ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์ขนอบจากแป้งเผือก

(Bakery Product from Taro Flour)

โดย

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

.....อรอินี วาดวิไล.....	26 มิ.ย. 30	อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(นาง อรอินี วาดวิไล)	.../.../...	
.....	๒๗/๓๐/๓๐	กรรมการของภาควิชา
(ว่าที่ร้อยตรี ดร.ปรีชา)		
.....[illegible].....	๒๗/๓๐/๓๐	กรรมการของภาควิชา
(ผศ.ดร.[illegible])		

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....[illegible].....

(ผศ.[illegible])

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ๒๗ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๓๐

13416
18 พ.ย. 2548

ปก.
ป 2529 ม
2529

ACC. NO. 1
Date R[illegible] 1 ก.ค. 2530
Call No.

13446

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ (45499)

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์ขนอบจากแป้งเผือก

(Bakery Product From Taro Flour)

โดย

นางสาว ประชิต ศรีสวัสดิ์

ปพ.
ป239พ
2529
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96463.....
วัน,เดือน,ปี.....

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ. 2529

บทคัดย่อ

การทำขนมปังแป้งสาลี และแป้งสาลีผสมแป้งเผือก เพื่อศึกษาว่าแป้งเผือกสามารถจะใช้ผสมกับแป้งสาลี เพื่อทำขนมปังได้เหมาะสมหรือไม่ และสามารถจะใช้ได้ในอัตราส่วนเท่าใด จึงจะได้ขนมปังที่มีคุณลักษณะที่ดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ในการทดลองทำขนมปังด้วยแป้งสาลีผสมแป้งเผือก โดยใช้แป้งเผือกผสมกับแป้งสาลีในอัตราส่วน 5, 8, 15 และ 20 %ตามลำดับโดยการใช้วิธีผสมแบบสองขั้นตอน จากนั้นจึงศึกษาถึงลักษณะต่างๆที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของขนมปังคือ ลักษณะภายนอก ได้แก่ ความสมดุลย์ของก้อนขนมปัง ความสม่ำเสมอในการอบ สีของเปลือก สีของเนื้อในและลักษณะภายในได้แก่ โครงสร้างของเนื้อขนมปัง เนื้อสัมผัส กลิ่นหอม และรสชาติ แล้วทำการทดสอบหาความแตกต่างระหว่างขนมปังสูตรที่ใช้แป้งสาลีและสูตรแป้งสาลีผสมแป้งเผือก โดยการชิมให้คะแนนและวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี

ผลการศึกษาพบว่าขนมปังสูตรที่ใช้แป้งสาลีผสมกับแป้งเผือก 5 เปอร์เซนต์ ให้ลักษณะขนมปังที่ดีที่สุดแต่สามารถจะผสมแป้งเผือกได้ถึง 8 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในอาหาร คือ ไขมัน โปรตีน กาก เถ้า และความชื้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนักและจากการชิมพบว่า ลักษณะของขนมปังที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญคือ ความสมดุลย์ของก้อนขนมปัง ความสม่ำเสมอในการอบ เนื้อสัมผัสและลักษณะเม็ดของเนื้อขนมปัง

คำนิยม

ในการดำเนินการทำปัญหาพิเศษ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ วุฒิชัย นาครักษา อาจารย์ ระดิพร หาเรือนกิจ และอาจารย์ท่านอื่นๆ รวมทั้งเพื่อนและรุ่นน้อง ซึ่งให้ความช่วยเหลือและแนะนำ ตลอดจนแก้ไขปัญหาพิเศษให้ถูกต้องสมบูรณ์

ประชิต ศรี

นางสาว ประชิต ศรีสวัสดิ์

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	(1)
สารบาญตารางภาคผนวก	(2)
สารบาญภาพ	(3)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
–การเตรียมแป้งเผือก	2
– คุณค่าทางอาหารของเผือก	2
– วัตถุดิบที่ใช้ในการทำขนมปัง	3
– การทำผลิตภัณฑ์	7
– ขั้นตอนในการผลิตขนมปัง	9
– ลักษณะของขนมปัง	13
– วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการ	16
วิธีการทดลอง	17
ผลการทดลอง	21
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	29
ข้อเสนอแนะ	30
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	33

สารบาญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. สูตรขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลี	17
2. สูตรขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลีผสมแป้งเผือก	19
3, ความชื้นของขนมปัง	23
4. ปริมาณไขมันในขนมปัง	24
5. ปริมาณโปรตีนในขนมปัง	25
6. ปริมาณ crude fiber ในขนมปัง	26
7. ปริมาณเถ้าในขนมปัง	27
8. ปริมาตรของก้อนขนมปังสูตรต่างๆ	28
9. การวิเคราะห์หาความแตกต่างของขนมปังด้วยวิธี Analysis of Variance	29

สารบาญตารางภาคผนวก

ตารางที่		หน้า
1	Analysis of Variance ของความสมดุลย์ของก้อนขนมปัง	34
2	Analysis of Variance ความสมดุลย์ของก้อนขนมปัง	35
3	Analysis of Variance ความสม่ำเสมอในการอบ	37
4	Analysis of Variance ของความสม่ำเสมอในการอบ	38
5	Analysis of Variance ของสีเปลือกขนมปัง	40
6	Analysis of Variance ของสีเนื้อในขนมปัง	41
7	Analysis of Variance ของเม็ดของเนื้อขนมปัง	42
8	Analysis of Variance ของเม็ดของเนื้อขนมปัง	43
9	Analysis of Variance ของเนื้อสัมผัส	44
10	Analysis of Variance ของเนื้อสัมผัส	45
11	Analysis of Variance ของกลิ่นหอม	47
12	Analysis of Variance ของรสชาติ	48
13	Analysis of Variance ของความชอบ	49

สารบาญรูป

รูปที่		หน้า
1.	ลักษณะภายนอกของขนมปังสูตรต่างๆ	21
2.	ลักษณะภายในของขนมปังสูตรต่างๆ	22

คำนำ

ขนมปัง (Bread) เป็นอาหารของชาวต่างประเทศโดยเฉพาะทวีปอเมริกาและยุโรป รับประทานกันโดยทั่วไป ที่คนไทยยอมรับ และใช้เป็นอาหารในชีวิตประจำวัน ในการทำขนมปังต้องใช้แป้งสาลี ซึ่งทำมาจากข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard Wheat) แป้งสาลีที่เหมาะสมสำหรับการทำขนมปังเป็นแป้งที่มีปริมาณโปรตีน 12 – 14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในปัจจุบันแป้งที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเอรี่ จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งสิ้น ทำให้มีการสูญเสียเงินตราให้ต่างประเทศปีละมาก ๆ ดังนั้นการศึกษาจึงควรหาวัตถุดิบภายในประเทศ เพื่อนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีเป็นบางส่วนหรือทั้งหมด ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็น

เผือก (Colocasia esculenta หรือ C antiquorum) เป็นพืชหัวที่คนไทยนิยมรับประทานในรูปของอาหารหวาน แต่ยังไม่มีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรมมากนัก

สำหรับการทดลองครั้งนี้เป็นการนำเอาเผือกมาแปรรูปเป็นแป้งและใช้แป้งเผือกผสมในการทำขนมปังขาว (White Bread)เพื่อศึกษาหาความเหมาะสมในการใช้แป้งเผือกทำขนมปัง

การตรวจเอกสาร

การเตรียมแป้งเผือก (สุวรรณ , 2528) มีขั้นตอนดังนี้คือ

1. การทำแห้งเผือกเส้น นำหัวเผือกสดมาทำความสะอาด ปอกเปลือกแล้วหั่นเป็นเส้นจากนั้นนำไปผึ่งแดดให้แห้งจนได้ความชื้นประมาณ 12 – 14 เปอร์เซนต์

2. การบดเป็นแป้ง นำเผือกเส้นตากแห้งมาบดละเอียดเป็นผง ด้วยเครื่องบด แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาดหยาบ ขนาดละเอียด 50 เมช (mesh) และขนาด 95 เมช ตามลำดับส่วนที่ผ่านตะแกรงในขั้นสุดท้ายคือแป้ง (flour) ส่วนที่ร่อนไม่ผ่านตะแกรง ให้นำไปบดและร่อนใหม่

คุณค่าทางอาหารของเผือก (Onwveme, 1978)

ส่วนสำคัญของเผือกที่นำมารับประทาน คือ หัว (corm) ซึ่งมีส่วนประกอบโดยประมาณดังนี้

	% น้ำหนักสด (Fresh weight)
ความชื้น	63 – 85
คาร์โบไฮเดรต	13 – 29
โปตีน	1.4 – 3.0
กาก	0.6 – 1.18
ไขมัน	0.16 – 0.26
เถ้า	0.6 – 1.3
วิตมินซี	0.007 – 0.009
ไทเอมีน	0.00018
ไรโบฟลาวิน	0.00004
ไนอาซิน	0.0009

<u>วัตถุดิบที่ใช้ในการทำขนมปัง</u> (จิตธนา และ อรอนงค์, 2525)

1. แป้ง แป้งที่ใช้ในการทำขนมปัง และ ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด คือแป้งสาลี ซึ่งได้จากการนำข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat)ที่สามารถผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่น มีคุณสมบัติในการอุ้มก๊าซที่ดี ซึ่งเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตรดี แป้งขนมปังมีโปรตีน 12 – 14 % ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกคล้ายมือคลายกรวด หรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีมไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้งแป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวให้ขึ้นฟู

แป้งสาลีมีคุณสมบัติเฉพาะไม่เหมือนกันกับแป้งชนิดอื่น เนื่องจากมีโปรตีนสองชนิดคือ กูลเตนิน(Glutenin)และไกลอะดิน(Gliadin) ร่วมกันอยู่ในส่วนสัดที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นและจะได้กลูเต็นซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะเหนียวเป็นยางและยืดหยุ่นได้ กลูเตนินจะทำให้โคหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังที่จะอุ้มก๊าซที่ขึ้นฟูไว้ได้ ซึ่งจะเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ส่วนไกลอะดินจะทำให้กลูเต็นมีคุณสมบัติในการยืดตัวและยืดหยุ่นได้

