

รายงานการวิจัย
เรื่อง
ขนมปังสมุนไพรกระเจี๊ยบ
(Herbal Bread from Roselle)

นางปิยวรรณ สุภวิทิตพัฒนา

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเกษตรและอุตสาหกรรม

สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

2541

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

หัวข้อวิจัย ขนมนึ่งสมุนไพรกระเจี๊ยบ
ชื่อผู้วิจัย ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา
ภาควิชา อุตสาหกรรมการเกษตร
คณะ เกษตรและอุตสาหกรรม
สถาบัน สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม
ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

การใช้น้ำกระเจี๊ยบเป็นส่วนผสมในการทำขนมนึ่ง โดยใช้น้ำกระเจี๊ยบที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ คือร้อยละ 0, 2, 4, 6 และ 8 แทนการใช้น้ำเปล่า เมื่อทำการทดสอบคุณสมบัติของน้ำกระเจี๊ยบ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น และเมื่อใช้น้ำกระเจี๊ยบในการทำขนมนึ่งคุณภาพของขนมนึ่งจะมีความแตกต่างกัน คือเมื่อความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำกระเจี๊ยบที่ใช้จะลดลง เป็นผลให้ความชื้นของขนมนึ่งน้อยลงและเมื่อมีการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นเพิ่มขึ้นสีของเนื้อในขนมนึ่งจะเป็นสีม่วงเข้มขึ้น ผนังเซลล์ของเนื้อในขนมนึ่งจะหนาและแข็งขึ้น อีกทั้งขนมนึ่งจะมีปริมาตรจำเพาะลดลง สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าการใช้ น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 2 ในการทำขนมนึ่งได้รับคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะสูงที่สุด รองลงมาคือการใช้ น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนการใช้ น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 8 ได้รับคะแนนความชอบต่ำที่สุด ดังนั้นความเข้มข้นของ น้ำกระเจี๊ยบสูงที่สุดที่สามารถใช้ในการทำขนมนึ่งแล้วผู้ชิมยังให้การยอมรับได้ คือ น้ำกระเจี๊ยบ ความเข้มข้นร้อยละ 6

Research Title	Herbal Bread from Roselle
Name	Piyawan Supavititpatana
Department	Agro-Industry
Faculty	Agriculture and Industry
Institute	Rajabhat Institute Pibulsongkram
Academic Year	1998

Abstract

The concentration of roselle juice replacement water for bread making was 5 levels; 0, 2, 4, 6 and 8 %. When increase roselle juice concentration resulted in lower pH and higher total soluble solid. Effect of roselle juice different concentration for physical properties of bread, increase roselle juice concentration resulted in decrease quantity of roselle juice, lower moisture of bread, increase purple crumb and thicker air cell wall and lower specific volume. The 2% of roselle juice concentration was the best preference score and higher concentration resulted in lower score of preference test. The 6% roselle juice concentration for bread was still acceptable.

	(1)
สารบัญ	
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
บทตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	42
ผลและวิจารณ์	45
สรุป	58
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก ก	62
ภาคผนวก ข	63
ภาคผนวก ค	66

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สรรพคุณทางยาของกระเจี๊ยบแดงและปริมาณการใช้แยกส่วนประกอบ	4
2 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี	10
3 ผลกระทบของน้ำแต่ละชนิดที่มีต่อ โคและการแก้ไข	17
4 องค์ประกอบของนมชนิดต่าง ๆ	24
5 องค์ประกอบของไข่	26
6 ปฏิกริยาของยีสต์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	30
7 ค่าความเป็นกรด-ด่างของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำกระเจี๊ยบ ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ	45
8 ปริมาณการดูดซึมน้ำกระเจี๊ยบที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของแป้งสาลี	46
9 ปริมาณการใช้น้ำกระเจี๊ยบที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในการทำขนมปังข้าวสาลี	47
10 ปริมาตรจำเพาะของขนมปัง (ซม. ³ /กรัม) ที่มีการแปรผันความเข้มข้นของ น้ำกระเจี๊ยบ 5 ระดับ	53
11 ปริมาณการสูญเสียไอน้ำระหว่างการอบของขนมปังที่มีการแปรผันความเข้มข้นของ น้ำกระเจี๊ยบ 5 ระดับ	54
12 ปริมาณความชื้นของขนมปังที่มีการแปรผันความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบ 5 ระดับ คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักขนมปัง	55
13 คะแนนเฉลี่ยของน้ำกระเจี๊ยบแต่ละความเข้มข้นในการทดสอบคุณภาพทางประสาท สัมผัสของขนมปัง	57

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขนมปิ้งที่มีการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับคือร้อยละ 0, 2, 4, 6 และ 8	49
2 ภาพถ่ายแสดงลักษณะเนื้อในของขนมปิ้งที่มีการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นแตกต่างกัน ร้อยละ 0, 2, 4, 6 และ 8	50
3 ลักษณะเซลล์อากาศของขนมปิ้งที่มีการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ โดยการทำ ink-print (ย่อจากของจริง 2 เท่า)	52

ขนมปังสมุนไพรกระเจี๊ยบ

Herbal Bread from Roselle

คำนำ

อุตสาหกรรมเบเกอรี่ได้เข้ามาเผยแพร่และเป็นที่รู้จักของคนไทย ตั้งแต่สมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 และในปัจจุบันประเทศไทยได้รับอิทธิพลของอาหารจากชาติตะวันตก เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตมากขึ้น เนื่องจากเป็นอาหารที่หาซื้อได้ง่ายและรับประทานได้ทันที ขนมปังก็เป็นอาหารจากชาติตะวันตกที่ได้รับความนิยมในกลุ่มวัยรุ่นและเด็ก ขนมปังได้มีการเพิ่มคุณค่าทางอาหารหลากหลาย เช่น เติมสารอาหารประเภทเส้นใย โปรตีน วิตามิน รวมทั้งขึ้นผลไม้ สำหรับปัจจุบันได้มีการรณรงค์เรื่องสุขภาพอย่างมากและได้นำสมุนไพรพื้นบ้านมาทำการผลิตเป็นอาหารและยา เพื่อช่วยป้องกัน บรรเทาและรักษาโรคต่าง ๆ สำหรับกระเจี๊ยบแดงจัดว่าเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งซึ่งมีสรรพคุณมากมาย เช่น ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ลดความดันโลหิตสูง และช่วยขับปัสสาวะ เป็นต้น อีกทั้งมีรสชาติที่ดี จึงมีการนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น แยม เยลลี่และวุ้น เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการนำน้ำกระเจี๊ยบแดงมาเป็นส่วนผสมในการทำขนมปัง ทำให้ขนมปังมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำกระเจี๊ยบแทนน้ำเปล่าในการทำขนมปัง
2. เพื่อหาความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบที่เหมาะสมในการทำขนมปัง

บทตรวจเอกสาร

กระเจี๊ยบแดง

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Hibiscus sabdariffa* Linn.

ชื่ออังกฤษ : Jamaican Sorrel, roselle

ส่วนที่ใช้ : กลีบเลี้ยงของดอก หรือกลีบที่เหลืออยู่ที่ผล ใบ ดอก ผล เมล็ด

กระเจี๊ยบแดงหรือกระเจี๊ยบเปรี้ยวเป็นไม้พุ่มแตกกิ่งก้าน ลำต้นกิ่งก้านมีสีม่วงแดง ใบเป็น ใบเดี่ยว ใบมีสีแดงอมเขียว ก้านใบแดง ขอบใบเว้าลึกเป็น 3 หยัก ดอกเป็นดอกเดี่ยวออกตรงง่าม ใบกับกิ่งกลีบดอกสีชมพู หรือสีเหลืองอ่อน โคนกลีบดอกด้านในมีสีแดงเข้ม ผลมีกลีบเลี้ยงและใบประดับมีสีแดง หุ้ม กระเจี๊ยบเป็นพืชวงศ์เดียวกับชบา มะเขือมอญ ฯลฯ (พะเยาว์, 2534)

กระเจี๊ยบมีชื่อพื้นเมือง ภาคกลางเรียก กระเจี๊ยบแดง, กระเจี๊ยบเปรี้ยว, ส้มพอเหมาะ

ภาคเหนือเรียก ผักแก้งเค็ง, ส้มแก้งเค็ง เชียงใหม่เรียก แกงแดง

ตากเรียก ส้มตะเลงตรง, ฉาน แม่ฮ่องสอน เรียก ส้มปู
(สุนทรี, 2535)

ประโยชน์ของกระเจี๊ยบแดง (เพยาว์, 2534 ; สุนทรี, 2535)

สารเคมีที่พบในดอกกระเจี๊ยบคือ กรดโปรโตคาเทอิก (Protocatechuic acid), ฮิสบิซีอิน (hibiscein), ฮิบิซิน (hibicin), กรดอินทรีย์ (organic acid), มัลวิน (malvin), และกอสซีพีทิน (gossypetin)

เนื่องจากน้ำกระเจี๊ยบมีสารสีแดง แอนโทไซยานิน ซึ่งเมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นกลาง จะให้สีม่วง ในสภาพเป็นด่างจะให้สีน้ำเงิน หากมีสภาพเป็นกลางค่อนข้างไปทางด่าง สีของน้ำกระเจี๊ยบ จะเปลี่ยนจากแดงเป็นม่วง (ศิริลักษณ์, 2522)

กลีบเลี้ยงและใบประดับ มีวิตามินซี, กรดซิทริก, มัลลิก, ธาตุแคลเซียมสูง, มีวิตามินเอ และอื่นๆ

ส่วนใบ มีวิตามินเอสูงมากถึง 12,583 I.U. ต่อ 100 กรัม ของส่วนที่กินได้ มีแคลเซียมสูง ฟอสฟอรัส และอื่นๆ

นอกจากนี้กระเจี๊ยบแดงยังมีสรรพคุณในการใช้บำบัด และรักษาโรคได้หลายชนิดดังตาราง

ที่ 1

ตารางที่ 1 สรรพคุณทางยาของกระเจี๊ยบแดงและปริมาณการใช้แยกส่วนประกอบ

ส่วนประกอบ	สรรพคุณ	ปริมาณการใช้
กลีบเลี้ยงของดอกหรือกลีบ เหลื่ออยู่ที่ผล	<ul style="list-style-type: none"> - ลดไขมันในเส้นเลือด และ ช่วยลดน้ำหนัก - ลดความดันโลหิต - ทำให้ความเหนียวข้นของ เลือดลดลง - รักษาโรคเส้นโลหิตแข็งเปราะ ได้ดี - ขับปัสสาวะ - ทำให้ปัสสาวะใสและคล่องขึ้น - ช่วยย่อยอาหาร เพราะไม่เพิ่ม การหลั่งของกรดในกระเพาะ - เพิ่มการหลั่งน้ำดีจากตับ - ช่วยให้ระบายอ่อน ๆ เนื่อง จากความเป็นกรดของ น้ำกระเจี๊ยบแดง 	<ul style="list-style-type: none"> - - ดื่มน้ำกระเจี๊ยบแดงครั้งละ 1 ถ้วยแก้ว วันละ 2 ครั้ง จากการใช้ผง 9 กรัม หรือ กระเจี๊ยบแห้ง 1 กำมือ ต้มกับน้ำดื่มแต่น้ำ - - - ใช้ผงแห้งหนัก 3 กรัม ชง กับน้ำเดือด 1 ถ้วยแก้ว (ประมาณ 240 มิลลิกรัม) ดื่มวันละ 3 เวลา - ในผู้ป่วยที่เป็นนิ่วในไต ทางเดินปัสสาวะอักเสบ ให้ดื่มน้ำกระเจี๊ยบวันละ 1 ลิตร - - - ใช้ผงกระเจี๊ยบหนัก 12 กรัม ชงกับน้ำเดือด 1 ถ้วยแก้ว ดื่มแต่น้ำขณะท้องว่าง

ตารางที่ 1 (ต่อ) สรรพคุณทางยาของกระเจี๊ยบแดงและปริมาณการใช้แยกส่วนประกอบ

ส่วนประกอบ	สรรพคุณ	ปริมาณการใช้
	- ช่วยให้ร่างกายสดชื่นเพราะ มีกรดซิดริกอยู่	-
ผล	- ลดไขมันในเส้นเลือด - รักษาแผลในกระเพาะอาหาร - แก้อาการกระหายน้ำจะช่วยให้ อุณหภูมิจนในร่างกายลดลง	- - - ดื่มน้ำกระเจี๊ยบวันละ 3-4 ครั้ง ใช้ผงกระเจี๊ยบ 3 กรัม ชงน้ำเดือด 1 ถ้วยแก้ว
ใบ	- แก้โรคพยาธิตัวจิ๊ด - ยากัดเสมหะขับเมือกมันใน ลำคองสู่ทวารหนัก - แก้ไอ	- - -
ดอก	- แก้โรคนิวโมไต - แก้โรคนิวโมในกระเพาะปัสสาวะ - ละลายไขมันในเส้นเลือด - กัดเสมหะขับเมือกในลำไส้ ลงสู่ทวารหนัก	- - - -
เมล็ด	- บำรุงธาตุ บำรุงกำลัง - แก้ดีพิการ - ขับปัสสาวะ - ลดไขมันในเส้นเลือด	- - - -

ที่มา : คัดแปลงจาก พเยาว์ (2534), สุนทรื (2535)

นอกจากนี้ได้บ่งสรรพคุณโดยไม่ได้ระบุว่าจะใช้ส่วนใด ดังนี้ คือ แก้วอ่อนเพ็ลีย บำรุงกำลัง บำรุงธาตุ แก่ดีพิการ แก่ปัสสาวะพิการ แก่คอแห้งกระหายน้ำ แก่ความดันโลหิตสูง กัดเสมหะ แก่ไอ ขับเมือก ในลำไส้ ลดไขมันในเลือด บำรุงโลหิต ลดอุณหภูมิในร่างกาย แก่โรคเบาหวาน และแก้เส้นเลือดตีบตัน

โดยแต่ละส่วนประกอบของกระเจียบแดงสามารถนำไปใช้ทำอาหารได้แตกต่างกันไปดังนี้

ยอดและใบอ่อน มีรสเปรี้ยวใช้แกงส้ม

ใบประดับและกลีบเลี้ยง ใช้เชื่อม ทำแยม ทำผลไม้กวน ทำน้ำหวาน และทำน้ำผลไม้ ใช้แต่งรสเปรี้ยว และแต่งสีในเยลลี่ และเหล้าองุ่น

ขนมปัง

จิตธนา และอรอนงค์ (2522) กล่าวว่า ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งของขนมอบ ซึ่งสามารถจัดแบ่งขนมปังออกเป็นชนิดต่างๆ ตามปริมาณไขมันของขนมปังชนิดนั้น ๆ ดังนี้

1. ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังอิตาลี และขนมปังเวียดนาม

ขนมปังทั้ง 3 ประเภท ทำจากโคที่มีปริมาณไขมันต่ำ ประมาณร้อยละ 0-3 ส่วนใหญ่ โคจะมีส่วนผสมเหมือนกัน ต่างกันที่โคของขนมปังฝรั่งเศสมีน้ำตาลหรือมอลต์เติมลงไปด้วย แป้งที่ใช้ทำต้องเป็นแป้งที่มีปริมาณกลูเตนสูง เพื่อให้สามารถทนต่อการหมักได้นาน ทนต่อการพักตัวและการขึ้นฟูของโคในระยะแรกของการอบ การผสมโคให้เข้ากันดี โดยใช้เครื่องผสมที่มีความเร็วสูง ขนมปังประเภท นี้มีความคงตัวต่อการชั่ง การปั้นก้อนและการปั้นรูปของขนมปังโดยใช้เครื่องอัด โนมัตโคที่ผสมเป็นรูปแล้วจะต้องทาผิวด้วยน้ำ แล้วจึงตัดให้เป็นรอยเฉียงขวางบนก้อนโค ก่อนที่จะนำไปอบขนมปังประเภท นี้ จะต้องอบให้แห้งและกรอบ อย่อบในตู้อบที่ร้อนเกินไป ควรให้มีไอน้ำอยู่ในตู้อบ ก่อนที่จะนำโคเข้าอบ และคงปล่อยให้ไอน้ำมีอยู่ต่อไปจนกระทั่งโคขึ้นเต็มที่ และเริ่มมีสีน้ำตาลที่เปลือกนอก

2. ขนมปังปอนด์หัวกะโหลก แชนวิช และขนมปังนม

ขนมปังเหล่านี้เป็นที่นิยมกันมากในอเมริกา และใช้ในการทำแซนวิชชนิดต่างๆ ซึ่งต่างจากโรล คือ ขนมปังเหล่านี้ทำเป็นแท่งโดยใช้พิมพ์ขนาดยาวแคบ เพื่อบังคับให้รูปร่างและปริมาตรของโดให้เสมอ กันทั้ง 2 ข้าง มีเนื้อนุ่มละเอียด ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของขนมปัง สูตรของขนมปังทั้ง 3 ชนิด จะให้ ผลดี ถ้าใช้วิธีผสมแบบสปันจ์โด เพราะโดจะมีการขยายตัวได้ดี และทำให้มีเนื้อละเอียดนุ่ม การปรับตัว ของกลูเตนจากการหมักขึ้นสปันจ์ยังทำให้โดมีการขึ้นดีในพิมพ์อีกด้วย พบว่าโดของขนมปังชนิดนี้มี ปริมาณไขมันปานกลาง และโดของขนมปังนมจะมีไขมันมากกว่าร้อยละ 6

