# บทที่ 2
# การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขนมไทยถือว่าเป็นมรดกที่มีคุณค่าอันยั่งยืนของชาติอย่างหนึ่ง ในการสะท้อนภาพความละเอียดอ่อน นุ่มนวล ความประณีตงดงาม และมีลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์บ่งบอกถึงความเป็นไทยทั้งในรูปลักษณ์ รสชาติ และความสวยงามที่มีลักษณะเฉพาะของขนมไทย แสดงให้เห็นถึงวัฒนธรรมประเพณีที่ดีงามของชาวไทย (มณเฑียร, 2541) ขนมตาลเป็นขนมพื้นบ้านไทยแท้ ที่ผลิตจากเนื้อตาลสุก ลักษณะของขนมตาลที่แสดงถึงความเป็นเอกลักษณ์ คือ เนื้อฟู สีเหลือง รสหวาน หอมกลิ่นเนื้อตาลสุก เนื้อนุ่มแต่มีความเหนียว ขนมตาลมีส่วนผสมหลักคือ เนื้อตาลสุก แป้งข้าวเจ้า กะทิ และน้ำตาลทราย มีวิธีการทำ คือ นำเนื้อตาลสุกนวดผสมกับแป้งข้าวเจ้าให้เข้ากัน ใส่น้ำตาลทราย นวดจนน้ำตาลละลาย แล้วผสมด้วยกะทิสด ละลายส่วนผสมให้เข้ากันอีกครั้ง จากนั้นนำไปหมักประมาณ 6-10 ชั่วโมง จนเกิดฟองอากาศขึ้น แล้วนำมานึ่งจนขนมตาลสุก

## วัตถุดิบที่ใช้ทำขนมตาล

1. เนื้อตาลสุก จะมีเนื้อสีเหลืองสอดแทรกตัวอยู่ตามเส้นใย ได้จากการยีลูกตาลที่สุกเต็มที่แล้ว โดยนำมายีกับน้ำเปล่าเพื่อคั้นเอาเนื้อตาลออกจากเส้นที่เกาะติดอยู่กับเมล็ด และกรองด้วยตะแกรงเพื่อแยกกากใย และเศษผงออก เอาน้ำสีเหลืองสดนี้เทใส่ผ้าขาวบางมัดรวบแล้วนำไปห้อยแขวนไว้ 12 ชั่วโมง ซึ่งนอกจากจะเป็นการแยกเนื้อตาลออกจากน้ำแล้ว ยังเป็นการหมักเนื้อตาลด้วย (เยาวลักษณ์, 2540) การใช้ประโยชน์จากเนื้อตาลสุก สามารถนำมาทำขนมตาล วุ้นลูกตาลหรือใช้เป็นสีผสมอาหารในขนมต่างๆ เช่น บัวลอย ขนมขี้หนู และไอศครีม เป็นต้น

2. แป้งข้าวเจ้า ได้จากการโม่ข้าวหักหรือปลายข้าว แป้งข้าวเจ้าจะมีคุณสมบัติในการเกิดเจลลาติไนซ์และการพองตัว เมื่อนำมาผสมกับเนื้อลูกตาลจะช่วยทำให้ขนมตาลที่ได้มีลักษณะเฉพาะตัว คือ มีรูพรุนจากการสร้างก๊าซของยีสต์ และมีความเนียวนุ่มจากการเกิดเจลลาติไนซ์และการพองตัวของแป้งเมื่อให้ความร้อน

3. กะทิ เป็นของเหลวที่ได้จากการคั้นเนื้อมะพร้าวขูดอาจเติมน้ำหรือไม่ก็ได้ มีสีขาวทึบเป็นอีมัลชั่นชนิดน้ำมันในน้ำ การคั้นน้ำกะทิจะต้องมีการลดขนาดของเนื้อมะพร้าวให้เหมาะสมเพื่อให้องค์ประกอบต่างๆ ภายในเซลล์ถูกปลดปล่อยออกจากเนื้อมะพร้าวมากที่สุด กะทิมี

ปริมาณไขมัน โปรตีน น้ำตาล และเกลือแร่สูง เหมาะแก่การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (กรผกา, 2539; มณเฑียร, 2541; Seow and Gwee, 1997) นอกจากนี้กะทิยังช่วย ในเรื่องรสชาติและเนื้อสัมผัสของขนมตาลด้วย

4. น้ำตาล สามารถใช้ได้ทั้งน้ำตาลทรายและน้ำตาลที่ไม่ตกผลึก เช่น น้ำตาลโตนด น้ำตาลมะพร้าว การใช้น้ำตาลแตกต่างกันก็มีผลทำให้ขนมตาลมีรสชาติแตกต่างกันไปด้วย