นอกจากโปรตีนและกลูเต็นแล้ว ในแป้งสาลียังมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ เบต้าอะไมเลส(β-amylase) และอัลฟาอะไมเลส(α-amylase) เอ็นไซม์เบต้าอะไมเลสจะทำหน้าที่ย่อยเดกซตริน(Dextrin) และสารละลายแป้งส่วนหนึ่งให้เป็นน้ำตาลมอลโตส(maltose) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ยีสต์นำไปใช้เป็นอาหารในระหว่างการหมัก เอนไซม์เบต้าอะไมเลสนี้ไม่ทนความร้อน กทรทำงานจะเกิดขึ้นในระหว่างการหมัก ส่วนเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสจะทำการย่อยสลายแป้งให้เป็นเดกซตรินในระหว่างขบวนการหมัก การทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้มีไม่มากนัก แต่จะทนความร้อนได้สูงถึง 70–75 °ซ. การทำงานของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสจะเพิ่มขึ้นในตอนแรกๆของการอบและผลิตภัณฑ์จะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการทำงานและปริมาณของเอนไซม์นี้ แป้งสาลีโดยปกติจะมี pH ระหว่าง 5.5 – 6.5 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ สำหรับแป้งที่มี pH ต่ำกว่า 5.0 จะทำให้การทำขนมปังไม่ได้ผลเท่าที่ควร

หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่ช่วยทำให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และทำให้เกิดผลิตภัณฑ์คงรูปอยู่ได้เมื่ออบเสร็จแล้ว

2. น้ำมีหน้าที่รวมกับโปรตีนในแป้งทำให้เกิดกลูเต็น น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นอาจเป็นน้ำทั่วๆไป หรือเป็นน้ำที่อยู่ในนมหรือน้ำผลไม้ก็ได้ คือเป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ น้ำที่ใช้ทำขนมปังได้ดี เป็นน้ำที่มีความกระด้างปานกลาง น้ำอ่อนเช่น น้ำกลั่น น้ำฝน ซึ่งปราศจากแร่ธาตุเจือปน น้ำชนิดนี้ไม่มีการผลิตก๊าซเมื่อใช้ในการทำขนมปังควรเพิ่มเกลือลงไปในสูตร 2 – 5 % เพราะโดที่ทำจากน้ำอ่อน มักมีลักษณะเหนอะหนะ และขนมปังที่ได้จะแบนราบ น้ำอ่อนมักทำให้กลูเต็นอ่อนตัว ดังนั้นจึงต้องใช้ยีสต์มากขึ้น และเพิ่มเกลือให้มากขึ้นด้วย ส่วนน้ำที่มีความกระด้างมากๆนั้น ไม่เหมาะที่จะใช้ทำขนมปัง เพราะเกลือแร่มีอยู่ในน้ำจะทำให้การหมักชะงักงัน และทำให้กลูเต็นแข็งตัวหรือรัดตัว ทำให้แป้งโดแข็งกระด้าง

3. น้ำตาล น้ำตาลที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั่วๆไปมี 3 ชนิดด้วยกันคือ

3.1 น้ำตาลทรายขาว (Granulatedsugar) น้ำตาลทรายขาวในเมืองไทยโดยทั่วไปมีความละเอียด 3 ขนาดคือ ขนาดธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบ และเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีต้องมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมส่วนอื่นๆได้ดี เพราะผลึกน้ำตาลจะละลายไม่หมด ผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปขูดขีดบุกที่เคลือบเครื่องผสมหรือชามผสมทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์ และจะยิ่งเป็นมากขึ้น ถ้าเนยหรือไขมันที่นำมาตีกับน้ำตาลนี้มีความเย็นมาก

3.2 น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or Confectionary Sugar) น้ำตาลนี้มีลักษณะเป็นผงละเอียดมีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณ 3 % เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน ส่วนมากที่ใช้ในการทำไอซิ่งและผสมกับแป้งทำแป้งคุกสำเร็จรูป

3.3 น้ำตาลทรายแดง (Yellow or brownSuger) น้ำตาลชนิดนี้จะมี

คาราเมล แร่ธาตุ และมีความชื้นปนอยู่ด้วย และยังเป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์ ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรสและสีของน้ำตาลทรายแดง

นอกจากนี้ยังมีน้ำตาลข้าวโพดหรือเดกซโตรส (Cornsugar or Dextose) เป็นน้ำตาลที่ทำจากแป้งข้าวโพด นิยมใช้ในการทำขนมปัง หรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เพราะยีสต์สามารถนำน้ำตาลนี้ไปใช้โดยตรง ทำให้เกิดการหมักเร็วขึ้น หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์คือเป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก ช่วยให้เนื้อขนมดี ช่วยเก็บความชื้น และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความฟูอยู่ได้นาน ทำให้เปลือกของผลิตภัณฑ์มีสีดี และเพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

4. เกลือ เกลือที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ในการประกอบอาหารทั่วๆไป ซึ่งประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์และซัลเฟตอื่นๆ เกลือช่วยส่งเสริมกลิ่นและรสของขนมปังและให้รสเค็ม เกลือช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของยีสต์ให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอไม่เร็วเกินไป ปริมาณของเกลือที่ใช้ส่วนใหญ่ ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง แป้งที่มีกลูเต็นออนต้องการเกลือมาก เพราะเกลือช่วยให้โปรตีนมีกำลัง ถ้าใส่เกลือมากไปจะทำให้การเจริญเติบโตของยีสต์ชะงัก เป็นเหตุให้ขนมปังหนัก แน่น และแข็งผิวขนมปังไม่เป็นสีน้ำตาลทอง คือช่วยให้กลูเต็นแข็งแรงขึ้น ปริมาณของเกลือประมาณ 1.5 – 2% จะให้ผลดีที่สุด

สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู สำหรับขนมปังสิ่งที่ช่วยให้ฟูขึ้นคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดขึ้นทางขบวนการชีวเคมี ของยีสต์ ยีสต์ที่ใช้คือ Saccharomyces Cerevisiae สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์สดและยีสต์แห้ง

เซลของยีสต์ประกอบด้วย	โปรตีน	14.0 %
	คาร์โบไฮเดรต	10.2 %
	ไขมัน	0.46 %
	แร่ธาตุ	2.34 %
	ความชื้น	73.0 %

นอกจากนี้ในยีสต์ยังมีไวตามินอยู่ 3 ชนิดคือไรโบฟลาวิน (Riboflavin) ไทอามีน (Thiamine)

และไนอะซีน (Niacin) ด้วยเหตุนี้ การใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ฟูขึ้นจึงเป็นการเสริมคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์ด้วย และช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะตัว เนื่องจากสารอัลดีไฮด์ อัลกอฮอร์ คีโตนและกรดที่ยีสต์สร้างขึ้นมาในระหว่างการหมัก

5. ไขมัน ช่วยให้เนื้อขนมปังอ่อนนุ่ม มีกลิ่นและรสที่ดี ผิวขนมปังเป็นมันน่ารับประทาน ถ้าใช้น้อยจะช่วยรักษาคุณภาพของขนมปังให้เก็บได้นาน เนื้อไม่ร่วนเร็ว ถ้าใช้มากเกินไปจะทำให้ขนมปังไม่ขึ้นและเก็บไม่ได้นานเหม็นหืนเร็ว ไขมันที่ใช้อาจเป็นชนิด เนย เนยเทียม น้ำมันพืช มันหมูแข็งก็ได้ส่วนใหญ่แล้วผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นิยมใช้ไขมัน 3 ชนิดคือ เนยสด เนยขาว และมาการีน

เนยสด (Butter) ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำนมวัว ประกอบด้วยไขมัน 80 เปอร์เซ็นมีสีเหลือง มีกลิ่นรสหอมหวาน มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีคุณสมบัติด้อยคือ ตีเป็นครีมได้ไม่ดี

เนยขาว (Vegetable shortening)ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ที่ปราศจากกลิ่น เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด โดยขบวนการทางเคมี มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง และมีปริมาณไขมัน 100%

มาการีน (margarine) ทำจากไขของพืชหรือสัตว์ที่นำมาผสมกับนมหรือครีม หรืออาจจะไม่ใส่นมและไขสัตว์ก็ได้ มาการีนมีทั้งสีขาวและสีเหลือง ผลิตขึ้นมาใช้แทนเนยสด ลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมัน 80 – 85 %

7. นม นมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มี 3 ชนิดคือ นมสด นมข้น และนมผง สำหรับขนมปัง นมไม่ได้เป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญแต่เติมเข้าไปเพื่อช่วยให้ขนมปังมีคุณภาพที่ดีขึ้น นิยมใช้นมผงปราศจากไขมัน การใช้นมผงปราศจากไขมันมีประโยชน์หลายอย่างคือ

7.1 ช่วยเพิ่มการดูดซึมน้ำและทำให้โดมีกำลังขึ้น ทำให้ปริมาตรของขนมปังเพิ่มขึ้น

7.2 ทำให้ความทนทานต่อการผสมดีขึ้น โดที่ใส่นมผงจะทนต่อการผสม

ที่ใช้เวลานานและกลับคืนสู่สภาพอย่างรวดเร็ว ก่อนที่จะถึงระยะใส่พิมพ์

7.3 ใช้เวลาหมักได้นาน เนื่องจากนมทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ (buffer)นมผงปราศจากไขมันจะทำให้เกิดกรดในระหว่างการหมักช้าลง จึงทำให้ใช้เวลาหมักได้นาน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรดี

7.4 ทำให้สีของเปลือกขนมปังเป็นสีน้ำตาลทอง เนื่องจากแลคโตสเคซีน และโปรตีนอื่นที่มีในหางนมผง

7.5 ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่ขนมปัง เนื่องจากในนมมีแร่ธาตุโปรตีนไวตามิน

<u>การทำผลิตภัณฑ์</u> (โรงเรียนขนมอบนานาชาติ,2524)

ขนมปัง(Bread) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

ก. ขนมปังยีสต์(Yeast Bread) เป็นขนมปังที่ขึ้นโดยอาศัยยีสต์เป็นตัวทำให้ขนมปังขึ้นฟูได้แก่ ขนมปังแซนวิส ขนมปังปอนด์ ฯลฯ

ข. ควิกเบรด(Quick Bread) เป็นขนมปังที่ขึ้นฟูด้วยผงฟูหรือเบคกิ้งโซดา มีลักษณะคล้ายเค้กได้แก่ ขนมปังกล้วยหอม ขนมปังฟักทอง ฯลฯ

วิธีทำขนมปังที่นิยมมี 3 วิธีคือ

1. วิธีผสมแบบขั้นตอนเดียว (Straight dough method)