3. ซอฟท์โรล (Soft Rolls)

ซอฟท์โรลทำจากโดที่มีความเข้มข้นสูง ปกติจะทำจากโรลที่มีน้ำตาล และไขมันมากกว่าขนมปังฝรั่งเศส และขนมปังปอนด์หัวกะโหลก ปริมาณไขมันอาจเพิ่มขึ้น หรืออาจไม่ใช้ก็ได้ แป้งที่ทำซอฟท์โรล เป็นแป้งที่มีความแข็งปานกลาง คือ กลูเตนไม่แข็งแรงมาก โรลที่อบได้จะมีรสหวานนุ่ม และมีเนื้อละเอียดซอฟท์โรลจะมีการพักตัวเพื่อให้ขึ้นฟูก่อนถึงขั้นสูงสุด โดยทั่วไปจะอบในถาดและทิ้งช่วงให้ห่าง กันเล็กน้อยพอที่โรลจะติดกันหลังจากอบแล้ว ซึ่งเป็นลักษณะของโรลชนิดนี้ โดยเฉพาะแฮมเบอร์เกอร์ สำหรับผลิตภัณฑ์อื่นที่ทำจากซอฟท์โรลนี้ เช่น โคลเวอร์ลีฟ และบัดเตอร์เฟลกโรล จะอบในถาดหลุม หลังจากทีขึ้นเต็มที่แล้ว อาจใช้ไอน้ำช่วยในการอบ เพื่อให้เปลือกของโรลบาง และช่วยให้เกิดสีเร็วขึ้น ที่เปลือก

และนอกจากนี้ยังมีขนมปังหวานซึ่งรู้จักโดยทั่วไปได้แก่ ขนมปังหวานทั่วไป คอฟฟีเค้ก ขนมปังลูกเกด ขนมปังหวานต่างจากขนมปังจืดในเรื่องของส่วนผสมที่ใช้ โดจะมีสูตรเข้มข้นกว่าโดของขนมปังจืด โดยมีปริมาณน้ำตาล นม ไขมันและไข่ สูงกว่าขนมปังจืด

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง

1. แป้ง

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ไม่มีแป้งชนิดอื่นที่ใช้แทนแป้งสาลีได้ เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิดเป็นองค์ประกอบ คือกลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดีน (gliadin) ซึ่งเมื่อรวมตัวกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะเกิดสารเรียกว่า กลูเตน (gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียวยืดหยุ่นได้ สามารถเก็บก๊าซทำให้เกิดโครงร่างแบบฟองน้ำ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ได้จะมีความฟูเบา (ไม่ปรากฏผู้แต่ง, 2530)

ในขั้นตอนของการผลิตแป้งสาลีจะมีการฟอกสีแป้ง เพื่อทำให้สีเหลืองของข้าวสาลีเจือจางลง โดยการเติมออกซิเจน และสารบ่ม หน้าที่ของสารฟอกสีและสารบ่ม คือทำให้เกิดการบ่ม เพื่อให้แป้งสาลีมีคุณภาพดีขึ้น เพื่อให้เกิดการฟอกสี และเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของขนมปัง ทำให้เซลล์อากาศเล็กลง และมีเนื้อนุ่ม สารเคมีที่ใช้กันมากที่สุดคือ ไนโตรเจนไดออกไซด์ และเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ แต่เนื่องจากคลอรีน มีคุณสมบัติทั้งการฟอกสีและการบ่มแป้ง จึงมีผู้นิยมใช้คลอรีน ผสมกับเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ แป้งสาลีที่ผ่านการสีมาใหม่ ๆ และยังไม่มีการใส่สารบ่มเมื่อนำไปทำขนมปังจะให้ขนมปังที่มีคุณภาพไม่แน่นอน โดยทั่วไป ปริมาตรจะเล็กกว่าปกติ เนื้อหยาบ และขนาดของฟองอากาศไม่สม่ำเสมอ แป้งที่เสร็จใหม่ ๆ ควรเก็บไว้ระยะหนึ่งก่อน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ซึ่งอาจทำให้คุณภาพของขนมปังดีขึ้น จะพบว่าอาจใช้แป้งสาลีทำขนมปัง ได้ใน 2 ระยะคือ ระยะก่อนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และระยะหลังการเปลี่ยนแปลงทางเคมีแล้ว (ณรงค์, 2538)

แป้งสาลีแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามความแข็งดังนี้ (จิตรนาและอรอนงค์, 2527)

1) แป้งสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat flour) ได้จากการนำข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat) มาโม่ ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังต่าง ๆ แป้งชนิดนี้มีโปรตีนคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนโดที่มีความยืดหยุ่นดีทนต่อการผสม การหมัก อุณหภูมิของห้อง และเครื่องผสม มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณดีด้วย มีรูและเนื้อสัมผัสที่ดี ก้อนโดที่ทำจากแป้งสาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถดูดซับน้ำได้สูงอีกด้วย

2) แป้งสาลีชนิดอ่อน (Soft wheat flour) ได้จากการ โม่แป้งสาลีชนิดอ่อน ซึ่งมีโปรตีนต่ำ มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสม และการหมักที่ต่ำ ไม่เหมาะที่จะใช้ทำขนมปัง เพราะไม่สามารถจะนวดผสมให้เป็นก้อนแป้งได้ แต่จะเหมาะกับการทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก และคุกกี้

สำหรับแป้งสาลีที่ผลิตเพื่อให้ทำเบเกอรี่นั้น ส่วนของรำ ชั้นอัลบูโลน และจมูกข้าวจะถูกขัดสีออกเนื่องจากรำประกอบด้วยสารต่าง ๆ ที่ร่างกายย่อยไม่ได้ รวมทั้งชั้นอัลบูโลนด้วย ส่วนจมูกข้าวมีไขมันสูงหากมีอยู่ในแป้ง จะทำให้แป้งที่เก็บไว้มีกลิ่นหืนได้ ส่วนของรำถ้ามีปอยู่ในแป้งจะทำให้ปริมาณของผลิตภัณฑ์ลดลง

แป้งสาลีที่ผลิตเพื่อทำการผลิต ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มี 3 ชนิด ที่สำคัญคือ (จิตรนาและอรอนงค์, 2527)

1) แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงร้อยละ 12-14 โม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard red spring หรือ Hardredwinter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมปังทั่ว ๆ ไป พวกขนมปังจี๊ด ขนมปังหวานและผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้ คือ เมื่อถูด้วยมือมีความรู้สึกคายหรือคล้ายมีกรวด หรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีมไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวติดกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะ ทำให้ก้อนโดพองตัวได้

2) แป้งเอนกประสงค์ มีโปรตีนสูงปานกลางร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับข้าวสาลีชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ชนิด เช่น ขนมปังจี๊ด และหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรีใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน ตัวที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้ คือ ยีสต์ และผงฟู

3) แป้งเค้ก มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-9 โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวกซอฟท์วีท (Soft wheat) และ ซอฟท์เรดวินเทอร์ (Soft red winter) ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่ม เนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ซึ่งได้แก่ ผงฟู เบกกิ้งโซดา เป็นต้น

- องค์ประกอบของแป้งสาลี (จิตรนาและอรอนงค์, 2527)

แป้งสาลีประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน กลีออแร์ วิตามิน เอนไซม์ และสารสี สำหรับโปรตีนในแป้งสาลีเป็นพวกอัลบูมิน (Albumins) ร้อยละ 6-12 ของโปรตีนทั้งหมด โกลบูลิน (globulins) ร้อยละ 5-12 อัลบูมินมีคุณสมบัติละลายในน้ำ ทำหน้าที่ช่วยคุณภาพการอบของแป้ง โกลบูลินมีคุณสมบัติละลายได้ในสารละลายเกลือเจือจาง ส่วนไกลอะดีน (gliadins) และ กลูเตนิน (glutenins) เป็นโปรตีนพวกโปรลามิน (Prolamines) ซึ่งไกลอะดีนละลายได้ในเอทานอลร้อยละ 60-70 ส่วนกลูเตนินละลายในกรดและเบสที่เจือจาง

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี

ชนิดของข้าวหรือแป้งสาลี	ความชื้น (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรต		เถ้า (ร้อยละ)
				ทั้งหมด (ร้อยละ)	สารเยื่อใย (ร้อยละ)	
แป้ง : โดยตรง (straight)						
ข้าวสาลีชนิดแข็ง	12.0	11.8	1.2	74.5	0.4	0.46
ข้าวสาลีชนิดอ่อน	12.0	9.7	1.0	76.9	0.4	0.42
แป้ง : ปรับเปลี่ยน (Patent)						
แป้งอเนกประสงค์	12.0	11.8	1.1	74.7	0.3	0.44

ที่มา: ณรงค์ (2538)

นอกจากโปรตีน และกลูเตน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลียังมีเอนไซม์ ที่สำคัญคือ เบต้าอะไมเลส และอัลฟาอะไมเลส (β -amylase & α -amylase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญ สำหรับการทำขนมปัง โดยเบต้าอะไมเลสจะทำการย่อยเดกซทริน (dextrin) ซึ่งมีไม่เกินร้อยละ 0.2 ในแป้งสาลี และย่อยสลายแป้งส่วนหนึ่งให้เป็นน้ำตาลมอลโตสประมาณร้อยละ 0.5-1.0 นอกจากนั้นจะเป็นน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโทส ซูโครส และน้ำตาลสามชั้นบางชนิด เอนไซม์เบต้าอะไมเลสจะไม่ทนความร้อน ส่วนอัลฟาอะไมเลสจะทำการย่อยสลายแป้งให้เป็นเดกซทรินในระหว่างกระบวนการหมัก การทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้มีไม่มากนัก แต่จะทนความร้อนได้สูงถึง 70-75

องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่า อุณหภูมิที่แป้งสาลีของข้าวสาลีเกิดเป็นเจลที่อุณหภูมิเพียง 56-60 องศาเซลเซียส และที่จุดนี้ อัลฟาอะไมเลสจะเริ่มทำงาน ดังนั้นการทำงานของอัลฟาอะไมเลสจะเพิ่มขึ้นในตอนแรก ๆ ของการอบ และผลิตภัณฑ์จะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการทำงานและปริมาณของ เอนไซม์ชนิดนี้

คุณสมบัติของแป้งที่เหมาะสมสำหรับเป็นแป้งผลิตขนมปังคือ ความชื้น (air-oven) ไม่เกิน ร้อยละ 14.5 โพรตีน (Kjeldahl) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 11.5 ถ้าไม่เกินร้อยละ 0.5 คุณภาพแป้ง (maltose) ไม่เกินร้อยละ 450 มิลลิกรัม คุณภาพโพรตีน (Farino graph) ไม่ต่ำกว่า 70 B.U. ขนาดของเม็ดแป้ง (Fisher) ไม่ต่ำกว่า 20 Fisher Unit (ณรงค์, 2538)

- **คุณลักษณะของแป้งสาลี** (จิตรนาและอรอนงค์, 2527)

เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำนั้นออกมาได้ผลดี ควรพิจารณาลักษณะของแป้งที่ใช้ดังต่อไปนี้

1. สีของแป้ง (Color) สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้าหากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแชนโคฟีลต์ หรือสีครีม ทำให้เนื้อในของขนมปัง (Crumb) มีสีที่ไม่ดี จึงควรผ่านการฟอกสีแป้งก่อนจะนำมาทำผลิตภัณฑ์

2. กำลังของแป้ง (Strength) หรือความเหนียวของแป้ง (flour strength) คือ ความสามารถของแป้งที่จะขยายตัวในขนมอบ ซึ่งหมายความว่า แป้งมีความเหนียวมากจะทำให้มีปริมาตรใหญ่ แป้งที่มีความเหนียวต่ำจะให้ปริมาตรเล็ก

มี 2 คำ ที่ทำให้มีผู้เข้าใจผิดกันอยู่เสมอ คือ คำว่า baking quality ซึ่งหมายถึง คุณสมบัติหรือความเหมาะสมของแป้งที่จะนำมาทำขนม ส่วนคำว่า baking strength หมายถึง คุณสมบัติของแป้งที่จะนำมาทำขนมอบและความสามารถของแป้งที่จะขยายตัวในขณะทำขนมอบ แป้งทุกชนิดมี baking quality แต่อาจไม่มี baking strength ก็ได้ แป้งที่ไม่มี baking strength คือแป้งที่ได้จากแป้งชนิดอ่อน ซึ่งมักมีโปรตีนคุณภาพดี แต่ปริมาณต่อ (ณรงค์, 2538)

ดังนั้น แอ้งที่ดีควรจะสามารถในการอุ้มก้ำซที่เกดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักได้ดี เพื่อให้ผลิตภณัฑ์มีการขึ้นฟู และมีปริมาตรดี

3. ความทนต่อสภาพต่าง ๆ ของแอ้ง (Tolerance) หมายถึง ลักษณะของแอ้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนาน ๆ ทนต่อการรีด และกระบวนการอื่น ๆ โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่าง ๆ นี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกลูเตน แอ้งที่ทนต่อสภาพต่าง ๆ สูงจะหมัก ได้นาน จะได้ผลิตภณัฑ์ที่มีปริมาตรดี

4. ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแอ้งสูง (High water absorption) ซึ่งเป็นลักษณะการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณสมบัติของแอ้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ ผลจากการที่แอ้งดูดซึมน้ำ ได้มาก จะทำให้ผลิตภณัฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมปังไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บและ การกินที่ดี

5. ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแอ้ง (Uniformity) อาจหมายถึง สีที่สม่ำเสมอขนาดของเม็ดแอ้งและทั่ว ๆ ไป ถ้าแอ้งขาดความสม่ำเสมอจะทำให้ผลิตภณัฑ์ในแต่ละครั้ง ไม่เหมือนกัน

- ค่าความเป็นกรดค้างของแอ้ง (จิตรนาและอรอนงค์, 2527)

แอ้งสาลีปกติมีพีเอชระหว่าง 5.5 และ 6.5 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับทำผลิตภณัฑ์โดยเฉพาะขนมปัง แอ้งที่มีพีเอชต่ำกว่า 5.0 จะเป็นกรดมากเกินไป ทำให้ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ถ้าแอ้งมีพีเอชต่ำกว่า 6.1-6.2 สามารถบอกได้ว่า แอ้งนั้นผ่านการใส่คลอรีนมากในระหว่างการโม

- หน้าที่ของแอ้งสาลีที่มีต่อผลิตภณัฑ์ (ศิริลักษณ์, 2522)

จากที่กล่าวมาแล้วทำให้ทราบถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ของแอ้งสาลี ซึ่งมีผู้ศึกษากันมากเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของส่วนประกอบเหล่านี้ต่อคุณภาพของการอบของแอ้ง

โปรตีน เมื่อ ไกลอะดิน และกลูเตนินรวมกับน้ำ ไกลอะดินจะให้ลักษณะยืดได้มากกว่า และติดกัน หนืดกว่า ส่วนกลูเตนินจะยืดหยุ่นกว่า และเหนียวกว่า แต่หากทั้งสองคุณน้ำไว้ด้วยกันจะได้ร่างแหกลูเตนที่มีความกว้าง ยาว และหนา ลักษณะยืดหยุ่น เหนียว เกาะติดเป็นก้อน จะยอมให้ฟองก๊าซขยายตัวโดยไม่เข้ารวมกัน หรือไม่ระเหยไปในอากาศ

โปรตีนในรูปของมวลคอลลอยด์ที่มีความยืดหยุ่นนี้สามารถเก็บกักก๊าซ และทำให้โครงสร้างฟองตัว ขึ้นเมื่อทำการอบ (Lien และ Hien, 1988) แต่ความยืดหยุ่นที่มีเต็มที่อาจ ไม่เป็นที่ต้องการ เพราะทำให้ก้อนแข็งที่คลึงออกไป หดกลับเข้ามาเป็นก้อน

ไขมัน มีอยู่ในเนื้อกลูเตนประมาณร้อยละ 8 ของกลูเตนแห้ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไขมันที่ถูกกลูเตนยึดเอาไว้ขณะทำเป็นก้อนแข็ง รวมเป็นสารประกอบโปรตีน-ไขมันที่ซับซ้อน

คาร์โบไฮเดรต ระหว่างผสมแป้ง เม็ดแป้งสตราจะฝังอยู่ในเนื้อกลูเตน และในระหว่างการหมัก ก้อนแป้งทำงานมบ่งขณะที่ก๊าซเกิดขึ้น เม็ดแป้งสตราจะจัดเรียงขนานกับแผ่นของกลูเตนซึ่งอยู่รอบเซลล์ก๊าซนั้น ระหว่างแรงยึดเหนี่ยวที่เหนียวแน่นของเม็ดแป้งสตราและกลูเตนทำให้โครงสร้างเซลล์ต่อกันยาว เมื่อได้รับความร้อนก๊าซจะขยายตัวทำให้ร่างแหกลูเตนยืดออกตามด้วย เม็ดแป้งก็ สามารถยืดออกในตอนท้ายของการอบ โครงร่างกลูเตนจะมีรอยแตกมีลักษณะกิ่งกึ่งแข็งจนเกิดการแข็งด้วยความร้อนและเกิดรอยแตก หากไม่มีรอยแตกนี้ เมื่อทิ้งให้ขนมปังเย็นตัวผลิตภัณฑ์จะยุบและหดตัว

