หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ดุกกี้แป้งข้าวเจ้า

Rice flour cookies

โดย

นายนัทธี ดอกจำปา

ปีการศึกษา 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

วน. ฉ H139
เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 40321
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ย. 2544
b 11104004
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

คุกกี้แป้งข้าวเจ้า

Rice flour cookies

โดย

นายนัทธี ดอกจำปา

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง คุกกี้แป้งข้าวเจ้า

Rice flour cookies

ชื่อสกุล นายนัทธี ดอกจำปา

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชุติมา สังข์พาลี

บทคัดย่อ

คุกกี้แป้งข้าวเจ้า เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำแป้งข้าวเจ้า ซึ่งประเทศไทยสามารถผลิตเองได้และมีคุณค่าทางสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตอยู่สูง มาใช้ทดแทนแป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง โดยทำการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในการทำคุกกี้แป้งข้าวเจ้าเพื่อทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่แตกต่างกันคือ 0, 20, 40, 60, 80, และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับคุกกี้แป้งข้าวเจ้าทั้ง 6 ตัวอย่าง ไม่แตกต่างกันทางสถิติในด้านสี กลิ่น และรสชาติ ส่วนในด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ผู้บริโภคให้การยอมรับน้อยลงตามปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่เพิ่มขึ้นหากต้องการนำแป้งข้าวเจ้ามาทดแทนแป้งสาลี เพื่อผลิตคุกกี้ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น อาจทำได้โดยใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งสามารถทดแทนแป้งสาลีได้ 10 – 30 % และเติมสารปรับปรุงคุณภาพแป้งให้มีโปรตีน กลูเต็น 12 % (งามชื่น คงเสรี , 2539 : 20) ซึ่งจะทำให้ได้คุกกี้ที่มีคุณภาพ และการยอมรับใกล้เคียงกับคุกกี้ที่ผลิตจากแป้งสาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์ ชุติมา สังข์พาลี ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ และขอขอบคุณท่านอาจารย์ ทัศนีย์ นาครักษ์ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ในการทำคุกกี้แป้งข้าวเจ้า ขอขอบคุณ ศยามล งามละมัย และเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เพราะทุนทรัพย์ของบิดา มารดา ที่คอยให้ความช่วยเหลือเสมอมา

นัทธี ดอกจำปา

มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้าว	3
2.2 คุกกี้	17
2.3 ขั้นตอนการทำคุกกี้	29
2.4 เทคนิคในการทำคุกกี้	30
2.5 ประโยชน์ของอาหารอบ	32
3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	34
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	35
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	36
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล..... 37

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 40

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 40

บรรณานุกรม..... 41

ภาคผนวก..... 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งชนิดต่างๆ..... 12
2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า..... 37
3 ลักษณะที่ปรากฏของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า..... 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1 ช่อดอกข้าว 4
2 ส่วนประกอบของดอกข้าว 4
3 รูปตัดของรังไข่ 5
4 โครงสร้างของเมล็ดข้าวเปลือก 6
5 รูปตัดตามยาวของเนื้อข้าว (ก) ผ่านด้านหลังเมล็ด (ข) ผ่านด้านท้องเมล็ด 7
6 รูปตัดตามยาวของขมูกข้าว 8
7 การผลิตแป้งข้าวเจ้า 15
8 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นและแผ่น..... 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

คุกกี้ (Cookies) หรือบิสกิต (Biscuit) เป็นขนมประเภทเดียวกัน ชาวอเมริกันเรียกคุกกี้ แต่ชาวยุโรป เรียก บิสกิต อย่างไรก็ตามทั้ง 2 ชื่อนี้ชาวไทยคุ้นหูกันดี คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีขนาดเล็ก แบนและมีรสหวาน มีรูปร่างและกลิ่นต่าง ๆ กัน คุกกี้บางชนิดบาง บางชนิดหนา บางชนิดมีสีอ่อนและแก่ บางชนิดอาจจะตกแต่งหน้าด้วยฟรอสติง (จิตธนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล, 2542 :50) คุกกี้ใช้รับประทานกับน้ำชา กาแฟ หรือเครื่องดื่มอื่นๆ ได้ทั้งร้อนและเย็นขนมชนิดนี้เป็นของแห้งถ้ารู้จักวิธีการเก็บรักษาจะเก็บไว้ได้นาน (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 :50)

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการทำคุกกี้คือแป้งสาลีโดยที่แป้งสาลีที่ใช้อยู่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่ามีราคาแพง ดังนั้นจึงทำให้เกิดความคิดว่าควรจะนำแป้งข้าวเจ้าที่ผลิตได้ในประเทศไทย ซึ่งมีคุณค่าทางสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตอยู่สูง (งามชื่น คงเสรี, 2539 :51) มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแป้งสาลีเพราะช่วยให้เกิดโครงสร้างแก่ผลิตภัณฑ์และทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปร่าง เมื่ออบสุกแล้ว (อังสนา กาญจนากร, 2540 :236) อีกทั้งยังมีราคาไม่แพง และเป็นการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ทางอุตสาหกรรมเกษตร และเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตผลทางการเกษตร รวมทั้งยังช่วยลดปัญหาด้านราคาตกต่ำได้ ดังนั้นการทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาหาปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในการทำคุกกี้ รวมทั้งการยอมรับของผู้บริโภคต่อคุกกี้ที่ผลิตได้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการทำคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. **เป็นการเพิ่มแนวทางการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวเจ้าให้มากขึ้น**
2. **ช่วยลดปัญหาการนำเข้าแป้งสาลี**
3. **ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว (Rice)

ข้าวเป็นพืชที่ปลูกกันมากที่สุดในโลก เพราะสามารถปลูกได้ทุกหนทุกแห่ง ตั้งแต่มนุษย์ยังไม่รู้จักวิธีการเพาะปลูก จากการค้นคว้าของนักมนุษยวิทยาและนักโบราณคดีเชื่อกันว่า ข้าวมีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพราะจากหลักฐานปรากฏว่ามีการปลูกข้าวเมื่อ 2,800 ปีก่อนคริสตกาลในประเทศจีน และ 1,000 ปีก่อนคริสตกาลในประเทศอินเดีย แต่จากการค้นพบข้าวในประเทศไทยทางตะวันออกเฉียงเหนือ คำนวณอายุได้ 5,000 ปีก่อนคริสตกาล ทำให้เชื่อแน่ว่าถิ่นกำเนิดที่แท้จริงนั้นอยู่ในประเทศจีนตอนใต้ และอาจแผ่มาถึงภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (ฉรงค์ นิยมวิทย์, 2538 :1 – 2)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข้าวเป็นพืชในตระกูลหญ้า (Gramineae) ซึ่งพืชในตระกูลนี้มีอยู่ประมาณ 4,500 ชนิด แบ่งออกเป็นหลายสกุล (Genus) ข้าวจัดอยู่ในสกุล Oryza และมีอยู่หลายชนิด (species) เท่าที่สำรวจพบมีอยู่ 60 ชนิด แต่ที่รู้จักกันดีมีอยู่เพียง 23 ชนิดเท่านั้น ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ข้าวป่าในเอเชียและอาฟริกา ลำต้นเป็นปล้อง ทุกลำแตกขึ้นมาเป็นกอ หลังจากงอกจากเมล็ดแล้ว 25 – 30 วัน หรือเมื่อเจริญเติบโตจนกระทั่งมีใบ 5 – 7 ใบแล้ว การแตกกอจะเกิดจากตาที่อยู่ตามข้อโคนต้นข้าวแต่ข้าวขึ้นน้ำ การแตกกอจะเกิดขึ้นบนข้อของลำต้นส่วนบนใกล้ผิวน้ำ ลำต้นกลวง ใบมีลักษณะยาวรีและปลายแหลม ท่อทางเดินอาหารและท่อน้ำในใบยาวขนานกันไปจากแกนกลางถึงขอบใบ เมื่อระยะแตกกอผ่านไป 45 – 60 วัน ข้าวจะเริ่มตั้งท้อง โดยมีระยะตั้งท้อง 30 วัน จึงเกิดช่อดอกหรือรวงข้าวขึ้น รวงข้าวมีสีมอๆ เทาๆ อมเหลือง มีลักษณะเป็นพู่ ประกอบด้วยดอกเล็ก ๆ มากมาย เมื่อรวงข้าวโผล่พ้นจากกาบใบ 1 – 3 วัน ดอกจะบานและผสมเกษรภายในระยะเวลาประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นจะเกิดเมล็ดข้าวขึ้นเมล็ดข้าวจะเจริญเติบโตและมีความแข็งมากขึ้น ในที่สุดก็แก่จัดและมีสีเหลืองทอง ซึ่งใช้เวลาทั้งหมด 25 – 30 วัน นับตั้งแต่ออกดอก เมื่อเมล็ดข้าวบนต้นแก่จัดทั้งหมดชาวนาก็จะเก็บเกี่ยวและขนมานวดบนลานที่เตรียมไว้เมล็ดข้าวที่ได้เรียกว่าข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวที่รับประทานกันอยู่มี 2 ประเภท คือ Oryza sativa และ Oryza glaberrima ข้าว Oryza sativa เป็นข้าวที่ปลูกในทวีปเอเชียเป็นส่วนใหญ่ และอาจแบ่งย่อยเป็น 3 พวก คือ Oryza sativa japonica, Oryza sativa indica และ Oryza sativa javanica ข้าวทั้ง 3 พวกนี้มีความแตกต่างกันในเรื่องรูปร่าง อุณหภูมิและความยาวของวันที่ต้องการสำหรับการเพาะปลูก พวก Oryza sativa japonica มีลักษณะเมล็ดสั้น ป้อม ร่วงยาก พวก Oryza sativa indica มีลักษณะเมล็ดยาว แคบ ร่วงง่ายมาก ส่วนพวก Oryza sativa javanica มีลักษณะเมล็ดยาว กว้าง หนา และร่วงยาก ข้าวประเภท Oryza glaberrima เป็นข้าวที่ปลูกกันในอาฟริกาตะวันตก เป็นข้าวที่ผสมตัวเอง การผสมข้ามพันธุ์มีน้อยมาก (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538: 3 – 4)

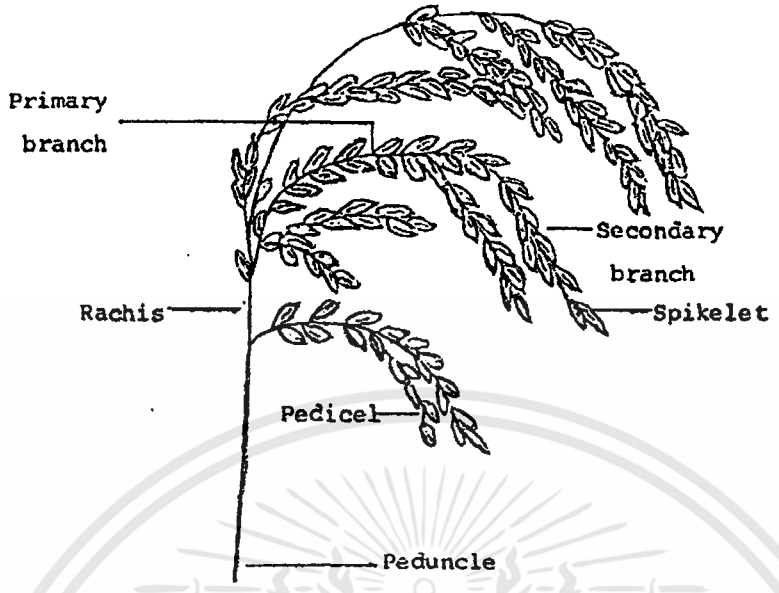
การเกิดเมล็ดข้าว (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538: 5 - 7)

ลักษณะของช่อดอกข้าวและดอกข้าว

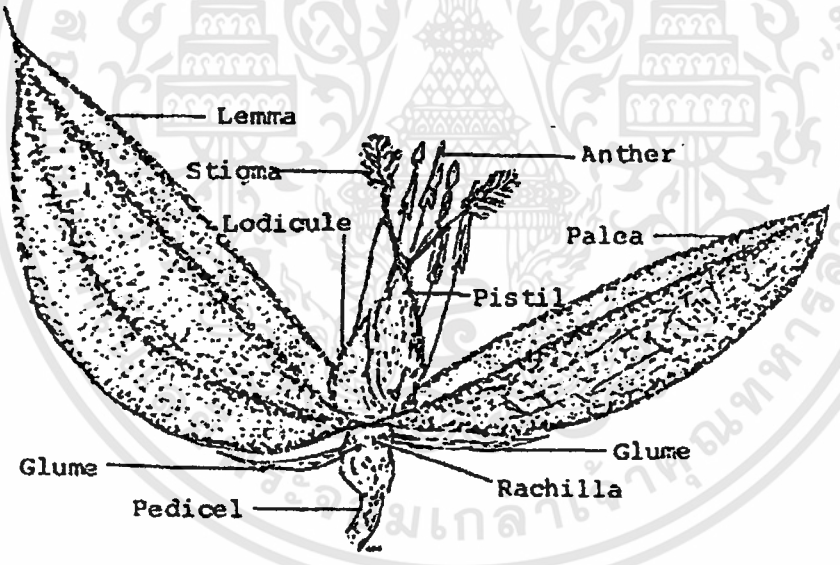
ช่อดอกข้าว (panicle) ประกอบด้วยก้านรวง (peduncle) และก้านรวงข้าวที่อยู่ในส่วนที่เป็นตัวรวงเรียกว่าก้านช่อรวง (peduncle axis หรือ rachis) จากก้านช่อดอกจะมีกิ่งก้านแยกออกไป เรียกว่าแขนงช่อดอกใหญ่ (primary branch) และจากก้านช่อดอกใหญ่จะมีกิ่งแตกออกไปอีกครั้งหนึ่งเรียกว่า ก้านช่อดอกเล็ก จะเป็นระแง้หรือก้านดอก (pedicel) ซึ่งตรงปลายเป็นดอกข้าว (spikelet) (รูปที่ 1) ระหว่างดอกข้าวกับระแง้เป็นก้านโคนดอก (rachilla) เป็นบริเวณที่มีใบเล็ก ๆ อยู่ 2 ใบ เรียกว่า หูดอก (glume)

สำหรับดอกข้าวนั้นประกอบด้วยกลีบดอกใหญ่ (lemma) และกลีบดอกเล็ก (palea) กลีบดอกทั้งสองนี้จะเรียกว่า เปลือก เมื่อเมล็ดข้าวแก่ บนกลีบดอกมักจะมีขนและที่ปลายกลีบดอกใหญ่บางพันธุ์จะมีหาง (awn) ด้านในของโคนกลีบดอกจะมีกลีบเล็ก ๆ คล้ายเปลือกหุ้มตา เรียกว่า lodicule เชื่อกันว่าทำหน้าที่ให้กลีบดอกบาน ตรงกลางดอกมีอับเกษรตัวผู้ (anther) 6 อัน เมื่อกลีบดอกบานออกก้านอับเกษร (filament) จะส่งอับเกษรตัวผู้ให้ชูพ้นกลีบดอกและอับเกษรจะแตกออกภายใน 2 – 3 วินาที ละอองเกษรจะตกลงใส่เกษรตัวเมีย (stigma) ซึ่งมีอยู่ 2 อัน หลังจากนั้นละอองเกษรจะงอกและส่งเชื้อเข้าไปผสมกับเชื้อตัวเมียในรังไข่ (pistil) การผสมพันธุ์จะเกิดขึ้น (รูปที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ช่อดอกข้าว