2. วิธีผสมแบบสองขั้นตอน (Sponge and dough methhod)

3. วิธีผสมแบบทุ่นเวลา (No-time dough method)

1. <u>วิธีผสมแบบขั้นตอนเดียว</u> เป็นวิธีที่ใช้กันโดยทั่วไป ทำโดยผสมส่วนผสมต่างๆที่มีในสูตรพร้อมกันทั้งหมด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ชั่งตวงส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในสูตร

1.2 ละลายน้ำตาลและเกลือในน้ำ

1.3 เทแป้งและยีสต์ นมผง ลงในอ่างผสม

1.4 เติมสารละลายเกลือน้ำตาลลงไปผสมด้วยความเร็วต่ำพอเข้ากัน

1.5 เติมไข่ไก่และเนยลงไป ผสมต่อด้วยความเร็วปานกลางจนกระทั่งแป้งมีลักษณะเนียนและเหนียวได้ที่ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1.6 นำก้อนแป้ง (โด) มาหมักต่ออีก 1.5 – 2 ชั่วโมงหลังจากนั้นทำการไล่ลมแล้วหมักต่ออีกประมาณ 15 – 20 นาที ตัดแบ่งแป้งตามน้ำหนักที่ต้องการ ปั้นเป็นรูปร่างต่างๆตามชนิดของขนมปัง หมักต่ออีก 50 – 60 นาทีหรือจนขึ้นเป็น 2 เท่า จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 380–400 °ฟ. จนกระทั่งสุก

2. วิธีผสมแบบสองขั้นตอน มีขั้นตอนดังนี้คือ

การผสมขั้นตอนแรก (sponge) คือการนำเอาแป้งประมาณ 80 % ของน้ำหนักแป้งที่มีอยู่ในสูตร ยีสต์ น้ำประมาณ 55 % ของน้ำหนักแป้งที่มีอยู่ในสปองจ์ ลงไปผสมในเครื่องผสมโดยใช้ความเร็วต่ำประมาณ 4 – 5 นาที . พอให้เข้ากันดีไม่ต้องถึงกับให้ก้อนแป้ง (โด) เนียนผสมเพียงเพื่อให้เกิดกลูเต็นมากพอที่จะอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นจากการหมักได้เพียงพอ ก้อนแป้งที่ได้จากการผสมนี้เรียกว่าสปองจ์ (sponge) นำสปองจ์ไปหมัก 2 – 3 ชั่วโมง สปองจ์ที่หมักได้ที่ดีจะมีโครงร่างภายในเป็นร่างแหที่ละเอียดและแห้งซึ่งอาจตรวจสอบได้โดยการดึงส่วนของสปองจ์มาก้อนเล็กๆ แล้วยืดดูด้วยมือถ้าสปองจ์ขาดง่ายและขาดอย่างมีระเบียบ โดยมีแรงต้านการดึงเพียงเล็กน้อย แสดงว่าการหมักได้ที่ ถ้าดึงแล้วขาดยากและขาดอย่างไม่เป็นระเบียบมีแรงต้านการดึงมากแสดงว่าการหมักยังไม่ได้ที่ แต่ถ้าหมักนานเกินไป เมื่อดึงก้อนสปองจ์จะขาดง่ายและรุ่ยไม่เป็นระเบียบเช่นกัน

การผสมขั้นตอนที่ 2 หรือโด (dough) เมื่อหมักสปองจ์ได้ที่แล้วนำมาเข้าเครื่องผสมอีกครั้งหนึ่ง เติมส่วนผสมที่เหลือทั้งหมดลงไป ซึ่งได้แก่แป้งที่เหลือ น้ำ น้ำตาลทราย นมผง เนย ผสมพอเข้ากันเติมไขมัน ผสมต่อจนเข้ากันดีจะได้โดที่มีลักษณะเรียบเนียน เมื่อตรวจสอบโดยการดึงก้อนแป้งเล็กน้อย แล้วนำมายืดโดจะแผ่เป็นแผ่นบางใสแสงผ่านได้ไม่ขาดออกจากกัน ขั้นตอนนี้เรียกว่าโด โดควรมีอุณหภูมิประมาณ 80 – 82 °ฟ แล้วนำกลับไปหมักต่ออีก 20 นาที

แล้วนำมาตัดแบ่งเป็นก้อนตามน้ำหนักที่ต้องการ ปั้นเป็นรูปร่างตามชนิดของขนมปัง หมักต่อไปให้ขึ้นเป็นสองเท่านานประมาณ 50 – 60 นาที จากนั้นนำไปอบที่ 380 – 400 °ฟ ตามแต่ชนิดของขนมปัง

3. วิธีผสมแบบทุ่นเวลา เป็นวิธีผสมที่ใช้เวลาน้อยคือหลังจากผสมแล้วไม่ต้องนำโดไปผ่านขั้นตอนการหมัก เพียงแต่นำมารีด หลังจากที่ผสมจนได้โดเรียบเนียนแล้ว นำมาปั้นเป็นรูปใส่ในพิมพ์จนพร้อมที่จะอบ ซึ่งมีขั้นตอนการผสมดังนี้

3.1 ผสมส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นไขมัน ลงไปในเครื่องโดยใช้ความเร็วต่ำนานประมาณ 2–3 นาที

3.2 ใส่ไขมันลงไปปรับความเร็วปานกลาง ผสมต่อไปอีกประมาณ 2 – 3 นาที

3.3 นำโดที่ได้ไปเข้าเครื่องรีดจนเรียบ

3.4 ตัดแบ่งเป็นก้อนกลมพักไว้ 10 นาที

3.5 ปั้นเป็นรูปใส่พิมพ์

3.6 หมักโดในพิมพ์ประมาณ 2 ชั่วโมงนำไปอบ

สำหรับการผสมแบบทุ่นเวลานี้ ไม่เป็นที่นิยมนักสำหรับการผลิต ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในประเทศไทย เพราะจะต้องสารเคมีช่วยเร่งให้เกิดปฏิกริยาเร็วขึ้น และไม่มีความจำเป็นที่ต้องเร่งเวลาในการผลิตนอกจากกรณีฉุกเฉินเท่านั้นจึงจะใช้วิธีนี้

ขั้นตอนในการผลิตขนมปัง (จิตธนาและ อรอนงค์, 2525)

1. ร่อนแป้งเพื่อแยกสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ปนมากับแป้งออก และเพื่อให้เมล็ดแป้งกระจายตัวออกจากกันแล้วนำไปชั่ง

2. ตวงน้ำแบ่งส่วนหนึ่งไปละลายยีสต์ (ถ้าใช้ยีสต์เม็ด) อีกส่วนหนึ่งละลายเกลือและน้ำตาล

3. นำแป้งที่ร่อนแล้วลงในเครื่องผสม แล้วใส่สารละลายน้ำตาลและเกลือรวมทั้งสารละลายยีสต์ลงไปในเครื่องผสม

4. ในส่วนผสมที่มีไขมัน ให้ใส่ไขมันเมื่อผสมแป้งให้เข้ากับส่วนผสมอื่นการใส่ไขมันทีหลังก็เพื่อจะให้แป้งดูดซึมน้ำเต็มที่เสียก่อน

การผสมแป้ง การผสมแป้งมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกัน

และทำให้ยีสต์ได้รับออกซิเจน เพื่อให้เกิดกลูเต็นเนื่องจากการรวมตัวของโปรตีนของแป้งในน้ำ ทำให้ก้อนแป้งมีความยืดหยุ่นที่พอเหมาะ การผสมแป้งทำได้ 2 วิธีคือ

1. ผสมด้วยมือ ใช้ได้กับการทำผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้อยๆ เนื่องจากต้องใช้แรงมาก

2. ผสมด้วยเครื่องผสม ซึ่งสามารถผสมแป้งได้คราวละมากๆทั้งยังทุ่นแรงและประหยัดเวลาด้วย

การผสมแป้งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. ตอนต้นของการผสม เมื่อผสมในตอนแรกเครื่องผสมจะค่อยๆผสมส่วนผสมต่างๆให้เข้ากันส่วนที่เป็นน้ำจะซึมเข้าสู่ส่วนที่แห้งกว่าขั้นตอนนี้ส่วนผสมจะยังไม่รวมตัวกันดี

2. นาทีต่อมา ส่วนผสมจะรวมกันเป็นก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นเล็กน้อย ก้อนแป้งจะเรียบขึ้นและเริ่มแห้งในระยะนี้แป้งจะยังติดอยู่ข้างๆอ่างผสม และที่ตะขอของเครื่องผสม

3. เมื่อผสมต่อไปอีก ก้อนแป้งจะรวมกันมีความเรียบเนียน ไม่ติดข้างอ่างผสมและตะขอ เมื่อจับดูก้อนแป้งจะมีความนุ่ม มีความยืดหยุ่น เมื่อดึงขึ้นมาจะไม่เหนียวติดมือและสามารถดึงให้เป็นแผ่นยาวๆได้โดยไม่ฉีกขาด ก้อนแป้งที่ได้นี้เรียกว่า "โด"

4. เมื่อส่วนผสมได้ที่แล้ว หยุดการผสม การผสมนานเกินไปจะทำให้โดนิ่มจนเหลวและร้อนทำให้กลูเต็นในโดฉีกขาด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีปริมาตรต่ำ เนื้อใน(crumb) จะร่วน แต่ถ้าผสมใช้เวลาน้อยเกินไปจะทำให้แป้งมีความยืดหยุ่นน้อย ปริมาตรของผลิตภัณฑ์จะลดลง

<u>การหมักโด</u> หลังจากผสมได้ที่แล้วจะต้องนำโดมาหมักไว้ระยะเวลาหนึ่ง สถานที่ที่ใช้หมักโดควรเป็นห้องที่สะอาด ปราศจากกลิ่น สำหรับโรงงานที่ทันสมัยอาจจะมีห้องหมักโดแยกออกไปโดยเฉพาะ ภายในห้องจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยให้มีอุณหภูมิต่ำระหว่าง 78— 80°ฟ (36°ซ) และมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70 – 78 % การที่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นด้วย ก็เพื่อป้องกันผิวหน้าของโดมิให้เปียกหรือแห้งเกินไป ถ้าไม่มี

ห้องหมักที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ ก็อาจใช้ผ้าขาวบางคลุม เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำในโดระเหยสู่ภายนอกได้ ซึ่งจะทำให้ผิวโดแห้ง