สำหรับแป้งที่ใช้ทำขนมปังนั้น ได้มีผู้นำแป้งชนิดอื่นๆ เช่น แป้งข้าวไรย์ แป้งถั่วเหลือง นำมาผสมรวมกับแป้งสาลีโดยให้มีปริมาณแป้งสาลีเป็นพื้นฐาน การผสมแป้งอย่างอื่นร่วมด้วยนี้เป็น การช่วยเพิ่มคุณค่าทางสารอาหารให้กับขนมปัง และเป็นการเพิ่มเส้นใยซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ การช้แป้งข้าวไรย์ผสมแป้งสาลี ผลคือแป้งข้าวไรย์ให้ปริมาณกลูเตนน้อย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มี ปริมาณลดลง ส่วนแป้งถั่วเหลืองสามารถใช้เป็นหลักได้ (Bateman, 1984)

2. น้ำ

นอกจากแป้งที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แล้ว วัตถุดิบที่มีความสำคัญรองลงมาคือ น้ำ ซึ่งถ้าปราศจากน้ำ การผลิตขนมปังหรือการทำผลิตภัณฑ์อีกหลายอย่างจะเกิดขึ้นไม่ได้ น้ำที่ใช้อาจเป็นน้ำทั่วไปหรือเป็นน้ำที่อยู่ในนมหรือน้ำผลไม้ก็ได้คือเป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ซึ่งขาดไม่ได้ เนื่องจากน้ำมีหน้าที่หลักในการรวมตัวกับโปรตีนในแป้งให้เกิดเป็นกลูเตน

- ชนิดของน้ำ (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

น้ำว่าแนกตามปริมาณของอินทรีย์สารและเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำได้ 6 ชนิด ดังนี้

- 1) น้ำอ่อน (Soft water) เป็นน้ำที่มีปริมาณของแร่ธาตุละลายอยู่ต่ำ
- 2) น้ำกระด้าง (Hard water) จะมีพวกแร่ธาตุละลายอยู่ในปริมาณสูง อาจจะเป็นน้ำกระด้างชั่วคราวหรือน้ำกระด้างถาวรก็ได้
- 3) น้ำด่าง (Alkaline water) เป็นน้ำที่มีพวกโซเดียมไบคาร์บอเนตอยู่
- 4) น้ำที่เป็นกรด (Acid water) มักพบในที่ที่เป็นเหมืองแร่ และเป็นน้ำที่ได้รับจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม น้ำที่มีความเป็นกรดนั้นไม่ค่อยมีในธรรมชาติ
- 5) น้ำเกลือ (Saline water) จะมีพวกเกลือปนอยู่บ้าง ทำให้รสฝืด
- 6) น้ำที่มีสารแขวนลอย (Turbid water) น้ำทุกชนิดที่กล่าวมาข้างต้นอาจเป็นน้ำประเภทนี้ได้ โดยเกิดสารแขวนลอยเช่น ดินเหนียว ทรายละเอียด ตะกอน หรืออื่นๆ ที่ปนอยู่

น้ำที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ควรเป็นน้ำบริสุทธิ์ปราศจากเชื้อแบคทีเรีย น้ำที่สามารถดื่มได้สามารถนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ได้ สำหรับน้ำที่มีความกระด้างปานกลางจะใช้ได้ดีในการทำงานนมปัง เมื่อมี การทำงานนมปัง ควรใช้สารเคมีช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของโด การใช้น้ำ ถ้าใช้น้ำกระด้างมาก ๆ ทำงานนมปัง เกลือแร่ที่มีอยู่ในน้ำจะทำให้การหมักชะงักและทำให้กลูเตนแข็งตัวหรือรัดตัว ทำให้แป้งโด แข็งกระด้าง

- หน้าที่ของน้ำต่อผลิตภัณฑ์ (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

น้ำทำหน้าที่หลายอย่างในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ดังนี้

- 1) ทำให้เกิดกลูเตน
- 2) น้ำช่วยควบคุมความหนืดของโด เปรอร์เซ็นต์ของน้ำที่ใช้ แสดงให้เห็นความหนืดของโด
- 3) น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด และการที่จะทำให้อุณหภูมิมีความอุ่นหรือเย็นสามารถควบคุมได้
- 4) น้ำช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาล เกลือ และโปรตีนที่ละลายน้ำ ได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน
- 5) น้ำจะทำให้แป้งสตาร์ชเปียกและเกิดการพองตัวทำให้ง่าย
- 6) ช่วยทำให้เอนไซม์ทำงานได้ดี
- 7) ช่วยในการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน
- 8) ช่วยในการหมักยีสต์ในการหมักได้

- การแก้ไขน้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

ในแต่ละสถานที่น่าจะมีคุณภาพแตกต่างกันไป ดังนั้นในการที่จะทำผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะที่ดี จึงต้องมีการปรับปรุงโคให้มีความเหมาะสม ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลกระทบน้ำแต่ละชนิดที่มีต่อโคและการแก้ไข

ชนิดของน้ำ	ผลกระทบต่อโค	การแก้ไข
น้ำอ่อน ได้แก่ น้ำกลั่นหรือน้ำฝน	ทำให้กดูเตนอ่อนตัวมาก, โคเหนียวเหนอะหนะ โดยจะไม่น้ขึ้นฟูแต่จะเบนราบเนื่องจากไม่มีก๊าซระหว่างการหมัก (จิตธนาและอรอนงค์, 2527)	เพิ่มปริมาณอาหารยีสต์* หรือเพิ่มปริมาณเกลือลงไปในโคได้ถึงร้อยละ 2.5 (จิตธนาและอรอนงค์, 2527 ; Gnos และคณะ, 1989)
น้ำกระด้างปานกลาง	มีความเหมาะสมในการทำนมปัง เพราะสามารถผลิตก๊าซและเก็บก๊าซได้ดีในระหว่างการหมัก (จิตธนาและอรอนงค์, 2527)	-
น้ำกระด้างมาก : มีพวกเกลือแคลเซียมและเกลือแมกนีเซียมคาร์บอเนตมาก	การหมักเป็นไปอย่างช้าๆ เนื่องจากกดูเตนจับตัวแน่น ทำให้โคแข็งกระด้างและเหนียว (จิตธนาและอรอนงค์, 2527)	นำน้ำไปต้มให้เดือดทิ้งไว้ให้เย็นแล้วกรองตะกอนออกก่อนนำไปใช้, เพิ่มปริมาณยีสต์, ใช้ไขมันนม (butter Milk), น้ำส้มสายชู, กรดแลคติก ถ้าน้ำมีพวกเหล็กปนทำให้โคมีสีไม่ดี ต้อง กรองน้ำก่อนใช้ (จิตธนาและอรอนงค์, 2527 ; Gnos และคณะ, 1989)
น้ำเป็นด่างสูง	ทำให้การหมักช้าลงระดับความเป็นกรดต่าง(pH)สำหรับกิจกรรมของยีสต์และเอนไซม์สูง (Batemen, 1984 ; Gnos และคณะ, 1989)	เพิ่มยีสต์, ใช้ไขมันนม (Butter Milk), เติมน้ำส้มสายชูเล็กน้อย, เติมกรดแลคติก (Batemen, 1984 ; Gnos และคณะ, 1989)
น้ำที่เป็นกรด	ทำให้มล็ดเนื้อในนมปังใหญ่ขึ้น, ใช้เวลาหมักสั้นลง (Gnos และคณะ, 1989)	-

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก จิตธนาและอรอนงค์(2527), Batemen(1984), Gnos และคณะ (1989)

*อาหารยีสต์ เป็นสารผสมของเกลืออินทรีย์หลายชนิดโดยปนกับแป้งเพื่อทำให้โคดีขึ้น

พบว่าการใช้น้ำมากจะทำให้สีเปลือกนอกของขนมปังซีดหลังจากอบแล้ว (จิตรนาและอรอนงค์, 2527) ซึ่งน้ำในการทำขนมอบควรจะต้องใช้น้ำที่มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ต่ำกว่า 7 (Gnos และคณะ, 1989)

3. เกลือ (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

เกลือที่ใช้ทำเบเกอรี่เป็นเกลือบ่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่น ๆ

- คุณลักษณะที่ดีของเกลือ

เกลือที่ใช้ทำเบเกอรี่ ควรมีลักษณะดังนี้

- 1) ละลายได้ดีในน้ำ
- 2) น้ำเกลือควรรสสะอาด ถ้าขุ่นแสดงว่ามีสิ่งไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่
- 3) ไม่ควรเป็นก้อน
- 4) ควรเป็นเกลือที่บริสุทธิ์
- 5) ไม่มีรสขมหรือรสเฝื่อน

- ชนิดของเกลือ

ก. เกลือธรรมดา (Normal Salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และ แคลเซียมซัลเฟต

ข. เกลือกรด (Acid Salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือเบกิ้งโซดา ซึ่งใช้ในการผสมผงฟู หรือเบกิ้งเพาเวอร์ และครีมออฟทาร์ทาร์

ค. เกลือค่าง (Basis Salt) เกลือชนิดนี้ไม่สำคัญในการทำเบเกอรี่

ง. เกลือผสม (Double Salt) ได้แก่ อลูม (Alum)

เกลือที่นำมาใช้ทำเบเกอรี่ได้แก่เกลือธรรมดาและเกลือกรด

- หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

- 1) ทำให้อาหารมีรสชาติดี
- 2) เน้นรสกลืนของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้น
- 3) ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป
- 4) ช่วยให้เกิดสีที่เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์
- 5) ช่วยให้กลูเตนของโดมิกำลังในการยืดตัว

- 6) ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ ในโคที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ ควบคุมอัตราการหมัก
- 7) ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ ในโคที่หมักด้วยยีสต์

เกลือที่ใช้ส่วนมากใช้ควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เกลือที่ใส่ลงในสูตรขนมปังจะทำให้ขนมปังมีรสชาติเป็นส่วนใหญ่ เกลือจะช่วยเน้นรสชาติอื่นให้เด่นชัดขึ้น ช่วยให้ขนมปังมีกลิ่นดี เกลือนั้นเป็นตัวทำให้โคแข็งแรง ถ้าไม่มีโคจะและเพราะฉะนั้นเกลือจึงช่วยให้ขนมปังมีเนื้อสัมผัสและรูเซลดที่ดีจากที่โคมีกำลังในการอุ้มก๊าซ เกลือจะทำให้การหมักคงตัว และไม่ทำลายยีสต์ มันจะดึงน้ำออกจากยีสต์แต่ไม่ทำให้ยีสต์ตาย

ปริมาณการใช้เกลือจะขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งเป็นสำคัญ แป้งที่มีกลูเตนอ่อนจะต้องการเกลือมาก เพราะจะช่วยให้โปรตีนมีกำลัง ปริมาณเกลือมีผลกระทบต่อความเค็มของขนมปัง แต่ความเค็มจะสัมพันธ์กับความเป็นกรดคือ ถ้าปริมาณความเป็นกรดต่ำปริมาณเกลือจะสูง ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่ทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้น (Heinio และคณะ, 1997)

- ผลของเกลือที่มีต่อขนมปัง

การใช้เกลือมากเกินไป ทำให้ปริมาณของขนมปังน้อยกว่าที่ควร ส่วนการใช้เกลือน้อยเกินไป ทำให้ปริมาณขนมปังโตเกินไป เพราะความคงตัวของกลูเตนในแป้งลดลง, สีของขนมปังซีด, ขนมปังมีลักษณะแห้งเร็วเกินไป, ลักษณะภายในเนื้อขนมปังร่วน แต่หากใช้เกลือมากเกินไปและใช้กับแป้งที่มีกลูเตนน้อยทำให้ขนมปังที่ได้มีเนื้อภายในลักษณะเหนียวและ

4. น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานและยังเป็นอาหารของยีสต์ช่วยให้การหมักดีขึ้น น้ำตาลที่ใช้ในการทำเบเกอรี่ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครสที่ได้จากอ้อยมีหลายชนิดคือ (ขนมปังแฟนซี, 2530) น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined Sugar), น้ำตาลทรายแดง (Brown Sugar), น้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar), น้ำตาลไอซิ่ง (Icing Sugar), น้ำเชื่อม/เบะแซ (Corn or Dextrose Sugar)

- หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

1) ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์

2) เป็นอาหารของยีสต์ในขบวนการหมัก แต่หากมีน้ำตาลน้อยเกินไปยีสต์ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อย ปริมาตรขนมปังลดลง

3) ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งชนิดต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

4) ช่วยเก็บความชุ่มชื้นให้ผลิตภัณฑ์ แต่มีน้ำตาลน้อยผิวบนสุดของขนมปังจะร่วน

5) ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู

6) ช่วยทำให้สีผิวของขนมสวยขึ้น หากมีน้ำตาลน้อยสีเปลือกนอกของขนมปังจะซีด

7) ช่วยให้ลักษณะเนื้อขนมดี แต่ถ้ามีน้ำตาลมากเกินไปภายในขนมปังมีลักษณะเหนียวหรือแฉะ

8) เพิ่มคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์

5. ไขมัน (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

ไขมันและน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมัน (fatty acid) 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล (glycerol) สำหรับคำว่า ชอร์ตเทนนิ่ง (shortening) หมายถึง ไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอดให้มีความอ่อนนุ่ม โดยป้องกันการจับตัวของกลูเตนในขณะที่ทำการผสมไขมันจะห่อหุ้มกลูเตนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่ม

ไขมันและน้ำมันที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้มาจากสัตว์และพืช จากสัตว์ ได้แก่ ไขมันเนย เนยสด (butter) ได้จากนํ้านมวัว, ไขมันหมูแข็งได้จากสุกร, ไขมันปลา จากพืช ได้แก่ เมล็ดฝ้าย ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ข้าว งา มะพร้าว น้ำมันปาล์ม เป็นต้น

- ชนิดของไขมันและน้ำมันที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

- 1) เนย (Butter)
- 2) น้ำมันพืช (Vegetable Oil)
- 3) มาร์การีน (Margarine)
- 4) โกโก้บัตเตอร์ (Cocoa Butter)
- 5) ไขมันระหว่างพืชกับสัตว์
- 6) ไขมันพืชแข็งหรือเนยขาว

- หน้าที่ของไขมันในการผลิตเบเกอรี่

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เช่น ขนมปังโรล ไขมันจะช่วย

- 1) ให้ความนุ่ม และให้กลิ่นรสที่ดี
- 2) ช่วยในการเก็บกักก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความหนาแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ทำให้ปริมาตรและเปลือกนอกของขนมปังดีขึ้น

3) ช่วยหล่อลื่นกล้ามเนื้อให้ยืดหดได้ดี โดยช่วยการขยายตัวของผนังเซลล์และจัดโครงสร้างของกล้ามเนื้อ มีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของขนมบั้งคี่ขึ้น

การเพิ่มไขมันหรือเนยมากเกินไป ทำให้การเกาะกันของกล้ามเนื้อลดลงลักษณะภายในเนื้อขนมบั้งหลังจากอบจะร่วน

6. นม (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

นมเป็นสารละลายที่ให้คุณค่าทางอาหารและกลิ่นรสเฉพาะตัวที่ใช้ในเบเกอรี่มี 3 ชนิด คือ นมเนย นมผง

- องค์ประกอบของน้ำนมโดยเฉลี่ย

น้ำ	ร้อยละ	87.75
ของแข็งในนม	ร้อยละ	12.25
ไขมัน	ร้อยละ	3.50
โปรตีน	ร้อยละ	3.25
แร่ธาตุ	ร้อยละ	0.75
แลคโตส	ร้อยละ	4.75

ลักษณะภายนอกได้แก่ เนื้อสัมผัส และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมอบ เป็นผลมาจากการปฏิบัติหน้าที่ของไขมันและโปรตีนที่อยู่ในนม ข้อนี้เป็นจุดเด่นและเป็นประโยชน์กับอุตสาหกรรมขนมอบ (Cocup and Sanderson, 1987)

