทำแห้ง

1. แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกหั่นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 °C
2. แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกหั่นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C
3. แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกหั่นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C

ตารางที่ 6 แสดงค่าสีของแป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกหั่นเป็นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อนและเผือกสด

	1	2	3	เผือกสด
L	60.94±0.22[c*]	69.36±0.67[a]	64.54±0.07[b]	57.84±0.14[d]
a	3.59±0.10[a]	2.33±0.03[c]	2.25±0.31[c]	3.19±0.07[b]
b	4.87±0.07[b]	3.51±0.09[c]	4.73±0.05[b]	6.94±0.30[a]

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 %

L= ค่าความสว่าง

a = ค่าที่บ่งบอกถึงสีแดง-น้ำเงินของขนม

b = ค่าที่บ่งบอกถึงสีเขียว-เหลืองของขนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำจากเผือกหั่นเป็นชิ้นบางที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

อุณหภูมิ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
50^0 C	3.17±0.73^{ab}	2.87±0.85^{b}	2.45±0.62^{b}	2.92±0.56^{b}	2.65±0.72^{b}
60^0 C	3.62±0.55^{a}	3.42±0.71^{a}	2.97±0.71^{a}	3.45±0.70^{a}	3.22±0.63^{a}
70^0 C	3.07±0.63^{b}	3.20±0.58^{ab}	2.87±0.58^{a}	3.05±0.64^{ab}	2.82±0.67^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการทดลองการทำแห้งเผือกหั่นเป็นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อน แสดงในตารางที่ 4, 5, 6 และ 7 พบว่าการทำแห้งเผือกที่หั่นเป็นชิ้นด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 °C 60 °C และ 70 °C มีลักษณะทางกายภาพของแป้งเผือกไม่แตกต่างกันจะต่างกันเพียงระยะเวลาในการทำแห้ง คุณสมบัติทางเคมีของแป้งเผือกเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่อุณหภูมิทำแห้ง 70 °C พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ต่ำที่สุด(ตารางที่ 5) ส่วนอัตราการคืนรูปและค่าการละลายที่อุณหภูมิการทำแห้งต่างกันไม่มีความแตกต่างกัน แต่ค่าการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 50 °C มีค่าที่แตกต่างจากอุณหภูมิการทำแห้งอื่นดังตารางที่ 5 จากคุณสมบัติทางเคมีและลักษณะทางกายภาพพบว่าที่อุณหภูมิ 60 °C และ 70 °C นั้นไม่มีความแตกต่างกัน ในตารางที่ 6 แสดงค่าการวัดสีของแป้งเผือกที่ผ่านการทำแห้งซึ่งพบว่ามีความแตกต่างจากค่าสีของเผือกสด ดังนั้น การคัดเลือกสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมจึงใช้การพิจารณาจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 7 ซึ่งพบว่าที่อุณหภูมิ 60 °C มีค่าเฉลี่ยของการยอมรับในด้านสี กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมที่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งเผือกหั่นเป็นชิ้นบางคือที่อุณหภูมิ 60 °C

4.2.1.2 การทำแห้งเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อน

ผลของการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิต่างกันได้ผลทางลักษณะทางกายภาพในตารางที่ 4 และคุณสมบัติต่างๆ ดังตารางที่ 8, 9 และ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติทางเคมีต่างๆ ของแป้งเผือกที่ทำจากเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อน

สภาวะการทำแห้ง[1]	ความชื้น (%)	อัตราการคืนรูป (g/g)	การดูดซับน้ำ (g/g)	การละลาย (%)
4	5.56±0.13^{b*}	5.41±0.01^{b}	4.72±0.05^{b}	36.06±0.63^{a}
5	4.79±0.78^{a}	5.43±0.01^{ab}	4.79±0.06^{ab}	36.15±0.02^{a}
6	4.76±0.32^{a}	5.47±0.01^{a}	4.94±0.01^{a}	36.93±0.91b^{a}

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 %

[1]สภาวะการทำแห้ง

4. แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50° C
5. แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60° C
6. แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70° C

ตารางที่ 9 แสดงค่าสีของแป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อนและเผือกสด

	4	5	6	เผือกสด
L	42.6±0.74^{b*}	42.7±0.23^{b}	42.86±0.59^{b}	57.84±0.14^{a}
a	4.51±0.10^{a}	4.47±0.27^{a}	3.72±0.20^{b}	3.19±0.07^{c}
b	4.78±0.09^{b}	4.14±0.07^{c}	4.89±0.08^{b}	6.94±0.30^{a}

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 %

L= ค่าความสว่าง

a = ค่าที่บ่งบอกถึงสีแดง-น้ำเงินของขนม

b = ค่าที่บ่งบอกถึงสีเขียว-เหลืองของขนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟู แป้งเผือกที่ทำจากเผือกบดละเอียดที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