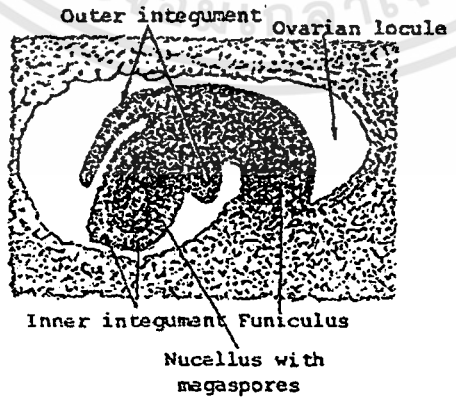
รูปที่ 2 ส่วนประกอบของดอกข้าว

การเกิดเนื้อข้าว

เนื้อข้าวจะเกิดขึ้นหลังจากมีการผสมพันธุ์แล้ว โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะน้ำนม (milk stage) ระยะสะสมแป้ง (dough stage) และระยะเมล็ดแก่ (mature grain stage) ในระยะแรกนั้นจะเริ่มตั้งแต่ดอกข้าวติดเมล็ด โดยเกษรตัวผู้จะผสมกับไข่ที่อยู่ในเยื่อหุ้มไข่ (nucellus) ไข่ที่ผสมแล้วจะแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว พร้อมกับมีเยื่อหุ้มชั้นใน (inner integument) และเยื่อหุ้มชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอก (outer integument) เกิดขึ้น เยื่อหุ้มทั้งสองนี้จะหุ้มเยื่อหุ้มไข่ไว้ (รูปที่ 3) นอกจากนี้ทางก้านดอกยังมีผนังรังไข่หุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง เมื่อไข่ผสมกับเกษรแล้วจะมีการแบ่งตัวอีกหลายครั้ง ในระยะแรกจะแบ่งตัวออกไปตามความยาวของเมล็ดก่อนต่อมาจึงขยายออกไปทางด้านข้าง ทำให้เกิดเนื้อเมล็ด (endosperm) และจมูกข้าวขึ้นภายในเยื่อหุ้มไข่ เนื้อเมล็ดจะหุ้มจมูกข้าวไว้และแบ่งตัวออกอย่างรวดเร็ว โดยไม่มีผนังกั้นระหว่างนิวเคลียสจนกระทั่งเต็มรังไข่ โดยใช้เวลา 4 วัน ในวันที่ 3 หลังการผสมจะเกิดผนังเซลล์รอบนอกเนื้อเมล็ด เรียกว่า "เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด" (aleurone layer) โดยจะเกิดทางด้านหลังเมล็ดก่อน ขณะที่เนื้อเมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้นจะดันเอาเยื่อหุ้มไข่ออกไปชิดกับเยื่อหุ้มชั้นใน ในขณะเดียวกันเยื่อหุ้มไข่ก็ค่อย ๆ สลายตัวไป เหลือแต่เยื่อหุ้มชั้นใน ซึ่งต่อมาเรียกว่า "เยื่อหุ้มเมล็ด" (tegmen, testa หรือ seed coat) อย่างไรก็ดี เยื่อหุ้มไข่อาจหลงเหลืออยู่บ้างในเมล็ดข้าว ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมเกษรจนถึงระยะที่เกิดเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดอย่างสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นจะเข้าสู่ระยะที่สอง ในระยะนี้แป้งและโปรตีนจะสะสมในเนื้อเมล็ด โดยแป้งสะสมก่อน การสะสมจะเกิดขึ้น 4 – 10 วัน หลังจากการผสมเกษรแล้ว การสะสมจะเริ่มจากเซลล์ที่อยู่ตรงกลางเนื้อเมล็ดก่อน แล้วค่อย ๆ ออกมาทางด้านนอก อัตราความเร็วของการสะสมจะช้าลงเรื่อย ๆ การสะสมแป้งจะถึงจุดสูงสุดในวันที่ 15 ในระยะเดียวกันโปรตีนก็เริ่มสะสมในเซลล์ของเนื้อแป้งเช่นเดียวกัน โดยจะเริ่มสะสมในวันที่ 7 หลังการผสมเกษร การสะสมจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับการสะสมแป้ง โดยจะเริ่มจากด้านนอกของเนื้อเมล็ดก่อน แล้วค่อย ๆ เคลื่อนเข้าหาจุดศูนย์กลาง เมื่อการสะสมแป้งและโปรตีนมีมากขึ้นจนกระทั่งเม็ดแป้งอัดตัวกันแน่นก็เข้าสู่ระยะสุดท้าย สีของกลีบจะเริ่มเปลี่ยนเป็นเหลือง ซึ่งเรียกว่าสีพลับพลึง เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว ความชื้นในระยะนี้ประมาณร้อยละ 25 ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดประมาณ 3 – 4 สัปดาห์ นับจากการผสมเกษรแล้ว แต่อาจนานไปถึง 8 สัปดาห์ ถ้าอากาศหนาว (วาสนา ผลารักษ์,2523:12)



<u>รูปที่</u> 3 รูปตัดของรังไข่

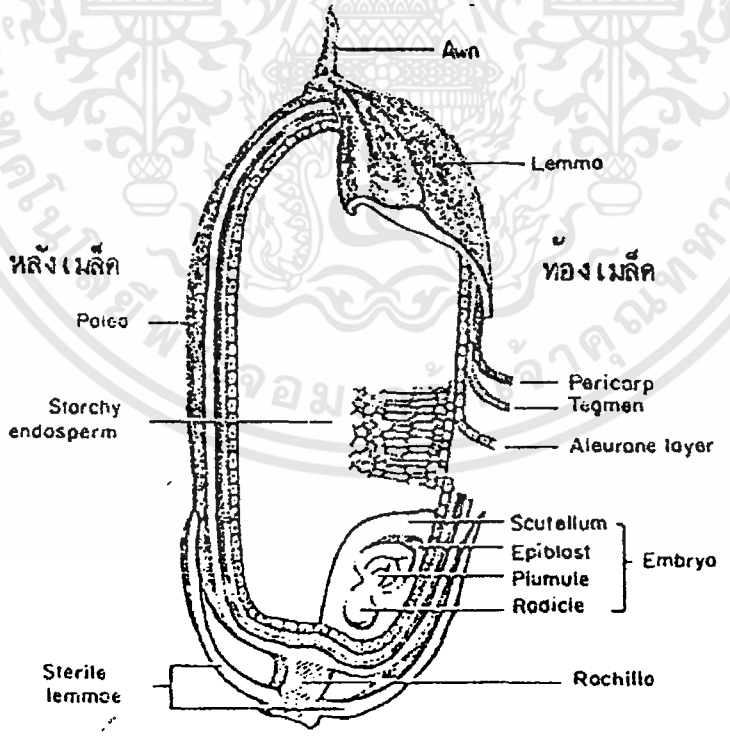
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของเมล็ดข้าวเปลือก

เมล็ดข้าวเปลือก (rough rice หรือ paddy rice) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเปลือกหรือแกลบ (hulls, husks หรือ chaffs) และส่วนที่เป็นเนื้อ (caryopsis) ส่วนที่เป็นเปลือกมีประมาณร้อยละ 24 – 25 ส่วนที่เป็นเนื้อมักเรียกกันว่า ข้าวกล้อง (brown rice, shelled rice, husked rice oargo rice หรือ loonzain) ส่วนนี้มักมีสีเหลืองเล็กน้อยเนื่องจากเยื่อหุ้มรังไข่มีสารให้สี ถัดจากเยื่อหุ้มรังไข่เข้าไปเป็นชั้นของเยื่อหุ้มเมล็ด เยื่อหุ้มไข่ และเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด ตามลำดับ ภายในเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดประกอบด้วยเนื้อเมล็ดและจมูกข้าว ข้าวกล้องมีเยื่อหุ้มรังไข่ร้อยละ 1 – 2 เยื่อหุ้มเมล็ดรวมกับเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดร้อยละ 4 – 6 จมูกข้าวร้อยละ 2 – 3 และเนื้อเมล็ดร้อยละ 89 – 94 (งามชื่น คงเสรี,2539:7 – 8)

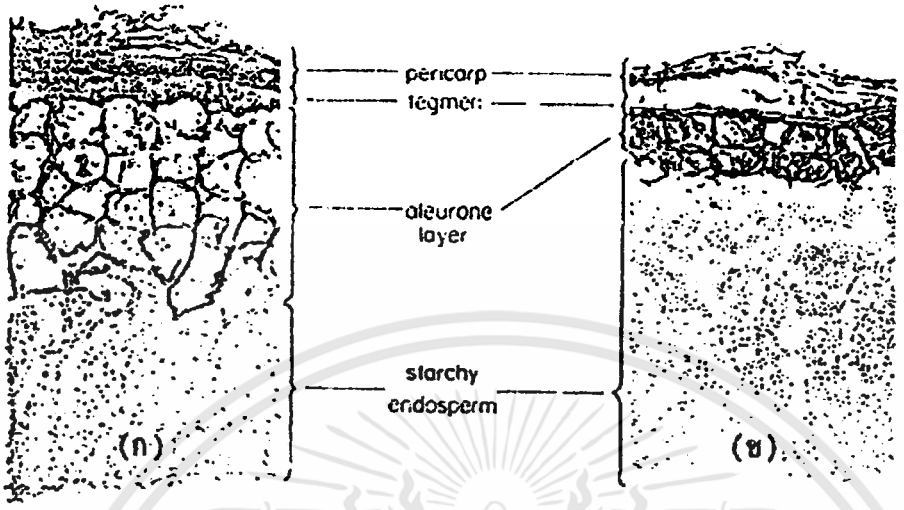
เปลือก

เปลือกข้าวประกอบด้วยกลีบดอกใหญ่และกลีบดอกเล็ก โดยกลีบดอกทั้งสองเกาะกันแน่น รูปร่างของเมล็ดข้าวจะมีลักษณะเหมือนกับเนื้อข้าวที่อยู่ภายใน เปลือกข้าวมีซิลิกาเป็นส่วนประกอบหลัก โดยเฉพาะด้านนอกของเปลือก (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 โครงสร้างของเมล็ดข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 รูปตัดตามยาวของเนื้อข้าว (ก) ผ่านด้านหลังเมล็ด (ข) ผ่านด้านท้องเมล็ด

เยื่อหุ้มเนื้อข้าว

เยื่อหุ้มเนื้อข้าว (caryopsis coat) มีอยู่ 3 ชั้น ประกอบด้วยเยื่อหุ้มรังไข่ (ผนังรังไข่) (pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด และเยื่อหุ้มไข่ ชั้นที่เป็นเยื่อหุ้มรังไข่ต่อมาจะเชื่อมติดกับเยื่อหุ้มเมล็ด ลักษณะเช่นนี้ทำให้ข้าวมีลักษณะที่แตกต่างไปจากเมล็ดพืชแบบอื่น ๆ ซึ่งมักเรียกเมล็ดแบบนี้ว่า caryopsis เยื่อหุ้มรังไข่มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน เยื่อหุ้มเมล็ดหนาประมาณ 0.5 ไมครอน และเยื่อหุ้มไข่หนาประมาณ 0.8 ไมครอน เยื่อหุ้มเมล็ดไข่ในเมล็ดจะยังเหลืออยู่หรือไม่ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ นักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มเชื่อว่ายังคงเหลืออยู่เมื่อข้าวแก่จัดและสุกแล้ว ในขณะที่บางกลุ่มเชื่อว่าไม่มีเหลืออยู่เลย (รูปที่ 5)

เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด

เนื้อเยื่อชนิดนี้ทำหน้าที่หุ้มเนื้อเมล็ดไว้ เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลหลายชั้น แต่ละส่วนของเมล็ดก็มีจำนวนชั้นไม่เท่ากัน ด้านหลังเมล็ดมีจำนวนชั้นมากกว่าทางด้านท้องเมล็ดหรือด้านข้าง นอกจากนี้ข้าวชนิดต่าง ๆ ก็มีจำนวนชั้นไม่เท่ากันด้วย ข้าวเมล็ดสั้นมักมีจำนวนชั้นมากกว่าข้าวเมล็ดยาว เซลของเยื่อหุ้มเมล็ดจะมีรูปสี่เหลี่ยม และมีเม็ดโปรตีนอยู่ภายในจำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบ phytate bodies เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส ข้าวที่ปลูกในที่ดอนจะมีชั้นเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดมากกว่าข้าวที่ปลูกในที่ลุ่ม และข้าวที่สุกในขณะที่มีอากาศร้อนจะมีเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดทางด้านหลังหนากว่าปกติ (รูปที่ 5)

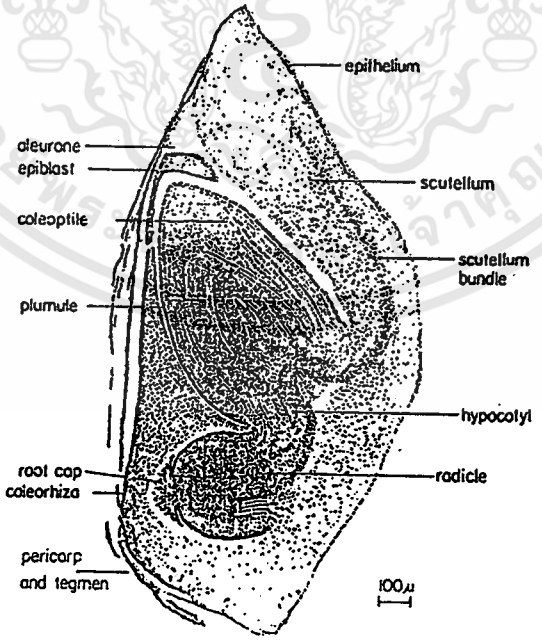
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จมูกข้าวหรือคัพภะ (embryo หรือ germ)

จมูกข้าวมีขนาดเล็กมาก อยู่ติดกับขั้วทางด้านท้องของเมล็ด ด้านนอกหุ้มด้วยเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดเยื่อหุ้มไข่ และเยื่อหุ้มเมล็ด ตามลำดับ จมูกข้าวประกอบด้วยยอด (plumule) และราก (radicle) ซึ่งต่อกันด้วยลำต้นสั้น ๆ (hypocotyl) ยอดมีปลอกหุ้มที่เรียกว่า coleoptile ซึ่งจะเจริญเติบโตเป็นใบจริงใบแรกต่อไป ส่วนรากก็มีปลอกหุ้มเช่นกัน เรียกว่า coleorhiza ทางด้านที่จมูกข้าวติดกับเนื้อแป้งมีเนื้อเยื่อทำหน้าที่เป็นใบเลี้ยงใบแรกติดอยู่ เรียกว่า scutellum (cotyledon) และทางด้านข้างของใบเลี้ยงใบแรกมีใบเลี้ยงใบที่สองที่ไม่สมบูรณ์ติดอยู่ ซึ่งจะคลุมไปถึงยอดของใบจริงด้วย ใบเลี้ยงนี้ เรียกว่า epiblast (รูปที่ 6)

เนื้อเมล็ด (starchy endosperm)

เนื้อเมล็ดประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง เป็นพวก parenchyma cells เป็นเซลที่มีแป้งและโปรตีน ศูนย์กลางของเนื้อแป้งมีความแข็งมากกว่าส่วนที่อยู่ด้านนอก ข้าวที่มีโปรตีนสูงมักจะโปร่งแสงและมีสีค่อนข้างเหลือง เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นมุมแหลมและเกาะเป็นกลุ่ม ส่วนที่อยู่ด้านนอกของเนื้อแป้งมีขนาดเล็ก (2 – 4 ไมครอน) และมีจำนวนน้อยทางด้านข้างและทางด้านท้องเมล็ด โดยจับตัวกันเป็นกลุ่ม ๆ และแยกกันอยู่ เม็ดแป้งที่จุดศูนย์กลางของเนื้อเมล็ดมีขนาด 5 – 9 ไมครอน และจับเป็นกลุ่มแน่น ส่วนเม็ดแป้งที่อยู่ใกล้กับจมูกข้าวมีขนาดเล็กมาก นอกจากนี้เม็ดแป้งในจมูกข้าวก็มีขนาดเล็ก ส่วนเม็ดแป้งในใบเลี้ยงมีขนาดค่อนข้างใหญ่



รูปที่ 6 รูปตัดตามยาวของจมูกข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนที่พบในเนื้อเมล็ดมีลักษณะเป็นเม็ด มีขนาด 1 – 4 ไมครอน มีอยู่มากทางด้านหลังและบริเวณผิวมากกว่าที่ศูนย์กลางของเนื้อเมล็ด ส่วนไขมันมักจะอยู่รวมกับโปรตีน ส่วนที่เป็นเนื้อแป้งมักมีสีขุ่นโดยเฉพาะข้าวเจ้า ถ้าส่วนที่ขุ่นอยู่ที่ศูนย์กลางของเมล็ดและขยายออกไปจนจดท้องเมล็ด เรียกข้าวชนิดนี้ว่า "ข้าวไส้ขาว" (white core) ถ้าสีขาวเกิดขึ้นเฉพาะตรงท้องเมล็ด เรียกข้าวชนิดนี้ว่า "ข้าวท้องไข่หรือข้าวท้องปลาซิว" (white belly หรือ abdominal white) ถ้าทางด้านหลังเมล็ดมีสีขาวเรียกว่า "ข้าวหลังขาว" (white back) การเกิดสีขาวนั้นเชื่อกันว่ามีสาเหตุจากการสะสมแป้งและโปรตีนไม่สมบูรณ์เป็นไปอย่างหลวมๆ ข้าวบางชนิดมีสีขาวทั้งเมล็ด ทำให้กรอบและแตกหักง่าย (ฉรงค์ นิยมวิทย์, 2536 : 5 – 11)