สำหรับไขมันนม (Milkfat) จะละลายที่อุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่า ความร้อนภายในร่างกาย มาร์การีนและชอทเท็นนึ่งที่ใช้ในการทำขนมปัง จะมีคุณสมบัติของน้ำมันหรือ ไขมัน ซึ่งขึ้นกับพื้นฐานในการเก็บ และระดับของไฮโดรจิเนชัน (Hydrogenation) ซึ่งทำให้กลีเซอไรด์ ที่เป็นส่วนประกอบ มีความแตกต่างในอุณหภูมิการหลอมเหลว และคุณลักษณะก็ต่างกันด้วยนมผง (Milk Powder) มีการทำแห้งแบบถีดพ่น ซึ่งไขมันนมจะพบได้ง่ายในนมผง นมผงมีประโยชน์เช่น ใช้ทำเค้กทั้งแบบอุตสาหกรรม หรือแบบครัวเรือน ก่อนการผสมจะมีการเติมน้ำหรือไขมัน แล้วนำไปควน นมผงบรรจุไขมันร้อยละ 70 มีไขมันและเคซีนมากสามารถนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นได้ นมผงปราศ จากไขมันหรือนมผงที่เอาครีมออกแล้วมีการใช้แบบเดียวกัน มีการนำนมผงไปใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifiers) ในขนมอบ (Cocup and Sanderson, 1987)

ในนมแต่ละชนิดนั้นมีปริมาณขององค์ประกอบแตกต่างกันไป ดังจะแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของนมชนิดต่าง ๆ

ชนิด	น้ำ (ร้อยละ)	บัตเตอร์แฟต (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	น้ำตาลแลคโตส (ร้อยละ)	แร่ธาตุ (ร้อยละ)	น้ำตาลทราย (ร้อยละ)
นมบริสุทธิ์	88	3	3	4	-	0
นมผงมีไขมัน	1	27	27	38	6	0
นมสตรอเบอรี่	72	8	7	10	1	0
นมข้นหวานมีไขมัน	31	8	7	10	1	41
นมข้นปราศจากไขมัน	91	เล็กน้อย	3	4	-	-
นมผงปราศจากไขมัน	2	1	36	51	8	-
นมสตรอเบอรี่ปราศจากไขมัน	72	เล็กน้อย	11	14	2	-
นมข้นหวานปราศจากไขมัน	29	เล็กน้อย	11	14	2	43

ที่มา : จิตรนา และอรอนงค์ (2527)

- หน้าที่ของนมที่มีต่อผลิตภัณฑ์

- 1) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน
- 2) ช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆเข้าด้วยกัน
- 3) ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม
- 4) ช่วยทำให้แข็งเกิดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์แข็งขึ้นหรือนุ่มขึ้น แต่เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่นๆแล้ว อาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งแรงและความนุ่มทั้ง 2 อย่างได้

สำหรับนมปั่น นมไม่ได้เป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญ แต่เป็นส่วนผสมที่เติมเข้าไปเพื่อช่วยให้นมปั่นมีคุณภาพดีขึ้น นิยมใช้นมผงปราศจากไขมัน หรือหางนมผง มีประโยชน์หลายอย่างเช่น

- 1) ช่วยเพิ่มการดูดซึมน้ำ และทำให้โคมีกำลังขึ้น
- 2) ทำให้ความทนทานต่อการผสมดีขึ้น
- 3) ใช้เวลาในการหมักได้นาน เนื่องจากนมทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ (buffer)
- 4) ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกนมปั่นที่ดี
- 5) ช่วยให้นมปั่นมีขนาด และรูปร่างของเซลล์ และเนื้อสัมผัสดีขึ้น
- 6) เพิ่มปริมาตรให้แก่ก่อนนมปั่น
- 7) ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่ขนมปัง เนื่องจากในนมมีแร่ธาตุ โปรตีนและวิตามินจึงช่วยทำให้นมปั่นมีกลิ่นรส และมีคุณภาพในการรับประทานดีขึ้น

ในอุตสาหกรรมขนมอบ เมื่อใช้น้ำที่มีสารกันความชื้น หรือนมผงปราศจากไขมันน้อยจะทำให้เปลือกของขนมปังมีสีอ่อน (Cocup และ Sanderson, 1987) เนื้อภายในขนมปังมีลักษณะเหนียวหรือ และอาจเพราะใส่เนื้อมากเกินไป เพราะโปรตีนในนมจะรวมตัวกับกลูเตนในแป้ง ทำให้ได้เนื้อขนมปังที่แน่น พร้อมกับมีลักษณะเหนียว (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

7. ไข่ (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

การทำขนมจำพวกเบเกอรี่โดยเฉพาะขนมเค้กและขนมปังหวานที่มีสูตรเข้มข้นในการทำประมาณร้อยละ 50 จะเป็นไข่ ซึ่งส่วนมากจะใช้ไข่ไก่ และใช้ในรูปแบบไข่สด แต่ในต่างประเทศมีการใช้ไข่ผง, ไข่แช่แข็ง เพราะสะดวกต่อการขนส่ง และการเก็บรักษา อายุการเก็บนานไข่จะเป็นแหล่งโปรตีนและช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร อาจใช้ไข่ขาว, ไข่แดง, หรือไข่ทั้งฟอง ตามแต่สูตรของการทำผลิตภัณฑ์นั้นๆ สำหรับองค์ประกอบของไข่แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 องค์ประกอบของไข่

องค์ประกอบ	ไข่ทั้งฟอง (ร้อยละ)	ไข่แดง (ร้อยละ)	ไข่ขาว (ร้อยละ)
ความชื้น	73.5	50-0	86.0
โปรตีน	14.0	17.0	10.0
ไขมัน	12.0	31.0	0.2
น้ำตาล	0	0.2	0.4
เถ้า	1.0	1.5	1.0

ที่มา : จิตรนา และอรอนงค์ (2527)

- คุณภาพของไข่สดที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

- 1) ช่องอากาศ(air pocket) ไม่เล็ก
- 2) ไข่แดงควรอยู่ตรงกลางและเมื่อหมุนไข่แล้วจะไม่เคลื่อนที่ไปด้วย
- 3) ไข่ขาวยึดแน่นกับไข่แดง มีความคงตัวและเป็นเจล
- 4) กลิ่นไม่เหม็น

- หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

- 1) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น

2) ช่วยเพิ่มปริมาตร เนื่องจากเมื่อตีไข่ขาวให้เกิดฟอง ซึ่งแต่ละฟองที่มีจำนวนมากนั้นจะถูกล้อมรอบ ด้วยโปรตีนจากไข่ การตีไข่ด้วยเครื่องและการทำให้ฟองสัมผัสกับอากาศ ทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัว และทำให้ฟองเกิดการคงตัว เมื่ออบฟองอากาศจะขยาย เมื่อส่วนผสมหรือไข่ขาวที่ตีแข็ง ได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุด โปรตีนจะแข็งตัวและจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์

3) เพิ่มคุณค่าทางอาหารและความสด เนื่องจากไข่มีความชื้น (ไข่ทั้งฟองมีสูง) และมีความสามารถรวมและเก็บความชื้นไว้ ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแห้งช้าลง ไข่มีคุณค่าทางอาหารสูง เนื่องจากมีแคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กสูง และโปรตีนที่มีนั้นเป็นโปรตีนที่สมบูรณ์ โปรตีนและไขมันในไข่แดง สามารถดูดซึม ไปใช้ได้หมดในร่างกาย และยังมีวิตามินต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายเช่น วิตามินเอ เป็นต้น

8. ยีสต์

ยีสต์เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังขึ้นฟู เนื่องจากยีสต์นั้นผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเอทานอล ในขบวนการหมัก

ยีสต์ที่ใช้ทำขนมปัง ได้แก่ ยีสต์ในสายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* มีลักษณะรูปร่างเป็นลูกโอ (oval shape) เซลล์เดี่ยว ไม่มีสี มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยอาศัยการแตกหน่อและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยอาศัยการสร้างแอสโคสปอร์ (ascospore) ยีสต์ *S. cerevisiae* ที่ใช้ทำขนมปังนี้มักมีขนาดกว้าง 4-6 ไมครอน ยาว 5-7 ไมครอน ซึ่งจะแตกต่างจาก *S. cerevisiae* ที่ใช้ทำไวน์หรือเบียร์ ดังนี้ (รุ่งนภาและวราวุฒิ, 2532)

- 1) มีลักษณะทางกายภาพที่คงตัว
- 2) สามารถหมักน้ำตาลที่มีอยู่ในแป้งได้ดี จึงทำให้แป้งสามารถขยายตัวได้มาก
- 3) สามารถละลายน้ำได้ดี
- 4) สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในการหมัก

อัตราเร็วของขบวนการหมักด้วยยีสต์จะเพิ่มขึ้นจนถึงประมาณ 35 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดจะขึ้นอยู่กับระบบของโคนั้น ๆ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 41 องศาเซลเซียส จะขัดขวางการทำงานของยีสต์ และยีสต์จะทำงานได้ดีที่สุดในช่วง พีเอช 4.0-6.0 ซึ่งเป็นช่วงพีเอช ในโดที่ขึ้นฟูด้วยยีสต์ เมื่อมีแรงดันออกซิเจนสูงการเกิดการหมักด้วยยีสต์จะลดลง ดังนั้นหากโคชนิดหวานต้องใช้ยีสต์มากขึ้น และหรือใช้เกลือน้อยลงกว่าโคที่มีระดับน้ำตาลต่ำกว่า (ศิริลักษณ์, 2522)

ขณะเริ่มทำการหมักโคควรมีพีเอช 5.5 ซึ่งเป็นระดับที่ดีที่สุดในการเจริญเติบโตของยีสต์ ตลอดระยะเวลาการหมัก พีเอชของโคจะเพิ่มขึ้นตลอด จนเมื่อถึงขั้นสุดท้ายของการหมักโคจะมีพีเอช 4.5-4.6 (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

- ยีสต์ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ขนมปังแบ่งได้ 2 ชนิด ตามกรรมวิธีการผลิต (รุ่งนภา และวราวุฒิ, 2532) คือ

1) ยีสต์สด (fresh or compressed yeast)

เป็นยีสต์ที่อัดตัวเป็นก้อน มีอาหารของยีสต์ที่เปียกชื้นเป็นก้อนแข็ง ห่อด้วยกระดาษตะกั่วหรือพลาสติกกันน้ำ ยีสต์นี้มีสีน้ำตาลอ่อนค่อนข้างขาว ความชื้นประมาณร้อยละ 70 ก่อนจะนำไปใช้ต้องเก็บไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 2-3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 สัปดาห์ แต่การแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า 3 องศาเซลเซียส จะทำลายคุณภาพของยีสต์และทำให้ยีสต์ตายได้ ถ้าอุณหภูมิสูงยีสต์จะถูกทำลายภายใน 24 ชั่วโมง ยีสต์ที่อ่อนตัวแล้วไม่ควรนำมาใช้ ยีสต์สดมีราคาถูกและให้กลิ่นของยีสต์ที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้าย

2) ยีสต์แห้ง (active dry yeast)

ยีสต์สดนั้นมีผลต่อขนมปังแต่มีข้อเสียคือ ต้องเก็บไว้ในตู้เย็นเท่านั้น จึงมักมีปัญหาในการเก็บรักษา เพราะอายุการใช้งานสั้น จึงมีการผลิตยีสต์ในรูปยีสต์แห้งที่เรียกว่า “active dry yeast” ซึ่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 5-10 เซลล์ยีสต์ยังมีชีวิตรอด แต่จะสูญเสียคุณสมบัติการทำให้ขนมปังฟูรวม ถึงกลิ่นรสด้วย เนื่องมาจากการอบแห้ง ยีสต์แห้งสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ ยีสต์เม็ด และยีสต์ผง (instant yeast)

ยีสต์เม็ด มีความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 10 เป็นยีสต์ที่อยู่ในสภาพการพักตัว ควรเก็บไว้ในที่แห้งและเย็น จะเก็บได้นานหลายเดือน ก่อนใช้ต้องละลายน้ำอุ่น (45 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงนำไปผสมกับแป้ง น้ำที่ใช้ละลายประมาณ 5 เท่าของน้ำหนักยีสต์

ยีสต์ผง มีความชื้นเหลือเพียงร้อยละ 5 มีความสามารถในการหมักสูง สามารถนำไปผสมกับแป้งได้ทันที

ยีสต์ที่กล่าวถึงทั้ง 3 ชนิดนี้ มีกำลังในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่างกัน คือ ยีสต์สดมีกำลังการหมักต่ำสุด รองลงมาคือ ยีสต์เม็ด ส่วนยีสต์ผงมีกำลังในการหมักสูงสุด

- การทดสอบคุณภาพของยีสต์ (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

ยีสต์ที่จะนำมาใช้ทำขนมปังนั้นควรแน่ใจว่า เป็นยีสต์ที่ยังไม่เสื่อมคุณภาพ เพราะจะทำให้ขนมปังมีคุณภาพตามที่ต้องการ จึงต้องมีการทดสอบคุณภาพของยีสต์โดยใส่ยีสต์ 1 ช้อนโต๊ะ ลงในน้ำที่มีอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส 1 ถ้วยตวง มีน้ำตาลละลายอยู่ 1 ช้อนโต๊ะ คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5-10 นาที ยีสต์จะค่อย ๆ ผลิตฟองก๊าซขึ้นมาบนผิวหน้าของน้ำ แสดงว่ายังไม่เสื่อมคุณภาพ การทำปฏิกิริยาของยีสต์จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปฏิกิริยาของยีสต์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาฟาเรนไฮต์)	ปฏิกิริยาที่เกิด
60-68	เป็นไปอย่างช้า ๆ
80-85	เป็นไปอย่างปกติ
90-100	เป็นไปอย่างรวดเร็ว
138	จุดสุดท้ายทำให้ตาย

ที่มา : John และคณะ (1989)

- หน้าที่ของยีสต์ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

- 1) สร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้โดขยายตัว ทำให้ปริมาตรโดเพิ่มขึ้น
- 2) ทำให้เกิดโครงสร้างและลักษณะของเนื้อโด ซึ่งเป็นผลของการขยายตัวของก๊าซที่ยีสต์สร้างขึ้น
- 3) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะตัว เป็นผลจากสารอัลกอฮอล์ คีโตน อัลดีไฮด์ และกรดที่ยีสต์สร้างขึ้นระหว่างการหมัก
- 4) ช่วยเสริมคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์

การเจริญเติบโตของยีสต์ และการหมักขึ้นอยู่กับความเป็นกรดค้างด้วยในขณะที่เริ่มทำการหมัก โดควรจะมีพีเอช 5.5 เป็นระดับที่ดีที่สุดในการที่ยีสต์จะเจริญเติบโต

การใช้ยีสต์ในปริมาณน้อยเกินไป ปริมาตรขนมปังจะเล็กกว่าที่ควร และหากใช้ยีสต์ปริมาณมากเกินไป จะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป จะเกิดโพรงภายในก้อนขนมปัง และหากปริมาณยีสต์และเกลือไม่สมดุลกันก็สามารถเกิดโพรงอากาศนี้ได้ด้วย

กระบวนการทำขนมปัง

การทำขนมปังแถว (pan bread) มีสูตรที่ใช้เป็นพื้นฐาน โดยเฉลี่ยเป็นร้อยละดังนี้ (John และคณะ, 1989)

แป้งทำขนมปัง	ร้อยละ	100
น้ำ	ร้อยละ	62-70
เกลือ	ร้อยละ	1.25
น้ำตาล	ร้อยละ	2-4
ชอทเทินนิ่ง	ร้อยละ	1.50-4
นมผง	ร้อยละ	2-4
ยีสต์	ร้อยละ	2-5

ขั้นตอนต่าง ๆ ของการทำขนมปัง (John และคณะ, 1989)

1. ขั้นตอนการผสม

การผสมมีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้ส่วนผสมทั้งหมดกระจายตัวและเข้ากันอย่างสม่ำเสมอ ขั้นตอนแรกของการทำขนมปัง คือ ต้องชั่งน้ำหนักของส่วนผสมให้แน่นอน (โดยเฉพาะเกลือ) จากนั้นทำการละลายยีสต์ลงในน้ำอุ่น ซึ่งมีอุณหภูมิพอเหมาะ จากนั้นจึงนำไปเติมลงในแป้ง การหมักจะเริ่มขึ้นเมื่อยีสต์ผสมลงในแป้ง การผสมควรจะเริ่มจากใช้ความเร็วต่ำและโคจะค่อย ๆ หนืด หลังจากทำการผสมไปแล้ว 1 นาที ถ้าหากโคมีความหนืดแล้วให้ทำการผสมด้วยความเร็วเป็นเวลา 10 นาที ถ้าสูตรมีไขมันสูง ไขมันจะเติมหลังจากทำการผสมไปแล้ว 5 นาที ไขมันจำนวนเล็กน้อย มีประโยชน์ต่อโค เพราะจะช่วยหล่อลื่นกลูเตนและช่วยให้โคมีรูปร่างที่ดี แต่ถ้าไขมันสูง จะทำให้กลูเตนคลายตัวและขัดขวางการขึ้น เป็นรูปร่างของโค