อุณหภูมิ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
50° C	2.90±0.68^{b}	2.65±0.65^{b}	2.80±0.59^{b}	2.95±0.48^{b}	2.77±0.57^{b}
60°C	3.42±0.76^{a}	3.15±0.58^{a}	2.82±0.56^{b}	3.37±0.48^{a}	3.07±0.63^{a}
70°C	2.95±0.62^{b}	2.77±0.49^{ab}	3.30±0.28^{a}	3.00±0.51^{b}	2.57±0.49^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองการทำแห้งเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อน แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งด้วยสภาวะนี้มีลักษณะทางกายภาพที่ไม่แตกต่างกันแต่จะต่างกันในระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง (ตารางที่ 4) คุณสมบัติทางเคมีของแป้งเผือกที่ได้จากค่าเฉลี่ยทางสถิติพบว่า คุณสมบัติด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่อุณหภูมิ 70 °C และ 60 °C ไม่แตกต่างกัน คุณสมบัติทางด้านการคืนรูปและการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 70 °C และ 60 °C ไม่แตกต่างกัน และที่อุณหภูมิ 60 °C และ 50 °C ไม่มีความแตกต่างกัน คุณสมบัติทางด้านการละลายทั้ง 3 อุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 8) คุณสมบัติทางด้านสีพบว่าแป้งเผือกจากการทำแห้งในอุณหภูมิต่าง ๆ มีความแตกต่างจากเผือกสด (ตารางที่ 9) จากคุณสมบัติต่าง ๆ ข้างต้นไม่สามารถสรุปสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมได้จึงใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสในการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งซึ่งพบว่าที่อุณหภูมิ 60 °C มีค่าเฉลี่ยของการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ที่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 10) แต่ที่อุณหภูมิ 70 °C มีการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัสที่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีเพียงด้านเดียว การคัดเลือกสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมจึงเลือกที่อุณหภูมิ การทำแห้งเผือกบดละเอียดที่อุณหภูมิ 60 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 การทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

ผลการทดลองเพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งได้ผลของลักษณะทางกายภาพดังตารางที่ 4 และคุณสมบัติต่าง ๆ ในตารางที่ 11, 12 และ 13

ตารางที่ 11 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติทางเคมีต่างๆ ของแป้งเผือกที่ทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

สภาวะการทำแห้ง[1/]	ความชื้น (%)	อัตราการคืนรูป (g/g)	การดูดซับน้ำ (g/g)	การละลาย (%)
7	7.17±0.95[a*]	5.51±0.01[b]	5.47±0.05[b]	38.28±1.10[a]
8	5.60±0.92[a]	5.53±0.01[b]	5.58±0.01[ab]	38.85±0.40[a]
9	4.67±0.64[a]	5.53±0.01[a]	5.73±0.41[a]	38.95±0.02[a]

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 %

[1/]สภาวะการทำแห้ง

7. แป้งเผือกที่ทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 100°C
8. แป้งเผือกที่ทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 110°C
9. แป้งเผือกที่ทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120°C

ตารางที่ 12 แสดงค่าสีของแป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งและเผือกสด

	7	8	9	เผือกสด
L	69.67±0.15[a*]	53.12±0.21[c]	48.10±0.62[d]	57.84±0.14[b]
a	4.89±0.06[a]	4.32±0.09[b]	4.80±0.21[a]	3.19±0.07[c]
b	6.43±0.21[a]	5.50±0.24[b]	5.33±0.17[b]	6.94±0.30[a]

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 %

L= ค่าความสว่าง

a = ค่าที่บ่งบอกถึงสีแดง-น้ำเงินของขนม

b = ค่าที่บ่งบอกถึงสีเขียว-เหลืองของขนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำแห้งด้วย เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

อุณหภูมิ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
100 °C	3.15±0.81^{a}	3.42±0.59^{a}	2.72±0.65^{b}	2.97±0.67^{ab}	2.90±0.59^{b}
110 °C	2.85±1.05^{ab}	2.90±0.47^{ab}	3.00±0.77^{ab}	2.87±0.48^{b}	3.05±0.64^{ab}
120 °C	2.30±0.83^{ab}	3.12±0.45^{ab}	3.30±0.59^{a}	3.37±0.56^{a}	3.45±0.51^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการทดลองที่ได้พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งเผือกที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4) คุณสมบัติทางเคมีของแป้งเผือกทางด้านต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันเมื่อทำแห้งที่อุณหภูมิ 110 °C และ 120 °C (ตารางที่ 11) ค่าสีของแป้งเผือกที่วัดได้เมื่อเปรียบเทียบกับสีของเผือกสดมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคญ (ตารางที่ 12) การพิจารณาเลือกสภาวะการทำแห้งจึงใช้ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการคัดเลือกผลที่ได้คือ การใช้อุณหภูมิในการทำแห้งที่ 110 °C และ 120 °C มีการยอมรับในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมที่ไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13) แต่พิจารณาเลือกใช้อุณหภูมิ 120 °C เนื่องจากที่อุณหภูมินี้มีการยอมรับในด้านความชอบรวมสูงที่สุดรวมทั้งในการผลิตที่อุณหภูมินี้ทำให้เผือกไม่ติดลูกกลิ้ง และถ้าใช้อุณหภูมิที่ 100 °C และ 110 °C จะทำให้แป้งเผือกที่ผ่านการทำแห้งเป็นแผ่นหนา และติดลูกกลิ้ง ทำให้สูญเสียผลิตภัณฑ์เผือกแห้ง