ในระหว่างที่หมักโดทิ้งไว้นั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นในโด โดยที่ยีสต์จะใช้น้ำตาลบางส่วนเป็นอาหาร และแป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล และกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอัลกอฮอร์ ซึ่งก๊าซนี้จะมีส่วนทำให้โดขยายตัว เอนไซม์โปรติเอส ที่มีอยู่ในยีสต์ที่มีจะช่วยให้กลูเต็นนุ่มและยืดตัวได้ หลังจากที่หมักโดไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง โดจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นอีก 2 เท่าตัว เมื่อถึงระยะนี้จะต้องลดปริมาตรของก้อนโดโดยใช้นิ้วจิ้มลงไปในก้อนโดที่หมักขึ้นแล้วนั้นหลายๆครั้ง หรืออาจนำโดที่ขึ้นนั้นไปผสมใหม่กับส่วนผสมที่เหลือตามวิธีการทำผลิตภัณฑ์แต่ละวิธี ผลจากการลดปริมาตรของก้อนโด จะทำให้โดมีอุณหภูมิเท่ากันทั้งก้อน ไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีมากเกินไปออก เพื่อให้ก๊าซออกซิเจนเข้าไปแทนซึ่งจะเป็นผลให้ยีสต์ทำงานดีขึ้น ช่วยให้กลูเต็นที่ขยายตัวออกเป็นโครงสร้างมีการพักตัว พร้อมที่จะขยายใหม่ได้โครงสร้างที่แข็งแรงขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักโดควรพอเหมาะ โดที่หมักนานเกินไปจะแฉะและอ่อน แห้งช้าเนื้อในผลิตภัณฑ์จะร่วนปริมาตรต่ำ สีของเปลือกนอกผลิตภัณฑ์จะซีด สำหรับโดที่หมักเร็วเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรลดลง เพราะโดยังไม่ขึ้นเต็มที่ สีของเปลือกนอกจะเข้ม กลิ่นรสไม่ดี เนื้อในของผลิตภัณฑ์จะมีสีเทา มีรูห่างและร่วนง่าย

<u>การเตรียมโดหลังจากการหมักก่อนปั้นใส่พิมพ์</u> มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การตัดแบ่งก้อนโดเป็นชิ้น น้ำหนักเท่าๆกัน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างดีและการอบเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ การตัดแบ่งสามารถจะทำได้ด้วยมือโดยใช้แผ่นโลหะหรือแผ่นพลาสติก

2. การปั้นคลึงก้อนโดให้กลมเป็นการทำให้ผิวของโดเรียบเนียนซึ่งจะเป็นผลให้โดอุ้มก๊าซไว้ได้ดียิ่งขึ้น

3. การพักโดหลังจากคลึงเป็นก้อนกลม เพื่อให้โดคลายตัวจากการถูกตัดและคลึง ใช้เวลาพัก 8 – 15 นาที

4. การม้วนโดและนำโดใส่พิมพ์ หลังจากพักได้ที่แล้ว ก็นำมารีดเป็นครั้งสุดท้ายด้วยลูกกลิ้งหรือใช้เครื่องรีด การรีดโดเป็นการไล่ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการพักตัวออกไป และเพื่อให้ลักษณะ และขนาดของฟองเซลภายในก้อนโดมีขนาดเท่าๆกัน เสร็จแล้วจึงม้วนให้เป็นรูปตามต้องการ การม้วนโดขนมปังปอนด์มีขั้นตอนดังนี้

4.1 โรยแป้งบนโต๊ะทำงานบางๆวางก้อนโด ที่ตัดชั่งแล้วลงบนโต๊ะที่โรยแป้งไว้

4.2 กดไล่ก๊าซออกด้วยมือหรือลูกกลิ้ง

4.3 รีดหรือดึงโดออกตามยาวให้เป็นรูปรี มีความยาวเท่าขนาดของพิมพ์

4.4 ม้วนโดตามยาวกดริมด้วยนิ้วมือให้ตะเข็บปิดสนิท

4.5 คลึงให้ตะเข็บกลมกลืนไปกับเนื้อโดและเอาใส่ลงในพิมพ์ โดยให้ตะเข็บอยู่ด้านล่างของพิมพ์ พิมพ์ต้องทาด้วยไขมันบางๆให้สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้โดติดพิมพ์

<u>การพักตัวของโดที่ปั้นใส่พิมพ์แล้วก่อนอบ</u> หลังจากนำโดใส่พิมพ์แล้ว ต้องพักโดไว้อีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้โดมีปริมาตรเพิ่มขึ้น หลังจากที่ได้ไล่ก๊าซออกไปแล้วตอนรีดโดก่อนปั้นใส่พิมพ์ การตรวจดูว่าโดที่พักในพิมพ์ได้ที่พร้อมจะเอาเข้าตู้อบได้ ทำได้โดยการใช้นิ้วมือแตะลงไปเบาๆบนโดที่ขึ้นมาเต็มพิมพ์หรือเกือบเท่าตัวเมื่อยกนิ้วขึ้น ถ้ามีรอยนิ้วติดอยู่จางๆแสดงว่าพักได้ที่แล้วนำเข้าอบได้ แต่ถ้ารอยนิ้วหายไปแสดงว่าโดยังคลายตัวไม่เต็มที่ต้องพักต่อไป หรือถ้ารอยนิ้วจมลงและไม่ถูกดันขึ้นมาแสดงว่าพักนานเกินไป โดยทั่วไปใช้เวลาพักโดในช่วงนี้ 60 – 65 นาที

<u>การอบ</u> เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำผลิตภัณฑ์ โดยนำโดมาอบที่อุณหภูมิ 400 – 500°ฟ (205 – 260°ซ) โดยใช้เวลาอบประมาณ 25 – 60 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดของผลิตภัณฑ์ที่อบ ในขณะที่โดถูกนำเข้าอบ โดยังมีการหมักตัวอยู่ และอัตราการหมักจะเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโดขยายตัวเต็มที่ เป็นผลให้ปริมาตรของโดเพิ่มสูงขึ้น ความร้อนจะช่วยระเหยน้ำออกจากผิวของโด และทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาของความร้อนกับน้ำตาลแป้ง และสารประกอบอื่นๆบนผิวนอกของโด

ปกติยีสต์จะไม่ทำงานที่อุณหภูมิ 110 °ฟ (43 °ซ) และจะตายที่อุณหภูมิประมาณ 50 °ฟ 130 °ฟ (54 °ซ) เม็ดสตาร์ชที่อยู่ในกลูเต็นจะเกิดเหนียวที่อุณหภูมิ 149 °ฟ และจะกลายเป็นน้ำตาลโดยเอ็นไซม์อะไมเลส ซึ่งจะมีการทำงานต่อไปจนถึงอุณหภูมิประมาณ 157 – 167 °ฟ กลูเต็นจะรวมตัวกันที่อุณหภูมิ 165 °ฟ เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเปลือกนอกของโดจะแห้งเป็นสีน้ำตาลมีความมันเงา

การบรรจุทีบห่อ เมื่ออบขนมปังสุกแล้วจะต้องเคาะออกจากพิมพ์ทันทีหลังจากที่นำออกจากตู้อบ เพื่อป้องกันมิให้มีการอบต่อไปโดยความร้อนจากพิมพ์ ขนมปังที่เอาออกจากพิมพ์แล้วจะต้องทิ้งไว้ให้เย็น เพื่อลดอุณหภูมิภายในขนมปังให้เหลือประมาณ 80 °ฟ (27 °ซ) เพื่อให้เหมาะกับการหั่น การหั่นขนมปังที่อุณหภูมิขนาดนี้จะทำให้รอยที่ถูกหั่นเรียบเสมอ การทำให้ขนมปังเย็นเองตามธรรมชาติหรือใช้เครื่องทำความเย็น

ลักษณะของขนมปัง (Pyler, 1973)

ปริมาตร เป็นพื้นที่ของขนมปังที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างน้ำหนักของโดและปริมาตรจะแสดงเป็นลูกบาศก์เซ็นติเมตร หรือ ลูกบาศก์นิ้ว คำนวณโดยการแทนที่เมล็ดงาลงในถาดใส่ขนมปังซึ่งทราบปริมาตร ลักษณะของขนมปังที่มีปริมาตรใหญ่เกินไปจะประกอบด้วยเซลที่เปิดและมีเนื้อสัมผัสที่เบานุ่ม ส่วนขนมปังที่มีปริมาตรเล็กอาจจะเกิดกลูเต็นมีคุณภาพไม่ดี และการหมักไม่ถูกต้องจากการที่ก๊าซไม่เพียงพอที่จะทำให้โดขยายตัวได้ดี หรือหมักโดไม่แก่เต็มที่ทั้งนี้ปริมาตรนั้นรวมถึงรูปร่างของก้อนขนมปังด้วยเช่นความยาวความกว้างและความสูง

ความสมดุลย์ของก้อนขนมปัง (Symmetry of form) การที่ขนมปังมีรูปทรงที่สมดุลย์ ทำให้มีลักษณะสวยงามและยังแสดงถึงการอบที่ดีก้อนขนมปังที่มีตำหนิจากความไม่สม – ดุลย์ของรูปทรง เช่นก้อนขนมปังกว้างหรือแคบเกินไป เป็นผลจากการใช้ถาดอบที่ผิดขนาด หรือด้านบนของก้อนแบนเกิดจากกลูเต็นอ่อนเกินไป ความสม่ำเสมอของก้อนขนมปังเป็นลักษณะของคุณภาพที่เห็นได้ชัดเจน ขนมปังที่มีเปลือกด้านบนคล้ำและหนาในขณะที่ด้านข้างและด้านล่างจะมีสีอ่อนจะไม่เป็นที่ยอมรับ ในทางตรงข้าม ถ้าด้านล่างของก้อนเกรียม

แต่เปลือกด้านบนมีสีอ่อน เป็นผลจากความร้อนด้านล่างมีมากเกินไป ลักษณะของก้อนขนมปังที่ดีนั้นจะต้องมีเปลือกหนาสม่ำเสมอและเป็นสีน้ำตาลทอง

สีของเปลือกขนมปัง (crust colour) โดยทั่วไปแล้วด้านบนของก้อนขนมปังควรมีสีน้ำตาลเข้ม และเปลือกด้านล่างควรมีสีน้ำตาลทองอ่อน ส่วนใหญ่สีของเปลือกจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการอบ และปริมาณของน้ำตาลที่เหลืออยู่ในโดเมื่อทำการอบ