5. เกลือ เป็นตัวทำให้เกิดรสชาติในขนมตาล คือ ให้ความเค็ม และยังเป็นตัวช่วยเน้นรสชาติของส่วนอื่นๆ ให้ดีขึ้น

## เชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อลูกตาลสุก

*Candida krusei* มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก หรือรูปทรงไข่ เซลล์มีขนาดเล็กและยาว มีขนาดประมาณ (3–5) x (6x20) ไมโครเมตร สามารถสร้างไมซีเลียม (Pseudomycelium) โดยที่กระบวนการหมักจะเกิดขึ้นเมื่อมีกลูโคสเท่านั้น อุณหภูมิสูงสุดที่สามารถเจริญได้ คือ 43–45 องศาเซลเซียส ไม่สร้างกรด และสามารถใช้เอทานอลเป็นแหล่งพลังงานได้ (Lodder, 1974)

*Saccharomyces spp.* สภาพทั่วไปจะมีรูปร่างแบบกลม–รี หรือทรงกระบอก ขยายพันธุ์ด้วยการแตกหน่อแบบ Multilateral budding สามารถผลิตหน่อได้ตั้งแต่ 9–43 หน่อต่อเซลล์ สามารถสร้างไมซีเลียมเทียม ไม่สร้างกรด แต่สร้างสปอร์ (Ascospore) ประมาณ 1–4 สปอร์ (สมศรี, 2529) ผนังเซลล์สามารถมองเห็นได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา แต่ไม่เห็นรายละเอียด สามารถหมักน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลอื่นๆได้เป็นแอลกอฮอล์

*Kloeckera apiculata* มีรูปร่างคล้ายมะนาว รูปทรงไข่ หรือยาวเรียว มักปรากฏเป็นเซลล์เดี่ยว หรือจับเป็นคู่แต่ในบางโอกาสสามารถพบในลักษณะกลุ่ม 3–4 เซลล์ มีขนาด (1.4–5.3) x (2.6–12.2) ไมโครเมตร ขยายพันธุ์ด้วยการแตกหน่อ สามารถหมักและดูดซึมได้เฉพาะกลูโคสเท่านั้น ไม่สร้างไมซีเลียมเทียม เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (Lodder, 1974)

*Henseniaspora spp.* มีรูปร่างคล้ายมะนาว และรูปทรงไข่ ขยายพันธุ์ด้วยการแตกหน่อทั้ง 2 ด้าน โดยส่วนใหญ่จะไม่สร้างไมซีเลียมเทียม แต่จะมีบางสายพันธุ์สามารถสร้างไมซีเลียมได้ สร้างสปอร์รูปหมวกประมาณ 2–4 สปอร์ภายในเซลล์ และจะปล่อยสปอร์ออกทันทีในช่วงที่เซลล์เจริญเต็มที่ มีคุณสมบัติในการหมัก แต่ไม่สามารถดูดซับไนเตรทได้ ส่วนใหญ่เจริญได้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (Lodder, 1974)

**Lactic acid bacteria** แบคทีเรียกรดแลกติก คือ แบคทีเรียที่มีความสามารถในการหมักโดยใช้น้ำตาลกลูโคส (Snealth et al., 1986) และสับสเตรทอื่นๆที่ใช้ในอุตสาหกรรม การหมักอาหาร เป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกรดแลกติกได้ในปริมาณสูง เป็นเชื้อกลุ่มใหญ่ ที่พบในธรรมชาติโดยเฉพาะในอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์นม เนื้อหมัก ไส้กรอกเปรี้ยว ผักดอง หญ้าหมัก เครื่องดื่มต่างๆ นอกจากนี้ยังพบในพืช ลำไส้เล็ก และทางเดินอาหารของคนและสัตว์ แบคทีเรียแลกติกเป็นแบคทีเรียกรัมบวก ส่วนใหญ่ไม่สร้างสปอร์ (ธัญธิกา, 2543) มีรูปร่างทรงกลม รูปแท่งทั้งที่เป็นแท่งสั้น และแท่งยาว หรือรูปร่างกึ่งแท่งกึ่งทรงกลม ต้องการอาหาร ที่ซับซ้อนและค่อนข้างสมบูรณ์ สร้าง Pseudocatalase เป็น Chemoorganotroph ไม่สร้าง Catalase เชื้อจะเจริญได้ดีในอาหารที่มี Growth factor และวิตามินหลายชนิด และส่วนใหญ่ต้องการสารอนินทรีย์ เช่น แมงกานีส ฟอสฟอรัส ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง (อภิญญา และคณะ, 2546)

## เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

การใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น หมายถึง การเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่กำลังมีการเจริญเติบโตลงในส่วนผสมของวัตถุดิบเริ่มต้นเพื่อการผลิต เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารแขวนลอย (Suspension) ที่มีความเข้มข้นต่างๆกัน ดังนั้นในการใช้จึงควรเจือจางลงด้วยน้ำที่ปลอดเชื้อให้ได้ในระดับความเข้มข้นที่ต้องการเสียก่อน เพื่อให้เกิดการกระจายตัวอย่างทั่วถึงในระหว่างการผสม หรือหากใช้เชื้อจุลินทรีย์อยู่ในรูปของของแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dried) ก็ควรละลายน้ำให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการก่อนใช้งานเช่นกัน ซึ่งเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่ใช้ ในการผลิตจะเป็นตัวบ่งบอกถึงโครงสร้างต่างๆที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการหมัก การทราบถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมและผลกระทบของปัจจัยต่างๆที่มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นนั้นๆ จะทำให้เกิดความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นได้ อุณหภูมิและสภาวะการเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นตลอดจนการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นจึงเป็น สิ่งสำคัญ กล่าวคือ อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ไม่ควรมีการปนเปื้อนของสารที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น เช่น คลอรีน หรือโลหะ เป็นต้น (Gilliland, 1985)

## วัตถุดิบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี

### 1. แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรีทุกชนิด ที่ไม่สามารถใช้แป้งชนิดอื่นแทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิดที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดิน (Gliadin) ซึ่งเมื่อผสมแป้งกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะทำให้เกิดเป็นสารชนิดหนึ่ง เรียกว่า กลูเตน (Gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียว และยืดหยุ่นได้ กลูเตนจะเป็นตัวเก็บก๊าซเอาไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

**ตาราง 2.1** องค์ประกอบของแป้งสาลีที่ได้จากการโม่โดยแยกส่วนของแป้งในเอนโดสเปอร์มออก

| องค์ประกอบ | จำนวน (ร้อยละ) |
|---|---|
| แป้งสตาร์ช (Starch) | 70 |
| ความชื้น | 15 |
| โปรตีน | 11.5 |
| แร่ธาตุ (เถ้า) | 0.4 |
| น้ำตาล | 1 |
| ไขมัน | 1 |
| อื่นๆ | 2 |

ที่มา: จิตธนา, 2525

ข้าวสาลีที่นำมาโม่เป็นแป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทตามความแข็งและสีของเมล็ด คือ ข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat) และข้าวสาลีชนิดอ่อน (Soft wheat) ข้าวสาลีชนิดแข็งเมื่อนำมาโม่แป้งจะได้แป้งสาลีชนิดอ่อน ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดีทนต่อสภาพการผสม และการหมัก มีคุณสมบัติในการอุ้มก๊าซได้ดี ซึ่งจะเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีปริมาตรดี และก้อนโดที่ทำจากส่วนผสมของแป้งสาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงอีกด้วย ส่วนข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำ ความสามารถในการดูดน้ำจะน้อยกว่าแป้งสาลีชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสม และการหมักที่ต่ำไม่เหมาะที่จะใช้ทำขนมปังเพราะไม่สามารถจะนวดผสมให้เป็นก้อนโดได้ เหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก และคุกกี้

โดยทั่วไปแล้ว ข้าวสาลีชนิดแข็งจะมีโปรตีนสูงกว่าข้าวสาลีชนิดอ่อน สำหรับแป้งขนมปังจะมีโปรตีนมากกว่าร้อยละ 10.5 ขึ้นไป และจะมีเถ้าร้อยละ 0.4 แป้งขนมปังควรมีการดูดซึมน้ำได้สูง และมีความทนทานต่อการผสมได้ดี เพื่อสามารถยืดเวลาการผสมได้โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ส่วนแป้งเค้กควรมีโปรตีนไม่เกินร้อยละ 10 และเถ้าร้อยละ 0.4 และควรมีการดูดซึมน้ำต่ำ แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีนั้นมี 3 ชนิด ที่สำคัญ คือ แป้งขนมปัง แป้งอเนกประสงค์ และแป้งขนมเค้ก ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติ คุณลักษณะและการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน

**แป้งขนมปัง** มีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 12–14 โม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard red spring หรือ Hard red winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีโปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้ คือ มีสีครีม เมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกเหมือนมีกรวดหรือทรายอยู่ เมื่อกดนิ้วลงบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ต้องใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น เนื่องจากยีสต์จะเป็นตัวทำให้ก้อนโดพองตัว