ผลของการคัดเลือกสภาวะเหมาะสมในการทำแห้งเผือกที่ได้ทั้ง 3 สภาวะนั้นพิจารณาจากการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนหากใช้อุณหภูมิสูงเกินไปเผือกที่ผ่านการทำแห้งจะมีสีเข้มขึ้น สูญเสียกลิ่น แต่ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำเกินไปหรือความหนาของชิ้นเผือกบดละเอียดที่เทลงบนชั้นของตู้อบลมร้อนหนาเกินไปจะใช้เวลาในการทำแห้งที่นาน และเมื่อใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปทำให้แป้งเผือกเสียคุณสมบัติในการคืนรูป (อพิณทิพย์,2541) การทำแห้งเผือกด้วยลูกกลิ้งถึงแม้ว่าจะใช้อุณหภูมิที่สูงแต่ก็มีระยะเวลาที่ถูกความร้อนสั้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ น้อย

ความแตกต่างของแป้งเผือกที่ผ่านการทำแห้งด้วยสภาวะต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.4 <u>การคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเผือก</u>

จากผลการทดลองสามารถสรุปสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเผือกได้ 3 สภาวะคือ เผือกที่หั่นเป็นชิ้นบางและเผือกบดละเอียดที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C และเผือกที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120 °C และการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเผือกเพื่อใช้ในการทำขนมถ้วยฟูเผือกทำโดยการนำแป้งเผือกที่ได้แต่ละสภาวะมาทำขนมถ้วยฟูแล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองในตารางที่ 14

<u>ตารางที่ 14</u> แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ได้แป้งเผือกจากสภาวะที่ดีสุด 3 สภาวะ

สภาวะ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
ทำแห้งเผือกหั่นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C	2.77±0.59^{b}	2.82±0.61^{b}	2.72±0.65^{b}	3.02±0.54^{b}	3.02±0.57^{b}
ทำแห้งเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C	2.92±0.54a^{b}	2.77±0.67^{b}	3.37±0.77^{ab}	3.00±0.62^{b}	3.05±0.66^{b}
ทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120 °C	3.35±0.69^{a}	3.37±0.66^{a}	2.92±0.59^{a}	3.42±0.37^{a}	3.52±0.47^{a}

<u>หมายเหตุ</u> ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากผลการทดลองในตารางที่ 14 เมื่อนำขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำจากเผือกหั่นเป็นชิ้นบางและเผือกบดละเอียดผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C และขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำจากเผือกที่ผ่านทำแห้งด้วยลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120 °C มาทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุณสมบัติด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม เมื่อพิจารณาจึงทำให้เลือกขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำจากเผือกที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120 °C เนื่องจากขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำจากเผือกที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120 °C มีค่าเฉลี่ยการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ความชอบรวมดีที่สุด(ตารางที่ 14)ส่วนขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำจากเผือกหั่นเป็นชิ้นบางและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เผือกบดละเอียดผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความชอบรวม ส่วนทางเนื้อสัมผัสพบว่าขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำจากเผือกที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120 °C มีค่าเฉลี่ยการยอมรับดีที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกับขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำจากเผือกบดละเอียดผ่านการทำแห้งเผือกด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับขนมถ้วยฟูแป้งเผือกที่ทำจากเผือกหั่นเป็นชิ้นบางผ่าน การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เนื่องจากเป็นเผือกบดละเอียดแล้วนำไปทำแห้ง ด้วย ตู้อบลมร้อนและเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง จึงทำให้ได้ขนาดของโมเลกุลแป้งเผือกที่เล็กกว่าเผือกที่หั่นเป็นชิ้นบาง อีกทั้งค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติทางด้านการละลาย การคืนรูป และค่าการดูดซับน้ำของเผือกที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120 °C มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (ตารางที่ 11) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สภาวะอื่น เนื่องจากการอบแห้งแบบลูกกลิ้งเหมาะสมที่จะใช้กับอาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบ ซึ่งเผือกมีแป้งเป็นส่วนประกอบร้อยละ 13 - 29

4.3 ศึกษาการปรับสูตรให้เป็นแป้งขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป

จากสูตรที่คัดเลือกได้ในข้อ 4.1 นำองค์ประกอบต่าง ๆ มาหาความชื้นเพื่อใช้ในการคำนวณส่วนผสมเป็นน้ำหนักแห้ง (ภาคผนวก ข)แสดงในตารางที่ 15 และได้แป้งผสมที่มีองค์ประกอบดังตารางที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงความชื้นขององค์ประกอบของขนมถ้วยฟูเผือก

องค์ประกอบของขนมถ้วยฟูเผือก	ปริมาณความชื้น (%)
แป้งข้าวเจ้า	12.54
เผือกสด	84.60
ผงฟู	2.56
น้ำตาลทราย	-

ตารางที่ 16 แสดงองค์ประกอบของแป้งขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป

องค์ประกอบของแป้งขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป	ปริมาณ (%)
แป้งสำเร็จรูป	
แป้งข้าวเจ้า	33.7
แป้งเผือก	33.2
น้ำตาล	32.6
ผงฟู	0.5
ส่วนผสมก่อนนึ่ง	
แป้งผสม	67.97
น้ำ	32.03

4.4 ศึกษาความแตกต่างของขนมถ้วยฟูเผือกที่ได้จากส่วนผสมสดและขนมถ้วยฟูที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป

ผลการทดลองความแตกต่างของขนมถ้วยฟูที่ทำจากส่วนผสมเผือกสดและขนมถ้วยฟูที่ได้จากแป้งเผือกผสมสำเร็จรูปได้ผลตามตารางที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูเผือกที่ได้จากส่วนผสมเผือกสดและขนมถ้วยฟูที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป

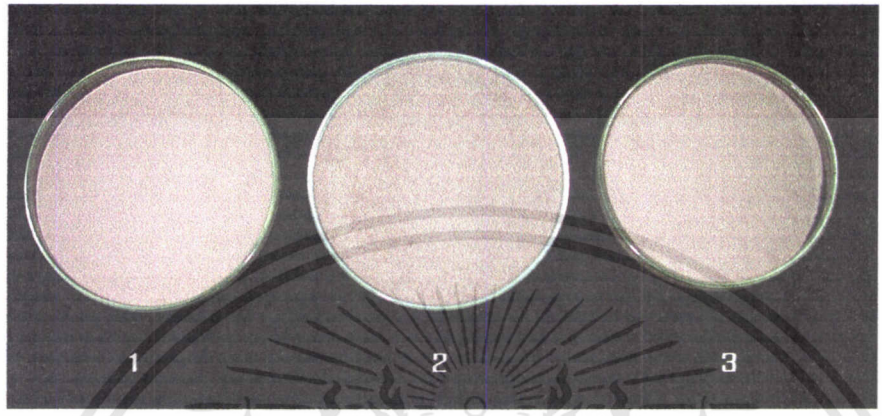
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
ขนมถ้วยฟูเผือกสด	3.25±0.47[a]	3.37±0.64[a]	2.90±0.64[b]	3.52±0.61[a]	3.45±0.48[a]
ขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูป	2.82±0.63[b]	2.90±0.59[b]	3.42±0.67[a]	3.00±0.62[b]	2.95±0.68[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้แสดงให้เห็นว่าขนมถ้วยฟูเผือกสดและขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูป มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยคุณสมบัติด้านต่าง ๆ คือ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความชอบรวม ดังตาราง 17 จะเห็นว่าขนมถ้วยฟูจากเผือกสดมีการยอมรับของผู้บริโภคด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมที่ดีกว่าขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูปแต่ขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูปมีการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัสที่ดีกว่าขนมถ้วยฟูจากเผือกสดทั้งนี้เนื่องจากแป้งเผือกที่ผ่านการทำแห้งจะมีสีซีดกว่าเผือกสดและกลิ่นบางส่วนหายไปกับการให้ความร้อนในการทำแห้ง มีผลทำให้การยอมรับในด้านสีและกลิ่นมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าขนมถ้วยฟูจากเผือกสด ซึ่งคุณสมบัติด้านสีและกลิ่นจะส่งผลถึงความชอบรวมของผู้บริโภคทำให้การยอมรับในด้านความชอบรวมของขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูป มีค่าต่ำกว่าขนมถ้วยฟูจากเผือกสด ส่วนค่าเฉลี่ยของการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสที่ ขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูปมีค่าสูงกว่าขนมถ้วยฟูจากเผือกสดเกิดจากเผือกที่ทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งซึ่งมีระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งขนาดแคบทำให้มีการบดอัดโมเลกุลของเผือกที่ปกติจะมีขนาดใหญ่และมีคุณสมบัติการละลายและการคืนรูปที่ต่ำ (อพิณทิพย์, 2541) จนมีโมเลกุลขนาดเล็กลงทำให้แป้งเผือกที่ได้จากกระบวนการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งมีการละลายและการคืนรูปที่ดีขึ้น ส่งผลให้เมื่อนำมาทำเป็นขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูปทำให้ได้ขนมที่มีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียนกว่าขนมถ้วยฟูเผือกสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างของขนมถ้วยฟูเผือกที่ผ่านการทำแห้งสภาวะต่างๆ(รูปที่ 1)และขนมถ้วยฟูเผือกที่ได้จากส่วนผสมเผือกสดและขนมถ้วยฟูที่ได้จากแป้งเผือกผสมสำเร็จรูปแสดงในรูปที่ 2



หมายเหตุ 1 = แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกหั่นชิ้นบางด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60^0 C

2 = แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกบดละเอียดด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60^0 C

3 = แป้งเผือกที่ได้จากการทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 120^0 C

รูปที่ 1 แสดงความแตกต่างของแป้งเผือกที่ผ่านการทำแห้งด้วยสภาวะต่าง ๆ

ขนมถ้วยฟูเผือกจากส่วนผสมสด ขนมถ้วยฟูเผือกแป้งผสมสำเร็จรูป

รูปที่ 2 ความแตกต่างของขนมถ้วยฟูเผือกที่ได้จากส่วนผสมสดและขนมถ้วยฟูที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

การทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยฟูเผือก โดยได้แบ่งการศึกษาทดลองเป็น 2 ส่วน คือ สูตรขนมถ้วยฟูเผือกสด และ สภาวะในการทำแห้งเผือกที่เหมาะสมในการทำขนมถ้วยฟูแป้งเผือก โดยศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความยอมรับรวม โดยใช้การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ชิมจำนวน 20 คน

1. การศึกษาสูตรขนมถ้วยฟูเผือกสด

ศึกษาสูตรขนมถ้วยฟูเผือกสดจากท้องตลาด 3 สูตร โดยใช้การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ชิมจำนวน 20 คน พบว่าขนมถ้วยฟูที่มีส่วนผสม แป้งข้าวเจ้า 23% เผือกสด 23% น้ำตาล 22.45% ผงฟู 0.4% น้ำ 31% มีคุณสมบัติด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความยอมรับรวมที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