การที่สีของเปลือกจืด หรือเป็นสีเทาเกิดจาก การที่มีน้ำตาลเหลืออยู่ในโดไม่เพียงพอซึ่งเป็นผลมาจากการหมักที่นานเกินไป การขาดปฏิกริยาของโดหรือไม่ได้ใส่น้ำตาลในสูตร การที่เปลือกขนมปังจะเบาหุ่มได้นั้น เกิดจากปริมาณของเนยขาวและน้ำตาลที่พอเหมาะและการหมักที่ถูกต้องการหมักมากเกินไปจะทำให้สีจาง เปลือกบางและเปราะ ส่วนการหมักน้อยเกินไปจะทำให้เปลือกขนมปังมีสีคล้ำและเหนียว สภาพของเตาอบที่มีผลกระทบต่อลักษณะของเปลือก เช่น เตาอบเย็นเกินไปจะทำให้เปลือกขนมปังมีสีทึบด้าน และถ้าเตาอบมีไอน้ำมากเกินไป จะทำให้เปลือกเหนียวและมีความมันเงามาก ส่วนเตาอบที่มีการกระจายความร้อนไม่สม่ำเสมอจะทำให้ความหนาของเปลือกไม่สม่ำเสมอ

<u>สีของเนื้อขนมปัง</u> (crumb colour) สามารถตัดสินได้โดยการพิจารณาอย่างละเอียดถึงสีภายในก้อนขนมปังที่หั่นเป็นชิ้นๆ สีนี้จะขึ้นอยู่กับสีธรรมชาติของเอนโดสเปอร์ม (endosperm) และรำที่อยู่ในแป้ง อย่างไรก็ตามสีก็ขึ้นอยู่กับลักษณะขนาดและรูปร่างของเซลล์ของเนื้อขนมปังด้วย ก้อนขนมปังที่มีเซลเล็กจะสะท้อนแสงได้ดี ทำให้มีความมันเงาและเป็นสีอ่อน ถ้าเป็นเซลที่มีขนาดใหญ่และลึกจะดูดแสงไว้ ทำให้เนื้อขนมปังไม่มีความมันเงา

<u>เม็ดของเนื้อขนมปัง</u> (Grain of the crumb) เม็ดของเนื้อขนมปังคือโครงสร้างของเซล ซึ่งจะเห็นได้เมื่อตัดขนมปังออกเป็นชิ้น จากการพิจารณาอย่างใกล้ชิดจะเห็นขนาดของเซล เซลที่เรียกว่า "เม็ดเปิด" (Open grain) จะมีลักษณะเป็นเซลขนาดใหญ่ ในขณะที่ "เม็ดปิด" (Close grain) จะประกอบไปด้วยเซลเล็กๆ เนื้อขนมปังอาจจะมีลักษณะเป็นแบบเม็ดปิดอย่างเดียว เม็ดเปิดอย่างเดียว หรือมีขนาดแตกต่างกันขนาดและรูปร่างแต่ละเซลจะมีทั้งที่เป็นเซลกลมและเซลแบบยาวรี เซลแบบยาวรีจะเป็นที่ต้องการมากกว่า

ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) ลักษณะเนื้อสัมผัสจะบอกถึงความยืดหยุ่น (elasticity) หรือความนุ่ม ทั้งนี้ลักษณะเนื้อสัมผัสจะเกี่ยวเนื่องกับลักษณะที่เป็นเม็ดของขนมปัง ลักษณะเนื้อสัมผัสตัดสินได้จากความรู้สึกในการสัมผัสด้วยนิ้วโดยกดเบาๆที่ผิวหน้าของขนมปังและดูบ่านเม็ด (grain) การสัมผัสจะบอกถึง ความอ่อนนุ่ม เบา ยืดหยุ่น หรือหยาบ ร่วนเป็นก้อนและอ่อนเปียก เห็นได้ชัดเจนว่าเซลที่มีโครงสร้างละเอียดมีผนังเซลบาง จะมีความนุ่มและยืดหยุ่นมากกว่าเซลที่มีเม็ดปิด

กลิ่นหอม (Aroma) สามารถตัดสินได้โดยการดมกลิ่น โดยการถือขนมปังไว้ใกล้ๆจมูกและในขณะตรวจสอบต้องไม่มีลมพัด กลิ่นหอมของขนมปังประกอบขึ้นจาก ส่วนผสมต่างๆ ซึ่งอาจจะเป็นกลิ่นแป้งสาลี กลิ่นถั่ว กลิ่นข้าวมอล กลิ่นหวานเปรี้ยว หรือเหม็นอับ เหม็นหืน

รสชาติ (Taste) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของกลิ่นรส (flavor) ซึ่งสามารถตัดสินได้โดยตุ่มรับรสของลิ้นและเนื้อเยื่อในปาก โดยทั่วไปผู้บริโภคไม่สามารถแบ่งแยกระหว่างกลิ่นหอมและรสชาดได้ แต่จะแสดงอาการโต้ตอบผลรวมของทั้งสองลักษณะได้ โดยทั่วไปขนมปังจะมีรสเปรี้ยวหวานอ่อนๆ และยังรวมถึงคุณภาพด้านความกรอบ ขนมปังที่ดีจะต้องเคี้ยวง่ายและกลืนได้ง่าย

วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

1. แป้งสาลีชนิดสำหรับทำขนมปัง
2. แป้งเผือก เตรียมจากเผือกหอม
3. น้ำ
4. น้ำตาลทรายขาว
5. เกลือป่น
6. นมผงขาดมันเนย
7. ยีสต์เม็ด
8. เนยขาว

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง
2. เครื่องผสมแป้ง
3. เตาอบไฟฟ้า
4. พิมพ์อบขนมปัง
5. ตะแกรงลวด ใช้สำหรับผึ่งขนมปังที่อบแล้ว
6. ตะแกรงร่อนแป้งชนิดละเอียด
7. ผ้าขาวบางใช้คลุมส่วนผสมในขณะหมัก
8. พายยาง สำหรับกวาดส่วนผสมที่อยู่ในชามผสม
9. ลูกกลิ้งไม้ ใช้รีดคลึงโดให้เป็นแผ่นบางเรียบ

วิธีการ

1. การทำขนมปังขาว (white bread) ด้วยแป้งสาลี

ตารางที่ 1 สูตรขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลี

ส่วนผสม	เปอร์เซนต์	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)
แป้งขนมปัง	100	400
น้ำ	60	240
ยีสต์	1	4
เกลือ	1.4	5.6
น้ำตาล	10	40
นมผง	4	16
เนยขาว	6	24

วิธีการทำ ใช้วิธีผสม 2 ครั้ง (Spong and dough method) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งแป้งสาลีที่ผสมในขั้นสปันจ์ 80 % ของน้ำหนักแป้งที่ใช้ทั้งหมดในสูตร คือ 320 กรัม

2. ตวงน้ำเพื่อใช้ในขั้นตอนของสปันจ์ 55 % ของน้ำหนักแป้งที่มีอยู่ในสปัน 176 กรัม

3. ผสมยีสต์กับแป้งร่อนให้เข้ากัน 1 ครั้ง นำแป้งและน้ำใส่ลงในเครื่องผสม ผสมโดยใช้ความเร็วของเครื่องต่ำประมาณ 4 –5 นาที พอให้แป้งเข้ากัน แล้วนำสปันจ์

86463

ไปหมักจนได้ที่ นานประมาณ 2.5 ชั่วโมง หรือตรวจสอบโดยการดึงส่วนของสปันจ์มาเล็กน้อย แล้วยืดดูด้วยมือ สปันจ์จะขาดง่ายและขาดอย่างเรียบร้อย โดยมีแรงต้านการดึงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4. เมื่อหมักสปันจ์ได้ที่แล้ว นำสปันจ์กลับไปผสมกับแป้งและน้ำที่เหลือและส่วนผสมอื่นคือ น้ำตาลเกลือ นมผง เกลือ ส่วนผสมต่อไปด้วยความเร็วต่ำ จนส่วนผสมเข้ากันดีใส่ไขมันลงไปหลังสุด ใช้เวลา 15 นาทีหรือน้อยกว่า จนได้โดที่มีลักษณะเรียบเนียน เมื่อดึงออกมายืดโดจะแผ่เป็นแผ่นบางใส แสงผ่านได้ไม่ขาดออกจากกัน

5. หมักโดไว้นานประมาณ 20 – 30 นาที

6. แบ่งโดเป็นก้อน หนักก้อนละ 250 กรัม

7. นำโดที่ชั่งแล้วมาคลึงให้เป็นก้อนกลมพักทิ้งไว้ 15 นาที

8. นำโดที่พักตัวดีแล้วมารีดเพื่อไล่อากาศ แล้วพับปลายด้านหนึ่งให้เหลื่อมกับปลายอีกด้านหนึ่งแล้วม้วนกดให้แน่น ทำเป็นก้อนกลม วางลงในพิมพ์ซึ่งทาด้วยไขมันบางๆแล้ว จำนวน 2 ก้อนพักไว้จนโดขึ้นได้ประมาณ 3/4 ของพิมพ์ปิดฝาพิมพ์ให้สนิท

9. นำโดไปอบที่อุณหภูมิ 415 °ฟ ใช้เวลาประมาณ 40 นาที เมื่อใกล้เวลาที่จะสุกค่อยๆเปิดฝาออกทั้งนี้เพื่อให้ได้รับการอบอย่างทั่วถึง และเป็นการปล่อยให้ไอน้ำที่รวมตัวกันอยู่ในพิมพ์ระเหยออกไป

10. นำขนมปังที่สุกแล้วออกจากตู้อบ เคาะออกจากพิมพ์ ผึ่งไว้บนตะแกรงจนขนมปังเย็นนำมาพิจารณาลักษณะ และคุณสมบัติทั้งภายนอกและภายใน

2. การทำขนมปังขาวด้วยแป้งสาลีและแป้งเผือก การทดลองทำขนมปังขาวด้วยแป้งสาลีผสมแป้งเผือก ทำการทดลองผสมแป้งเผือกลงไปในแป้งสาลี 5, 8, 15 และ 20 % ตามลำดับ สำหรับส่วนผสมอื่นใช้ตามสูตรเดิมที่ใช้ในการทำขนมปังด้วยแป้งสาลี

ตารางที่ 2 สูตรขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลีผสมแป้งเผือก