คุณสมบัติของแป้ง (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2543 : 38 – 42)

การดูดซับน้ำ การพองตัวและการละลาย

เมื่อเติมน้ำลงในแป้งและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำจากบรรยากาศ จนเกิดสมดุลระหว่างความชื้นภายในเม็ดแป้งกับความชื้นในบรรยากาศ ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แป้งส่วนใหญ่เมื่อเกิดสมดุลภายใต้บรรยากาศปกติจะมีความชื้น 10 ถึง 17% แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง และแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวสามารถดูดซึมน้ำได้ในปริมาณ 39.9, 42.9, 50.9 และ 51.4 กรัมต่อน้ำหนักแป้งแห้ง 100 กรัม ตามลำดับ

น้ำที่อยู่ในเม็ดแป้งมีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ น้ำในผลึก น้ำในรูป bound water และน้ำในรูปอิสระ (free water) โดยมีการจับกับแป้งได้แน่นตามลำดับ และแป้งที่มีความชื้น 8 - 10% สามารถจับกับน้ำได้แน่นกว่าแป้งที่มีความชื้นสูงกว่านี้ เนื่องจากการจับของน้ำกับหมู่ไฮดอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 ของกลูโคสแต่ละหน่วยของแป้ง จะได้สตาร์ชโมโนไฮเดรต $[n(C_6H_{10}O_5.H_2O)]$

น้ำหรือของเหลวชนิดอื่นสามารถแพร่และผ่านเข้าไปในร่างแหของไมเซลล์ (micelles) ในเม็ดแป้งได้อย่างอิสระ ทดสอบได้จากการแขวนลอยเม็ดแป้งในสารละลายไอโอดีนเจือจาง จะเกิดสีขึ้นในเม็ดแป้งเมื่อใส่โซเดียมไทโอซัลเฟต (sodium thiosulfate) ลงไป พบว่าสีจะหายไปอย่างรวดเร็ว และเมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าเม็ดแป้งประกอบด้วยรูพรุนจำนวนมากซึ่งจะทำหน้าที่เป็น molecular sieve รูพรุนเหล่านี้อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้ง หรืออาจจะมีอยู่แล้วในแป้งธรรมชาติแต่มีขนาดขยายใหญ่ขึ้นเนื่องจากขั้นตอนการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งดิบจะไม่ละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาติไนซ์เนื่องจากมีพันธะไฮโดรเจนซึ่งเกิดจากหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลแป้งที่อยู่ใกล้ ๆ กัน หรือ water bridges แต่เมื่ออุณหภูมิของสารผสมน้ำแป้งเพิ่มสูงกว่าช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์ พันธะไฮโดรเจนจะถูกทำลาย โมเลกุลของน้ำจะเข้ามาจับกับหมู่ไฮดอกซิลที่เป็นอิสระ เม็ดแป้งเกิดการพองตัว ทำให้การละลาย ความหนืดและความใสเพิ่มขึ้น คุณสมบัติของการเกิด birefringence จะหมดไป ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวและความสามารถในการละลายคือชนิดของแป้ง ความแข็งแรงและลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้ง สิ่งเจือปนภายในเม็ดแป้งที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต ปริมาณน้ำในสารละลายแป้ง รูปแบบในการพองตัวและการละลายของเม็ดแป้งแต่ละชนิดจะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไป

เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สารละลายน้ำแป้ง เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวและบางส่วนของแป้งจะละลายออกมา กำลังการพองตัวของแป้งจะแสดงเป็นปริมาตรหรือน้ำหนักของเม็ดแป้งที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเม็ดแป้งพองตัวได้อย่างอิสระในน้ำ สำหรับความสามารถในการละลายจะแสดงเป็นน้ำหนักของแข็งทั้งหมดในสารละลายที่สามารถละลายได้ ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กัน

ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวและความสามารถในการละลายของแป้งมีหลายประการ

(1) ชนิดของแป้ง

แป้งแต่ละชนิดมีรูปแบบในการพองตัวและการละลายแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตามความสามารถในการพองตัวและการละลายของแป้งแล้ว สามารถแบ่งแป้งออกเป็น 3 ชนิด คือ แป้งจากธัญพืช แป้งจากส่วนราก และแป้งจากส่วนหัว

1.1) แป้งจากธัญพืช มีรูปแบบการพองตัวและการละลาย 2 ชั้น แสดงถึงแรงของพันธะภายในเม็ดแป้งที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ พันธะบริเวณผลึก และบริเวณอสัญฐานของเม็ดแป้ง แป้งจำพวกนี้มีจำนวนพันธะสูงสุด แต่มีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำสุดเนื่องจากมีปริมาณอะมิโลสสูง ซึ่งอะมิโลสจะทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น ทำให้พองตัวได้ต่ำ

1.2) แป้งจากส่วนรากหรือ pith เช่น แป้งมันสำปะหลัง มีการพองตัวเพียงชั้นเดียว กำลังการพองตัวและการระบายมีค่าสูงกว่าแป้งจากธัญพืช เนื่องจากมีจำนวนพันธะน้อยกว่าแป้งจากส่วนรากจะเกิดเจลาติไนซ์ที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งจากธัญพืช

1.3) แป้งจากส่วนหัว เช่น แป้งมันฝรั่ง จะมีการพองตัวสูงเนื่องจากพันธะภายในร่างแหอ่อนแอ นอกจากนี้หมู่ฟอสเฟตภายในแป้งมันฝรั่งยังทำให้เกิดการพองตัวสูงขึ้น เนื่องจากสามารถก่อให้เกิดแรงผลักดันทางไฟฟ้าได้ การพองตัวในแป้งจากส่วนหัวจะเกิดพียงชั้นเดียว และเกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ รูปแบบนี้จะเป็นลักษณะของแป้งที่เป็นพอลิอิเล็กโทรไลต์ (polyelectrolyte)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ความแข็งแรงและลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้ง

ความแข็งแรงและลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้ง หรืออีกนัยหนึ่งคือ จำนวนและชนิดของพันธะภายในเม็ดแป้ง ในระดับโมเลกุลมีปัจจัยหลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่อจำนวนของพันธะ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ส่วนประกอบและการกระจายตัวของร่างแหภายในเม็ดแป้ง อัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกทินน้ำหนักโมเลกุล การกระจายตัวของโมเลกุล จำนวนกิ่งก้านสาขา การจัดเรียงตัว และความยาวของสาขาในอะมิโลเพกทิน

(3) สิ่งเจือปนในเม็ดแป้งที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต

สิ่งเจือปนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพองตัวของเม็ดแป้ง เช่น แป้งข้าวโพดที่ถูกสกัดไขมันออกจะมีการพองตัวอย่างอิสระและเป็นรูปแบบเดียวกันดีกว่าแป้งข้าวโพดปกติ เนื่องจากกรดไขมันในธรรมชาติของแป้งข้าวโพดปกติจะยับยั้งการพองตัวของเม็ดแป้ง โดยเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับอะมิโลส (lipid – amylose complex) นอกจากนั้นการใส่สารลดแรงตึงผิวในแป้งจะมีผลต่อกำลังการพองตัวของเม็ดแป้ง การใส่ potassium plamitate และ stearate จะลดกำลังการพองตัวของแป้งมันสำปะหลัง ในขณะที่การใส่ sodium sulfate และ acetyl trimethyl ammonium bromide จะเพิ่มกำลังการพองตัวของเม็ดแป้ง

(4) คุณสมบัติหลังการดัดแปลงทางเคมี

คุณสมบัติการพองตัวและการละลายของแป้งจะเปลี่ยนไปเมื่อมีการดัดแปรทางเคมี การดัดแปลงด้วยกรดหรือการเกิดออกซิเดชันด้วย hypochlorite จะทำให้เกิดการแตกออกของพันธะภายในร่างแห ทำให้เม็ดแป้งแตกออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ การละลายและการพองตัวสูงขึ้น สำหรับการดัดแปรด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันหรืออีเทอร์ริฟิเคชัน จะเกิดการแทนที่ของหมู่อื่นภายในโมเลกุลของแป้ง ทำให้พันธะภายในเม็ดแป้งอ่อนแอลงอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์ต่ำลง การพองตัวเพิ่มขึ้น ขอบเขตในการลดลงของอุณหภูมิเจลาติไนซ์และการพองตัวที่เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับจำนวนและธรรมชาติของหมู่ที่มาแทนที่ การทำครอสลิงจะทำให้ความแข็งแรงของพันธะภายในเม็ดแป้งเพิ่มขึ้น ความสามารถในการพองตัวและการละลายลดลง

(5) ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในสภาวะที่เกิดการพองตัว

มีผลต่อการพองตัวและการละลาย สารละลายที่มีปริมาณแป้งต่ำกว่า 20% ค่าการละลายจะสูงกว่าเมื่อมีปริมาณแป้งมีสูงกว่า 20% การพองตัวอย่างอิสระและการละลายที่สูงขึ้นจะถูกยับยั้งในสภาพที่สารละลายมีปริมาณน้ำน้อย สารประกอบอื่น ๆ เช่น ซูโครส กลูโคส และสารอิเล็กโทรไลต์ (เช่น sodium chloride) มีผลกระทบต่อการพองตัวของแป้ง พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของซูโครส ความสามารถในการละลายของแป้งจะเพิ่มขึ้น นั่นคือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลและการลดลงของปริมาณแป้งมีผลทำให้การละลายของแป้งเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบทางเคมีของแป้ง (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2543 : 24 – 27)

ส่วนประกอบอื่น ๆ ภายในเม็ดแป้ง แบ่งออกเป็น

1. particulate material คือ ส่วนที่ไม่ใช่แป้งที่แยกได้จากแป้ง ได้แก่ โปรตีนที่ไม่ละลายและผนังเซลล์ซึ่งจะมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตแป้ง

2. surface material คือ ส่วนที่ติดกับพื้นผิวของเม็ดแป้ง สามารถสกัดออกได้โดยไม่ต้องทำลายเม็ดแป้ง เช่น เยื่อหุ้มอะไมโลพลาสต์

3. internal components คือ ส่วนที่ติดอยู่ภายในเม็ดแป้ง สามารถแยกออกได้โดยการทำลายเม็ดแป้ง เช่น ไขมันในแป้งจากธัญพืช หมู่ฟอสเฟตในแป้งมันฝรั่ง และสารประกอบไนโตรเจนในแป้ง

องค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อลักษณะและคุณสมบัติของเม็ดแป้งที่สำคัญได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า และ ฟอสฟอรัส ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งชนิดต่าง ๆ

ชนิดแป้ง	ความชื้น 65% RH, 20°C	%ไขมัน	%โปรตีน	%เถ้า	ฟอสฟอรัส
แป้งข้าวโพด	13	0.6	0.35	0.1	0.015
แป้งมันฝรั่ง	19	0.05	0.06	0.4	0.08
แป้งสาลี	14	0.8	0.4	0.15	0.06
แป้งมันสำปะหลัง	13	0.4	0.1	0.2	0.01
แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว	13	0.2	0.25	0.07	0.007
แป้งข้าวฟ่าง	13	0.7	0.3	0.08	-
แป้งข้าวเจ้า	-	0.8	0.45	0.5	0.1
แป้งสาคู	-	0.4	0.1	0.2	0.02
แป้ง amylomaize	13	0.4	-	0.2	0.07
แป้งมันเทศ	13	-	-	0.1	-

ที่มา : อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ, 2539 : 117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ไขมัน

โดยส่วนใหญ่แป้งจะมีองค์ประกอบของไขมันอยู่ต่ำกว่า 1% ชนิดของไขมันที่มีอยู่ในแป้งมีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง เช่น มีผลต่อความหนืดของแป้ง ดังนั้นในการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งจะต้องกำจัดไขมันออกจากแป้งโดยสกัดด้วยตัวทำลายหรือย่อยสลายโดยใช้น้ำย่อย

ไขมันภายในแป้งมีทั้งที่อยู่บริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้ง ซึ่งประกอบด้วย triglyceride, free fatty acid, glucolipids, phospholipids และไขมันที่อยู่กระจายทั่วไปภายในเม็ดแป้ง โดยเชื่อมพันธะกับคาร์โบไฮเดรตอย่างหลวม ๆ แป้งจากพืชหัวและจากถั่วไม่มีไขมันภายในเม็ดแป้ง สำหรับแป้งจากธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี มีไขมันภายในเม็ดแป้งซึ่งมีสมบัติและปริมาณของไขมันแตกต่างกัน ในแป้งข้าวโพดมีไขมัน 0.6 ถึง 0.8% ประกอบด้วย free fatty acid 62% และ lysophospholipid 38% สำหรับแป้งสาลีมีไขมัน 0.8 ถึง 1.2% น้ำหนักแห้ง ประกอบด้วย monoacyl/lysophospholipids 86 ถึง 94% กรดไขมันที่สำคัญของ lysophospholipid คือ กรดไขมันอิ่มตัวคาร์บอน 16 อะตอม (palmitic acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวคาร์บอน 18 อะตอม (linoleic acid) monoacyl lipid เหล่านี้สามารถจับตัวเชิงซ้อนกับอะมิโลสได้ ในขณะที่ diacyl และ triacyl lipid ไม่สามารถจับตัวเช่นนี้ได้ ความสัมพันธ์ของปริมาณอะมิโลสกับปริมาณไขมันในข้าวโพดชนิดต่าง ๆ พบว่าข้าวโพดเหนียวซึ่งมีปริมาณอะมิโลสต่ำ จะมีไขมันต่ำ สำหรับข้าวโพดที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะมีไขมันสูงกว่าปกติ

ไขมันที่รวมอยู่ในเม็ดแป้งจะส่งผลกระทบต่อลักษณะและคุณสมบัติของแป้ง โดยจะลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และการจับตัวกับน้ำของแป้ง เมื่อเกิดฟิล์มและแป้งเปียก (paste) ไขมันจะรวมตัวกับอะมิโลสเกิดเป็น inert complex ทำให้ฟิล์มและแป้งเปียกมีลักษณะทึบแสงหรือขุ่น นอกจากนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งอยู่บริเวณพื้นผิวเม็ดแป้งจะทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น แต่สำหรับไขมันที่รวมตัวเชิงซ้อนกับอะมิโลสจะไม่ก่อให้เกิดกลิ่น เนื่องจากสามารถต้านทานการเกิดออกซิเดชันได้แป้งจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลี มีกลิ่นแรงกว่าแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว แป้งมันสะปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง เนื่องจากมีองค์ประกอบของไขมันสูง

(2) ไนโตรเจน (โปรตีน)

ภายในแป้งมีส่วนประกอบของโปรตีนอยู่ต่ำกว่า 1% โดยโปรตีนจะเกาะอยู่บริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้ง ทำให้เกิดผลกระทบต่อลักษณะของแป้ง คือ ทำให้เกิดประจุบนพื้นผิวเม็ดแป้ง มีผลต่อการกระจายของเม็ดแป้ง ทำให้แป้งมีอัตราการดูดซับน้ำ อัตราการพองตัว และอัตราการเกิดเจลาติไนซ์เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิด maillard reaction ระหว่างการทำปฏิกิริยาของกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซิง สีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงไป (โดยส่วนใหญ่ปฏิกิริยาเช่นนี้เกิดขึ้นกับแป้งจากธัญพืช เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูง)

(3) เถ้า

แป้งโดยทั่วไปมีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม สามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้จากส่วนที่เหลือหรือเถ้าจากการเผาไหม้ โดยสมบูรณ์ ปริมาณเถ้าในแป้งมันฝรั่งจะสัมพันธ์กับหมู่ฟอสฟอรัสในแป้ง สำหรับเถ้าในแป้งจากธัญพืชจะสัมพันธ์กับปริมาณฟอสโฟลิปิด