เวลาในการผสมขึ้นอยู่กับปริมาณของโคในชามอ่าง ๆ ความเร็วที่ตั้ง, และชนิดของเครื่องมือโคที่มีขนาดเล็กจะสูญเสียความร้อนระหว่างการผสม และกลายเป็นการทำให้การผสมเย็นลง ดังนั้นโคจึงแข็ง กระจ่าง และการผสมโคที่มีความเร็วสูง ความร้อนจะเพิ่มขึ้นโคจึงเกิดการแตกร้าวเพราะมีความร้อนมากเกินไป ไกลอะดินและกลูเตนินซึ่งมีอยู่ในแป้งนั้นเป็นโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อโปรตีนผสมกับน้ำจะ เกิดเป็นกลูเตน กลูเตนเป็นรูปร่างโคที่กวาดจากด้านข้างและตรงกลางของชามอ่างระหว่างการผสม และมี ลักษณะเรียบเนียน แข็ง และอ่อนนุ่ม และที่จุดนี้จะเป็นกลูเตนที่เหมาะสมและโคสามารถแผ่ขยายเป็น แผ่นบางหรือเป็นแผ่นคล้ายพลาสติกโดยไม่ฉีกขาด ถ้าภายในมองดูกระจ่างและเก็บก๊าซได้ลดลง ขนมปัง ที่ผลิตได้จะมีเส้นและโครงสร้างของเซลล์สั้น และปริมาตรเล็ก การผสมที่มากเกินไป เมื่อใช้ผสมกลูเตน มีการขยายตัวมากเกินไป ทำให้เกิดการแตกหักได้ เพราะความยืดหยุ่นสูญเสียไป โคของการผสมนี้จะมีลักษณะเป็ยก และ และใส เมื่อสัมผัสจะรู้สึกเหนียวหนืด

2. ขั้นตอนการหมัก

เวลาในการหมักคือเวลาที่โดได้จากการผสมจนกระทั่งถึงการทำการพักโดในชามอ่าง หรือที่สำหรับ เก็บหรือใส่โดเพื่อทำการหมัก โดจะต้องได้รับอุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียส (82 องศาฟาเรนไฮต์) และคลุมผ้าปิดไว้ระหว่างการหมักยีสต์จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดที่ทำจากแป้งที่มีกลูเตนคุณภาพดี จะสามารถเก็บกักก๊าซได้มากกว่า เพราะผนังเซลล์แข็งแรง ดังนั้นจึงได้ปริมาณโดขนาดใหญ่

เมื่อโดมีขนาด 2 เท่า และมีความสปริงตัว และความยืดหยุ่นสูงสุดก็พร้อมสำหรับการไล่อากาศ การไล่อากาศคือส่วนหนึ่งที่ใช้ลักษณะของการพับและการตัดแบ่งโด มีจุดประสงค์เพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และนำก๊าซออกซิเจนใหม่เข้ามาในการหมัก และทำให้โดมีอุณหภูมิที่สม่ำเสมอ การทดสอบโดที่เหมาะสมนำไปไล่อากาศ คือ ใช้นิ้วแตะลงไป โด ถ้าโดคืนตัวเต็มขึ้นมาอย่างช้าๆ ก็พร้อมที่จะไล่อากาศ การไล่อากาศในโดครั้งแรก อาจจะพร้อมในเวลา 30 นาที จำนวนครั้งของการไล่อากาศจะขึ้นอยู่กับวิธีการผสมโด

3. ขั้นตอนการแบ่งโด

การแบ่งโดในแต่ละก้อนจะตัดตามน้ำหนักที่ต้องการ การชั่งน้ำหนักต้องชั่งให้มีความแน่นอน โดยให้มีน้ำหนักเฉลี่ยพอๆ กัน น้ำหนักของโดจะลดลงร้อยละ 10-13 หลังจากผ่านการอบ และทำให้เย็น เช่น ก้อนขนมปังที่อบแล้วมีน้ำหนัก 450 กรัม (1 ปอนด์) ต้องชั่งน้ำหนักก้อนโดที่ตัดแบ่ง 520 กรัม (18.5 ออนซ์) หรือมีน้ำหนักมากกว่าก้อนขนมปัง 70 กรัม (2.5 ออนซ์)

4. ขั้นตอนการปั้นเป็นก้อนกลม

จุดประสงค์การทำให้โดเป็นก้อนกลม ก็เพื่อเตรียมโดสำหรับกระบวนการปั้น โดจะมีผลเหมือนกับการนวดไล่อากาศ การทำให้โดเป็นก้อนกลม มีรูปร่างแบบเดียวกัน ผิวรอบนอกของโดจะต้องเรียบ ทำให้การเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดีขึ้น การปั้นเป็นก้อนกลมจะใช้มือหรือเครื่องมือก็ได้ เพราะเป็น การทำที่ง่าย

5. การพักโคระหว่างขั้นตอน

เวลาที่ใช้โคระหว่างขั้นตอนการป้อนเป็นก้นกลมกับขั้นตอนการป้อนรูปร่างเรียกว่า การพักระหว่างขั้นตอน จะทำการพักในที่พิเศษเป็นกล่องพัก ประมาณ 10-15 นาที และระหว่างนี้ก้อนโคจะป้องกันการยุบตัว เพราะโคจะสร้างความแข็งแรงขึ้น ผลของโคที่แข็งจะทำให้เนื้อในขนมปังเป็นเส้นและเปลือกแข็งเป็นหย่อม ๆ การพักโคระหว่างขั้นตอนจะทำให้ก้นกลมของโคคลายตัว ทำให้โคนุ่ม, หย่นตัว ง่ายต่อการป้อน เป็นรูปร่าง

6. ขั้นตอนการป้อนรูปร่าง

ขั้นตอนการป้อนมีความสำคัญมากในการขึ้นรูปโค ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปังที่ทำ โคจะป้อนได้รูปร่างหลากหลายมาก โดยทั่วไปสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ก้อนโคจะต้องป้อนให้แน่นไม่มีรูอากาศขนาดใหญ่ ผิวจะต้องเรียบไม่มีรอยขาด และจะต้องเก็บตะเข็บให้เรียบร้อย ใช้แป้งเท่านั้นที่จะโรยบนโคเพื่อป้องกัน โคติดกับโคที่ใช้ป้อน

7. ขั้นตอนการใส่ภาชนะ

ขนมปังที่ป้อนได้จะนำมาไว้ในภาชนะใส่ขนมปัง หากนำโคใส่ในภาชนะให้ใส่ในปริมาณ 2 ใน 3 ของภาชนะ (Turgeon, 1981) หรือใส่ในตะกร้าซึ่งข้างบนภาชนะมีรู หรือวางบนภาชนะที่เป็นกระดาษ ซิลิกอนแผ่นตรงขึ้นอยู่กับชนิดขนมปังที่ทำ ขนมปังบางชนิดโรยผงแป้งหรืออื่น ๆ เช่น ทาไข่ ตะเข็บของขนมปังจะต้องอยู่ใต้รูปร่างที่ป้อน โคแต่ละชั้นจะป้องกันไม่ให้มีการแตกในเตาอบโดยภาชนะขนมปังจะต้องเคลือบไขมันหรือทาไขมันให้ลื่น และยังง่ายต่อการเอาออกจากภาชนะอีกด้วย

8. การพักโคขั้นสุดท้าย

หลังจากการใส่ภาชนะแล้ว จะทำการพักโคให้เพิ่มขึ้น การหมักครั้งสุดท้ายจะใช้เวลาระหว่าง 30-50 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดของโค, อุณหภูมิ, ชนิดของโค, และปริมาณยีสต์ที่ใช้ อุณหภูมิการหมัก

ที่เหมาะสมอยู่ที่ 30-35 องศาเซลเซียส และมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 80-90 การที่ความชื้นสูงก็เพื่อป้องกันก้อนโคแข็งและแตกหักจากแข็งที่อยู่ในโค การรวมตัวของก๊าซในโคที่เหนียวแน่น และเปลือกแตกหัก หรือฉีกขาดก่อนการใส่ภาชนะ ทำให้โคที่ทำขนมปังมีสีคล้ำ ปริมาตรและเนื้อของขนมปังจะหนัก และอัดตัวกันแน่น

การทดสอบโคโดยปกติคือ โคจะขนาด 2 เท่าจากปกติ มีสปริงตัวเล็กน้อย เมื่อทำการสัมผัส และเมื่อเตะจะมีรอยเล็กน้อย

9. ขั้นตอนการอบ

การให้ความร้อนในการอบจะทำให้โคเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้ผลิตภัณฑ์น่ารับประทาน และสามารถแยกเป็นชั้นได้ เวลาในการอบขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการอบ, ชนิดของโค และขนาดของเตาอบ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ใช้อบขนมปังอยู่ระหว่าง 90 - 220 องศาเซลเซียส (375 - 428 องศาฟาเรนไฮต์) มีการฉีดพ่นไอน้ำในเตาอบก่อนหรือระหว่างการอบ หรือทาก้อนโคด้วยน้ำ เพื่อให้เปลือกมีความมันวาว ควรใช้ความดันไอน้ำต่ำและใช้เวลาอบนาน

ขนมปังที่ดีควรมีเปลือกขนมปังที่ดี ซึ่งมีสีเดียวกันทั้งด้านบน ตรงกลาง และด้านข้าง ขนมปังที่อบต้องมีอุณหภูมิภายในสูงเพียงพอที่จะทำให้สตา์ชและกลูเตนเรียงตัว (ซึ่งต้องไม่ต่ำกว่าจุดเดือด)

10. ขั้นตอนการทำให้เย็นและการหั่น

ขนมปังต้องทำให้เย็นทั่วทั้งก้อนโดยทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง ก่อนทำการหั่นเป็นแผ่น หลังจากออกจากภาชนะที่ใช้อบต้องเก็บไว้ในสภาพแวดล้อมที่สะอาดมีอากาศบริสุทธิ์มาก และมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ต้องเป็นที่ที่มีตะแกรงซึ่งเหมาะสมระหว่างขนมปังแต่ละก้อน อุณหภูมิภายในก้อนขนมปังควรจะไม่สูงกว่า 30 องศาเซลเซียส (86 องศาฟาเรนไฮต์) เมื่อจะทำการหั่น

ถ้าหั่นขนมปังขณะอุ่น เนื้อขนมปังจะเหนียว ทำให้ชิ้นขนมปังเสียหาย เมื่อใส่ในถุงพลาสติกทำให้มีการรวมตัวของน้ำเพิ่มขึ้น และความชื้นจะเกาะติดเร็วขึ้นที่ก้อนขนมปัง

ผลของกระบวนการทำที่มีต่อคุณภาพของขนมปัง (จิตรนา และอรอนงค์, 2527)

1. การผสมแป้ง

การผสมแป้งจะทำให้ส่วนผสมทั้งหมดรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เกิดเป็นกลูเตนเพราะการผสมทำให้โปรตีนรวมตัวกับน้ำ, โคมีความยืดหยุ่นพอเหมาะ และการผสมนี้จะเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับแป้ง ทำให้ยีสต์ได้รับออกซิเจนมากที่สุดขณะที่ทำการผสม เมื่อได้โดที่ผสมเข้ากันดีแล้วควรหยุดการผสม เพราะถ้าผสมต่อไปจะทำให้โดนิ่มจนเหลว และ แลร์ร้อน เมื่อตั้งขึ้นมาจะติดมือเป็นสายและขาดได้ง่าย การผสมที่นานเกินไปทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรต่ำ เนื้อใน (crumb) จะร่วน และถ้าทำการผสมน้อยเกินไปจะทำให้แป้งมีความยืดหยุ่นน้อย ปริมาตรของผลิตภัณฑ์จะลดลง อาจแตกหรือเป็นรอยหยาบ และ อาจล้มลงระหว่างการพัก โดก่อนนำไปอบ หรือขณะผลิตภัณฑ์อยู่ในตู้อบ เพราะกลูเตนไม่มีความยืดหยุ่น ที่เหมาะสมในการอุ้มก๊าซของก้อนโดได้ และถ้าหากผสมโดจนและจะทำให้ขนมปังที่อบได้มีความนุ่มมากเหมือนสำลี

การผสมที่ใช้เวลานาน จะมีส่วนผสมที่ไม่ละลายหลงเหลืออยู่ในโด ทำให้มีความชื้นน้อยกว่า และเก็บความชื้นได้น้อยกว่าขนมปังที่ผ่านกระบวนการผสมที่ยาวนาน เนื่องจากส่วนผสมที่ไม่ละลายจะดูดความชื้น ขณะผสมแป้งหากเชื้อยีสต์และ เกลือกระจายไม่ทั่วถึงจะเกิดโพรงภายในก้อนขนมปัง และถ้าแป้งนั้น ผสมไม่ทั่วถึงทั้งก้อน และไม่ได้อุ่นแป้งก่อนนำไปใช้ จะทำให้เนื้อภายในขนมปังแข็ง

2. การหมักโด

เมื่อทำการผสมส่วนผสมจนได้โดที่เหมาะสมแล้ว ต้องนำมาทำการหมักโดซึ่งจะเป็นการช่วยให้ยีสต์ทำงานได้ โดยมีผลทำให้ปริมาตรของขนมปังขยายมากขึ้น เพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมักจะทำให้เซลล์ของโดขยายตัว เอนไซม์โปรติเอสในยีสต์จะช่วยทำให้กลูเตนนุ่ม

และยึดตัวได้ และขณะหมักจะมีกรดเกิดขึ้นภายในโดซึ่งจะช่วยให้โดยึดตัวได้ หากใช้อุณหภูมิสูงไม่เพียงแต่ยีสต์ จะเจริญได้ดีเท่านั้นจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการก็สามารถเจริญได้ดีด้วย ควรใช้อุณหภูมิไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส (80 องศาฟาเรนไฮต์) ดีที่สุด

การหมักนั้นต้องไม่ทิ้งให้ผิวโดแห้งเพราะจะทำให้โดขาดความยืดหยุ่น อาจหมักโดยใช้ไขมัน ทาบางๆ ที่ผิวหน้าโด หรือใช้ผ้าขาวบางหรือผ้าใบคลุมหากอากาศภายนอกร้อนมาก อาจใช้ผ้าชุบน้ำหมาด ๆ คลุมไว้ ระยะเวลาในการหมักขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของยีสต์ น้ำตาลและเกลือ รวมถึงกำลังของกลูเตนและ อุณหภูมิ ถ้ากลูเตนมีกำลังมากต้องใช้เวลามากโดนาน การหมักโดไม่ได้ที่เมื่อนำไปอบเปลือกนอกจะมีสีน้ำตาลแดง และมีรอยสีเขียวตรงรอยแตก

สำหรับโดที่มีการหมักนานเกินไปจะมีผล คือ เนื้อในผลิตภัณฑ์จะร่วน เนื่องจากการหมักนาน ทำให้กลูเตนขาดออกจากกันหลังจากอบแล้วทำให้กลูเตนมีความคงตัวไม่สม่ำเสมอ ขนมปังมีกลิ่นแรงของยีสต์และมีรสเปรี้ยว ขนมปังมีลักษณะแห้งเร็วเกินไป แต่ถ้าหมักน้อยก็สามารถเกิดลักษณะดังกล่าวได้เพราะกลูเตนไม่มีเวลาพอที่จะอ่อนตัวและแข็งแรงเต็มที่

และโดที่หมักเร็วเกินไป มีผลคือ ขนมปังมีปริมาตรลดลง เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะเกิดขึ้นในการหมักขั้นสุดท้ายมีน้อย เพราะโดยังขึ้นไม่เต็มที่ สีของเปลือกจะเข้ม กลิ่นรสไม่ดี เนื้อในขนมปังจะมีสีเทาไม่ขาว ถ้ามีกลูเตนมากและใช้ระยะเวลาหมักน้อยเกินไปจะเกิดโพรงภายในก้อนขนมปัง

3. การเตรียมโดหลังจากหมักก่อนนำไปพิมพ์

ก่อนการนำโดที่ผ่านการหมักใส่ในพิมพ์ต้องผ่านขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- การตัดแบ่งโดจะทำให้โดมีน้ำหนักเท่าๆ กัน ตามต้องการ เพื่อให้การอบเป็นไปโดยสม่ำเสมอ และใช้เวลาเท่ากัน

- การคลึงก้อนโศให้กลม ทำให้โศมีผิวเรียบทั้งก้อน ป้องกันก๊าซออกทางผิวที่ถูกตัด ทำให้อุ้มก๊าซไว้ได้ดีขึ้น และเมื่อโศถูกตัดโครงสร้างกลูเตนจะเรียงไม่เป็นระเบียบไม่เหมาะสมกับการปั้นเป็นรูป
- การพักโศหลังจากคลึงเป็นก้อนกลม เพื่อให้โศคลายตัวจากการตัดและถูกคลึงกลูเตนจะยืดตัวอย่างช้าๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณมากขึ้น เซลล์ของผลิตภัณฑ์เล็กลงเนื่องจากอากาศ ถูกไล่ออก
- การม้วนโศและการนำใส่พิมพ์ หลังจากพัก โศแล้วจะนำมารีดครั้งสุดท้าย มีความหนานางตามต้องการ การรีดจะไล่ก๊าซที่เกิดจากการพักตัวออก เพื่อให้ลักษณะและขนาดเซลล์ภายในก้อนโศเท่าๆ กันแล้วจึงนำไปม้วนตามต้องการ