ส่วนผสม	เปอร์เซนต์แป้งเผือกในสูตร			
	5	8	15	20
	น้ำหนัก (กรัม)			
แป้งสลลี	380	368	340	320
แป้งเผือก	20	32	60	80
น้ำ	240	240	240	240
ยีสต์เม็ด	4	4	4	4
เกลือ	5.6	5.6	5.6	5.6
น้ำตาล	40	40	40	40
นมผง	16	16	16	16
เนยขาว	24	24	24	24

วิธีการทำ ผสมแป้งเผือกกับแป้งสาลีร่อนให้เข้ากันก่อน ส่วนวิธีการอื่นๆทำเช่นเดียวกับการทำขนมปังขาวด้วยแป้งสาลีทุกประการ

3. การวิเคราะห์หาส่วนประกอบในอาหาร ใช้การวิเคราะห์โดยประมาณ(Proximate Analysis) ประกอบด้วยการวิเคราะห์เปอร์เซนต์ของความชื้น(moisture) เถ้า(ash) ไขมัน(crude fat), โปรตีน(protein) และกาก(crude fiber) โดยใช้วิธีของ AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1984)

4. การหาปริมาตรของก้อนขนมปัง โดยการแทนที่เมล็ดงาลงในพิมพ์อบขนมปังซึ่งทราบปริมาตรแล้ว

5. การตรวจสอบเพื่อหาความแตกต่างของขนมปัง นำมาตรวจผลด้วยการชิม

แล้วให้คะแนนเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 1 วัน

ลักษณะที่ตรวจสอบ	คะแนนในการชิม
<u>ลักษณะภายนอก</u> ความสมดุลย์ของก้อนขนมปัง ความสม่ำเสมอในการอบ สีของเปลือก สีของเนื้อใน <u>ลักษณะภายใน</u> เม็ดของเนื้อขนมปัง เนื้อสัมผัส กลิ่นหอม รสชาด ความชอบ	5 ดีมาก 4 ดี 3 ดีพอใช้ 2 พอใช้ได้ 1 ใช้ไม่ได้

ผลการทดลอง

1. การทำขนมปังโดยใช้ส่วนผสมของแป้งแตกต่างกันคือ ใช้แป้งสาลีล้วน ๆ ใช้แป้งสาลีผสมแป้งเผือกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ 5,8,15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

1 2 3 4 5

รูปที่ 1 ลักษณะภายนอกของขนมปังสูตรต่าง ๆ คือ

1. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลี ผสมแป้งเผือก 15%
2. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลี ผสมแป้งเผือก 20%
3. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลี ผสมแป้งเผือก 8%
4. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลี ผสมแป้งเผือก 5%
5. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีล้วน ๆ

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยี

1 2 3 4 5

รูปที่ 2 ลักษณะภายในของขนมปังสูตรต่าง ๆ คือ

1. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีผสมแป้งเผือก 15%
2. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีผสมแป้งเผือก 20%
3. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีผสมแป้งเผือก 8%
4. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีผสมแป้งเผือก 5%
5. ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีล้วน ๆ

2. การวิเคราะห์ส่วนประกอบในอาหาร

2.1 การวิเคราะห์ความชื้น

ตารางที่ 3 ความชื้นของขนมปัง

ส่วนผสมแป้ง	ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	ค่าเฉลี่ย
แป้งสาลีล้วน	1	2.2289	1.5546	30.2525	29.8509
	2	2.0666	1.458	29.4493	
ผสมแป้งเผือก 5%	1	2.2339	1.5057	32.5976	30.8235
	2	2.1243	1.5072	29.0495	
ผสมแป้งเผือก 8%	1	2.4293	1.7508	27.9298	27.3484
	2	1.5732	1.1521	26.767	
ผสมแป้งเผือก 15%	1	2.2979	1.4709	35.9893	35.9516
	2	2.0421	1.3087	35.9140	
ผสมแป้งเผือก 20%	1	1.591	1.11	30.2325	26.5938
	2	2.098	1.4066	22.9551	

2.2 การวิเคราะห์ไขมัน

ตารางที่ 4 ปริมาณไขมันในขนมปัง

ส่วนผสมแป้ง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักไขมัน	เปอร์เซ็นต์ไขมัน	ค่าเฉลี่ย
แป้งสาลี	1	8.3746	0.47	8.3586	7.6084
	2	8.7486	0.6	6.8582	
ผสมแป้งเผือก	1	8.8196	0.5	5.6691	5.6352
5%	2	8.9264	0.5	5.6013	
ผสมแป้งเผือก	1	8.3379	0.43	5.1571	4.5968
8%	2	7.9274	0.32	4.0366	
ผสมแป้งเผือก	1	10.0974	0.8	7.9228	7.559
15%	2	9.7285	0.7	7.1953	
ผสมแป้งเผือก	1	7.9283	0.34	4.2884	4.5363
20%	2	8.7786	0.42	4.7843	

2.3 การวิเคราะห์โปรตีน

ตารางที่ 5 ปริมาณโปรตีนในขนมปัง

ส่วนผสมแป้ง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	ปริมาณ (มิลลิลิตร)	เปอร์เซ็นต์โปรตีน	ค่าเฉลี่ย
แป้งสาลีล้วน	1	1.2635	8.6	5.529	5.157
	2.	1.2562	7.4	4.785	
ผสมแป้งเผือก 5%	1	1.3967	18.4	10.7	9.6535
	2	1.3494	$14.3_{(0.1\ )}$	8.607	
ผสมแป้งเผือก 8%	1	1.0442	$115.3_{(0.1\ )}$	8.97	8.9945
	2	1.4769	$16.4_{(0.1\ )}$	9.019	
ผสมแป้งเผือก 15%	1	1.2938	8.2	5.15	4.2985
	2	1.2489	$53_{(0.1\ )}$	3.447	
ผสมแป้งเผือก 20%	1	1.1167	95.1	6.917	7.521
	2	1.1166	$111.7_{(0.01\ )}$	8.125	

2.4 การวิเคราะห์ crude fiber

ตารางที่ 6 ปริมาณ crude fiber ในขนมปัง

ส่วนผสมแป้ง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังเผา (กรัม)	เปอร์เซ็นต์กาก	ค่าเฉลี่ย
แป้งสาลีล้วน	1	2.5887	0.0298	0.0053	0.946	0.742
	2	2.6042	0.212	0.0072	0.538	
ผสมแป้งเผือก 5%	1	2.3636	0.0216	0.0064	0.643	0.769
	2	2.0442	0.023	0.0047	0.895	
ผสมแป้งเผือก 8%	1	1.8574	0.0204	0.0053	0.813	0.933
	2	2.0131	0.0285	0.0073	1.053	
ผสมแป้งเผือก 15%	1	2.2406	0.0273	0.0086	0.835	0.818
	2	2.1829	0.0104	0.0056	0.783	
ผสมแป้งเผือก 20%	1	2.1981	0.0131	0.0067	0.29	0.39
	2	2.2292	0.1179	0.0073	0.49	

2.5 การวิเคราะห์เถ้า

ตารางที่ 7 ปริมาณเถ้าในขนมปัง

ส่วนผสมแป้ง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักหลังเผา (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เถ้า	ค่าเฉลี่ย
แป้งสาลีล้วน	1	3.2808	0.0328	0.9997	0.9380
	2	3.5375	0.031	0.8763	
ผสมแป้งเผือก	1	3.3465	0.0347	1.0369	1.0083
5%	2	4.0622	0.0398	0.9797	
ผสมแป้งเผือก	1	2.124	0.04	1.9832	1.6417
8%	2	1.9354	0.0271	1.4002	
ผสมแป้งเผือก	1	3.5562	0.3752	1.0550	1.0461
15%	2	3.7305	0.387	1.0373	
ผสมแป้งเผือก	1	2.653	0.0405	1.5265	1.5423
20%	2	2.3554	0.0367	1.5581	

3. ปริมาตรของก้อนขนมปัง

ตารางที่ 8 แสดงปริมาตรของก้อนขนมปังสูตรต่าง ๆ

	แป้งสาลี	แป้งสาลีผสมแป้งเผือกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์			
		5%	8%	15%	20%
ปริมาตร (ลูกบาศก์-เซนติเมตร)	1280	1235	1200	985	945

4. การตรวจสอบเพื่อหาความแตกต่างของขนมปัง

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี Analysis of Variance

ลักษณะตรวจสอบ		ค่า mean(x) ของคะแนนจากการชิม T1	T2	T3	T4	T5
ลักษณะภายนอก		3.13	3.2	3.53	2.93	2.8
ความสมดุลย์ของก้อนขนมปัง	*	3.73	3.2	3.86	3.33	3.46
ความสม่ำเสมอในการอบ	*	3.13	2.26	3.39	3.06	3.0
สีของเปลือก	NS	3.66	3.13	3.26	3.13	3.06
สีของเนื้อใน	NS					
ลักษณะภายใน						
เม็ดของเนื้อขนมปัง	*	3.8	3.26	3.53	3.0	3.13
เนื้อสัมผัส	*	3.46	3.4	3.4	2.73	2.6
กลิ่นหอม	NS	3.0	2.93	3.53	3.2	3.06
รสชาด	NS	3.6	2.93	3.4	3.06	3.26
ความชอบ	NS	3.66	3.26	3.6	3.06	2.95

หมายเหตุ

T1 = ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีล้วน

T2 = ขนมปังที่ทำจากแป้งสลลีผสมแป้งเผือก 5 เปอร์เซ็นต์

T3 = ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีผสมแป้งเผือก 8 เปอร์เซ็นต์

T4 = ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีผสมแป้งเผือก 15 เปอร์เซ็นต์

T5 = ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีผสมแป้งเผือก 20 เปอร์เซ็นต์

* = ลักษณะของขนมปังที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

NS = ลักษณะของขนมปังที่ไม่มีความแตกต่างกัน

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การทำขนมปังด้วยแป้งสาลี

จากการทดลองทำขนมปังด้วยแป้งสาลี พบว่าลักษณะของขนมปัง ได้แก่ ลักษณะภายนอกและลักษณะภายใน มีลักษณะโดยรวมแล้วดี คือมีสีของเปลือกเป็นสีน้ำตาลทองสม่ำเสมอทั่วทั้งก้อน เปลือกเรียบไม่มีรอยแตก รูปทรงของขนมปังมีความสมดุลย์ เนื้อขนมปังมีลักษณะเป็นเซลละเอียด มีความนุ่ม มีสีขาวเจือเหลืองอ่อนๆ และมีกลิ่นหอม