(4) ฟอสฟอรัส

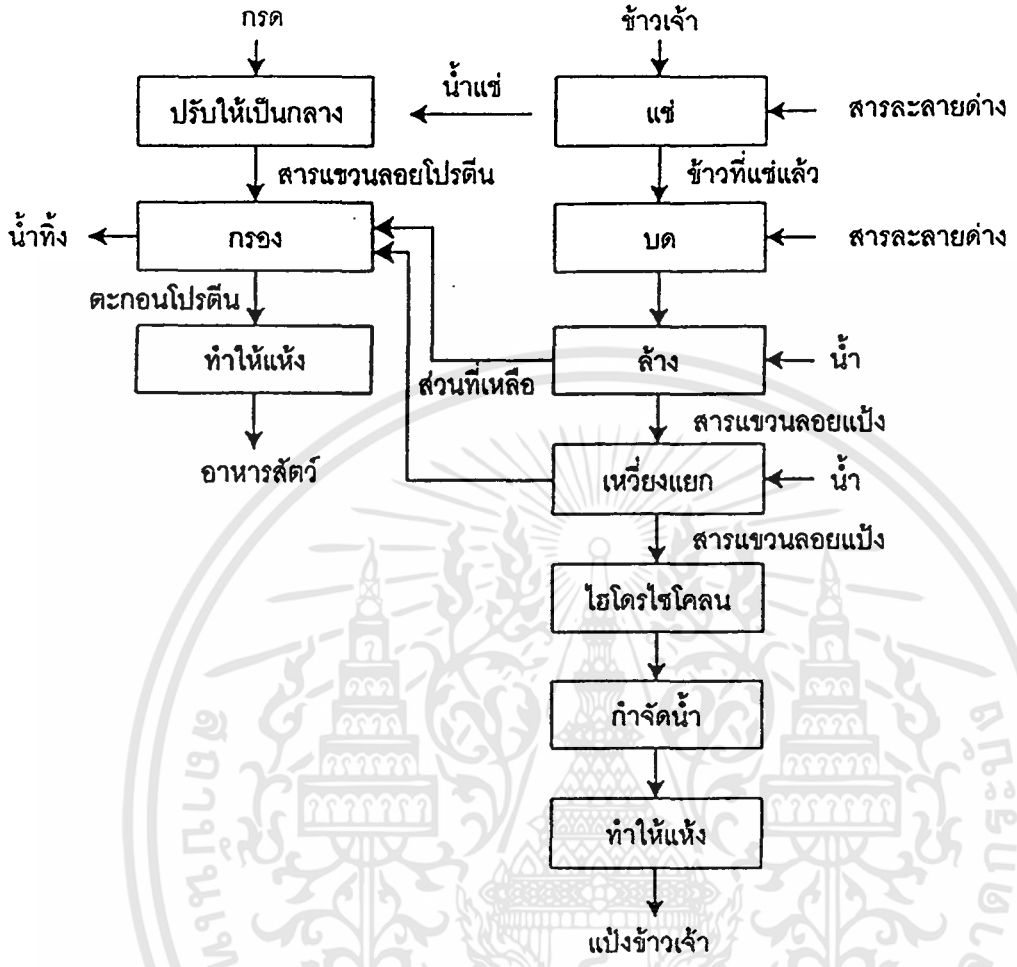
แป้งส่วนใหญ่มีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสอยู่น้อยกว่า 0.1% โดยแป้งจากธัญพืชมีฟอสฟอรัสในรูป phospholipid ประมาณ 0.2 ถึง 0.06% และสำหรับแป้งจากพืชหัวและราก เช่น แป้งจากมันฝรั่ง มีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสประมาณ 0.3 ถึง 0.4% ฟอสฟอรัสภายในแป้งอยู่ในรูปฟอสเฟตเชื่อมกับหมู่ไฮดรอกซิลที่ C_3 และ C_6 ของหน่วยกลูโคส แป้งมันฝรั่งมีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสจึงทำให้มีประจุพื้นผิวเป็นลบ แรงผลักระหว่างประจุลบจะทำให้แป้งมันฝรั่งมีคุณสมบัติพองตัวง่าย และมีความหนืดสูงกว่าแป้งชนิดอื่น ๆ

กระบวนการผลิตแป้งข้าวเจ้า (rice starch) (กล้าณรงค์ ศรีรอต,2543: 20)

เริ่มจากนำข้าวเปลือกมาล้างทำความสะอาด แยกสิ่งแปลกปลอม (ถ้าเป็นข้าวเปลือก ต้องผ่านการสีก่อน) แช่ในสารละลายด่างพร้อมกับมีการกวนช้าๆ ทำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อแยกโปรตีนที่ติดอยู่กับแป้งในเม็ดข้าวเจ้าออก ปล่อยให้ข้าวตกตะกอน แยกส่วนที่มีโปรตีน (steep liquor) ออก ทำซ้ำขั้นตอนนี้จนกระทั่งเมล็ดข้าวนิ่ม แล้วนำเมล็ดข้าวมาบดเปียกด้วยสารละลายด่าง ล้างน้ำ และเหวี่ยงแยกโปรตีนส่วนที่ติดอยู่ในสารแขวนลอยแป้งออก นำมาผ่านไฮโดรโซโคลน กำจัดน้ำ แล้วทำให้แห้ง นำแป้งมาทำให้แห้ง ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแป้งข้าวเจ้า ดังแสดงกระบวนการผลิตแป้งข้าวเจ้าใน (รูปที่ 7)

สำหรับ steep liquor ที่แยกได้ นำมาปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยกรด ทำให้โปรตีนตกตะกอนแล้วกรองออก ทำให้แห้ง ใช้เป็นอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

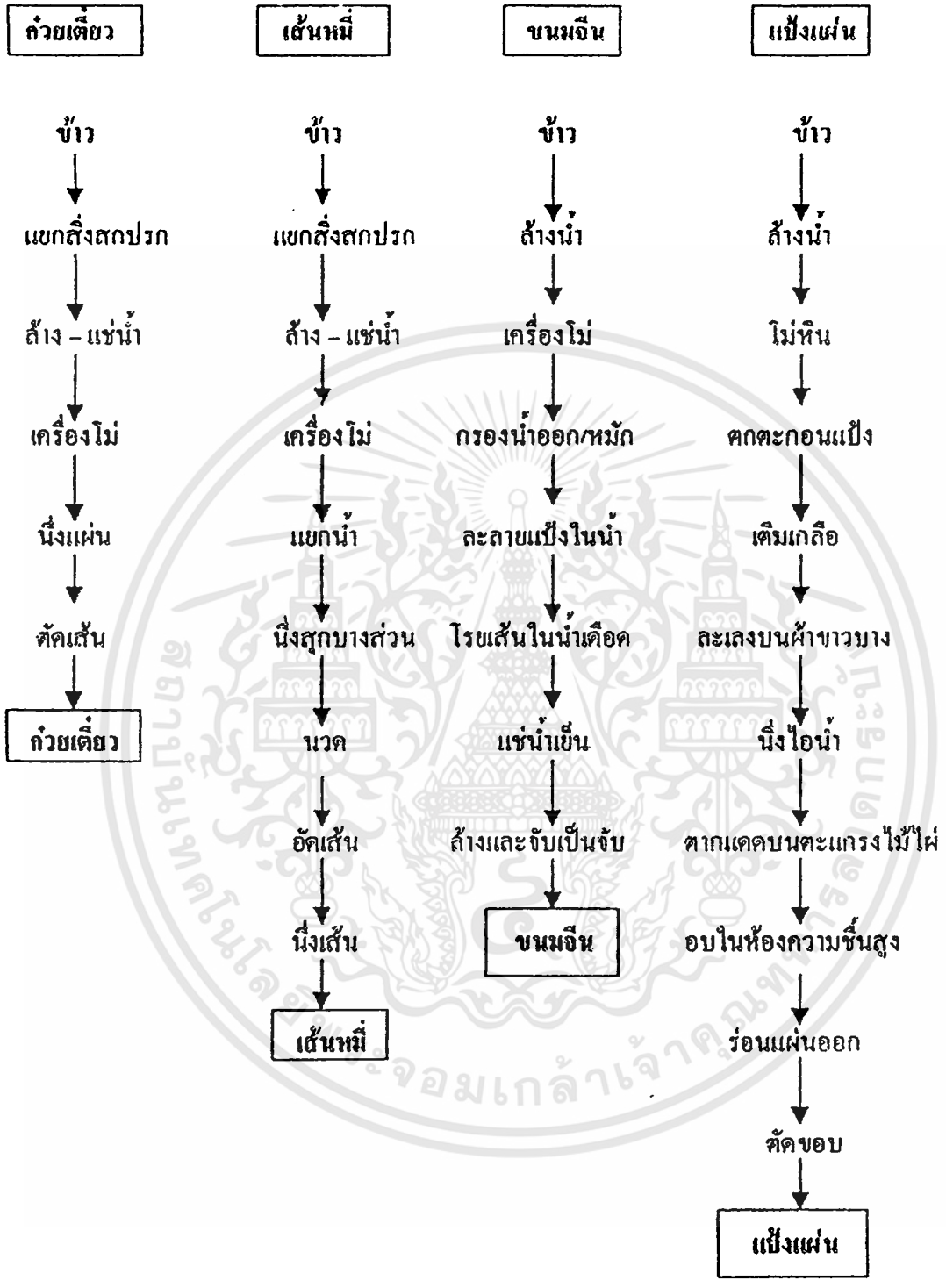


รูปที่ 7 กระบวนการผลิตแป้งข้าวเจ้า

หน้าที่ของแป้งต่อผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์เส้นและแผ่น ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ และขนมจีน ปัจจุบันมีการใช้ข้าวสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เหล่านี้เพื่อบริโภคภายในและส่งออก ประมาณ 300,000 ตันต่อปี ข้าวที่เหมาะสมเป็นข้าวที่มีอะมิโลสไม่ต่ำกว่า 27% และควรเป็นข้าวเก่า 3 – 4 เดือน นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบประเภทเดียวกัน เช่น แป้งแผ่นหรือใบเมี่ยง เทคโนโลยีการผลิตอาหารเหล่านี้มีหลักการใกล้เคียงกัน แต่มีความละเอียดอ่อนบางส่วนแตกต่างกัน (งามชื่น คงเสรี, 2539 : 13 – 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นและแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การนำแป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ (งามชื่น คงเสรี, 2539 : 20)

(1) ขนมปัง แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน 1 : 1 สามารถทดแทนแป้งสาลีได้ 10 – 30% ในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชโดยเติมสารปรับปรุงคุณภาพแป้ง คือ โปรตีน กลูเตน 12% Distilled monoglyceride (MGL) 0.3%, Diacetyl tartrate ester of monoglyceride (DATEM) 0.3% Sodium stearyl lactylate (SSL) 0.3%, เอนไซม์ แอลฟ่า อะมิเลส 0.005%

การผลิตขนมปังแป้งข้าวล้วนควรใช้แป้งข้าวชนิดอะมิโลสต่ำที่ได้จากการโม่แห้งให้มีความละเอียด 120 – 140 mesh และปรับปรุงคุณภาพของแป้งโดยเติม hydroxyproply methyl cellulose (HPMC) 2.5 – 3.0% และควรผลิตเฉพาะขนมปังก้อนเล็ก

(2) ผลิตภัณฑ์เส้น แป้งข้าวชนิดอะมิโลสสูงและปานกลางสามารถทดแทนแป้งสาลีในการผลิตบะหมี่และหมี่สั๊ว ได้ 35 – 40% โดยเติมแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิด high crosslinked หรือ low crosslink 5 – 10% หรือแป้งพรีเจลลาติไนซ์จาก extrusion 10% เพื่อปรับปรุงคุณภาพของแป้ง

(3) ผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋ แป้งข้าวสามารถทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋ได้ 40% ทั้งนี้ระยะเวลาการหมักใช้แป้งขึ้นฟูไม่ควรเกิน 4 ชั่วโมง

(4) ขนมเค้ก แป้งข้าวที่เหมาะสมสำหรับทำเค้กแทนแป้งสาลี 100% ควรเป็นแป้งอะมิโลสต่ำที่ได้จากการโม่แห้ง ทั้งนี้ควรเติมเอสพีซึ่งเป็น emulsifier เพื่อช่วยการขึ้นฟู แป้งชนิดโม่น้ำสามารถทดแทนแป้งสาลีได้ 80%

2.2 คุกกี้ (Cookies)

เป็นขนมจำพวกผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชิ้นเล็ก ๆ มีทั้งชนิดที่อบจนกรอบ ร่วน หรือบางชนิดมีเนื้อนุ่ม (soft cookies) มีรูปร่างและรสชาติต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับวิธีทำและส่วนผสม บางชนิดตกแต่งด้วยน้ำตาลบางชนิดก็มีหลายสีในคุกกี้ชนิดเดียวกัน ซึ่งอาจเรียกคุกกี้ว่า บิสกิต (Biscuit) (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 178)

ชนิดของคุกกี้ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 178 – 179)

การแบ่งชนิดของคุกกี้ตามวัตถุดิบหรือส่วนผสมที่ใช้แบ่งได้เป็นมี 2 ชนิด คือ คุกกี้เนยและคุกกี้ทั่วๆไป แต่ไม่ว่าจะเป็นคุกกี้ชนิดไหนก็มีกรรมวิธีในการทำเหมือนกัน จึงนิยมแบ่งชนิดของคุกกี้ตามวิธีที่ทำซึ่งได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40321

1. คุกกี้หยอด (Drop Cookies) ลักษณะของแป้งจะอ่อนตัวเหลวพอที่จะตักหยอดได้ คุกกี้ชนิดนี้เมื่ออบแล้วจะกลมและนูนตรงกลาง หรือเป็นแผ่นบาง ๆ กรอบร่วน

2. คุกกี้โรล (Rolled Cookies) ลักษณะของแป้งจะเหนียวและแห้ง เพราะแป้งจะต้องมีความแข็งแรงและเหนียวพอที่จะคลึงได้โดยไม่ติดพื้น คลึงเป็นแผ่นแล้วใช้พิมพ์คุกกี้กดหรือตัดเป็นรูปต่าง ๆ อาจจะแต่งหน้าด้วยช็อกโกแลต หรือน้ำตาลผสมสีต่าง ๆ เพื่อให้สวยงาม หรือจะม้วนเป็นแท่งแล้วตัดตามขวางก็ได้

3. คุกกี้กด (Pressed Cookies) ลักษณะของแป้งจะมีไขมันสูง ค่อนข้างอ่อน เพื่อที่จะกดได้สะดวกและคงรูปร่างอยู่ได้เมื่ออบเสร็จแล้วเมื่อผสมส่วนผสมเสร็จแล้ว นำมาใส่ในกระบอกกดคุกกี้หรือหัวบีบกดเป็นรูปต่าง ๆ ตามต้องการ

4. คุกกี้แท่ง (Bar Cookies) ลักษณะของแป้งจะเหลวเหมือนเค้กก่อนอบ แต่จะกรอบแข็งเหมือนคุกกี้หลังจากอบแล้ว และตัดแป้งเป็นแท่งๆ หรือบางชนิดนำมารีดเป็นเส้นยาวๆ บนถาดที่ทาด้วยไข่หรือไม่ทาก็ได้ก่อนอบ

5. คุกกี้ปั้น (Molded Cookies) ลักษณะของแป้งจะนุ่มแต่ไม่เหนียวจะมีส่วนประกอบของไขมันสูง ซึ่งจะทำให้แป้งไม่เหนียว สามารถนำแป้งมาปั้นเป็นลูกกลม ๆ หรือเป็นแท่ง หรือจะแบบใดก็ได้ตามต้องการ แล้วกดให้แบน

6. คุกกี้ริฟริจีเรเตอร์ (Refrigerater Cookies) ลักษณะของแป้งจะต้องแข็งพอสมควร ที่จะคลึงหรือปั้นเป็นท่อนได้ แล้วห่อด้วยกระดาษไขหรือกระดาษแก้วนำไปเข้าตู้เย็น จนแข็งพอหั่นได้ไม่ยากแต่ก็ไม่เหลวจนพอหั่นแล้วทำให้เสียรูป แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นกว้างประมาณ 1/8 นิ้ว นำเข้าอบ

องค์ประกอบและคุณสมบัติของส่วนผสมคุกกี้ (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 : 27 – 29)

1. แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีนสองชนิดที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดิน (Gliadin) ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “กลูเต็น” (Gluten) มีลักษณะที่เป็นยางเหนียวยืดหยุ่นได้ที่ คนจีนเรียกกันว่า “หมี่กึง” โดยกลูเต็นนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซเอาไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากเตาอบ

แป้งสาลี ถ้าดูจากภายนอกก็มีลักษณะคล้ายกับแป้งทั่ว ๆ ไป ตรงที่เป็นผงและมีสีขาว ได้มาจากเมล็ดข้าวสาลี (ลักษณะกลมกว่าเมล็ดข้าวเจ้า) นำมาผ่านขบวนการบด เหวี่ยง ร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแยกตัว ถ้าพูดถึงคุณค่าอาหารในแป้งสาลีก็มีมากมาย เช่น คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ไขมัน และวิตามิน โปรตีนซึ่งมีอยู่มากในแป้งสาลีนี่เป็นตัวทำให้ข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่มีลักษณะแตกต่างจากธัญพืชส่วนใหญ่ โปรตีนที่จำแนกแป้งสาลีออกเป็นชนิดต่าง ๆ ก็คือ "กลูเตน" (Gluten) หรือ "หมี่กึง" นั่นเอง ส่วนโปรตีนในข้าวสาลีที่แตกต่างกันนั้นก็ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสถานที่ปลูก เราสามารถแบ่งข้าวสาลีโดยดูจากปริมาณโปรตีนได้เป็นชนิดหนักกับชนิดเบา ถ้าเป็นชนิดหนัก จะมีจำนวนโปรตีนอยู่มาก มีกลูเตนที่เหนียวและยืดหยุ่นได้ดีกว่าชนิดอ่อน ซึ่งมีจำนวนโปรตีนต่ำ ข้าวสาลีเมื่อถูกนำมาแปรรูปจะกลายเป็นแป้ง

1.1 แป้งขนมปัง (Bread Flour) แป้งเนื้อหยาบ มีสีครีมได้มาจากข้าวสาลีชนิดหนัก มีโปรตีนสูงประมาณ 13 – 15% จึงมีกลูเตนอยู่มากและสามารถดูดน้ำได้ดีถึง 65% ของน้ำหนักแป้ง (ผลของการที่แป้งดูดน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้นและเนื้อในขนมไม่แห้ง) เมื่อนำมาเติมน้ำในปริมาณที่พอเหมาะแล้วนำมานวดจนกลูเต็นแข็งแรงก็จะได้ก้อนโตที่มีความยืดหยุ่นดีเหมาะอย่างยิ่งในการทำขนมปังหรือขนมที่ต้องการโครงสร้างมาก ๆ ตัวอย่างแป้งชนิดนี้ได้แก่ แป้งขนมแป้งตราหงส์ขาว (ห่าน)

1.2 แป้งเค้ก (Cake Flour) แป้งเนื้อสีขาวละเอียด จับแล้วรู้สึกลื่นมือมีโปรตีนต่ำประมาณ 7 – 9% ความสามารถในการดูดน้ำจึงน้อยกว่าชนิดแรก

การนำแป้งเค้กไปผ่านขบวนการฟอกสีเพื่อจะได้แป้งที่มีสีขาวขึ้นและมีความสามารถในการอุ้มน้ำและไขมันได้ดี จึงเหมาะมากมีการนำแป้งชนิดนี้มาทำเค้กที่มีปริมาณไขมันมาก (เค้กเนย) เช่นแป้งเค้ก

ส่วนแป้งที่ไม่ผ่านการฟอกสีมักนิยมนำไปทำเค้ก ที่มีปริมาณไขมันไม่มากนักเช่น แป้งอเนกประสงค์

1.3 แป้งอเนกประสงค์ (All Purpose Flour) ได้มาจากการผสมข้าวสาลีชนิดหนักและชนิดเบาเข้าด้วยกัน ในแป้งมีโปรตีนพอเหมาะคือ 10 – 12% ความสามารถในการดูดน้ำมีปานกลาง ตัวอย่างแป้งชนิดนี้คือ แป้งอเนกประสงค์ตราว่าว ซึ่งสามารถจะนำไปทำขนมได้เกือบทุกประเภท (สมกับชื่อ) ไม่ว่าจะเป็นขนมปัง เค้ก คุกกี้ พาย ปาท่องโก๋ หรือบะหมี่ก็ยังได้

ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ออกมาให้ได้ผลดีนั้น ควรพิจารณาถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ของแป้งสาลีดังต่อไปนี้ด้วย

1. สีของแป้ง สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้ามีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแซนโตฟิลส์ หรือสีครีม จะทำให้เนื้อในของขนมปังมีสีไม่ดี ดังนั้นแป้งสาลีที่โม่ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีเสียก่อนที่นำไปบรรจุถุงหรือกล่องเพื่อการจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำลังของแป้ง หมายถึง พลังงานที่แป้งสามารถอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดี เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี

3. ความทนต่อสภาพต่าง ๆ ในที่นี้หมายถึงลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนาน ๆ ทนต่อการรีดและการกระทำอื่น ๆ โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่าง ๆ นี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกลูเต็นเพราะแป้งสาลีที่มีความทนต่อสภาพต่าง ๆ สูงจะหมักได้นานและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

4. ความสามารถในการดูดซึมน้ำสูง แป้งสาลีที่ดีจะต้องมีคุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ ผลการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มากนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพ

5. ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง คือ ความสม่ำเสมอในเรื่องของสี ขนาดของเม็ดแป้งและทั่วๆ ไป ถ้าแป้งขาดความสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แต่ละครั้งไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงควรทำการตรวจสอบแป้งก่อนทุกๆ ครั้งที่จะทำผลิตภัณฑ์ใดๆ ก็ตาม

2. ไขมัน

2.1 เนยสด (Butter) ทำจากไขมันของน้ำนมวัว มีไขมันประมาณ 80 – 81 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลือง กลิ่นรสหอมหวาน แต่มีค่าของความเป็นครีมต่ำจึงตีเป็นครีมไม่ดีขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน เวลาผสมมักไม่ค่อยเข้ากันจึงทำให้เค้กที่ได้ออกมามีปริมาตรต่ำ เนื้อหยาบ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 63)

2.2 เนยขาว (Shortening) เนยขาวผลิตจากน้ำมันพืชที่กลั่นกรองและฟอกสีแล้วและเติมแก๊สไฮโดรเจนเข้าไป (Hydrogenated) หรือจากไขมันสัตว์ มักใช้เป็นส่วนผสมอย่างหนึ่งในการทำขนมปังที่ใช้ยีสต์และเพสตรี้และเหมาะในการใช้ทอดอาหาร ทาพิมพ์ขนม คุณภาพของเนยขาวขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ผลิตและราคาที่จำหน่าย สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เสียง่ายเช่นเดียวกับมาร์การีน อย่าให้โดนแสงแดดและอากาศ เพราะสีจะเปลี่ยนและจะเหม็นหืนได้ง่าย (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 : 31)

2.3 เนยเทียมหรือมาร์การีน (Margarine) มักจะมีผู้เข้าใจผิดอยู่เสมอว่า เนยเทียมหรือมาร์การีนนี้คือเนยสด ซึ่งจริงๆ แล้วเป็นคนละอย่างกัน แต่ถ้าหากจำเป็นต้องใช้แทนกันก็สามารถใช้ได้ในน้ำหนักที่เท่ากัน

เนยเทียมผลิตขึ้นโดยนักเคมีชาวฝรั่งเศสชื่อ Mego Mouries โดยทำมาจากไขมันพืชแทนไขมันนม เนยเทียมจะมีปริมาณไขมันประมาณ 80% ที่เหลือจะเป็นส่วนแต่งรสอื่น ๆ เช่น นมผงเพื่อเพิ่มกลิ่นรสให้มาร์การีนคล้ายเนยสดมากขึ้นและโดยปกติจะมีการเติมเกลือเพื่อเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บด้วย การทำน้ำมันพืชให้เป็นไขมันพืชที่ใช้ทำเนยเทียมนั้น โดยนำมาเติมไฮโดรเจนจะได้ของแข็งหนืด มีกลิ่นรสตามน้ำมันพืชที่ใช้ซึ่งในระหว่างผสมนิยมเติมสี กลิ่น รส เกลือ น้ำ อิมัลซิไฟเออร์ ฯลฯ ลงไปด้วยเพื่อทำให้ของเหลวรวมตัวกับไขมันได้ดี สีของมาร์การีนนั้นจะเข้มกว่าเนยสดเล็กน้อยทางด้านหีบห่อของเนยเทียมก็จะมีแตกต่างไปหลายรูปแบบ และมักบรรจุในกระป๋องพลาสติกสำหรับคุณภาพของแต่ละชนิแต่ละยี่ห้อจะแตกต่างกันไปตามคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ผลิตและราคาที่จำหน่ายเนยเทียมหรือมาร์การีนที่ทำจากน้ำมันถั่วเหลืองจะได้เนยที่เนื้อละเอียดส่วนคุณสมบัติและความสามารถในการตีจับอากาศหรือตีขึ้นฟู เนยเทียมจะตีได้ดีกว่าเนยสดไม่เหลวหรืออ่อนตัวง่ายและสามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เสียง่ายเหมือนเนยสด ความแตกต่างระหว่างเนยสดกับเนยเทียมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการปรุงแต่งชนิดของน้ำมันพืชที่ทำเนยเทียม ซึ่งเป็นตัวบ่งถึงคุณภาพรวมทั้งราคาก็แตกต่างกัน (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2562 : 32)

หน้าที่ของไขมัน

1. ช่วยหล่อลื่นกลูเต็นและเม็ดแป้ง ทำให้เนื้อขนมนุ่มขึ้น
2. ช่วยเก็บอากาศในระหว่างการตีเนย ทำให้ขนมมีลักษณะเบาฟู เนื้อละเอียด
3. ช่วยให้ขนมมีความมัน เนื้อนุ่มและชุ่ม เก็บได้นานขึ้น ผิวของขนมปังจะบาง
4. เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้ไขมันเข้ากับน้ำหรือของเหลวอื่น ๆ ได้ดีขึ้น
5. ทำให้แป้งพายเป็นชั้นหรือร่วนได้ดี
6. ให้กลิ่นรสที่หอมหวานน่ารับประทานโดยเฉพาะเนยสด

การเลือกซื้อ

เนยสด เนยขาว มาการีนต่าง ๆ ควรเลือกซื้อที่มีความสดใหม่ สีสด ความคงตัวดี ไม่เหลว มีกลิ่นหอม ไม่หืน (อังสนา กาญจนกร, 2540 : 66 – 67)

การเก็บรักษา

หลักสำคัญในการเก็บไขมันคือ ไม่ควรให้ถูกแสง อากาศ น้ำ ความร้อนอุณหภูมิสูง ๆ และโลหะ

1. การเก็บเนยสด ควรเก็บในตู้เย็น ช่องธรรมดาไม่ต้องเก็บในช่องแช่แข็งหรือฟรีซเซอร์ และห้ามเก็บเนยสดไว้ที่อุณหภูมิห้องจะทำให้อ่อนตัวลงได้

2. การเก็บเนยขาว สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เสียง่าย อย่าให้โดนแสงแดดและอากาศ เพราะสีจะเปลี่ยนและจะเหม็นหืนได้ง่าย (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 68)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไข่

ไข่เป็นส่วนผสมที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการทำผลิตภัณฑ์อาหารเตาอบ โดยเฉพาะอาหารเตาอบประเภทเบเกอรี่ ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์นิยมใช้ไข่สด ใช้ได้ทั้งไข่เป็ดและไข่ไก่ แต่เนื่องจากไข่ไก่มีกลิ่นคาวน้อยกว่าไข่เป็ด และทำให้ขนมเนื้อนุ่มเบา คนในปัจจุบันจึงนิยมใช้ไข่ไก่ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 80 – 81)

คุณภาพของไข่ที่จะใช้ ไข่ที่มีคุณภาพดีควรเป็นไข่สด มีลักษณะดังนี้

1. ผิวด้าน หยาบ ไม่ลื่น มัน
2. ช่องอากาศไม่ลึก
3. เมื่อต่อยจากเปลือกจะพบว่าไข่แดงกลมนูนตรงกลางไข่ขาวจะข้นเกาะกันดีกับไข่แดง
4. ไม่มีกลิ่นเหม็น

หน้าที่ของไข่แดง (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 81)

1. ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีปริมาตรดี เมื่อตีไข่ไข่จะช่วยเก็บอากาศ ทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัวจึงทำให้ฟองอากาศคงตัว เวลานำผลิตภัณฑ์เข้าอบฟองอากาศในไข่ขยายตัว ทำให้เกิดโครงร่างของเนื้อผลิตภัณฑ์จึงทำให้ฟูขึ้น
2. ทำให้เกิดสีแก่เนื้อผลิตภัณฑ์จากสีเหลืองในไข่แดง
3. ทำให้กลิ่นรสหอมน่ารับประทาน ซึ่งเป็นกลิ่นรสเฉพาะของไข่
4. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม เนื่องจากไข่มีความชื้นสูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถเก็บความชื้นไว้ในเนื้อผลิตภัณฑ์ได้ทำให้แห้งช้าลง
5. ให้คุณค่าทางอาหาร เพราะไข่มีโปรตีนและเกลือแร่ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

การเลือกซื้อ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 82)

1. ซื้อไข่รูปร่างกลมรีกว่ารูปร่างรี จะมีน้ำหนักมากกว่าไข่รูปร่างรี
2. ความสด คุณภาพของไข่ขึ้นอยู่กับความสด ถ้ายิ่งใหม่ยิ่งสดคุณภาพยิ่งดี ผิวนอกของเปลือกไข่สด จะมีผงคล้ายแป้งฉาบติดอยู่ จับดูแล้วรู้สึกเนียนมือ เปลือกไข่ต้องดูสะอาดไม่มีรอยสกปรก ส่วนไข่ที่เก่าเปลือกจะลื่นมัน ไข่ที่เน่าเสียแล้วจะมีจุดดำ ๆ เทา ๆ อยู่บนเปลือก ซึ่งดูแล้วจะมีสีดำคล้ำ ๆ
3. ในฤดูร้อนไม่ควรซื้อมากเกินไป อากาศร้อนร่างกายของคนเรามีการเผาผลาญพลังงานมากขึ้น ตัวไก่ก็เช่นกันทำให้ไข่ที่ออกมามีเปลือกค่อนข้างบางและแตกง่าย นอกจากนี้ไข่ที่มีเปลือกบางจะทำให้เชื้อแบคทีเรียเข้าไปในไข่ได้ง่ายไข่จะเสียเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาไข่ (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2524 : 44)

1. เลือกเก็บเฉพาะไข่ที่ออกใหม่ และเปลือกสด ถ้าเปลือกไข่ไม่สะอาดมีดินโคลนหรือมูลสัตว์ติดอยู่ อาจมีเชื้อจุลินทรีย์แทรกซึมผ่านรูเปลือกไข่ทำให้เสียเร็วและไม่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

2. ไม่ควรล้างไข่ก่อนถึงเวลาประกอบอาหาร การล้างไข่จะล้างเมือกที่เคลือบรอบเปลือกไข่ออกทำให้แก๊ส และน้ำระเหยออกมาจากฟองไข่มากขึ้นและเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปง่ายขึ้น ถ้าจำเป็นต้องล้างเมื่อล้างแล้วควรใช้น้ำมันพืชทาเปลือกไข่จะช่วยเก็บได้นานขึ้น

3. เก็บไข่ไว้ที่มีอุณหภูมิต่ำ ถ้ามีตู้เย็นควรเก็บไว้ในตู้เย็น หากเก็บไข่ไว้ที่อุณหภูมิปรกติเพียง 3 วัน จะเสื่อมคุณภาพมากกว่าไข่ที่เก็บไว้ในตู้เย็น 2 สัปดาห์

4. ควรเก็บไข่ในที่ปราศจากกลิ่นเหม็น เช่น กะปิ ปลาเค็ม มิฉะนั้นไข่จะดูดกลิ่นไม่ดีเข้าไปทางรูเปลือกไข่ได้ เมื่อนำไปประกอบอาหารจะมีกลิ่นไม่น่ารับประทาน

5. ควรเก็บไข่ในถาดสำหรับเก็บไข่โดยเฉพาะ โดยตั้งด้านป้านซึ่งมีโพรงอากาศขึ้น ถ้าเอาด้านแหลมขึ้นน้ำหนักของไข่จะดันให้โพรงอากาศลอยตัวขึ้นด้านบนเช่นกันทำให้เยื่อหุ้มไข่ทั้ง 2 ชั้นแยกออกจากกัน ไข่แดงซึ่งเบากกว่าก็จะพยายามลอยตัวขึ้นข้างบนเช่นกัน ทำให้ไข่แดงติดเปลือกได้ง่ายขึ้น

4. น้ำตาล

เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำ มีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรท (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 59)

น้ำตาลที่ใช้ในการทำอาหารอบมีหลายชนิดด้วยกัน ดังนี้ (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 : 45 – 46)