4. การพักตัวของโศที่ปั้นใส่พิมพ์แล้วก่อนนำไปอบ

เพื่อให้โศมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังจากไล่ก๊าซออก ก่อนเข้าสู่อบต้องตรวจสอบความพร้อมของโศ โดยใช้นิ้วแตะเบาๆ บนโศถ้ามีรอยนิ้วติดจางๆ เมื่อยกขึ้น แสดงว่าพัก ได้ดี แต่ถ้ารอยนิ้วหายเมื่อยกขึ้น แสดงว่ายังคลายตัวไม่เต็มที่ซึ่งต้องพักต่อ แต่ถ้าแตะแล้วรอยนิ้วมลงลึก ไม่ถูกดันขึ้นมา แสดงว่าพักนานเกินไป

ถ้าหมักจุดนี้นานเกินไป เนื้อสัมผัสจะนุ่มมากเหมือนสำลี ปริมาณของขนมปังมีก้อนโศเกินไป ซึ่งเนื้อสัมผัสที่คั้นนั้นต้องอ่อนนุ่ม คล้ายโยโย่และความคงตัว ผิวบนสุดของขนมปังร่อน

ถ้าความชื้นในการหมักครั้งสุดท้ายไม่พอ เปลือกนอกของขนมปังจะไม่ดี ถ้าเหมาะสม ปริมาตรและรอยแยกจะสม่ำเสมอและเรียบเพราะกลูเตนอยู่ในสภาพยืดหยุ่นพอดีที่จะให้ก๊าซขยายตัวและคงตัวพอเก็บก๊าซไว้ได้

5. การอบ

ขณะโคถูกนำเข้าอบ ยังมีการหมักตัวอยู่ อัตราการหมักจะเพิ่มขึ้นเมื่อ ได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น ตู้อบ ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโคขยายตัวเต็มที่ทำให้ปริมาตรของโคเพิ่มสูงขึ้นความร้อนจะช่วยระเหยน้ำออกจากผิวหนังของโค และทำการเปลี่ยนสีของเปลือกนอกให้เป็นสีน้ำตาลเนื่องจากปฏิกิริยาความร้อนกับน้ำตาล แป้งและสารประกอบอื่น ๆ บนผิวหนังของโค อุณหภูมิ 110 องศาฟาเรนไฮต์ (43 องศาเซลเซียส) ยีสต์ไม่ทำงาน และตายที่อุณหภูมิประมาณ 130 องศาฟาเรนไฮต์ (54 องศาเซลเซียส) เม็ดแป้งสตาร์ชที่อยู่ในกูดเตนจะเหนียวขึ้นที่อุณหภูมิ 149 องศาฟาเรนไฮต์ กูดเตนจะรวมตัวกันที่อุณหภูมิ 165 องศาฟาเรนไฮต์เป็นโครงสร้างของขนมปัง และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เปลือกนอกของโคจะแห้งและแข็ง เป็นสีน้ำตาลและมันเป็นเงา

ผลของขนมปังเมื่อใช้อุณหภูมิสูงคือ ขนมปังสีเข้ม ปริมาตรก้อนขนมปังเล็กกว่าที่ควรถ้าความชื้นภายในตู้อบต่ำด้วย จะทำให้ผิวบนสุดของขนมปังร้อน

โดยทั่วไปขนมปังที่อยู่ในสภาพดีจะมีความชื้นอย่างต่ำร้อยละ 30 แต่ขนมปังสามารถดูดซึมน้ำในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 70 ขนมปังที่มีความชื้นสูงในตอนแรกโดยเฉพาะในเนื้อของก้อนขนมปัง สามารถเก็บได้หลายวันแต่ไม่ได้หมายความว่าในก้อนขนมปังนั้นมีความชื้นสูงจะดี เพราะจะเกิดการเน่าเสียเร็วขึ้น โดยเฉพาะเกิดจากเชื้อรา

การตรวจสอบคุณภาพขนมปัง (John และคณะ, 1989)

จุดประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพขนมปัง คือ เพื่อประเมินและตั้งราคาผลิตภัณฑ์และทำให้พบจุดดี และจุดเสียของขนมปัง ซึ่งขนมปังหลายชนิดอาจมีการเติมส่วนผสมพิเศษอื่น ๆ ลงไปหากแต่จะมีส่วนผสมหลักคือ แป้ง, น้ำ, เกลือ, และยีสต์ ดังนั้นการเข้าใจถึงกระบวนการหมักและผลของการเติมส่วนผสมจึงมีผลในเรื่องของรสชาติ, ปริมาตร และลักษณะปรากฏของขนมปัง ซึ่งผู้ทำขนมปังสามารถขจัดสิ่งที่ไม่เป็นที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ได้

ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาลักษณะภายนอกและภายใน รวมทั้งปริมาตร สีของเปลือกขนมปัง รูปแบบสมมาตร ความสม่ำเสมอหลังการอบ ลักษณะของเปลือกขนมปังการแตกหักของชั้นขนมปัง สีของขนมปัง กลิ่น รสชาติ การเคี้ยว ลักษณะเนื้อสัมผัส และโครงสร้างในเนื้อขนมปัง

ปริมาตร (volume) ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง น้ำหนักของก้อนขนมปัง การหมัก และการพักโดครั้งสุดท้ายและอุณหภูมิที่อบ

สีของเปลือกขนมปัง (crust color) ที่มีลักษณะดีควรจะมียีสน้ำตาลแบบเปลือกถั่วจึงจะน่ารับประทาน และต้องไม่มีจุดหรือเส้น

สมมาตร (symmetrical) ขนมปังแถวที่ดีจะต้องไม่มีด้านข้างโดยรอบมากเกินไป และด้านบนจะต้องไม่ต่ำลงมาหรือไม่ต่ำเข้าใกล้จุดศูนย์กลาง รูปร่างที่ดีของก้อนขนมปังควรจะไม่มี การต่ำหรือตกลงไปที่จุดศูนย์กลาง

ความสม่ำเสมอของขนมอบ คือ จะมีสีเดียวกันทุกด้าน ทั้งด้านบนและด้านล่าง ซึ่งสามารถทำได้โดยตั้งอุณหภูมิของเตาอบที่ความร้อนชั้นบน และชั้นล่างให้เป็นไปตามที่กำหนดของการอบขนมปังจริงๆ และมีการพาไอน้ำที่ดีในเตาอบ

เปลือกขนมปัง (crust) เปลือกขนมปังแถวควรจะบาง ง่ายต่อการบิแตก และนุ่ม อาจจะมีหรือไม่มีควมมันเงาขึ้นอยู่กับความชอบของผู้บริโภค

การแตกและการฉีกขาด (break and shred) ใช้กับลักษณะด้านข้างของขนมปังแถว ซึ่งเป็น การขยายตัวระหว่างการอบ รูปแบบการฉีกขาดและการแตกของทั้งสองข้างจะไม่สม่ำเสมอ

โครงสร้างของเนื้อขนมปัง (grain) ควรจะเป็นรูปแบบเดียวกันคือ เซลล์เล็กและบางจึงจะดี อาจยอมให้ได้บ้างเมื่อใช้เมล็ดพันธุ์ที่หยาบ หรือใช้ข้าว ไรย์ป่น โครงสร้างของเซลล์จะได้จากกลูเตน และแป้ง ซึ่งปริมาตรกลูเตนต่ำจะมีโครงสร้างดีมาก สำหรับขนมปังข้าวสาลี โครงสร้างแน่นและติดกัน

เมื่อมีการหมักที่เหมาะสม ขณะที่เซลล์ที่ใหญ่และไม่สม่ำเสมอได้จากการหมักโคนานเกินไปขนมปังที่มีฟิเอช ต่ำ หรือความเป็นกรดสูง จะพบเมล็ดดีมาก ขนมปังที่มีเมล็ดดีจะรู้สึกมีความชื้นมากกว่า และคุณภาพในการ เก็บรักษาดีกว่าขนมปังที่มีโครงสร้างหยาบ

สีของเนื้อขนมปัง (color of the crumb) ในขนมปังขาว และขนมปังฝรั่งเศส ควรจะมีสีขาวอ่อน เป็นมัน ควรจะ ไม่มีเส้นและรอยดำ

กลิ่นหอม (aroma) หรือกลิ่นรส (flavour) ซึ่งรู้สึกได้ด้วยการดมกลิ่น กลิ่นของขนมปังในอุดมคติ จะมีกลิ่นหอมของข้าวสาลี หรือเมล็ดธัญ ควรจะไม่มีกลิ่นรส หรือกลิ่นที่เกิดจากสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ซึ่งไม่เกี่ยวกับการเก็บส่วนผสม

รสชาติ (taste) จะรสเดียวกับกลิ่น และให้รสชาติข้าวสาลีที่น่าพอใจ รสชาติที่ไม่พึงปรารถนา คือ รสเค็ม, รสเปรี้ยว, แข็ง, เฝื่อน, หืน, อับ หรือพลาสติก

ความเหนียว (Masification) จะอ้างถึงความสามารถในการเคี้ยวขนมปัง ซึ่งควรจะนุ่ม, ชุ่ม, และอ่อน มากกว่าเหนียวเป็นตังเม (gummy), เหนียว (tough) หรืออ่อนปวกเปียก (doughy)

เนื้อสัมผัส (texture) วัดจากการสัมผัสชั้นขนมปังด้วยนิ้วมือด้านหลัง เนื้อสัมผัสที่ดีควรจะนุ่ม, เรียบ, ยืดหยุ่น ขณะที่เนื้อสัมผัสมีความ สาก, แข็ง, ร่วน, หรือเป็นเม็ด พบน้อย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 กระจีบบผง

1.2 วัตถุดิบที่ใช้ทำขนมปัง ได้แก่ แป้งสาลีตราห่าน ยีสต์ผงตรา Faripan น้ำ เกลือป่น น้ำตาลทรายขาว นมผลขาดมันเนย เนยขาว

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

2.1 อุปกรณ์ในการเตรียมน้ำกระจีบบ ได้แก่ หม้อ เตาแก๊ส ผ้าขาวบาง

2.2 อุปกรณ์ในการหาปริมาณการดูดซึมน้ำกระจีบบ ได้แก่ บิวเรต ปีกเกอร์

2.3 อุปกรณ์ในการทำขนมปัง ได้แก่ เครื่องนวดผสม หม้ออบ

2.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ความชื้น ได้แก่ ถ้วยอะลูมิเนียม เชชเคเตอร์ เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ตู้อบลมร้อน

2.5 อุปกรณ์ในการวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำกระจีบบ ได้แก่ เครื่อง pH-Meter CG 840

2.6 อุปกรณ์ในการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำกระจีบบ ได้แก่ เครื่อง Refractometer

วิธีการ

1. การเตรียมน้ำกระเจี๊ยบ

เตรียมน้ำกระเจี๊ยบที่มีความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 โดยการนำดอกกระเจี๊ยบแห้งมาคั้นเป็นผลแล้วผสมน้ำ ในอัตราส่วนดอกกระเจี๊ยบแห้งผงต่อน้ำ 2:98, 4:96, 6:94 และ 8:92 ตามลำดับ จากนั้นทำการวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกระเจี๊ยบ

2. การศึกษาปริมาณการดูดซึมน้ำกระเจี๊ยบของแป้ง

ชั่งแป้งสาลี 50 กรัม ใส่ในกาละมังแล้วนำไปเติมน้ำกระเจี๊ยบจากบิวเรต โดยน้ำกระเจี๊ยบมีความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ คือร้อยละ 0, 2, 4, 6 และ 8 จากนั้นนวดจนแป้งและน้ำเข้ากันดีจนเป็นโคลที่ตึงยึดเป็นแผ่นฟิล์มได้ จดปริมาตรน้ำกระเจี๊ยบที่ใช้ แล้วหาร้อยละของการดูดซึมน้ำกระเจี๊ยบของแป้งและสังเกตลักษณะโค

3. การศึกษาผลของการใช้น้ำกระเจี๊ยบแทนน้ำเปล่าในการทำขนมปัง

ทำขนมปัง โดยส่วนผสมในการทำขนมปังมีการแปรผันความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบ 5 ระดับ คือร้อยละ 0, 2, 4, 6 และ 8 ตามลำดับ และใช้ปริมาณการดูดซึมน้ำกระเจี๊ยบของแป้งในข้อ 2 เป็นแนวทางในการกำหนดปริมาณน้ำกระเจี๊ยบ จากนั้นวัดปริมาณน้ำกระเจี๊ยบที่ใช้จริง ตรวจสอบลักษณะปรากฏของเปลือกและเนื้อในขนมปัง ลักษณะการเรียงตัวของเซลล์อากาศ โดยการตัดขนมปังตามขวางทำ ink-print วัดปริมาตรจำเพาะของขนมปังตาม มอก. 374-2524 หาปริมาณการสูญเสีย น้ำระหว่งการอบ วิเคราะห์ปริมาณความชื้นของขนมปังตามวิธีการ AOAC (1996) และทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง โดยวิธีการให้คะแนนคุณลักษณะต่าง ๆ โดยให้ผู้ชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 10 คน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองในข้อ 2 และ 3 ตามแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCB) ทำการทดลอง 3 ครั้ง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีวิธีที่น้อยสุด (Least Significant Difference, LSD)

5. สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรและอุตสาหกรรม
สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

6. ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนกันยายน 2541 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2542

ผลและวิจารณ์

1. คุณสมบัติของน้ำกระเจียบ

จากการทำการวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำกระเจียบ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำกระเจียบ ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำกระเจียบที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

ความเข้มข้นของน้ำกระเจียบ (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ร้อยละ)
2	2.77	1.00
4	2.71	2.40
6	2.54	3.60
8	2.51	4.40

จากการทดลองเมื่อความเข้มข้นของน้ำกระเจียบเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกระเจียบลดลง แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำกระเจียบเพิ่มขึ้น

2. ผลของปริมาณการดูดซึมน้ำกระเจียบของแป้ง

เมื่อนำแป้งสาลีจำนวน 50 กรัม มาเติมน้ำกระเจียบจากบิวเรต เพื่อหาปริมาณการดูดซึมน้ำกระเจียบของแป้งสาลี พบว่าการใช้น้ำกระเจียบร้อยละ 0 แป้งสาลีมีการดูดซึมน้ำมากที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับแป้งสาลีที่ดูดซึมน้ำกระเจียบทุกระดับความเข้มข้น แต่สำหรับน้ำกระเจียบความเข้มข้น 2, 4, 6 และ 8 การดูดซึมน้ำของแป้งสาลีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณการดูดซึมน้ำกระเจียบที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของแป้งสาลี

ความเข้มข้นของน้ำกระเจียบ (ร้อยละ)	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)
0	70.53 ^a
2	59.53 ^b
4	59.00 ^b
6	58.53 ^b
8	58.47 ^b

ข้อมูลตามแนวตั้งที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 8 จะสังเกตได้ว่า เมื่อน้ำกระเจียบมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น การดูดซึมน้ำของแป้งสาลีจะลดลง แสดงว่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกระเจียบและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำกระเจียบน่าจะมีผลต่อการดูดซึมน้ำของแป้งสาลี ซึ่งตรงกับที่ศิริลักษณ์ (2522) กล่าวไว้ว่า กรดจะไปลดขนาดของเม็ดแป้ง เม็ดแป้งที่เล็กกว่าสามารถจะสร้างโครงสร้างสำหรับจะเป็นเจลได้ไม่ดีเท่าเม็ดแป้งเดิมที่ใหญ่กว่า จึงมีการดูดซึมน้ำกระเจียบที่มีความเป็นกรดมากขึ้นได้น้อย จึงจะสามารถเกิดเป็นโคที่ตีได้

ลักษณะโคที่ปรากฏ

โคที่ได้จากการใช้น้ำกระเจียบร้อยละ 0 จะมีสีขาวนวล มีความเรียบเนียน และสามารถดึงยืดให้เป็นแผ่นฟิล์มบางได้ สำหรับโคที่ใช้น้ำกระเจียบความเข้มข้นร้อยละ 2 จะมีสีม่วงอ่อนมาก โดยที่โคจะมีความเรียบเนียน และสามารถดึงยืดเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ได้ดีเท่ากับใช้น้ำกระเจียบความเข้มข้นร้อยละ 0 นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้น้ำกระเจียบความเข้มข้นร้อยละ 4 ได้โคที่มีลักษณะเช่นเดียวกับการใช้น้ำกระเจียบความเข้มข้นร้อยละ 2 คือ โคเรียบเนียน ยืดเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ได้ แต่ว่าจะมีสีม่วงที่เข้มกว่าเท่านั้น สำหรับน้ำกระเจียบความเข้มข้นร้อยละ 6 ให้ลักษณะปรากฏเช่นเดียวกัน เพียงแต่มีสีม่วงที่เข้มมากกว่าการผสมน้ำกระเจียบร้อยละ 4 และการผสมน้ำ

กระเจี๊ยบร้อยละ 8 ก็จะทำให้สีม่วงเข้มที่สุด และลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ยังคงมีผิวที่เรียบเนียน และสามารถยึดเป็นแผ่นฟิล์มได้ดีเช่นเดียวกัน