2. การทำขนมปังด้วยแป้งสาลีผสมแป้งเผือก

ขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลีผสมแป้งเผือกจำนวน 5 เปอร์เซนต์ ลักษณะของขนมปังโดยรวมแล้วมีลักษณะที่ดี ลักษณะที่แตกต่างจากขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลีคือ เนื้อขนมปังมีลักษณะเป็นเซลใหญ่และมีสีขาวคล้ำเล็กน้อย

ขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลีผสมแป้งเผือกจำนาน 8 เปอร์เซนต์ มีลักษณะที่แตกต่างจากขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลีคือ เปลือกมีสีน้ำตาลทองเข้มกว่า เนื้อขนมปังมีลักษณะเป็นเซล, ขนาดใหญ่มากกว่าเซลขนาดเล็ก เนื้อขนมปังร่วนไม่นุ่ม และมีสีขาวคล้ำเจือน้ำตาล เมื่อทดลองชิมพบว่าเนื้อขนมปังเป็นเม็ดๆละลายยาก

ขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลีผสมแป้งเผือก 15 เปอร์เซนต์ มีลักษณะของรูปทรงไม่สมดุลย์ เปลือกมีสีน้ำตาลเข้ม และสีไม่สม่ำเสมอกันทั่วทั้งก้อน ลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งและร่วน เนื้อขนมปังมีลักษณะเป็นเซลขนาดใหญ่ มีสีน้ำตาลอ่อนเจือม่วง เมื่อทดลองชิมพบว่าเนื้อขนมปังเป็นเม็ดๆและร่วนมาก

ขนมปังที่ทำด้วยแป้งสาลีผสมแป้งเผือก 20 เปอร์เซนต์ มีลักษณะรูปทรงไม่สมดุลย์ก้อนขนมปังหนักมาก ลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งด้านและร่วนมาก เนื้อขนมปังมีลักษณะเป็นเซลขนาดใหญ่มากกว่าเซลขนาดเล็ก และมีเนื้อสีน้ำตาลอ่อนเจือม่วง เมื่อทดลองชิมพบว่าเป็นเม็ดๆและร่วนมาก

3. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน กากและเถ้า ในขนมปังทุกสูตรมีปริมาณเฉลี่ยเท่าๆกัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากส่วนผสม เช่น นม ไขมัน น้ำ ในทุกสูตรมีปริมาณเท่าๆกัน

4. ปริมาตรของก้อนขนมปัง

จากตารางที่ 8 และภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาตรของก้อนขนมปังลดลงเป็นลำดับตามจำนวนของแป้งเผือกที่เพิ่มขึ้น

5 การวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของก้อนขนมปังโดยการชิมแล้วให้คะแนน

จากการชิมให้คะแนนของผู้ชิมจำนวน 15 คนเพื่อหาความแตกต่างของขนมปังจากสูตรที่ทำด้วยแป้งสาลีล้วน และแป้งสาลีผสมแป้งเผือกจำนวน 5,8,15 และ 20 เปอร์เซนต์ตามลำดับ โดยอาศัยการวิเคราะห์โดยวิธี Analysis of Variance พบว่า ลักษณะความสมดุลย์ของก้อน ความสม่ำเสมอในการอบ เนื้อสัมผัส และเม็ดของเนื้อขนมปังเป็นลักษณะที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้ชิมไม่มีความชำนาญจึงทำให้ผลการวิเคราะห์ออกมาดังกล่าว

ขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีแป้งเผือกทั้ง 4 สูตร พบว่าสูตรที่ใช้แป้งเผือกผสมเพียง 5 เปอร์เซนต์ ให้ลักษณะของขนมปังที่ดีที่สุด การผสมแป้งเผือกเข้าไปในสูตรขนมปังนั้นจะทำให้ขนมปังมีลักษณะไม่เป็นที่ต้องการคือ ทำให้ปริมาตรของก้อนขนมปังลดลงสังเกตุเห็นได้ชัดเจน ทำให้เนื้อขนมปังร่วน แข็ง เป็นเม็ดๆ และละลายยากในปาก ส่วนลักษณะที่ดีคือ ขนมมีกลิ่นหอมเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การนำแป้งเผือกมาทำขนมปังจากการทดลอง แสดงให้เห็นว่าได้ลักษณะของขนมปังที่ไม่ดีนัก ดังนั้นจึงอาจจะใช้แป้งเผือกไปทดลองทำผลิตภัณฑ์ เบเกอรี่อื่นๆ เช่น คุกกี้ เค้ก โดนัท เป็นต้น แต่การนำเผือกมาใช้นั้นจะต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตด้วย เนื่องจากเผือกมีราคาสูงมากในนอกฤดูกาลปลูก ดังนั้นจะต้องคำนึงถึงวิธีการเก็บรักษาแป้งเผือก ให้มีคุณภาพดีและเก็บไว้ได้นานด้วย นอกจากนี้ยังจะต้องคำนึงถึงกลิ่นของเผือกด้วย เพราะว่ากรรมวิธีการผลิตแป้งเผือกทำให้กลิ่นของเผือกหายไป

เอกสารอ้างอิง

จิตธนา แซ่เบ๋ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2525. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

โรงเรียนขนมอบนานาชาติ. 2524. ขนมอบนานาชาติ บริษัทรุ่งกมล กรุงเทพฯ 63น.

สุวรรณ ตะสันเทียะ. 2527. การศึกษาวิธีการเตรียมแป้งเผือกเบื้องต้น ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Onwveme, I.C. 1978. The Tropical Tuber, John Wiley and Sons Ltd. Nigeria. 221p.

Pyler, E.J. 1973. Baking Science & Technology, vol.2 Sieble Publishing Company. Chicago. 834 - 891p.

ภาคผนวก

การประเมินผลลักษณะต่าง ๆ ของขนมปัง ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งแตกต่างกันคือ สูตรแป้งสาลีล้วน ๆ แป้งสาลีผสมแป้งเผือก 5%, 8%, 15 และ 20% ตามลำดับ การวิเคราะห์ใช้วิธี Analysis of Variance

1. ความสมดุลย์ของก้อน

1. คำนวนหา Correction Factor (CF) โดยใช้สูตร

$$CF = \frac{(G)^2}{N}$$

เมื่อ G ผลรวมของค่า X ทั้งหมด = 234

N ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด = 75

X ค่าเฉลี่ยของการทดลอง

$$CF = \frac{(234)^2}{75} \quad 730.08$$

2. คำนวนค่า total sum of square (SS)

$$SS = (x1^2 + x2^2 + x3^2 + \text{———} + xn^2) - CF$$

$$= 827 - 730.08$$

$$= 96.92$$

3. คำนวนค่า Treatment sum of square (TSS)

$$TSS = \frac{(\Sigma T1^2)+(\Sigma T2^2) + (\Sigma T3^2) + (\Sigma T4^2)+(\Sigma T5^2)}{} - CF$$

$$= \frac{(47)^2 + (48)^2 + (53)^2 + (44)^2 + (49)^2}{15} - 730.08$$

$$= 47.186$$

4. คำนวนค่าError sum fo square (error SS)

$$\text{Error SS} = SS - TSS$$

$$= 49.73$$

ตารางที่ 1. แสดงค่า Analysis of Variance ของความสมดุลย์

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square (MS)	F	
				คำนวน	ตาราง
treatment	4	47.186	11.7965		
error	70	49.73	0.7104	16.6047	2.5252
Total	74	96.916	12.5069	*	

ค่า Treatment DF = number of treat - 1

= 5 - 1 = 4

Total DF = N - 1

= 75 - 1 = 74

Error DF = total DF - treatment DF

= 74 - 4 = 70

$MS = \frac{SS}{DF}$

Treatment MS $= \frac{47.186}{4} = 11.7965$

Error MS $= \frac{49.73}{70} = 0.7104$

$F = \frac{\text{Treatment MS}}{\text{Error MS}}$

= 16.6047

สรุปผล โดยพิจารณาค่าจากตาราง F - distribution โดยเลือกจากช่องที่มีค่า DF of treatment ทางแกนนอน และค่า DF of error ทางแกนตั้ง

ค่า F ที่ได้จากตาราง = 2.5252 *

ค่า F ที่ได้มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าขนมปังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คำนวนต่อโดยใช้การทดสอบของ Duncan's New Multiple Rang test ว่าค่า Mean แต่ละการทดลองแตกต่างกันอย่างไร โดยทำการคำนวนดังนี้

1. หาค่า Significant Range (SSR) โดยใช้ตาราง Significant Studentized Rangs โดยใช้ จากตาราง Analysis of variance ตารางที่2 ANOVA

No. of treatment means	2	3	4	5
SSR	2.83	2.88	3.08	3.14
LSR (P 0.05)	0.1340	0.1363	0.1458	0.1487

2. คำนวนค่า Standard error of the mean ($S\bar{x}$)

$$S(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\text{Error MS}}{\text{No. of jude}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.7104}{15}} = \sqrt{0.04736}$$

3. คำนวนค่าLeast sinificant range (LSR)

$$= SSR \times S\bar{x}$$

จากการทดลองได้ค่า Mean ดังนี้ $\bar{x}1 = 3.1333$

$\bar{x}2 = 3.2$

$\bar{x}3 = 3.5333$

$\bar{x}4 = 2.9333$

$\bar{x}5 = 2.8$

นำค่า mean ของ treatment มาเรียงจากน้อยไปหามาก ดังนี้

Treatment identification	T5	T4	T1	T2	T3
mean ($\bar{x}$)	2.8	2.93	3.13	3.2	3.53

การเปรียบเทียบค่า mean สรุปผลดังนี้

เปรียบเทียบค่า T5 กับT4

2.93 − 2.8 = 0.13, 0.13 < 0.1340 แสดงว่า T5 และ T4 มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T1 กับ T4

3.13 − 2.93 = 0.2,0.2 > 0.1340 แสดงว่า T1และ T4 มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T2 กับ T4

3.2 − 2.93 = 0.27 > 0.1363 แสดงว่า T_2 และ T_4 มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบT3 กับT4

3.53 − 2.93= 0.6,0.6 >0.1458 แสดงว่า T3กับT4 มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบT5 กับT1