4.1 น้ำตาลทรายขาว มีลักษณะเป็นเม็ด ทำจากน้ำอ้อยหรือบีทสำหรับน้ำตาลในเมืองไทยนั้นผลิตมาจากอ้อย น้ำอ้อยเมื่อผ่านการผลิตขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งใช้กรรมวิธีทางเคมีจะกลายเป็นน้ำตาลซึ่งประกอบด้วย ผลึกน้ำตาล และกากน้ำตาลหรือโมลาส (Molasses) มีเกลือแร่และวิตามินเหลืออยู่บ้าง น้ำตาลดิบจะมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อนำไปฟอกอีกครั้งหนึ่งจะได้เป็นน้ำตาลทรายขาวซึ่งเหมาะสำหรับนำไปประกอบอาหารทั่ว ๆ ไป การนำไปใช้ถ้าเป็นก้อนทำให้กระจายออกแล้วตวงปาดให้พอดี ไม่กด เขย่า หรือเคาะ ควรเลือกซื้อผลึกเม็ดละเอียดในการทำอาหารอบ

4.2 น้ำตาลไอซิ่ง เป็นน้ำตาลทรายที่ผ่านกรรมวิธีบดให้ละเอียดมีแป้งข้าวโพดเป็นส่วนผสมอยู่ประมาณ 3% เพื่อป้องกันมิให้น้ำตาลจับตัวกันเป็นก้อน น้ำตาลไอซิ่งใช้สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลือบโดนัท เค้ก ลูกกวาด คุกกี้ การนำมาใช้ต้องร่อนก่อนตวง เพราะอาจเป็นก้อนเมื่อเก็บไว้นาน ๆ แล้วตวงเหมือนแป้ง

4.3 น้ำตาลทรายแดง เป็นน้ำตาลทรายที่มีสีเข้มต่างไปจากน้ำตาลทรายธรรมดาเนื่องจากไม่ได้ผ่านการฟอกสีอาจจะมีสีเหลืองแก่หรือน้ำตาลอ่อน ซึ่งเกิดจากส่วนผสมของโมลาส กลูโคส ฟรุกโทส เกลือบางชนิดและสารให้กลิ่น น้ำตาลทรายแดงนิยมนำไปทำขนมหลายชนิดที่ต้องการกลิ่นและสี เช่น ขนมอบ ขนมเข่ง เค้กผลไม้

เวลาใช้ควรร่อนก่อนตวง ใช้ถ้วยตวงของแห้ง กดน้ำตาลให้แน่นพอประมาณ ขนาดเทออกมาเป็นรูปถ้วย ตวงปาดน้ำตาลพอดีปากถ้วย น้ำตาลทรายแดงจะมีความชื้นมากว่าน้ำตาลทรายขาว ควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อป้องกันการรวมตัวกันเป็นก้อน ควรเลือกซื้อน้ำตาลทรายแดงที่สะอาด ไม่มีสิ่งเจือปน

หน้าที่ของน้ำตาล (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 60 – 61)

1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์
2. เป็นอาหารของยีสต์ทำให้การหมักเกิดขึ้นได้เร็ว
3. ใช้เตรียมครีมชนิดต่าง ๆ สำหรับแต่งหน้าเค้ก
4. ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
5. ทำให้ผิวนอกของผลิตภัณฑ์มีสีสวย
6. เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ กลิ่น และรสของผลิตภัณฑ์
7. ช่วยเก็บความชื้น ทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์นุ่มอยู่ได้นาน เพราะถ้าใช้น้ำตาลมาก เวลาอบจะสั้น เนื่องจากเกิดสีเหลืองของผิวขนมเร็วขึ้น ความชื้นออกได้น้อย ขนมจึงนุ่มและสดอยู่ได้นาน แต่ขนมปังจะมีความเหนียวลดลง

การเลือกซื้อน้ำตาล

1. เลือกชนิดของน้ำตาลให้เหมาะสมกับขนมที่จะทำ
2. น้ำตาลทราย เลือกน้ำตาลที่ปราศจากสิ่งปลอมปน
3. น้ำตาลปึก เลือกที่มีลักษณะแข็ง สีเหลืองอ่อน ไม่มีสารอื่นเจือปน

การเก็บรักษา

น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายแดง และน้ำตาลมะพร้าว เป็นตัวดูดความชื้น จึงควรเอาออกจากถุงและนำไปใส่ในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท หรือกล่องโลหะที่บุด้วยพลาสติก หรือขวดปากกว้างที่มีฝาปิดสนิท มิฉะนั้นน้ำตาลจะชื้นและแฉะ ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์บางพวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตได้ดี น้ำตาลจะมีรสเปรี้ยว ส่วนน้ำตาลไอซิ่งหรือน้ำตาลทรายป่น ควรใส่กล่องปิดผนึกไว้ในที่แห้ง เพื่อป้องกันมิให้น้ำตาลจับตัวเป็นก้อน

5. เกลือ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 61)

เกลือที่ใช้ทำอาหารอบเป็นเกลือป่นละเอียด ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 99 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับอาหารอบประเภทเบเกอรี่นั้นนิยมใช้เกลือต่อไปนี้ทำ

5.1 เกลือธรรมดา (Normal Salt) ได้แก่ พวก โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

5.2 เกลือกรด (Acid Salts) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเบคกิ้งโซดา แคลเซียมแอซิด ไพโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟูหรือเบคกิ้งโซดา และครีมออฟทาร์ทาร์

ส่วนเกลือด่าง และเกลือผสมไม่สำคัญในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

ลักษณะของเกลือที่ควรใช้ในการทำผลิตภัณฑ์อาหารเตาอบ คือ

1. ละลายได้ดีในน้ำ
2. ไม่ควรเป็นก้อน
3. น้ำเกลือควรใสไม่ขุ่น
4. เป็นเกลือที่บริสุทธิ์
5. ไม่มีรสขมหรือเฝื่อน

หน้าที่ของเกลือ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 62)

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสดีขึ้น
2. เน้นรสหวานของผลิตภัณฑ์ที่ผสมน้ำตาลให้เด่นชัดขึ้น เช่น เค้ก คุกกี้ ขนมปัง ฯลฯ
3. ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในก้อนแป้งที่หมักด้วยยีสต์
4. ช่วยให้กลูเต็นของก้อนแป้งมีกำลังในการยืดตัว เพราะเกลือทำให้กลูเต็นเหนียวขึ้น
5. ช่วยให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีสวยขึ้น
6. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในก้อนแป้งที่หมักด้วยยีสต์

การเลือกซื้อ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 63)

1. เลือกชนิดของเกลือให้เหมาะสมกับอาหารที่จะทำและตรงตามที่ระบุไว้ในตำรับ
2. เลือกที่มีเม็ดขาว สะอาด แห้ง ไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน
3. เลือกเกลือชนิดที่ไม่เสริมหรือผสมสารไอโอดีน จะมีผลต่อส่วนผสมแป้ง ในปัจจุบันจะมีเกลือประเภทนี้เพิ่มขึ้นในท้องตลาด เพื่อแก้ปัญหาการขาดสารไอโอดีนของประชากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษา

ใส่ภาชนะฝาปิดที่ทำด้วยแก้วหรือดินเคลือบ อย่าใช้ภาชนะโลหะหรือดินธรรมดา ความเค็มจะกัดภาชนะผุ อย่าให้ถูกน้ำเพราะเกลือจะละลาย ถ้าจะกันชื้นอาจผสมด้วยแป้งเล็กน้อย

6. นม (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 69 – 70)

นมเป็นสารละลายที่มีส่วนประกอบของไขมัน โปรตีน น้ำตาล และแร่ธาตุปนอยู่โดยไม่แยกออกจากกันเมื่อตั้งทิ้งไว้

นมที่จำหน่ายในท้องตลาดมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แบ่งออกได้ 2 พวก ดังนี้

6.1 นมสด แยกออกได้ดังนี้

6.1.1 นมสดบริสุทธิ์ที่มีไขมันเต็ม (Whole Milk)

6.1.2 นมสดที่เอาไขมันออกแล้วหรือเรียกว่าหางนมสด (Skim Milk)

6.1.3 นมเปรี้ยวหรือบัตเตอร์มิลค์ (Butter Milk)

นมสดส่วนใหญ่ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ไม่ค่อยได้นำมาใช้เนื่องจากการใช้นมสดจะต้องผ่านการต้มก่อน มิฉะนั้นจะทำให้กลูเต็นถูกทำลายทำให้ก้อนแป้งแฉะ ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจะมีปริมาตรต่ำ เนื้อหยาบ และราคาก็แพงกว่านมข้นจืดหรือนมผง

ส่วนนมเปรี้ยวถ้าใส่ในผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยยีสต์ ความเป็นกรดของแป้งโดจะเพิ่มขึ้น จึงต้องใช้เวลาในการหมักและการปั้นใส่พิมพ์เร็วขึ้น ส่วนเค้กที่ผสมโกโก้หรือช็อกโกแลต ความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นเช่นกันถ้าใส่นมเปรี้ยว จะทำให้เป็นกลางได้โดยใส่โซดาไบคาร์บอเนตลงไป และในขณะเดียวกันก็จะทำให้เนื้อเค้กขึ้นฟูอีกด้วย

6.2 นมผง ได้แก่นมสดที่มีไขมันเต็ม และหางนมสดที่ปราศจากไขมัน โดยนำมาต้มให้ร้อนก่อนแล้วก็ฉีดพ่นผ่านเครื่องทำให้แห้ง นมผงที่ได้ไม่ควรมีความชื้นเกิน 4 เปอร์เซ็นต์

ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ในปัจจุบันนิยมใช้นมผงที่ปราศจากไขมัน เพราะเก็บได้นานกว่าไม่หืนง่าย ราคาถูกกว่า แต่ถ้านมผงเป็นเม็ดควรบดให้ละเอียดก่อน หรือเมื่อผสมกับแป้งแล้วควรร่อนอีกครั้ง เพื่อส่วนผสมจะมีเนื้อเนียนไม่เป็นก้อน ส่วนการทำพวกคัสตาร์ด หรือไส้ขนมที่ใส่นมผงควรละลายนมผงกับน้ำเย็นจนละลายไม่ควรละลายด้วยน้ำร้อน จะทำให้เคซีนในนมแข็งตัว ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นก้อน ต้องเสียเวลากรองใหม่อีก

หน้าที่ของนม (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 71)

นมจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นน้ำซึ่งมีอยู่ในประมาณ 12.5 – 90 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับชนิดของนม จะทำหน้าที่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน
2. ช่วยรวมส่วนผสมอื่นเข้าด้วยกัน
3. ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม
4. ช่วยให้แป้งเกิดเป็นโครงสร้างเมื่อรวมกับน้ำ
5. นมเมื่อรวมกับส่วนผสมอื่นอาจจะได้ทั้งความนุ่มและความแข็งก็ได้

ส่วนของแข็งที่อยู่ในนมจะทำหน้าที่ ดังนี้

1. ทำให้แป้งมีความแข็งตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของโปรตีนในแป้ง
2. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองทอง เพราะน้ำตาลแล็กโทสในนมทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองทอง
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์กลิ่นรสดีขึ้น
4. ช่วยเก็บความชื้นของผลิตภัณฑ์

สำหรับขนมปังไขมันไม่ได้เป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญ แต่เมื่อเติมแล้วทำให้ขนมปังมีคุณภาพดีขึ้น จึงนิยมใช้กันในปัจจุบัน บางทีอาจใช้เป็นนมผงที่ปราศจากไขมันหรือหางนมผง

การเลือกซื้อ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 72)

สิ่งสำคัญในการเลือกซื้อต้องดูที่ฉลาก โดยเฉพาะเครื่องหมาย อย. พร้อมเลขทะเบียนตำรับอาหาร และวัน เดือน ปีที่หมดอายุด้วย ลักษณะของภาชนะบรรจุ ไม่ว่าจะเป็นถุงพลาสติก กล่อง หรือกระป๋อง ต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่มีการรั่ว ซึม หรือฉีกขาด เช่น การเลือกซื้อนมระเหย ระวังอย่าซื้อกระป๋องที่บวม หรือแตกมีรอยรั่วซึม หรือเวลาเปิดกระป๋องก่อนใช้ ควรสังเกตดูว่ามีสีนวล และรสไม่เปรี้ยว ก็แสดงว่ามีคุณภาพดีใช้ได้ ถ้าเป็นนมผง ผู้บริโภคอาจเข้าใจว่านมผงนั้นไม่มีวันเสื่อมคุณภาพ ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ก่อนซื้อควรจะดูที่กระป๋องว่าบุบหรือแตก หรือบวม ถ้ามีไม่ควรซื้อเวลานำมาเปิดก่อนใช้ควรสังเกตว่านมผงจับตัวเป็นก้อนหรือไม่ ทดสอบโดยชงใส่น้ำแล้วไม่ค่อยละลาย แสดงว่านมนั้นเสื่อมคุณภาพไม่ควรใช้

การเก็บรักษา (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 73)

นมสด นมสดระเหยที่เปิดใช้แล้วและหางนม ถ้าใช้ไม่หมดควรถ่ายใส่ภาชนะที่ไม่เป็นสนิมและมีฝาปิด เก็บในตู้เย็นเพื่อมิให้เกิดการบูดเสียเนื่องจากกรดแลคติค อันจะทำให้นมมีรสเปรี้ยว เสียได้ง่าย

นมผง ควรเก็บในที่เย็นและแห้ง ปิดฝาให้สนิท เพราะนมผงมีความชื้นอยู่น้อย สามารถดูดความชื้นจากอากาศไว้ได้ จะทำให้นมจับตัวเป็นก้อนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ผงฟู (Baking Powder)

เป็นสารผสมที่เกิดจากการค้นคว้าทดลองของนักเคมี เพื่อใช้แทนกรดอาหาร ซึ่งเป็นสารที่นำเอาเบคกิ้งโซดา กับสารเคมีที่ให้ความเป็นกรดแล้วเติมแป้งข้าวโพด เพื่อมิให้สารทั้ง 2 ทำปฏิกิริยากันโดยตรง นอกจากนี้แป้งข้าวโพดยังเป็นตัวดูดความชื้นทำให้ผงฟูไม่จับตัวเป็นก่อนสะดวกต่อการใช้ ผงฟูจะผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 77)

ชนิดของผงฟู (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 78)

ผงฟูถ้าจะแยกตามชนิดของกรดที่นำมาผสมแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ผงฟูกำลังหนึ่ง หรือผงฟูที่เกิดปฏิกิริยารวดเร็ว (Single Acting หรือ Fast . Action) ประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดทาร์ทาร์ริค หรือครีมออฟทาร์ทาร์ หรือเกลือฟอสเฟต ผงฟูชนิดนี้จะผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทันทีในขณะที่ส่วนผสมถูกผสม และจะผลิตแก๊สออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์รอการอบ ดังนั้นถ้าใช้ผงฟูประเภทนี้ ต้องผสมอย่างรวดเร็ว และรีบนำเข้าอบทันทีหลังจากผสมเสร็จ

ผงฟูกำลังสองหรือ ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้า (Double Acting) ประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรด 2 ชนิด หรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่ แคลเซียมแอซิดฟอสเฟต โดยจะผลิตแก๊สออกมาในขณะที่ส่วนผสมถูกผสม ส่วนกรดอีกชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาช้าได้แก่ โซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือ โซเดียมอะลูมิเนียมซัลเฟต กรดตัวหลังนี้จะผลิตแก๊สออกมาในขณะที่ผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนจากเตาอบ

สำหรับผู้ประกอบธุรกิจด้านเบเกอรี่ นิยมใช้ผงฟูชนิดที่ 2 เนื่องจากขนมสามารถจะรอเตาอบได้ โดยไม่ต้องกลัวจะสูญเสียแก๊สไป

การผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของผงฟูทั้ง 2 ชนิด ย่อมแตกต่างกัน จึงต้องใช้ผงฟูแต่ละชนิดมากน้อยต่างกัน ดังนี้

ผงฟูชนิด Single Acting ใช้ 1 ½ - 2 ช้อนชาต่อแป้ง 1 ถ้วย หรือใช้ 1 ½ เท่าของชนิด Double Acting ส่วนผงฟูชนิด Double Acting ใช้ 1 ½ ช้อนชา ต่อแป้ง 1 ถ้วย

แอมโมเนีย ได้แก่ แอมโมเนียคาร์บอเนต หรือแอมโมเนียไบคาร์บอเนต นิยมใช้กันน้อย ส่วนใหญ่ใช้ในการทำคุกกี้บางชนิดหรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก เช่น ครีรมพัฟฟ์ ปาท่องโก๋ ซาลาเปา เป็นต้น ข้อดีของแอมโมเนียคือ ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนียและไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะระเหยออกไปไม่มีสารตกค้างสง แต่ข้อเสียคืออาจมีกลิ่นของแอมโมเนียตกค้างในผลิตภัณฑ์ที่ทำออกมาร้อน ๆ ทำให้มีกลิ่นรสที่ไม่ดี

หน้าที่สารที่ทำให้ฟู (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 79)