2. การศึกษาสภาวะในการทำแห้งเผือกที่เหมาะสมในการทำขนมถ้วยฟูแป้งเผือก

จากการศึกษาการทำแห้งเผือกแบบหั่นเป็นชิ้นบาง (slide) และเผือกบดละเอียด(paste)ด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer) และการทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (drum dryer) พบว่าการทำแห้งเผือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกที่อุณหภูมิ 120 °C ที่ความเร็ว 1 รอบต่อนาที เมื่อนำมาทำเป็นขนมถ้วยฟูแป้งเผือกมีคุณสมบัติด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติและความยอมรับรวม ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

3. สูตรขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูป

เมื่อได้แป้งเผือกที่ผ่านการอบแห้งที่ดีที่สุด นำมาทำเป็นขนมถ้วยฟูแป้งเผือก ซึ่งมีส่วนผสมแป้งสำเร็จรูป ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า 33.7% แป้งเผือก 33.2% น้ำตาล 32.6% ผงฟู 0.5% เมื่อนำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเปรียบเทียบกับขนมถ้วยฟูเผือกสด ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม พบว่าการทำแห้ง มีผลทำให้การยอมรับในด้านสีและกลิ่นมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าขนมถ้วยฟูจากเผือกสด ซึ่งคุณสมบัติด้านสี และกลิ่นจะมีผลต่อความชอบรวมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้บริโภคทำให้การยอมรับในด้านความชอบรวมของขนมถ้วยฟูแป้งเผือก สำเร็จรูปมีค่าต่ำกว่าขนมถ้วยฟูจากเผือกสด ส่วนค่าเฉลี่ยของการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูปมีค่าสูงกว่าขนมถ้วยฟูจากเผือกสด แป้งเผือกที่ได้จากกระบวนการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งมีการละลายและการคืนรูปที่ดีขึ้นเป็นผลให้ขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูปมีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียนกว่าขนมถ้วยฟูเผือกสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ .2536. "กระบวนการแปรรูปอาหาร". ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2537. เทคโนโลยีของน้ำตาล(เล่ม1). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพ ฯ.

จิตธนา แข่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2535. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จิตธนา แข่มเมฆ และคณะ. 2540.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ

จำเนียร แสงนิ่มนวล.2500. การปลูกเผือกหอม. วารสารกสิกร. 30(3)

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. ธัญชาติและพืชหัว. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา . มปป. 2539. "การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส." ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ .

วัชรีพันธ์ พินาคะ.2519. "ตำรับกับข้าวไทยคาวหวาน 400 ชนิด"

สมหมาย แปลกลำยอง. 2535 .การผลิตอาหารว่างจากเผือก. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. ปีที่ 40 ฉบับที่ 130 .

สิริพร แก้วสุริยะ และธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน. 2535.แป้งเผือกสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมอบ.รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 11 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลานแม่ครัวหัวป่า. จ.จ.ร.2521. "ของหวานอาหารว่างทิพรส"

หลานแม่ครัวหัวป่า.2519.ตำรับกับข้าว 600 ชนิด คาวหวานของไทย จีน ฝรั่ง มุสลิม.

อภิณทิพย์ ยุศย่อย.2541.ผลของไมโครเวฟต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของเผือก.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Anderson, R. A. , Conway , H. F. , Pfeifer , V. F. and Griffin , E. L. 1969.Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. Cereal Sci. Today. 14(1) :4-11

AOAC. 1998. "Official method of analysis of the association of official analytical chemistry." 16th ed. Gaithersburg, Maryland.

Subadra, S., Monica, J.and Dhahai, D.1997. Retention and storage stability of beta-Carotene in dehydrated drumstick leaves (Moringa oleifera). J. of Food Sci. and Nutrition. 48:373-379

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก 1

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสสูตรขนมถ้วยฟู

ผลิตภัณฑ์ ...ขนมถ้วยฟูเผือก

ชื่อ .....วันที่.....

คำชี้แจง...โปรดประเมินคุณลักษณะต่าง ๆ ของขนมถ้วยฟูเผือก โดยให้ผู้ชิมให้ระดับคะแนนตามความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใด

คุณลักษณะ	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง		
รหัส			
สี กลิ่น ความนุ่ม ความเหนียว รสชาติ ความชอบรวม			

*หมายเหตุ...ไม่ชอบ = 1 ชอบเล็กน้อย = 2 ชอบปานกลาง = 3
ชอบมาก = 4 ชอบมากที่สุด = 5

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก 2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสขนมถ้วยฟูแป้งเผือก

ผลิตภัณฑ์ ...ขนมถ้วยฟูเผือก

ชื่อ .....วันที่.....