3. ผลของการใช้น้ำกระเจี๊ยบแทนน้ำเปล่าในการทำขนมปัง

ปริมาณน้ำกระเจี๊ยบที่ใช้จริง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 0, 2 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นนี้จะมีการใช้ปริมาณน้ำกระเจี๊ยบที่แตกต่างกันทางสถิติกับน้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 6 และ 8 และทั้ง 2 ความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบ ร้อยละ 6 กับร้อยละ 8 มีความแตกต่างทางสถิติซึ่งกันและกัน โดยน้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 8 จะมีปริมาณการใช้น้ำกระเจี๊ยบน้อยที่สุด (ตารางที่ 9) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เม็ดแป้งสามารถถูกย่อยให้เป็นขนาดเล็กได้มากขึ้น การเกิดโครงสร้างโคที่ตีจึงต้องใช้น้ำกระเจี๊ยบที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงในปริมาณน้อย

ตารางที่ 9 ปริมาณการใช้น้ำกระเจี๊ยบที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในการทำขนมปังจากข้าวสาลี

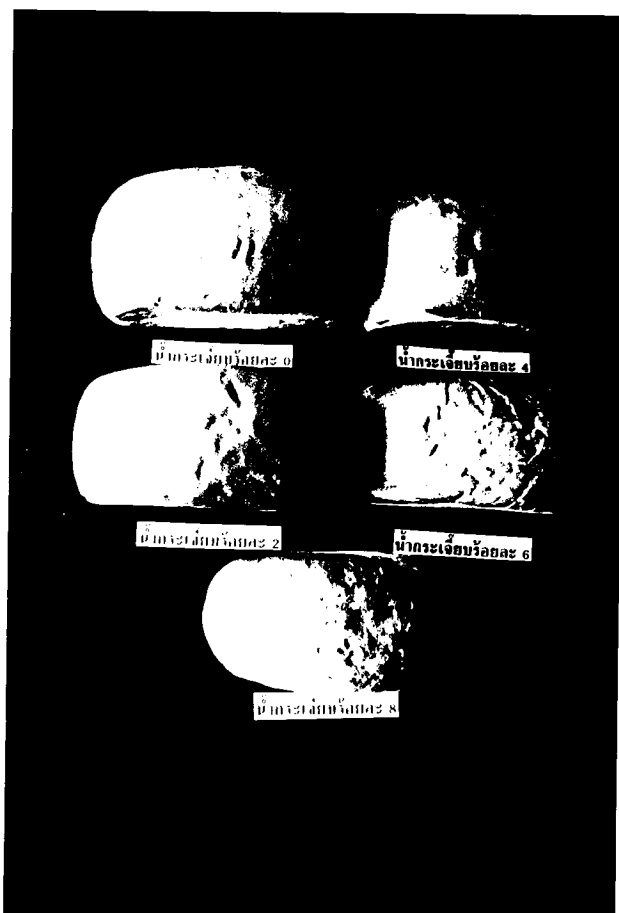
ความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบ (ร้อยละ)	ปริมาณการใช้น้ำของแป้งสาลี (ร้อยละ)
0	126.67 ^a
2	126.33 ^a
4	126.00 ^a
6	118.00 ^b
8	113.00 ^c

ข้อมูลตามแนวดิ่งที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

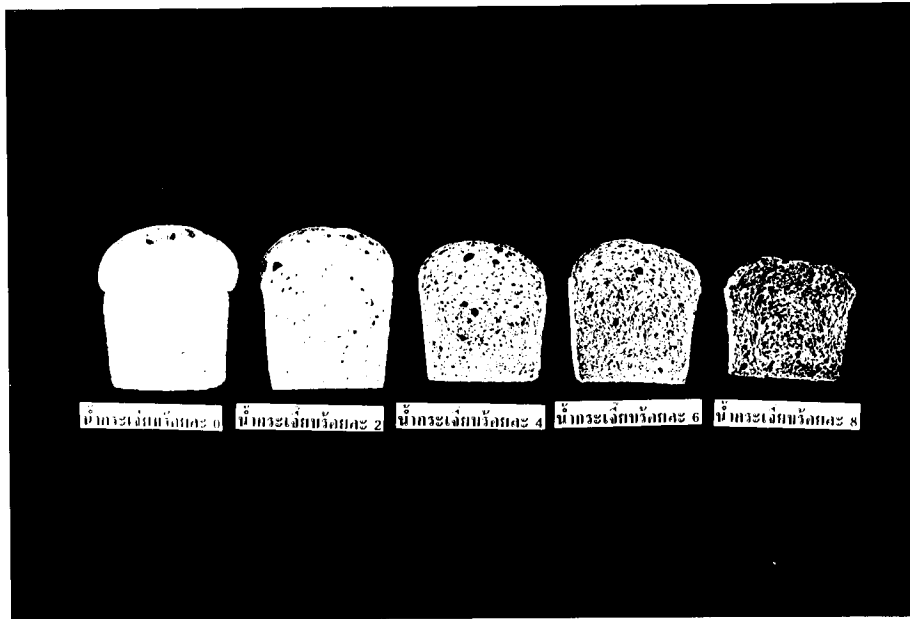
ลักษณะปรากฏของเปลือกและเนื้อขนมปัง

ขนมปังที่มีการแปรผันของปริมาณความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบ มีลักษณะสมมาตรเฉพาะขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 0, 2, 4 และ 6 สำหรับขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบมีลักษณะไม่สมมาตร เนื่องจากมีการยุบตัวบริเวณตรงกลางก่อนขนมปังโดยรวมแล้ว เปลือกของขนมปังเมื่อทำการอบเสร็จแล้วจะเป็นสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน แต่พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบมากขึ้นผิวของเปลือกขนมปังมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามลำดับ เปลือกของขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 8 มีรอยแตกเนื่องจากกลูเตนเกิดการฉีกขาดเมื่อได้มีการขยายตัวทำให้เซลล์อากาศแตกออก และเมื่อแตกมากจะเห็นเป็นรอยแยกบนผิวโด และเมื่อนำเข้าอบสตราซ์จะเกิดเอลาคิโนเซชันก็จะมีการขยายปริมาตรของเมล็ดสตาร์ชอีก จึงทำให้เปลือกของขนมปังทนแรงดันไม่ไหวจึงทำให้เปลือกแตก และผิวเปลือกไม่เรียบ ซึ่งทำให้การขยายตัวของขนมปังขณะอบเกือบจะไม่เกิดขึ้นเลย ขนมปังที่ให้ลักษณะของเปลือกคือ คือ ขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 0, 2 และ 4 เพราะว่าเปลือกหลังจากอบแล้วมีสีน้ำตาลอ่อนกำลังพอเหมาะใกล้เคียงกัน และผิวเปลือกเรียบเนียนคล้ายคลึงกัน เปลือกมีความแข็งพอเหมาะ สำหรับขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 6 เปลือกของขนมปังจะมีสีน้ำตาลเข้มมากกว่าการใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 0, 2 และ 4 แต่ไม่เข้มเท่ากับขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 8 ผิวเปลือกมีรอยแยก เนื่องจากการขยายปริมาตรโคเล็กน้อย

ลักษณะของเนื้อในขนมปัง ปรากฏว่าขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น สีของเนื้อในขนมปังจะมีสีม่วงเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำกระเจี๊ยบจะมีสีแดงแต่เมื่ออยู่ในสภาวะความเป็นกรด-ด่าง ปานกลางจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง เนื่องจากรงควัตถุในน้ำกระเจี๊ยบเป็นแอนโทไซยาทิน (ศิริลักษณ์, 2522) คิวยสาเหตุนี้เองจึงทำให้เนื้อในของขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบมีสีม่วง เซลล์อากาศของขนมปังผสมน้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 0, 2 และ 4 มีเซลล์อากาศขนาดเล็กและใหญ่ผสมกัน ขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 8 จะมีเซลล์อากาศขนาดใหญ่มากและเกิดโพรงอากาศ เนื้อในมีลักษณะหยาบและแน่นมาก น่าจะเป็นเพราะว่าแป้งถูกย่อยด้วยกรดจนไม่สามารถสร้างร่างแหกลูเตนที่ดีได้ เป็นผลให้การขยายตัวของขนมปังลดลงเมื่อยีสต์สร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นมา ร่างแหกลูเตนจึงไม่สามารถต้านทานแรงดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเกิดการฉีกขาดเป็นผลให้เกิดโพรงอากาศขนาดใหญ่ ลักษณะเนื้อขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 0, 2 และ 4 มีความอ่อนนุ่ม และมีความชุ่มน้ำใกล้เคียงกัน ส่วนขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 6 จะมีความนุ่มน้อยกว่าเนื้อแน่นเล็กน้อย สำหรับขนมปังที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 8 มีความกระด้าง และเนื้อแน่นมากที่สุด



ภาพที่ 1 ขนมปังที่มีการใช้น้ำกระเจี๊บบัวความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 2, 4, 6 และ 8



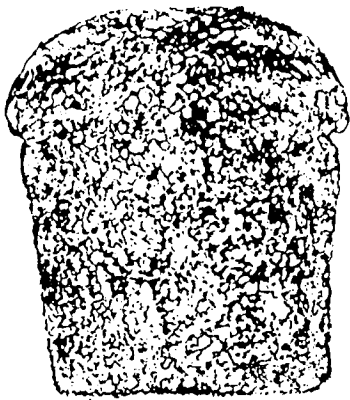
ภาพที่ 2 ภาพถ่ายแสดงลักษณะเนื้อในของขนมปังที่มีการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 2, 4, 6 และ 8

ลักษณะการเรียงตัวของเซลล์อากาศของขนมปัง

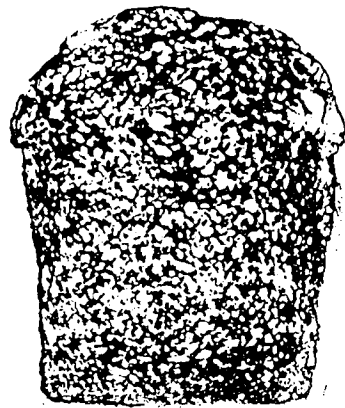
จากการศึกษาการเรียงตัวของเซลล์อากาศของขนมปังพบว่า มีความแตกต่างกันเมื่อใช้น้ำ กระจiebเข้มข้นต่างกัน คือ เมื่อความเข้มข้นของน้ำกระจiebเพิ่มขึ้นลักษณะเซลล์อากาศของขนมปังจะหายามากขึ้น ผนังเซลล์อากาศหนาขึ้น เพราะกลูเตนมีความแข็งแรงน้อยลง ผนังเซลล์อากาศจึงฉีกขาดได้ง่าย เมื่อมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ยีสต์ผลิตขึ้นดันร่างแหกลูเตน ขนมปังที่ใช้น้ำ กระจiebที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 4 เมื่อเปรียบเทียบลักษณะเซลล์อากาศกับขนมปังที่ใช้น้ำ กระจiebความเข้มข้นร้อยละ 0 พบว่า มีลักษณะการเรียงตัวของเซลล์อากาศใกล้เคียงกันมากที่สุด และขนมปังที่ใช้น้ำกระจiebความเข้มข้นร้อยละ 8 มีลักษณะการเรียงตัวของเซลล์อากาศที่ใหญ่และเป็นโพรงอากาศมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 3



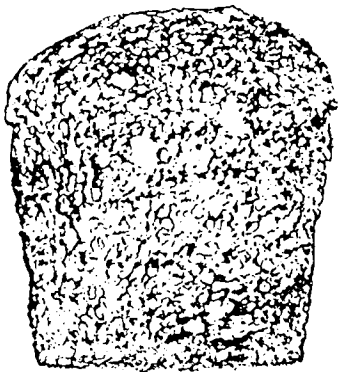
น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 0



น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 2



น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 4



น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 6



น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 8

ภาพที่ 3 ลักษณะเซลล์อากาศของขนมปังที่มีการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ โดยการทำ ink-print (ย่อจากขนาดของจริง 2 เท่า)

ปริมาณจำเพาะของขนมปัง

ความเข้มข้นของน้ำกระเจียบมีผลต่อปริมาณจำเพาะของขนมปัง กล่าวคือ ถ้าหากใช้น้ำกระเจียบความเข้มข้นร้อยละ 2 จะทำให้ได้ขนมปังที่มีปริมาณจำเพาะมาก และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติกับขนมปังที่ใช้น้ำกระเจียบร้อยละ 0 แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติกับขนมปังที่ใช้น้ำกระเจียบร้อยละ 4, 6 และ 8 โดยขนมปังที่ใช้น้ำกระเจียบความเข้มข้นร้อยละ 4, 6 และ 8 จะมีปริมาณจำเพาะลดลงตามลำดับ แต่ขนมปังที่ใช้น้ำกระเจียบเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับขนมปังที่ใช้น้ำกระเจียบร้อยละ 0 การใช้น้ำกระเจียบความเข้มข้นร้อยละ 8 ที่ใช้ในการทำขนมปัง จะทำให้ได้ขนมปังที่มีปริมาณจำเพาะน้อยที่สุด (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ปริมาณจำเพาะของขนมปัง (ชม.³/กรัม) ที่มีการแปรผันความเข้มข้นของน้ำกระเจียบ 5 ระดับ

ความเข้มข้นของน้ำกระเจียบ (ร้อยละ)	ปริมาณจำเพาะ (ชม. ³ /กรัม)
0	3.61 ^{ab}
2	4.14 ^a
4	3.58 ^b
6	3.28 ^b
8	2.69 ^c

ข้อมูลตามแนวดิ่งที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ (P<0.05)

ปริมาณการสูญเสียน้ำระหว่างการอบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ขนมปังที่ใช้น้ำกระเจียบร้อยละ 2 มีปริมาณการสูญเสียน้ำระหว่างการอบมากที่สุด แต่จะไม่มี ความแตกต่างทางสถิติกับขนมปังที่ได้น้ำกระเจียบร้อยละ 4 แต่จะแตกต่างทางสถิติกับขนมปังที่ใช้น้ำกระเจียบร้อยละ 0, 6 และ 8 โดยปริมาณการสูญเสียน้ำระหว่างการอบของขนมปังที่ใช้น้ำกระเจียบร้อยละ 0, 4 และ 6 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

แต่การใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 8 มีปริมาณการสูญเสียน้ำระหว่างการอบน้อยที่สุด (ตารางที่ 11) อาจเป็นเพราะการขึ้นฟูของขนมปังมีน้อย (วัดได้จากปริมาตรจำเพาะ) การที่น้ำระเหยผ่านเปลือกออกสู่ภายนอกจึงเป็นไปได้ยาก จึงเกิดการสะสมน้ำภายในก้อนขนมปังระหว่างการให้ความร้อน แป้งจะรวมตัวกับน้ำที่ระเหย เกิดเป็นเจลทำให้ขนมปังมีแน่นและหนัก ประกอบกับผิวเปลือกมีความหนา จึงทำให้น้ำระเหยออกไม่ได้

ตารางที่ 11 ปริมาณการสูญเสียน้ำระหว่างการอบของขนมปังที่มีการแปรผันความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบ 5 ระดับ

ความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบ (ร้อยละ)	ปริมาณการสูญเสียน้ำระหว่างการอบของขนมปัง (ร้อยละ)
0	10.08 ^b
2	11.11D ^a
4	10.60 ^{ab}
6	10.09 ^b
8	7.75 ^c

ข้อมูลตามแนวตั้งที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ปริมาณความชื้นของขนมปัง

จากการศึกษาอิทธิพลของน้ำกระเจี๊ยบที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ ในการทำขนมปัง พบว่า การใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 0 , 2 และ 4 ในการทำขนมปังจะได้ขนมปังที่มีปริมาณความชื้นสูงที่สุดรองลงมาคือขนมปังที่ใช้ น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 6 และ 8 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 12 ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในการดูดซึมน้ำของโค เมื่อการดูดซึมน้ำของโคลดลง ก็ทำให้ความชื้นของขนมปังลดลงด้วย

ตารางที่ 12 ปริมาณความชื้นของขนมปังที่มีการแปรผันความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบ 5 ระดับ คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักขนมปัง

ความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบ (ร้อยละ)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละของน้ำหนักขนมปัง)
0	39.42 ^a
2	38.20 ^{ab}
4	37.44 ^{abc}
6	35.38 ^c
8	37.17 ^{bc}

ข้อมูลตามแนวตั้งที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง ในด้านลักษณะเซล์อากาศ สีของเนื้อในขนมปัง กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมได้ผลดังแสดงในตารางที่ 13

ลักษณะเซล์อากาศ

ด้านลักษณะเซล์อากาศของขนมปัง การใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 0, 2 และ 4 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งได้รับความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง แต่สามารถใช้น้ำกระเจี๊ยบได้ถึงระดับร้อยละ 6 เพราะได้รับความชอบคะแนนค่อนข้างน้อย (คะแนนเฉลี่ย 5.93) แต่ถ้าใช้น้ำกระเจี๊ยบเข้มข้นร้อยละ 8 จะได้รับความชอบค่อนข้างไปทางเฉย ๆ (คะแนนเฉลี่ย 5.43) แสดงถึงว่าลักษณะเซล์อากาศไม่สามารถทำให้เกิดความชอบได้