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ เบา ฟู ง่ายต่อการเคี้ยว
2. เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้านในจะเป็นรูโปร่ง ทำให้ย่อยได้ง่าย
3. มีลักษณะชวนให้น่ารับประทาน

การเลือกซื้อ

การเลือกซื้อสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู ควรเลือกที่ใหม่ และไม่หมดอายุการใช้งาน เช่น เบคกิ้งโซดา ผงฟู แอมโมเนียม การเลือกซื้อควรเลือกดูที่ฉลากปิดข้างขวดหรือกระป๋องบรรจุว่าชนิดใดได้ใช้ทำผลิตภัณฑ์อะไร เช่น ผงฟู ถ้าข้างกระป๋องบอกส่วนผสมของผงฟู ประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดทาร์ทาร์ริคหรือครีมออฟทาร์ทาร์ แสดงว่าผงฟูชนิดนี้ให้ปฏิกิริยากำลังหนึ่ง ถ้าส่วนผสมของผงฟูประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดมากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไป จัดเป็นผงฟูกังลังสอง นอกจากดูชนิดของการใช้งานแล้วต้องดูอายุการใช้งานที่ฉลากกำหนดไว้ที่ภาชนะก่อนซื้อ

การเก็บรักษา (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 80)

ผงฟูและแอมโมเนีย หลังจากใช้แล้วทุกครั้งควรปิดฝาให้แน่นเพื่อป้องกันมิให้ถูกความชื้น จะทำให้เป็นก้อน และเสื่อมสภาพเร็ว

2.3 ขั้นตอนการทำคุกกี้ (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 180 – 181)

1. การเตรียมวัตถุดิบ

ตวงแป้งและผงฟู ใช้ช้อนไม้คนให้เข้ากัน แล้วร่อนด้วยที่ร่อนแป้งอย่างน้อย 2 ครั้ง พักไว้

2. การผสม

2.1 ถ้าเป็นคุกกี้เนย จะต้องคนหรือตีเนยกับน้ำตาลให้ฟูก่อนแล้วจึงใส่ไข่ทีละฟอง ตีต่อจนเข้ากันดีและฟูเล็กน้อยจึงใส่แป้งหรือจะใส่นมผงผสมกับแป้งก็ได้

2.2 ถ้าเป็นคุกกี้ไข่ ต้องตีไข่กับน้ำตาลเข้ากันจนขึ้นฟองและตั้งยอดอ่อนแล้วจึงผสมแป้ง

ในช่วงใส่แป้งไม่ว่าจะเป็นคุกกี้ชนิดใด ต้องผสมเบา ๆ โดยค่อย ๆ ใส่แป้งและใช้พายยางหรือพลาสติกคนตะล่อมเบา ๆ หรือถ้าใช้เครื่องผสมก็ต้องใช้อัตราความเร็วต่ำสุดของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อมิให้เกิดกลูเต็นจับตัวกันมาก อันจะทำให้คุกกี้แข็งหรือเหนียวเกินไป ระหว่างนี้ถ้ามีส่วนผสมอื่น ๆ เช่น มะพร้าวคั่ว ถั่วป่น รวมทั้งวานิลาก็ใส่ลงในส่วนผสมสลับกับแป้งผสมจนเป็นโด และแป้งถูกดูดซึมอย่างทั่วถึง

3. การทำเป็นรูปร่าง

เมื่อผสมได้ที่แล้วควรจะทำเป็นรูปร่างทันที แล้วแต่จะทำด้วยวิธีใด เพราะหากปล่อยไว้นาน โดหรือแป้งคุกกี้จะแห้ง

การอบ (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 : 52)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบประมาณ 180 องศาเซลเซียส หรือ 350 องศาฟาเรนไฮต์ ประมาณ 15 นาที ถ้าอบอุณหภูมิสูงเกินไปขนมจะไม่ฟูตัวเท่าที่ควร ขอบของคุกกี้จะไหม้เกรียม สีไม่สวย และควรจะแซะออกจากถาดอบ หลังจากนำถาดออกจากเตาอบ ประมาณ 2 - 3 นาที วางทิ้งไว้ในตะแกรงเพื่อให้คุกกี้เย็นลงทีละน้อยทำให้ไม่เสียรูปทรง ถ้าทิ้งคุกกี้ไว้ในถาดอบจนขนมเย็นจะทำให้แซะยากขนมจะแตกหักเสียรูปทรงได้

การทำให้เย็น (อังสนา กาญจนากร, 2540 : 182)

เมื่อนำคุกกี้ออกจากเตาอบแล้ว ควรแซะออกจากถาดขณะที่ยังอุ่นอยู่ ถ้าทิ้งไว้ในถาดโดยยังไม่แซะคุกกี้จะติดถาด แซะยากและอาจเสียลักษณะรูปร่างที่ดีไป เมื่อแซะคุกกี้ออกจากถาดแล้วควรวางบนตะแกรงและให้เย็นลงช้า ๆ โดยไม่ให้มีลมโกรก เพราะถ้าเย็นเร็วเกินไป จะทำให้คุกกี้เปราะแตกง่ายและสูญเสียรูปร่างไปได้มาก

การแต่งหน้า

ถ้าจะมีการแต่งหน้าคุกกี้ ควรทำทันทีที่หยอดแป้งคุกกี้ลงบนถาดเพื่อให้สิ่งที่ใช้แต่งเกาะติดแน่นบนคุกกี้ และเป็นการลดความเสียหายอันเกิดจากการขนย้าย

การบรรจุและเก็บรักษา (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 : 52)

เมื่อคุกกี้เย็นแล้วบรรจุลงในกล่องพลาสติก ขวดโหล หรืออลูมิเนียมที่มีฝาปิดสนิทกันลมเข้าวางเรียงกันให้เป็นระเบียบ จะเก็บคุกกี้ไว้ได้นาน 2 – 3 เดือน ถ้าจะเก็บไว้ในถุงพลาสติกต้องใช้ถุงที่ทนความร้อน ปิดปากถุงด้วยความร้อนอย่าให้มีลมเข้าก็จะเก็บไว้ได้นานเช่นกัน

2.4 เทคนิคในการทำคุกกี้ (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 : 52 – 54)

1. แป้งสดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แป้งที่ใช้ต้องร่อนก่อนตวง

3. ตวงสัดส่วนให้แน่นอน ทำตามขั้นตอนที่ตำรับบอก

4. ถาดที่ใช้อบคุกกี้ ควรเป็นถาดตื้นหรือถาดไม่มีขอบ (Sheet) จะดีกว่าถาดมีขอบเพราะแซะคุกกี้ออกได้ง่ายกว่า

5. คุกกี้ที่มีปริมาณของไขมันมาก ไม่จำเป็นต้องทาถาดด้วยไขมันก่อนหยดคุกกี้ เช่น คุกกี้เนย การทาถาดให้ทาบาง ๆ ให้ทั่วกัน ถ้าทาถาดหนาขนมตรงส่วนนั้นจะไหม้เพราะมีเนยมาก

6. คุกกี้บางอย่างโดยเฉพาะคุกกี้ที่ทำด้วยน้ำตาลสีรำหรือที่มีส่วนผสมของน้ำเชื่อม ถ้าเข้าตู้เย็นให้เย็นก่อนเข้าตู้อบจะได้คุกกี้ที่มีลักษณะดี คือกลมนูนไม่แบนราบ

7. ก่อนหยดหรือบีบคุกกี้ให้สังเกตดูส่วนผสมคุกกี้ก่อน ถ้าหากส่วนผสมเหลวเวลาตักหยอดจะแบนราบเกินไปให้เติมแป้งเพิ่มอีก 1 – 2 ช้อนโต๊ะ แต่ถ้าส่วนผสมแห้งเกินไปก็จะกดหรือบีบดอกไม่ออกให้เติมนมข้นจืดเพิ่มอีก 1 – 2 ช้อนโต๊ะ

8. การหยอดคุกกี้ หรือทำให้เป็นรูปร่างแต่ละอันในถาดเดียวกันควรเท่ากันและเว้นระยะให้ห่าง 1 – 2 นิ้ว เพื่อให้คุกกี้มีเนื้อที่ขยายตัวในขณะที่อบ

9. คุกกี้แบบคลึงแล้วตัด แบ่งแป้งออกมาคลึงทีละน้อย คลึงจากตรงกลางไปหาริมแล้วคลึงให้หนาเสมอกัน การคลึงต้องคลึงเบา ๆ ไม่กดจนแน่น

10. ในการตัดคุกกี้ที่คลึงแล้วด้วยพิมพ์ ใช้พิมพ์จุ่มแป้งนวดสะบัดออกแล้วจึงตัดจะทำให้ตัดได้ง่ายและโดจะหลุดจากพิมพ์ง่าย ๆ

11. ก่อนอบคุกกี้ถาดต่อไป ถาดนั้นต้องเย็นสนิทเสียก่อนการกดคุกกี้ด้วยกระบอกกดต้องตั้งกระบอกกดให้ตรงแล้วกดเบา ๆ จังหวะในการกดต้องเท่ากัน ขนมที่ออกมาได้มีสัดส่วนของชิ้นเท่า ๆ กัน

12. ก่อนใส่แป้งข้างหน้ากระบอกควรตรวจดูว่าใส่ถูกหรือเปล่า ส่วนของกระบอกจะมีสองหน้าคือ ถ้าจับดูด้านหนึ่งจะนูนอีกด้านไม่นูน ให้เอาด้านนูนไว้ข้างนอก

13. คุกกี้ปั้นถ้าจะให้แบน ใช้ก้นแก้วน้ำที่หนา ๆ กดหรือใช้นิ้วหัวแม่มือกดหรือส้อม เช่น คุกกี้เนยถั่วลิสงจะกดด้วยส้อม

14. การตัดแป้งคุกกี้ประเภทแช่เย็นเช่น คุกกี้ลูกล้อ ใช้มีดคอม ๆ ใบมีดกว้างจะตัดคุกกี้ได้ดีกว่าใบมีดแคบและหนา คุกกี้ประเภทแช่เย็น แท่งโดที่ไม่ใหญ่จะตัดได้ดีไม่เบี้ยว หากแท่งโดก้อนใหญ่ตัดแล้วจะเบี้ยวจะตัดยาก

15. ปั้นคุกกี้ไม่ให้ติดมือ ควรใช้แป้งทามือบาง ๆ

16. เอาขนมเข้าเตาอบเมื่ออุณหภูมิถึงตามตำรับกำหนด วางถาดไว้ตรงกลางเตาตั้งเวลา (ดูเวลาเมื่อเอาขนมเข้าเตา) ถ้าเผลอคุกกี้มักจะไหม้เพราะเป็นขนมชิ้นเล็กจะไหม้ได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. เมื่อขนมสุกแต่ละถาด แซะออกจากถาดวางบนตะแกรง เมื่อขนมเย็นสนิทเก็บใส่ภาชนะปิดฝาเพื่อให้ขนมกรอบ ไม่ควรปล่อยไว้ถูกอากาศจนอบขนมถาดสุดท้ายเสร็จเพราะจะทำให้ขนมสุกก่อนชิ้นได้

18. คุกกี้เป็นขนมที่ไม่ต้องใช้เครื่องทุ่นแรงช่วย สามารถคนด้วยมือโดยใช้พายยางหรือพายไม้คนเนยกับน้ำตาลให้เข้ากันเป็นครีม ซึ่งใช้เวลาไม่มากนัก และการคนเนยกับน้ำตาลควรคนไปทางเดียวกันก็จะได้ครีมที่ดี

คุกกี้เป็นขนมที่ผสมแป้งไว้ก่อน ไม่ต้องอบทันทีโดยเฉพาะคุกกี้ประเภทแป้งโด (Dough) ที่ค่อนข้างเหลว โดยนำไปใส่กล่องเปิดฝาเข้าตู้เย็น สามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้นานถึง 1 อาทิตย์ เมื่อจะอบเอาออกจากตู้เย็นให้คลายความเย็นก่อนจะตักหยอดหรือใส่กระบอกคุกกี้กด

2.5 ประโยชน์ของอาหารอบ (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 : 1 – 3)

ส่วนผสมในอาหารอบแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ส่วนผสมหลักได้แก่ แป้งสาลี ไขมัน น้ำ เกลือ

2. ส่วนผสมที่สองได้แก่ นม ไข่ น้ำตาล กลิ่นรสต่าง ๆ สีผสมอาหาร วัตถุกันหืน เครื่องเทศ สารที่ทำให้ขึ้นฟู วิตามิน ผลไม้ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ส่วนผสมเหล่านี้จะใส่หรือไม่ก็ได้

แป้งสาลี จะให้สารอาหารคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังให้สารอาหารโปรตีน ไขมัน และวิตามิน ข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่มีลักษณะแตกต่างจากธัญพืชส่วนใหญ่สามารถแบ่งข้าวสาลีโดยดูจากปริมาณโปรตีนได้ ข้าวสาลีเมื่อถูกนำมาแปรรูปกลายเป็นแป้งโดยทั่วไปจะแบ่งแป้งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. แป้งขนมปัง (Bread Flour) มีโปรตีนสูงประมาณ 13 – 15%

2. แป้งเค้ก (Cake Flour) มีโปรตีนต่ำประมาณ 7 – 9%

3. แป้งอเนกประสงค์ (All Purpose Flour) แป้งจะมีโปรตีนพอเหมาะคือ 10 – 12%

ของเหลว ได้แก่ นมและน้ำ นมมีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะโปรตีนไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน เกลือแร่ต่าง ๆ

เนยและไขมัน ให้สารอาหารไขมัน ไขมันเป็นสารให้พลังงานมากที่สุด

ไข่ ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง สารอาหารในไข่ส่วนใหญ่จะให้สารโปรตีนซึ่งมีอยู่ทั่งไข่ขาวและไข่แดง เป็นโปรตีนที่สมบูรณ์ นอกจากนั้นไข่ยังมีเกลือแร่ที่สำคัญคือ เหล็ก วิตามิน A สูง ไข่ช่วยในการปรุงรสชาติ แต่งสี ทำให้อาหารขึ้นฟู แข็งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาล น้ำตาลจะให้สามารถคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดรสชาติ ทำให้ขนมโปร่งฟู และเพิ่มสีให้กับขนม

สารช่วยให้ขึ้นฟู ได้แก่ ผงฟู โซดา ครีมออฟทาร์ทาร์ เป็นสารเคมีที่ช่วยในการขึ้นฟูและยังมีส่วนผสมอื่น ๆ ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น ไอน้ำ อากาศ นอกจากส่วนผสมตามที่กล่าวมานี้ อาหารอบบางอย่างยังบรรจุไส้ต่าง ๆ ทั้งคาวและหวาน จึงได้ประโยชน์เพิ่มเติมจากส่วนนี้อีกมากมายครบ 5 หมู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ

1. แป้งข้าวเจ้า
2. แป้งสาลี
3. น้ำตาลทราย
4. มาการีน
5. เนยขาว
6. นมสด
7. นมผง
8. เกลือ
9. ไข่ไก่

สารเคมี

1. ผงฟู

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด
2. เครื่องผสม
3. เตาอบ
4. พายยาง
5. ที่ร่อนแป้ง
6. อ่างผสม
7. ถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. แปรงทาเนย
9. ช้อนตวง

ข. อุปกรณ์ที่ใช้ทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

1. กระดาษ A4
2. อุปกรณ์เครื่องเขียน
3. แผ่นดิสก์

3.2 วิธีดำเนินงาน

3.2.1 ดำเนินการทดลอง

การศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการทำคุกกี้แป้งข้าวเจ้าเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การศึกษาขั้นตอนการทำคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ผู้บริโภคยอมรับ

โดยการทำคุกกี้แป้งข้าวเจ้าได้ดัดแปลงสูตรจากการทำคุกกี้เนยของ (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 :131 –132) ซึ่งเป็นสูตรที่นิยมใช้ในการทำคุกกี้ในท้องตลาด โดยมีส่วนผสมและขั้นตอนดังนี้

<u>ส่วนผสม</u>

แป้งอเนกประสงค์ตราว่าว 250 กรัม, ผงฟู 4 ช้อนชา, เนยสด 120 กรัม, เนยขาว 50 กรัม, น้ำตาลทราย 160 กรัม, ไข่ไก่ 50 กรัม, กลิ่นวานิลา 1.5 ช้อนชา , นมข้นจืด 45 กรัม