3.13 − 2.8= 0.33,0.33 > 0.1363 แสดงว่าT5 กับ T1 มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบT5 กับT2

3.2 − 2.8= 0.4,0.4 >0.1458 แสดงว่า T5 กับT2มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบT5 กับT3

3.53 − 2.8 = 0.73, 0.73> 0.1487 แสดงว่าT5 กับT3มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T2 กับ T1

3.2 - 3.13 = 0.07 , 0.07 0.134 แสดงว่า T2 กับT1 มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบT3 กับ T2

3.53 -3.2 = 0.33 , 0.33 0.134 แสดงว่า T3 กับ T2 มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T3 กับ T1

3.53 -3.13 = 0.4 , 0.4 0.1363 แสดงว่า T3กับT1 มีความสมดุลย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.ความสม่ำเสมอในการอบ

G = 264

$\Sigma(x^2)$ = 938

CF = 929.28

SS = 8.72

TSS = 4.58

Error SS = 4.13

ตารางที่5. Analysis of variance

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square (MS)	F	
				คำนวณ	ตาราง
treatment	4	4.58	1.145	19.046	2.5252
error	70	4.13	0.059		
Total	74	8.71	11.509	*	

ตารางที่ 4 ANOVA

No. of treatment mean	2	3	4	5
SSR	2.83	2.88	3.08	3.14
LSR(P 0,05)	0.1744	0.1805	0.1931	0.1968

$S\bar{x}$ = 0.0627

จากการทดลองได้ค่า mean ($\bar{x}$) $\bar{x}1$ =3.73

$\bar{x}2$ =3.2

$\bar{x}3$ = 3.86

$\bar{x}4$ =3.33

$\bar{x}5$ 3.46

เรียงลำดับค่า treatment ได้ดังนี้

Treatment identification	T2	T4	T5	T1	T3
mean ($\bar{x}$)	3.2	3.33	3.46	3.73	3.86

เปรียบเทียบค่าmean สรุปผลดังนี้

เปรียบเทียบค่า T4 กับ T2

3.33-3.2 = 0.13,0.13 <0.1774 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบไม่แตกต่างกัน

เปรียบเทียบค่า T5 กับ T2

3.46-3.2 = 0.26,0.26>0.1805 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T1 กับ T2

3.73-3.2 = 0.53,0.53> 0.1931 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบไม่แตกต่างกัน

เปรียบเทียบ T3 กับ T2

3.86–3.2 = 0.66 0.66 > 0.1968 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T5 กับ T4

3.46–3.33 = 0.13, 0.13 < 0.1744 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบไม่แตกต่างกัน

เปรียบเทียบ T1 กับ T4

3.73–3.33 = 0.40, 04 > 0.1805 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T3 กับ T4

3.86–3.33 = 0.53, 0.53 > 0.1931 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T1 กับ T5

3.73–3.46 = 0.27, 0.27 > 0.1774 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T3 กับ T5

3.86–3.46 = 0.4, 0.4 > 0.1805 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T3 กับ T1

3.86–3.73 = 0.13, 0.13 < 0.1744 แสดงว่ามีความสม่ำเสมอในการอบไม่แตกต่างกัน

3. สีของเปลือกขนมปัง

G = 246

$\Sigma (x^2)$ = 897

CF = 806.88

SS = 90.12

TSS = 8.5866

Error SS = 81.53

ตารางที่ 5. Analysis of Variance

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square (MS)	F	
				คำนวณ	ตาราง
treatment	4	8.5866	2.1466	1.8437	2.5252
error	70	81.5	1.162		
Total	74	90.0086	3.3106	NS	

4.สีของเนื้อขนมปัง

G	=	224
$\Sigma(\bar{x})$	=	881
CF	=	793.81
SS	=	87.186
Error SS	=	83.662

ตารางที่ 6. Analysis of Variance

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square (MS)	F	
				คำนวณ	ตาราง
treatment	4	3.523	0.8807	0.7368	2.5252
error	70	83.662	1.1951		
Total	74	87.185	2.0758	NS	

5. เนื้อของเนื้อขนมปัง

G = 257

$\Sigma(\bar{x})$ = 909

CF = 880.65

SS = 28.346

TSS = 10.35

Error SS = 17.996

ตารางที่ 7. Analysis of Variance

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square (MS)	F	
				คำนวณ	ตาราง
treatment	4	10.35	2.587	10.06	2.5252
error	70	17.99	0.257		
Total	74	28.34	2.844	*	

ตารางที่ 8. ANOVA

No. of treatmeant means	2	3	4	5
SSR	2.83	2.88	3.08	3.14
LSR ($P < 0.05$)	0.3704	0.3769	0.4031	0.411

$S\bar{x}$ = 0.1308

จากการทดลองได้ค่า Mean($\bar{x}$) Treatment ที่ 1 $\bar{x}1$ = 3.8

$\bar{x}2$ = 3.26

$\bar{x}3$ = 3.53

$\bar{x}4$ = 3.0

$\bar{x}5$ = 3.13

เรียงลำดับค่า treatment จากมากไปหาน้อยได้ดังนี้

Treatment identification	T4	T5	T2	T3	T1
mean($\bar{x}$)	3.0	3.13	3.26	3.53	3.8

เปรียบเทียบค่า mean สรุปผลดังนี้

เปรียบเทียบ T 5กับ T4

3.13 - 3.0 = 0.13 , 0.13 < 0.3740 แสดงว่าเม็ดของเนื้อขนมปังไม่มีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบค่า T2 กับ T4

3.26-3.0 = 0.26 ,0.26 < 0.3769 แสดงว่าเม็ดของเนื้อขนมปังไม่มีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบค่า T1กับ T4

3.53-3.0 =0.53 , 0.53 > 0.4031 แสดงว่าเม็ดของเนื้อขนมปังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่าของ T1กับT4

3.8-3.0 = 0.8,0.8 > 0.411 แสดงว่าเม็ดของเนื้อขนมปังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T2กับ T5

3.26-3.13 = 0.13<0.3704 แสดงว่าเม็ดของเนื้อขนมปังไม่มีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบค่า T3กับ T5

3.53-3.13 = 0.40 > 0.3769 แสดงว่าเม็ดของเนื้อขนมปังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T1กับT5

3.38-3.13 = 0.67,0.67> 0.4031 แสดงว่าเม็ดของเนื้อขนมปังมีความแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T3กับ T1

3.86-3.73 =0.13 < 0.3704 แสดงว่าเม็ดของเนื้อขนมปังไม่มีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบค่า T3กับ T2 แสดงว่าเม็ดของเนื้อขนมปังไม่มีความแตกต่างกัน

3.53 - 3.26 =0.27,0.27 < 0.3704

6. เนื้อสัมผัส

G = 234

$\Sigma(\bar{x})$ = 776

CF = 730.08

SS = 45.92

TSS = 10.453

Error SS = 35.466

ตารางที่ 9. Analysis of Variance

Source of Variation	Degree of freedom (DF)	SS	MeanSquare (MS)	F	
				คำนวณ	ตาราง
treatment	4	10.453	2.6132	5.158	2.5252
error	70	35.466	0.5066		
Total	74	45.919	3.1198	*	

ตารางที่ 10. ANOVA

No.of treatment means	2	3	4	5
SSR	2.83	2.88	3.08	3.14
LSR(P <0.05)	0.52	0.5292	0.566	0.577

$S\bar{x}$ = 0.1837

จากการทดลองได้ค่าMean($\bar{x}$) ดังนี้ $\bar{x}1$ =3.46

$\bar{x}2$ =3.4

$\bar{x}3$ =3.4

$\bar{x}4$ =2.73

$\bar{x}5$ =2.6

เรียงลำดับค่าTreatment จากน้อยไปหามากได้ดังนี้

Treatment Identification	5	4	2	3	1
mean($\bar{x}$)	2.6	2.73	3.4	3.4	3.46

เปรียบเทียบค่าmean สรุปผลดังนี้

เปรียบเทียบค่าT 4 กับ T 5

2.73-2.6 = 0.13,0.13 <0.52 แสดงว่าเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบ T 2 กับ T 5

3.4-2.6 = 0.8,0.8 > 0.529 แสดงว่าเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T 3 กับ T 5

3.4-2.6 = 0.8,0.8> 0.566 แสดงว่าเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบ T 1 กับ T 5

3.46-2.6 = 0.86,0.86 > 0.577 แสดงว่าเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T 2 กับ T4

3.4-2.73 = 0.67,0.67 > 0.52 แสดงว่าเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T 3 กับ T 4

3.4-2.73 = 0.67 > 0.5292 แสดงว่าเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T 1 กับ T 4

3.46-2.73 = 0.73,0.73 > 0.566 แสดงว่า เนื้อสัมผัส...มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เปรียบเทียบค่า T 3 กับ T 2

3.4-3.4 = 0,0 < 0.52 แสดงว่าเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบค่า T1 กับ T2

3.46-3.4 = 0.06,0.06 < 0.5292 แสดงว่าเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกัน

เปรียบเทียบค่า T 1 กับ T 3

3.46-3.4 = 0.06,0.06 < 0.52 แสดงว่าเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกัน

7. กลิ่นหอม

G = 236

$\Sigma(\bar{x})$ = 998

CF = 742.61

SS = 255.38

TSS = 3.39

Error SS = 251.99

ตารางที่ 11. Analysis of Variance

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square (MS)	F	
				คำนวณ	ตาราง
treatment	4	3.39	0.8475	0.236	2.5252
error	70	251.99	3.59		
Total	74	255.38	4.4375	NS	

8. รสชาด

G = 243

$\Sigma(\bar{x})$ = 914

CF = 787.32

SS = 126.68

TSS = 3.546

Error SS = 123.13

ตารางที่ 12. Analysisof Variance

Source of Variation	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Square (MS)	F	
				ตาราง	คำนวณ
treatment	4	3.546	0.8865	0.5039	2.5252
error	70	123.13	1.759		
Total	74	126.676	2.6455	NS	

9. ความชอบ

$G = 248$

$\Sigma(\bar{x}) = 914$

$CF = 820.05$

$SS = 93.946$

$TSS = 6.216$

Error SS Analysis of Variance

Source of Variance	Degree of Freedom (DF)	SS	Mean Sguare (MS)	F	
				คำนวณ	ตาราง
Treatment	4	6.216	1.554	1.24	2.5252
Error	70	87.729	1.2532		
Total	74	93.945	2.8072	NS	