สีของเนื้อในขนมปัง

สีของเนื้อในขนมปังที่มีสีขาวซึ่งไม่ได้มีการใช้น้ำกระเจี๊ยบใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 0 จะได้รับความชอบปานกลางค่อนข้างไปทางชอบมาก แต่เมื่อใช้น้ำกระเจี๊ยบในการทำขนมปัง คะแนนความชอบของการใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 6 ซึ่งเป็นคะแนนในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง แสดงว่าในความเข้มข้นร้อยละ 6 ซึ่งเป็นคะแนนในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง แสดงว่าในความเข้มข้นร้อยละ 6 สีม่วงของขนมปังซึ่งเกิดจากน้ำกระเจี๊ยบอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้

กลิ่น

ในด้านกลิ่นของขนมปังซึ่งเกิดจากน้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 2 ในการทำขนมปังจะมีกลิ่นที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับขนมปังใช้น้ำเปล่า (น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 0) และสามารถใช้น้ำกระเจี๊ยบได้ถึงความเข้มข้นร้อยละ 6 เพราะคะแนนความชอบอยู่ในช่วงเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย หากใช้น้ำกระเจี๊ยบถึงร้อยละ 8 คะแนนจะอยู่ในช่วงไม่ชอบเล็กน้อยถึงเฉย ๆ เนื่องจากจะมีกลิ่นเปรี้ยว จึงไม่ควรใช้น้ำกระเจี๊ยบถึงความเข้มข้นร้อยละ 8

เนื้อสัมผัส

เนื้อสัมผัสของขนมปังยังมีความนุ่มอยู่ในความชอบช่วงเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย เมื่อมีการใช้น้ำกระเจี๊ยบถึงร้อยละ 6 แต่ถ้าหากให้ความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 8 ใช้น้ำขนมปังแล้ว จะได้รับความชอบเฉย ๆ ถึงไม่ชอบเล็กน้อย เพราะขนมปังมีความนุ่มน้อยมาก และสามารถให้ความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบได้ถึงร้อยละ 3

รสชาติ

ในด้านรสชาติการที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 6 แก่ขนมปัง ได้รับความชอบอยู่ในระดับค่อนข้างไปทางชอบเล็กน้อย แต่ถ้าที่ใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 8 คะแนนความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย เนื่องจากขนมปังมีรสเปรี้ยวมาก

ความชอบรวม

ความชอบรวมของขนมปังจะสามารถที่ใช้น้ำกระเจียบได้ถึงความเข้มข้นร้อยละ 6 เพราะได้คะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงเฉย ๆ และมีคุณค่าของสมุนไพรมากที่สุดที่จะสามารถผสมลงในขนมปังได้

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง พบว่าสามารถใช้น้ำกระเจียบในการทำขนมปังได้สูงสุดที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 6 เพราะลักษณะเซลล์อากาศได้คะแนนความชอบก่อนไปทางชอบเล็กน้อย สีของเนื้อในขนมปังได้รับคะแนนช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และในด้านกลิ่นของขนมปังและเนื้อสัมผัสของขนมปังได้รับคะแนนความชอบอยู่ในช่วงเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย อีกทั้งด้านรสชาติมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับก่อนไปทางชอบเล็กน้อย และโดยความชอบรวมของขนมปังนั้น มีความชอบอยู่ในช่วงเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ยของน้ำกระเจียบแต่ละความเข้มข้นในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง

ลักษณะที่ทดสอบ	ความเข้มข้นของน้ำกระเจียบ (ร้อยละ)				
	0	2	4	6	8
ลักษณะเซลล์อากาศ	7.00 ^a	6.37 ^{ab}	6.17 ^{ab}	5.93 ^b	5.10 ^c
สีของเนื้อในขนมปัง	7.60 ^a	6.47 ^b	6.37 ^b	6.50 ^b	5.07 ^c
กลิ่น	7.00 ^a	6.43 ^{ab}	5.93 ^b	5.83 ^b	4.73 ^c
เนื้อสัมผัส	7.33 ^a	7.03 ^a	5.93 ^b	5.80 ^b	4.70 ^c
รสชาติ	7.10 ^a	6.70 ^a	5.60 ^b	5.43 ^b	3.93 ^c
ความชอบรวม	7.00 ^a	6.67 ^{ab}	6.00 ^{bc}	5.40 ^{bc}	4.20 ^d

ข้อมูลตามแนวนอนที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

สรุป

1. เมื่อความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบเพิ่มขึ้นค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้น

2. จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบต่อคุณภาพของขนมปัง พบว่า เมื่อความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำกระเจี๊ยบที่ใช้ลดลง เป็นผลให้ความชื้นน้อยลง และเมื่อมีการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นเพิ่มขึ้น สีของเนื้อในของขนมปังจะเป็นสีม่วงเข้มขึ้น ผนังเซลล์ของเนื้อในขนมปังจะหนาขึ้นและแข็งขึ้น และขนมปังจะมีปริมาตรจำเพาะลดลง

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า การใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 2 ได้รับคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะสูงสุด รองลงมาคือ การใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนการใช้น้ำกระเจี๊ยบร้อยละ 8 ได้รับคะแนนความชอบต่ำสุดซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับ ดังนั้นความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบสูงที่สุดที่สามารถใช้ในการทำขนมปังแล้วผู้ทดสอบชิมยังยอมรับได้ คือน้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 6

เอกสารอ้างอิง

- จิตรณา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล. 2527. เบเกอร์เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานครพิมพ์, กรุงเทพฯ. 263 หน้า
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. รัชฎ์พีชและพีชหัว. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 235 หน้า
- เพยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2534. น้ำสมุนไพร. เมดิคัลมีเดีย, กรุงเทพฯ. 231 หน้า
- รุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิตและวารุณี ครูสง. 2532. เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 209 หน้า
- ศิริลักษณ์ สินชวาลย์. 2522. ทฤษฎีอาหารเล่ม 3 หลักการทดลองอาหาร. บริษัทสงวนกิจการพิมพ์จำกัด, กรุงเทพฯ. 270 หน้า
- สุนทรี่ สิงหบุตร. 2535. สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด. บริษัทคุณ 39 จำกัด, กรุงเทพฯ. 260 หน้า
- สุรพล อุปติสสกุล. 2528. สถิติการวางแผนการทดลองเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 145 หน้า
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2524. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบ่งสาขานิด ทำขนมปัง. มอก. 374-2524. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 14 หน้า
- อรทัย บุรณพานิชพันธุ์และณัฐนี พูลสุวรรณ. 2529. การใช้แป้งชนิดอื่นที่ผลิตได้ภายในประเทศแทน แป้งสาลีบางส่วนในการทำขนมปัง. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 87 หน้า

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. 2530. Fancy Bread Step-by-Step to perfect-Goods. โรงพิมพ์กรุงเทพ,
กรุงเทพฯ. 216 หน้า

AOAC. 1996. Official Method of Analysis Cereal Food. USA. Vol2. Chapter 32 p. 1

Bateman, R. 1984. Manual of professional cook training. The Pacific Vocational
Institute, Canada. 429 p.

Cocup, R.O. and Sanderson, W.B. 1987. Functionality of Dairy Ingredients in Bakery Products.
Food technology. Vol. 41, No. 10

Heinio, R.L., N. Urala, J. Vainionpaa, K. Poutanen and H. Tuorila. 1997. Identity and overall
acceptance of two types of sour rye bread. International Journal of Food Science and
Technology. 32:169-178.

Lien, N. X. and D. V. Hien. 1988. Utilization of Manico Starch for Bread-Making. Food Science and
Technology in Industrial Development Vol.1. Design & Prints, Bangkok. : 260-261

Turgeon, C. 1981. The Creative Cooking Course. Crowv Publishers, Inc., New York. 906 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบทางเคมี

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำกระเจียบ

ทำการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำกระเจียบด้วยเครื่อง Refractometer

2. ความเป็นกรด-ด่างของน้ำกระเจียบ

ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกระเจียบโดยใช้เครื่อง pH-meter CG 840

3. ความชื้น (AOAC, 1996)

ชั่งน้ำหนักด้วยอะลูมิเนียมที่เย็น (พร้อมฝาปิด) ให้ความร้อนแก่เตาอบก่อนที่อุณหภูมิ 130 ± 3 องศาเซลเซียส แล้วทำการชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างที่ผสมเข้ากันพอดี จำนวน 2 กรัม แล้วนำไปใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียม ไม่ต้องทำการปิดฝาจากรันน้ำด้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝาบรรจุเข้าไปในตู้อบ ให้ทำการเปิดที่ระบายอากาศและให้อุณหภูมิภายในตู้อบเป็น 130 ± 3 องศาเซลเซียส จนถึง 1 ชั่วโมง (เริ่มต้นจับเวลาเมื่ออุณหภูมิของตู้อบเป็น 130 องศาเซลเซียส) เมื่อครบเวลาแล้วทำการปิดฝากับถ้วยอะลูมิเนียมในตู้อบ แล้วนำไปใส่ไว้ในโถดูดความชื้น (desiccator) และชั่งน้ำหนักเมื่ออุณหภูมิของถ้วยอะลูมิเนียมอยู่ที่อุณหภูมิห้อง รายงานผลของแข็งทั้งหมด (Total solids) และน้ำหนักที่หายไป คือ ความชื้น (ใช้วิธีทางอ้อม)

ภาคผนวก ข

การผลิตและการตรวจสอบคุณสมบัติของขนมปัง

1. การผลิตขนมปัง

1.1 สูตรขนมปัง

ใช้สูตรขนมปังที่ดัดแปลงมาจากออร์ทและณัฐณี (2529) โดยดัดแปลงปริมาณน้ำที่ใช้ คือ ใช้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมในการทำให้เกิดโด

แป้ง	200	กรัม
น้ำตาล	13	กรัม
นมผงขาดมันเนย	12	กรัม
เนยขาว	8	กรัม
ยีสต์	4	กรัม
เกลือ	3	กรัม
น้ำ	ปริมาณที่เหมาะสมในการทำให้เกิดโด	

1.2 วิธีการทำขนมปัง

ชั่งส่วนผสมตามที่กำหนด แล้วตวงน้ำในปริมาณที่เหมาะสมในการทำให้เกิดโด นำน้ำบางส่วนละลายน้ำตาล เกลือ นมผงขาดมันเนย และยีสต์ เทส่วนผสมที่เป็นน้ำทั้งหมดลงในอ่างผสมสำหรับนวด แล้วเติมแป้งลงไปผสมพร้อมทั้งเปิดอัตราเร็วของเครื่องผสมในอัตราเร็วเกือบสูงสุด นวดจนได้โดจนเกือบได้ลักษณะที่เรียบเนียน จากนั้นจึงเติมเนยขาวผสมลงไปโดยใช้อัตราเร็วต่ำเติม นวดจนได้โดลักษณะเรียบเนียน และมีความยืดหยุ่น นำโดออกจากเครื่องนวด (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที) แล้วนำมาใส่กะละมังเพื่อนวดต่อไปอีกสักครู่ให้โดที่สามารถยึดเป็นแผ่นฟิล์มได้ จากนั้นนำมาปั้นเป็นก้อนกลม แล้วนำก้อนโดมาวางลงในภาชนะที่ทานเนยขาวบาง ๆ ไว้แล้ว

แล้วจึงนำเข้าถุงพลาสติก ซึ่งภายในมีถ้วยบรรจุน้ำอุ่นอยู่ มัดถุงพลาสติกโดยให้ถุงมีลักษณะพอง เพื่อเวลาโคขยตัวจะได้ไม่ติดถุง ใช้เวลาหมักโคช่วงนี้ 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำโคที่ขึ้นฟูแล้วในพิมพ์ ภาชนะที่ใส่โค เข้าอบในหม้ออบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาอบประมาณ 17 นาที

2. การวัดปริมาตรจำเพาะของขนมปัง

ชั่งน้ำหนักขนมปังที่จะตรวจสอบหลังจากขนมปังนั้นเย็นแล้ว ใส่น้ำลงในภาชนะที่มีความสูงและความกว้างมากกว่าขนาดขนมปังที่จะตรวจสอบ แล้วเติมน้ำให้เต็มช่องว่างทั้งด้านข้างและด้านบนของภาชนะ วัดปริมาตรของภาชนะที่เหลือจากการแทนที่ของขนมปัง หลังจากนั้นวัดปริมาตรของภาชนะโดยการเติมน้ำให้เต็มภาชนะ แล้ววัดปริมาตรของน้ำด้วยกระบอกตวง

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ (ซม.}^3\text{/กรัม)} = \frac{\text{ปริมาตรของภาชนะ} - \text{ปริมาตรของภาชนะที่เหลือ}}{\text{น้ำหนักขนมปัง}}$$

3. การหาปริมาณการสูญเสียน้ำระหว่างการอบ

ชั่งน้ำหนักโคก่อนทำการอบและชั่งน้ำหนักของขนมปังที่เย็นแล้วหลังการอบ และนำมาคำนวณหาปริมาณการสูญเสียน้ำระหว่างการอบจากสูตร

$$\text{ปริมาณการสูญเสีย น้ำระหว่างการอบ} = \frac{\text{น้ำหนักโคก่อนอบ} - \text{น้ำหนักขนมปังหลังอบ}}{\text{น้ำหนักโคก่อนอบ}} \times 100$$

(ร้อยละของน้ำหนัก)

4. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง

แบบประเมิน

ชื่อ.....วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ขนมปัง

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาโดยเคี้ยวโดยเคี้ยวตัวอย่างที่ได้รับลงในช่องว่างและให้คะแนนตามความชอบ ซึ่งระดับคะแนนมีค่าตั้งแต่ 1-9 โดย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉย ๆ

6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง

ลักษณะที่ตรวจสอบ

คะแนน

1. ลักษณะเซตล์อากาศ

2. สีของเนื้อในขนมปัง

3. กลิ่น

4. เนื้อสัมผัส

5. รสชาติ

6. ความชอบรวม

ข้อเสนอแนะ.....

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบที่มีต่อการดูดซึมน้ำของแป้งในการทำขนมปัง

Source	df	ss	MS	F
Replications	2	1.43	0.72	0.33 ^{ns}
Treatments	4	327.93	81.98	37.61*
Error	8	17.42	2.18	
Total	14	346.78		

$$\text{LSD}_{05} = 2.79$$

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบที่มีต่อปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำงานนึ่ง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	2.80	1.40	1.31 ^{ns}
Treatments	4	460.67	115.17	107.64*
Error	8	8.53	1.07	
Total	14	472.00		

$$\text{LSD}_{.05} = 1.95$$

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจียวที่มีต่อ ปริมาณจำเพาะของของขนมปัง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	0.09	0.50	0.53 ^{ns}
Treatments	4	3.33	0.83	10.38*
Error	8	0.61	0.08	
Total	14	4.03		

$$LSD_{.05} = 0.53$$

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบที่มีต่อ ปริมาณการสูญเสียน้ำระหว่างการอบของขนมปัง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	1.43	0.72	2.77 ^{ns}
Treatments	4	19.94	4.99	19.19*
Error	8	2.09	0.26	
Total	14	23.46		

$$\text{LSD}_{.05} = 0.96$$

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจียบที่มีต่อ ปริมาณความชื้นของขนมปิ้ง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	0.64	0.32	0.29 ^{ns}
Treatments	4	26.35	6.59	5.88*
Error	8	8.95	1.12	
Total	14	35.94		

$$\text{LSD}_{.05} = 1.99$$

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบที่มีต่อระดับคะแนนความชอบด้านลักษณะเมล็ดอากาศของขนมปัง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	6.13	3.07	23.62*
Treatments	4	5.74	1.44	11.08*
Error	8	1.01	0.13	
Total	14	12.88		

$$\text{LSD}_{.05} = 0.68$$

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบที่มีต่อระดับคะแนนความชอบด้านสีของเนื้อในขนมปัง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	1.49	0.75	2.75 ^{ns}
Treatments	4	9.70	0.42	8.95*
Error	8	2.17	0.27	
Total	14	13.36		

$$\text{LSD}_{.05} = 0.98$$

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบที่มีต่อระดับคะแนนความชอบด้านกลิ่นของขนมปัง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	4.41	2.21	17.00*
Treatments	4	8.47	2.12	16.31*
Error	8	1.06	0.13	
Total	14	13.94		

$$\text{LSD}_{.05} = 0.68$$

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจียบที่มีต่อระดับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของขนมปัง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	3.14	1.57	19.63*
Treatments	4	13.36	3.34	41.75*
Error	8	0.66	0.08	
Total	14	17.16		

$$\text{LSD}_{.05} = 0.53$$

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบที่มีต่อระดับคะแนนความชอบด้านรสชาติของขนมปัง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	4.26	2.13	7.61*
Treatments	4	18.44	4.61	16.46*
Error	8	2.24	0.28	
Total	14	24.94		

$$\text{LSD}_{.05} = 1.00$$

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงอิทธิพลของความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบที่มีต่อระดับคะแนนความชอบด้านรวมของขนมปัง

Source	df	SS	MS	F
Replications	2	3.61	1.81	6.70*
Treatments	4	14.81	3.70	13.70*
Error	8	2.12	0.27	
Total	14	20.54		

$$LSD_{05} = 0.98$$