<u>ขั้นตอนการผลิต</u>

1.ร่อนแป้งและผงฟู เข้าด้วยกันและพักไว้

2. ตีเนยสด เนยขาว และน้ำตาลทราย ด้วยความเร็วสูงจนกระทั่งฟูเบา

3.ค่อยๆ เติมไข่ไก่ ลงไป ตีให้เข้ากัน เติมกลิ่นวานิลา

4.เติมส่วนผสมของแป้งที่ร่อนไว้แล้วลงไป ตามด้วยนมข้นจืดตีด้วยความเร็วต่ำจนส่วนผสมเข้ากันดี

5.นำใส่กระบอกกดและกดให้เป็นรูปร่างต่างๆ ตามต้องการ

6.นำเข้าอบ ประมาณ 10-15 นาที โดยใช้อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในการทำคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

โดยใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วน 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรตามข้อ 1 และใส่ส่วนผสมอื่นๆ ตามสูตร จากนั้นทำตามขั้นตอนในข้อ 1 และทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสต่อไป

3.2.2 เก็บผลการทดลอง

การประเมินผลการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสต่อคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ผลิตได้โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 6 ตัวอย่างดังต่อไปนี้ ตัวอย่างที่ 1 แป้งข้าวเจ้า 0% ตัวอย่างที่ 2 แป้งข้าวเจ้า 20% ตัวอย่างที่ 3 แป้งข้าวเจ้า 40% ตัวอย่างที่ 4 แป้งข้าวเจ้า 60% ตัวอย่างที่ 5 แป้งข้าวเจ้า 80% ตัวอย่างที่ 6 แป้งข้าวเจ้า 100%

3.2.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะทางเนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยวิธี Analysis of Variance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คำนวณค่าเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะทางเนื้อสัมผัสและความชอบรวม และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD (Least Significance Difference)

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือน กันยายน พ.ศ. 2543 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย และวิจารณ์

จากการทดลองผลิตคุกกี้แป้งข้าวเจ้าโดยศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในการทำคุกกี้แป้งข้าวเจ้า โดยใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้าในปริมาณแตกต่างกันคือ 0%, 20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ทดแทนแป้งสาลี โดยที่ส่วนผสมอื่นๆ มีน้ำหนักคงที่ตามสูตร โดยดัดแปลงสูตรการผลิตคุกกี้แป้งข้าวเจ้าจากคุกกี้เนย (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 : 131-132) จากนั้นนำคุกกี้ที่ผลิตได้ทั้ง 6 ตัวอย่าง ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 10 คน และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง					
	A	B	C	D	E	F
สี	6.7	6.6	6.5	7.0	6.8	7.1
กลิ่น	6.8	7.0	6.9	6.9	6.9	6.9
รสชาติ	7.2	7.5	7.5	6.9	6.5	6.5
เนื้อสัมผัส	8.1^{a}	7.3^{bc}	7.1^{cd}	6.4^{dc}	6.3^{cd}	4.5^{f}
ความชอบรวม	8.2^{a}	7.9^{bc}	7.4^{cd}	6.6^{dc}	6.5^{cd}	5.0^{f}

*ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ LSD

ตัวอย่าง

A	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	0%
B	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	20%
C	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	40%
D	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	60%
E	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	80%
F	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อคุกกี้แป้งข้าวเจ้าพบว่า ปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง มีผลต่อลักษณะของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะที่ปรากฏของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง					
	A	B	C	D	E	F
สี	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน
กลิ่น	มีกลิ่นหอมของเนย	มีกลิ่นหอมของเนย	มีกลิ่นหอมของเนย	มีกลิ่นหอมของเนย	มีกลิ่นหอมของเนย	มีกลิ่นหอมของเนย
รสชาติ	รสหวาน	รสหวาน	รสหวาน	รสหวาน	รสหวาน	รสหวาน
เนื้อสัมผัส	ไม่แตกร่วน	ไม่แตกร่วน	ไม่แตกร่วน	แตกร่วนเล็กน้อย	แตกร่วน	แตกร่วนมาก
ความชอบรวม	เป็นที่ยอมรับมากที่สุด	เป็นที่ยอมรับ	เป็นที่ยอมรับ	เป็นที่ยอมรับ	เป็นที่ยอมรับ	ไม่เป็นที่ยอมรับ

ตัวอย่าง

A	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	0%
B	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	20%
C	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	40%
D	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	60%
E	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	80%
F	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 2 และลักษณะที่ปรากฏของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าดังตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าทั้ง 6 ตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้านสี กลิ่น และรสชาติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) เนื่องจากสีของแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลีไม่มีความแตกต่างกัน มีสีขาว และใช้เวลาในการอบ 180°C นาน 15 นาที หรือจนสุกที่เท่ากันทุกตัวอย่าง เพราะถ้าใช้อุณหภูมิและเวลาที่เท่ากันจะทำให้สีของคุกกี้สม่ำเสมอกัน มีสีเหมือนกันคือสีน้ำตาลอ่อน อีกทั้งยังใช้ส่วนผสมอื่นๆ มีน้ำหนักคงที่ตามสูตรเหมือนกันทั้งหมด จึงทำให้กลิ่นของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าไม่แตกต่างกันด้วย เพราะแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลีไม่มีกลิ่นที่แตกต่างกัน ในด้านรสชาติไม่แตกต่างกันเพราะรสชาติของคุกกี้นั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง แต่ขึ้นอยู่กับส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำตาล เนย เกลือ ที่ใส่ลงไปในส่วนผสมเท่านั้น โดยคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 0% มีคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมาคือ คุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 20% 40% 60% 80% และ 100% ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดยคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 0 % (ใช้แป้งสาลีทั้งหมด) มีคะแนนการยอมรับสูงสุดและคุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 20% 40% 60% 80% และ 100% ได้รับการยอมรับรองลงมาตามลำดับ จะเห็นว่าคะแนนการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมจะน้อยลงตามปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่เพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากแป้งสาลีมีโปรตีนสองชนิดที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนิน (Glutenin) และ ไกลอะดิน (Gliadin) ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า " กลูเต็น" (Gluten) ซึ่งมีลักษณะที่เป็นยางเหนียวหยืดหยุ่นได้ เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดเป็นโครงร่างที่เป็นร่างแหยึดเกาะกันเป็นรูปร่าง (รุ่งนภา จันทรภิรมย์, 2542 : 27-29) คุกกี้มีเนื้อสัมผัสที่แน่น กรอบ ร่วน และนุ่ม ซึ่งแตกต่างจากคุกกี้ที่มีแป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนผสม จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าเนื้อสัมผัสของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่มีปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่เพิ่มขึ้น จะมีลักษณะที่แตกร่วน และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค หากต้องการนำแป้งข้าวเจ้ามาทดแทนแป้งสาลี เพื่อผลิตคุกกี้ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น อาจทำได้โดยใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งข้าวเหนียว ในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งสามารถทดแทนแป้งสาลีได้ 10-30 เปอร์เซ็นต์ และเติมสารปรับปรุงคุณภาพแป้ง คือโปรตีนกลูเต็น 12 เปอร์เซ็นต์ (งามชื่น คงเสรี , 2539 : 20) ซึ่งจะทำให้ได้คุกกี้ที่มีคุณภาพ และการยอมรับใกล้เคียงกับคุกกี้ที่ผลิตจากแป้งสาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อคุกกี้แป้งข้าวเจ้า พบว่าคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 0 % 20% 40% 60% 80% และ 100% ผู้บริโภคให้การยอมรับ ในด้านสี กลิ่น และรสชาติ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งคะแนนที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันมาก ส่วนเนื้อสัมผัสและความชอบรวมผู้บริโภคให้การยอมรับคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 0% มากที่สุด รองลงมาคือ 20% 40% 60% 80% และ 100% ตามลำดับ และเมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยผู้บริโภคให้การยอมรับคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 0% มากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรร่อนแป้งหลายๆ ครั้ง เพื่อให้แป้งเก็บอากาศได้มากที่สุด อาจทำให้คุกกี้โปร่ง ร่วน
2. ในการทำคุกกี้ไม่ควรผสมส่วนผสมนานเกินไป เพราะจะทำให้ส่วนผสมเหนียวและเมื่ออบแล้ว จะทำให้คุกกี้แข็ง แตกหักง่าย
3. ในการใช้เนยสด มาการีน ควรแช่เย็นให้แข็ง อย่าให้เหลวเกินไป จะทำให้ส่วนผสมเหลวและส่งผลถึงหลังการอบคุกกี้จะแน่นมาก
4. ควรใช้แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน 1: 1 สามารถทดแทนแป้งสาลีได้ 10 – 30 % ในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช โดยเติมสารปรับปรุงคุณภาพแป้ง คือ โปรตีนกลูเต็น 12 % (งามชื่น คงเสรี , 2539 : 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 305 น.

งามชื่น คงเสรี. 2539. คุณภาพข้าวสารและข้าวสุก. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี ปทุมธานี. 140 น.

จิตธนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล. 2542. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 น.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. ธัญชาติและพืชหัว. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 450 น.

รุ่งนภา จันทรภิรมย์. 2542. เอกสารประกอบการเรียน ช 0159 ช่างอาหารอบ. พิมพ์ครั้งที่ 5. โรงเรียนศรีอยุธยา กรมสามัญศึกษา. 203 น.

วาสนา ผลารักษ์. 2523. ข้าว. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 350 น.

อังสนา กาญจนากร. 2542. เอกสารประกอบการเรียน วิชาอาหารอบ. คณะคหกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้. 263 น.

อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2539. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 350 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส
โดยวิธี HEDONIC SCALE

ชื่อผลิตภัณฑ์

ชื่อ – สกุลผู้ทดสอบ ..... **วันที่** .....

คำแนะนำ : ทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งให้คะแนนความชอบตามคุณลักษณะต่าง ๆ โดยที่

9	=	ชอบมากที่สุด	4	=	ไม่ชอบเล็กน้อย
8	=	ชอบมาก	3	=	ไม่ชอบปานกลาง
7	=	ชอบปานกลาง	2	=	ไม่ชอบมาก
6	=	ชอบเล็กน้อย	1	=	ไม่ชอบมากที่สุด
5	=	เฉย ๆ			

หมายเลข	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ .....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตัวอย่าง ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม จำนวน 10 คน โดยทดสอบด้วยวิธี Hedonic Rating Scales

การกำหนดสัญลักษณ์มีดังนี้

A	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	0	เปอร์เซ็นต์
B	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	20	เปอร์เซ็นต์
C	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	40	เปอร์เซ็นต์
D	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	60	เปอร์เซ็นต์
E	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	80	เปอร์เซ็นต์
F	=	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า	100	เปอร์เซ็นต์

การกำหนดการให้คะแนนสำหรับผู้บริโภค

9	=	ชอบมากที่สุด
8	=	ชอบมาก
7	=	ชอบปานกลาง
6	=	ชอบเล็กน้อย
5	=	เฉย ๆ
4	=	ไม่ชอบเล็กน้อย
3	=	ไม่ชอบปานกลาง
2	=	ไม่ชอบมาก
1	=	ไม่ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านเนื้อสัมผัส ของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้าแตกต่างกัน

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ใช้แป้งข้าวเจ้าปริมาณ 0 20 40 60 80 และ 100 % ตามลำดับ

หมายเลขผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่าง						Grand Total (G.T.)
	A	B	C	D	E	F	
1	7	8	7	6	5	4	37
2	9	7	6	5	4	3	34
3	8	8	7	7	8	6	44
4	7	9	8	6	6	5	41
5	8	6	6	7	9	6	42
6	8	5	9	8	8	2	40
7	8	6	6	5	4	4	33
8	9	8	8	5	4	4	36
9	9	8	7	7	6	5	42
10	8	8	7	8	9	6	48
Sum	81	73	71	64	63	45	397
Mean	8.1	7.3	7.1	6.4	6.3	4.5	39.7

ตารางภาคผนวกที่ ข.2 ค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

SOV	df	SS	MS	Fcal	F 0.05
Sample	5	76.1	15.2	10.5	2.45
Judges	9	33.8	3.75	2.60	2.18
Error	45	65.1	1.44		
Total	59	175			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ข.3</u> การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance)

Source of Variation	**Degree of Freedom**	**Sum of Square**	**Mean Square**	**F**
Judge	r-1	$\frac{R_1^2 + \ldots + R_r^2 \quad C.F.}{T}$		
Sample	t-1	$\frac{T_1^2 + \ldots + T_t^2 \quad C.F.}{r}$		
Error	(r-1)(t-1)	SS Total-SS Sample – SS Judge		
Total	Tr-1	$\sum X^2ij - C.F.$		

1. การคำนวณหา C.F. (Correction Fator)

$$C.F. = \frac{(C.F.)^2}{tr}$$

$$= \frac{(397)^2}{60}$$

$$= 2626$$

2. การคำนวณหา SS (Sum of Square)

2.1 SS Sample

$$= \frac{T_1^2 + \ldots + T_r^2 \quad C.F.}{R}$$

$$= \frac{(81^2 + 71^2 + 73^2 + 64^2 + 63^2 + 45^2)}{10} - 2626$$

$$= 76.1$$

2.2 SS Judge

$$= \frac{R_1^2 + \ldots + R_t^2 \quad C.F.}{T}$$

$$= \frac{(37^2 + 34^2 + \ldots + 48^2)}{6} - 2626$$

$$= 33.8$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 SS Total

$= \sum X^2ij - C.F.$

$= (7^2+8^2+\ldots+6^2) - 2626$

$= 175$

2.4 SS Error

$=$ SS Total – SS Judge – SS Sample

$= 175 - 33.8 - 76.1$

$= 65.1$

3. การคำนวณหาค่า df

3.1 df sample $= t - 1$

$= 6-1$

$= 5$

3.2 df judge $= r - 1$

$= 10-1$

$= 9$

3.3 df total $= tr - 1$

$= 60-1$

$= 59$

3.4 df error $=$ df total – df Judge – df sample

$= 59 - 9 -5$

$= 45$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การคำนวณหาค่า MS (Mean Square)

4.1 MS Sample $= \frac{SS.Sample}{df.Sample}$

$= \frac{76.1}{5}$

$= 15.2$

4.2 MS Judge $= \frac{SS.Judge}{df.Judge}$

$= \frac{33.8}{9}$

$= 3.75$

4.3 MS Error $= \frac{SS.Error}{df.Error}$

$= \frac{65.1}{45}$

$= 1.44$

5. หาค่า F (Variance Ratio)

5.1 หาค่า F Sample $= \frac{MS.Sample}{MS.Error}$

$= \frac{15.2}{1.44}$

$= 10.5$

5.2 หาค่า F Judge $= \frac{MS.Judge}{MS.Error}$

$= \frac{3.75}{1.44}$

$= 2.60$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง (Variance ratio)

6.1พิจารณาความแตกต่างของ sample

F sample = 10.5

F total, P = 0.05 ที่ df, sample n_1 = 5

df, error n_2 = 45

= 2.45

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 53.8 มีค่ามากกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ได้ 10.5 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judges

F judges = 2.60

F total, P = 0.05 ที่ df, judges n_1 = 9

df, error n_2 = 45

= 2.18

จากการคำนวณ F judges ที่คำนวณได้ 2.60 มีค่ามากกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ค่าที่ได้ 2.18 แสดงว่า judges มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $P \leq 0.05$

โดยใช้ Turkey's test จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

A	B	C	D	E	F
8.1	7.3	7.1	6.4	6.3	4.5

7.1 หาค่า Stand and error (SE)

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

$$= \sqrt{\frac{1.44}{10}}$$

$$= 0.37$$

7.2 เปิดตารางหาค่า Significant studentired range (SSR) ที่ t = 6 ค่า df error = 45 จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 2.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 คำนวณค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

LSD = SE × SSR

= 0.37 × 2.34

= 0.86

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

A-B = 8.1 – 7.3 = 0.8 < 0.86 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

A-C = 8.1 – 7.1 = 1.0 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

A-D = 8.1 – 6.4 = 1.7 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

A-E = 8.1 – 6.3 = 1.8 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

A-F = 8.1 – 4.5 = 3.6 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

B-C = 7.3 – 7.1 = 0.2 < 0.86 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

B-D = 7.3 – 6.4 = 0.9 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

B-E = 7.3 – 6.3 = 1.0 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

B-F = 7.3 – 4.5 = 2.8 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

C-D = 7.1 – 6.4 = 0.7 < 0.86 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

C-E = 7.1 – 6.3 = 0.8 < 0.86 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

C-F = 7.1 – 4.5 = 2.6 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

D-E = 6.4 – 6.3 = 0.1 < 0.86 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

D-F = 6.4 – 4.5 = 1.9 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

E-F = 4.5 – 4.5 = 1.8 > 0.86 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้