คำชี้แจง...โปรดประเมินคุณลักษณะต่าง ๆ ของขนมถ้วยฟูเผือก โดยให้ผู้ชิมให้ระดับคะแนนตามความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใด

คุณลักษณะ	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง		
รหัส			
สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความชอบรวม			

*หมายเหตุ...ไม่ชอบ = 1 ชอบเล็กน้อย = 2 ชอบปานกลาง = 3
ชอบมาก = 4 ชอบมากที่สุด = 5

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 1

วิเคราะห์ความชื้น

1. ชั่งน้ำหนัก aluminium can พร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
2. ใส่ตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่งด้วยตาชั่งละเอียด (10^{-4})
3. นำไปอบในตู้อบ โดยเปิดฝา aluminium can ใช้อุณหภูมิ 100-105 °C นาน 2 ชั่วโมง
4. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝา aluminium can นำมาทำให้เย็นใน desicator ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก
5. นำไปอบต่ออีก แล้วนำไปทำให้เย็นใน desicator ชั่งน้ำหนักจนน้ำหนักคงที่
6. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น = $\frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง})}{\text{น้ำหนักสด}} * 100$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 2

การคำนวณส่วนผสมแป้งสำเร็จรูป

โดยใช้สูตรที่ 3 คิดสัดส่วนของแป้งและความชื้นในส่วนผสม 100 กรัม

- แป้งข้าวเจ้า 23 กรัม

  คิดเป็นสัดส่วนความชื้น $\frac{12.575*23}{100} = 2.892$ กรัม

  คิดเป็นสัดส่วนของแข็ง $\frac{87.425*23}{100} = 20.107$ กรัม

- เผือกผง 23 กรัม

  คิดเป็นสัดส่วนความชื้น $\frac{4.6*23}{100} = 1.058$ กรัม

  คิดเป็นสัดส่วนของแข็ง $\frac{95.4*3}{100} = 21.94$ กรัม

- ผงฟู 0.4 กรัม

  คิดเป็นสัดส่วนความชื้น $\frac{0.4*2.57}{100} = 0.01028$ กรัม

  คิดเป็นสัดส่วนของแข็ง $\frac{0.4*17.43}{100} = 0.389$ กรัม

- น้ำตาล 22.5 กรัม

  คิดเป็นของแข็ง = 22.5 กรัม

- น้ำ 31 กรัม

  คิดเป็นน้ำ = 31 กรัม

  ความชื้นในส่วนผสม = 2.892+1.058+0.010+31 = 34.96

  ของแข็งในส่วนผสม = 20.107+21.140+0.389+22.5 = 64.136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณความชื้นและของแข็งในส่วนผสมสรุปได้ดังนี้

ส่วนผสม	ปริมาณความชื้น (g)	ปริมาณของแข็ง (g)
แป้งข้าวเจ้า	2.892	20.107
เผือกผง	1.058	21.140
ผงฟู	0.010	0.389
น้ำตาล	-	22.5
น้ำ	31	-
รวม	34.96	64.136

คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของแข็งของส่วนผสม / ของแห้ง

แป้งข้าวเจ้า = $\frac{20.107*100}{64.136}$ = 31.35 %

เผือกผง = $\frac{21.94*100}{64.136}$ = 34.208 %

ผงฟู = $\frac{0.389*100}{64.136}$ = 0.606 %

น้ำตาล = $\frac{22.5*100}{64.136}$ = 35.08 %

สรุป ปริมาณของแข็งในส่วนผสม

ส่วนผสม	ปริมาณของแข็ง (%)
แป้งข้าวเจ้า	31.35
เผือกผง	34.208
ผงฟู	0.606
น้ำตาล	35.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณแป้งผสมขนมถ้วยฟูเผือกสำเร็จรูป (basis 500 g)

ส่วนผสม	น.น แห้ง (g)	ความชื้น (g)	น.น ที่ชั่ง (g)
แป้งข้าวเจ้า	156.75	12.545	179.2350
เผือกผง	171.04	4.60	179.2872
ผงฟู	3.03	2.56	2.95
น้ำตาล	175.40	-	175.40
รวม			536.8722

เพราะฉะนั้นในส่วนผสม 500 กรัม มีความชื้นเท่ากับ 536.8722 –500 = 36.8722 กรัม

ปริมาณน้ำที่ใช้เติมในขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูป

แป้ง 64.136 กรัม มีความชื้น 34.96 กรัม

แป้ง 500 กรัม มีความชื้น $\frac{34.96*500}{64.136}$ = 272.5458 กรัม

ปริมาณที่ต้องการเติมจริง = 272.5458-36.8722 = 235.6736 กรัม

น้ำหนักแป้งสำเร็จรูปรวมกับปริมาณน้ำ = 235.6736+500 =735.6736 กรัม

ปริมาณแป้งผสมสำเร็จรูป = 500 กรัม

แป้งสำเร็จรูปรวมกับน้ำ 735.67 กรัมมีแป้งผสม = 500 กรัม

แป้งสำเร็จรูปรวมกับน้ำ 100 กรัมมีแป้งผสม = $\frac{500*100}{735.67}$ = 67.9652 กรัม

เพราะฉะนั้นแป้งผสม 100 กรัมมีส่วนผสมน้ำ = 32.0348 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณแป้งผสมขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูป (basis 100 กรัม)

องค์ประกอบของแป้งสำเร็จรูป	น้ำหนักที่ชั่ง
แป้งข้าวเจ้า	33.88
เผือกผง	33.39
น้ำตาล	32.68
ผงฟู	0.5
ปริมาณน้ำที่ต้องการ	32.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 3

วิธีวิเคราะห์อัตราการคืนรูป

1. ชั่งเนื้อเผือก 2 กรัม ใส่น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา
2. ต้มจนเดือดเป็นเวลา 5 นาที
3. กรองด้วยกระดาษกรอง whatmam เบอร์ 1 โดยใช้การกรองแบบสุญญากาศ (buchner funnel)
4. ชั่งเนื้อเผือกสุกที่คืนรูป
5. คำนวณอัตราการคืนรูป = $\frac{\text{น้ำหนักเนื้อเผือกผงที่คืนรูป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักเผือกผง (กรัม)}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 4

วิธีวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำและวิธีวิเคราะห์ค่าการละลาย

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแป้งเผือกผง 2.5 กรัม ลงในหลอดพลาสติก สำหรับหมุนเหวี่ยงที่ทราบน้ำหนักหลอดเริ่มต้นแล้ว
2. เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. นำมาปั่นในเครื่องหมุนเหวี่ยงแรงหนีศูนย์ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบ / นาที ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 30 นาที
4. แยกเอาส่วนที่ใสที่ได้ ใส่ลงใน aluminium can ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วและชั่งน้ำหนักตะกอนแข็งที่ก้นหลอด เพื่อใช้ในการคำนวณความสามารถในการดูดน้ำของแป้งเผือก
5. นำส่วนใสที่ได้ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 700 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือจนแห้งแล้วจึงนำมาเก็บไว้ใน desicator ประมาณ 30 นาที นำมาชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวนหาความสามรถในการละลาย

$$\text{water absorption index (WAI,กรัม/กรัม)} = \frac{\text{นำหนักตะกอนหลังการปั่นเหวี่ยง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น}}$$

$$\text{water solubility index (WSI,\%)} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนใสหลังอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น}} * 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1 .การคัดเลือกสูตรขนมถ้วยฟูที่เหมาะสม

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับทางด้านรสชาติ

Source	SS	Df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	15.912	19	.837	1.992	.035*
สูตร	2.858	2	1.429	3.400	.044*
Error	15.975	38	.420		
Total	34.746	59			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

*ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

Source	SS	Df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	11.650	19	.613	1.108	.381ns
สูตร	3.808	2	1.904	3.442	.047*
Error	21.025	38	.553		
Total	36.483	59			

nsตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

*ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. การคัดเลือกวิธีและสภาวะที่เหมาะสมในการทำแป้งเผือกเพื่อใช้ในการทำขนมถ้วยฟูแป้งเผือกโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การคัดเลือกแป้งเผือกจากเผือกหั่นเป็นชิ้นบางที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

การยอมรับทางด้านรสชาติ

Source	SS	df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	6.379	19	.336	.744	.752^{ns}
สูตร	3.008	2	1.504	3.331	.046*
Error	17.158	38	.452		
Total	26.546	59			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

nsผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

Source	SS	df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	8.067	19	.425	.879	.608^{ns}
สูตร	3.475	2	1.738	3.596	.037*
Error	18.358	38	.483		
Total	29.900	59			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

nsผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.2 การคัดเลือกแป้งเผือกจากเผือกบดละเอียดที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

การยอมรับทางด้านรสชาติ

Source	SS	Df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	2.546	19	.134	.449	.968^{ns}
สูตร	2.158	2	1.079	3.616	.037*
Error	11.342	38	.298		
Total	16.046	59			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

nsผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

Source	SS	Df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	4.879	19	.257	.716	.780^{ns}
สูตร	2.533	2	1.267	3.531	.039*
Error	13.633	38	.359		
Total	21.046	59			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

^{ns}ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.3 การคัดเลือกแป้งเผือกจากเผือกที่ผ่านการทำแห้งด้วยลูกกลิ้งทรงกระบอก

การยอมรับทางด้านรสชาติ

Source	SS	df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	4.246	19	.223	.553	.916^{ns}
สูตร	2.800	2	1.400	3.462	.042*
Error	15.367	38	.404		
Total	22.412	59			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

^{ns}ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

Source	SS	Df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	4.433	19	.233	.581	.897^{ns}
สูตร	3.233	2	1.617	4.024	.026*
Error	15.267	38	.402		
Total	22.933	59			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

^{ns}ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การคัดเลือกสภาวะในการทำแป้งเผือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำขนมถ้วยฟูแป้งเผือกจากสภาวะที่ดีสุด 3 สภาวะ

การยอมรับทางด้านรสชาติ

Source	SS	df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	3.317	19	.175	.528	.931^{ns}
สูตร	2.275	2	1.137	3.442	.042*
Error	12.558	38	.330		
Total	18.150	59			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

nsผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

Source	SS	df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	3.600	19	.189	.470	.960^{ns}
สูตร	3.175	2	1.587	3.936	.028*
Error	15.325	38	.403		
Total	22.100	59			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

nsผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.5 การศึกษาความแตกต่างของขนมถ้วยฟูเผือกที่ได้จากส่วนผสมสด และขนมถ้วยฟูที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับทางด้านรสชาติ

Source	SS	df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	3.317	19	.175	.528	.741[ns]
สูตร	2.275	2	1.137	3.442	.032[*]
Error	12.558	28	.330		
Total	18.150	39			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

nsผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

Source	SS	df	MS	F	Sig.
ผู้ชิม	8.067	19	.425	.879	.428[ns]
สูตร	3.475	2	1.738	3.596	.037[*]
Error	18.358	38	.483		
Total	29.900	39			

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

nsผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง 1 คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบรวมของตัวอย่างแป้งเผือกที่นำไปทำขนมถ้วยฟู

หมายเลขผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่างแป้งเผือก (อบแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก)			Grand Total (G.T.)
	100 °C	110 °C	120 °C	
1	3.5	3	4	10.5
2	2.5	3.5	3	9
3	3	2.5	4	9.5
4	3	2.5	3.5	9
5	2	2.5	3.5	8
6	4	3.5	2.5	10
7	2	4.5	3.5	10
8	3	3	4	10
9	4	3.5	3.5	11
10	3.5	2.5	4	10
11	3	2.5	3.5	9
12	2	3	4	9
13	3	3	3.5	9.5
14	3.5	4	3	10.5
15	3	2.5	3.5	9
16	3.5	2.5	2.5	8.5
17	2.5	3.5	3	9
18	3	3	3	9
19	2.5	4	2.5	9
20	2.5	2	3.5	8
Sum	59	61	67.5	186.5
Mean	2.95	3.05	3.375	9.325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ในคุณลักษณะต่าง ๆ ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายในตาราง ANOVA Analysis สามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ได้จากวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง

การคำนวณค่า Analysis of Variance ทดสอบความชอบรวมของตัวอย่างอบแบบลูกกลิ้ง

1. การคำนวณหา C.F. (Corection Factor)

$$= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(186.5)^2}{60}$$

$$= 579.704$$

2. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

2.1 df sample

= จำนวนตัวอย่าง –1

= 3 – 1

= 2

2.2 df judges

= จำนวนผู้ทดสอบ – 1

= 20 – 1

= 19

2.3 df total

= จำนวนการตรวจ – 1

= 60 – 1

= 59

2.4 df error

= df total – df judges – df sample

= 59 – 19 – 2

= 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณหา SS (Sum of square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

3.1 SS, sample $= \dfrac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ sample})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ sample})} - \text{CF}$

$= \dfrac{(59^2 + 61^2 + 67.5^2)}{20} - 579.704$

$= 8.2085$

3.2 SS, judges $= \dfrac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ judges})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges})} - \text{CF}$

$= \dfrac{(10.5^2 + 9^2 + ... + 8^2)}{3} - 579.704$

$= 10.379$

3.3 SS, total $=$ (ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า)^2 – CF

$= (3.5^2 + 2.5^2 + ... + 3.5^2) - 579.704$

$= 38.046$

3.4 SS, error $=$ SS total – SS judges – SS sample

$= 38.046 - 10.379 - 8.2085$

$= 19.4585$

4. การคำนวณหา MS (Mean square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

4.1 MS, sample $= \dfrac{\text{SS sample}}{\text{df sample}}$

$= \dfrac{8.2085}{2}$

$= 4.1043$

4.2 MS, judges $= \dfrac{\text{SS judges}}{\text{df judges}}$

$= \dfrac{10.379}{19}$

$= 0.5463$

4.3 MS, error $= \dfrac{\text{SS error}}{\text{df error}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{19.4585}{38}$$

$$= 0.5120$$

5. คำนวณหาค่า F (Variance ratio) ของ Sample และ Judges โดยจำแนกได้ดังนี้

5.1 F, sample $= \frac{\text{MS sample}}{\text{MS error}}$

$$= \frac{4.1043}{0.5120}$$

$$= 8.0162$$

5.2 F, judges $= \frac{\text{MS judges}}{\text{MS error}}$

$$= \frac{0.5463}{0.5120}$$

$$= 1.0669$$

ตารางภาคผนวก ง 2 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของตัวอย่างในด้านความชอบรวม

ANOVA

SOV	Df	SS	MS	Fcal	F 0.05
Sample	2	8.2085	4.1043	8.0162	3.23
Judges	19	10.739	0.5463	1.0669	1.79
Error	38	19.4585	0.5120		
Total	59	38.406			

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง (Variance ratio)

6.1 พิจารณาความแตกต่างของ sample

F sample = 8.0162

F total, P = 0.05 ที่ df, sample n_1 = 2

df, error n_2 = 38

= 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 8.0162 มีค่ามากกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ได้ 3.23 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judges

F judges = 1.0669

F total, P = 0.05 ที่ df, judges n_1 = 19

df, error n_2 = 38

= 1.79

จากการคำนวณ F judges ที่คำนวณได้ 1.0669 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ค่าที่ได้ 1.79 แสดงว่า judges ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $P \leq 0.05$

โดยใช้ Turkey's test จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

100 °C	110 °C	120 °C
67.5	61	59

7.1 หาค่า Stand and error (SE)

$$= \sqrt{\frac{MS\ \ error}{replicate}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.5120}{20}}$$

$$= 0.16$$

7.2 เปิดตารางหาค่า Significant studentired range (SSR) ที่ t = 3 ค่า df error = 38 จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 3.44

7.3 คำนวณค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

LSD = SE × SSR

= 0.16 × 3.44

= 0.5504

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับค่า LSD ค่าความแตกต่างให้เรียงจากค่าสูงสุด ความแตกต่างจะเรียกมีนัยสำคัญ (Significant) ถ้าสูงกว่าค่า LSD และค่าต่ำกว่า LSD แสดงว่าไม่มีนัยสำคัญ (non – significant)

A-C = 67.5 – 59 = 8.5 > 0.5504 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

A-B = 67.5 – 61 = 6.5 > 0.5504 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

B-C = 61 – 59 = 2 > 0.5504 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางภาคผนวก ง 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างแป้งเผือก

A[1/]	B	C
67.5[a2/]	61[b]	59[c]

[1/] ตัวอย่าง

A = อบที่ 100 °C

B = อบที่ 110 °C

C = อบที่ 120 °C

[2/] คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้