**แป้งอเนกประสงค์** มีโปรตีนร้อยละ 10–11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลี ชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมใช้ในการทำผลิตภัณฑ์หลายๆชนิด เช่น ขนมปังจืด ขนมปังหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ และบะหมี่ เป็นต้น ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าแป้งขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สามารถใช้ทั้งยีสต์และผงฟูเพื่อทำให้ขึ้นฟูได้

**แป้งเค้ก** มีปริมาณโปรตีนต่ำเพียงร้อยละ 7–9 เท่านั้น โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อน พวก Soft wheat และ Soft red winter ใช้ทำเค้ก และคุกกี้ ลักษณะของแป้งเค้กจะมีสีขาวกว่าแป้งขนมปัง และแป้งอเนกประสงค์ เมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่ม เนียนละเอียด เมื่อกดนิ้วลงบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อน และคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีเป็นตัวทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น

นอกจากโปรตีนและกลูเตนซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลียังมีเอนไซม์ที่สำคัญ คือ เบต้าอะมัยเลส (β-amylase) และอัลฟาอะมัยเลส (α-amylase) เอนไซม์เหล่านี้จำเป็นสำหรับการทำขนมปัง โดยเบต้าอะมัยเลสจะทำการย่อยเดกซ์ตริน (Dextrin) และสารละลายแป้งส่วนหนึ่งให้เป็นน้ำตาลมอลโตส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่จำเป็นในการหมักของยีสต์ในการนำไปใช้เป็นอาหารในระหว่างการหมัก เอนไซม์ชนิดนี้ไม่ทนต่อความร้อนและการทำงานจะเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการหมัก ส่วนอัลฟาอะมัยเลสจะทำการย่อยสารละลายแป้งให้เป็นเดกซ์ตรินในระหว่างกระบวนการหมัก การทำงานของอัลฟาอะมัยเลสจะมีไม่มากนัก อัลฟาอะมัยเลสทนความร้อนได้ถึง 70–75 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่า

อุณหภูมิที่แป้งสตาร์ชของข้าวสาลีเกิดเป็นเจลที่อุณหภูมิ 56-60 องศาเซลเซียส ดังนั้นการทำงานของอัลฟาอะมัยเลสจะเพิ่มขึ้นในตอนแรกๆของการอบ ซึ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับการทำงาน และปริมาณของเอนไซม์ชนิดนี้ (จิตธนา, 2525)

**ตาราง 2.2** ผลของน้ำชนิดต่างๆต่อการเกิดและความคงตัวของก๊าซ

| ชนิดของน้ำ | การเกิดก๊าซ | ความคงตัวของก๊าซ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|---|---|
| น้ำอ่อน | ไม่เกิด | โดอ่อนเหลวติดมือ และภาชนะ | เพิ่มอาหารยีสต์ และเพิ่มเกลือ |
| น้ำกระด้างปานกลาง | ปกติ | ดี | - |
| น้ำกระด้างมาก (แบบชั่วคราว) | มีก๊าซน้อย | กลูเตนแข็ง เก็บก๊าซไม่ดี | ต้มแล้วกรอง เติมกรดอ่อน |
| น้ำกระด้างมาก (แบบถาวร) | มีก๊าซน้อย | กลูเตนแข็ง ยืดได้น้อย เก็บก๊าซไม่ดี | เพิ่มเอนไซม์ และเวลาหมัก ลดอาหารยีสต์ เพิ่มกรด |
| น้ำเกลือ | มีก๊าซน้อย | กลูเตนแข็ง เก็บก๊าซไม่ดี | ลดเกลือ |
| น้ำกรด | เกิดก๊าซเร็ว | กลูแตนอ่อน ไม่แข็งแรง เก็บก๊าซไม่ดี | เพิ่มด่าง และเกลือ |
| น้ำด่าง | เกิดก๊าซช้า | กลูเตนเหลว ไม่แข็งแรง เก็บก๊าซไม่ได้ | เติมน้ำส้ม กรด น้ำนม เปรี้ยว และอาหารยีสต์ |

ที่มา: AIB, 1979

## 2. น้ำ

น้ำเป็นวัตถุดิบหลักชนิดหนึ่งในการทำเบเกอรี น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีอาจเป็นน้ำทั่วๆไป หรือเป็นน้ำที่อยู่ในนม ไข่ น้ำเชื่อม หรือน้ำผลไม้ก็ได้ น้ำเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดี เนื่องจากโมเลกุลของน้ำเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ซึ่งทำให้แตกออกและเรียงตัวใหม่ได้ง่าย ทำให้กระจายตัว และละลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติได้ จึงทำให้น้ำธรรมชาติไม่บริสุทธิ์ตามคุณลักษณะทางเคมี ดังนั้นเมื่อนำน้ำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี จึงต้องคำนึงถึงชนิดของน้ำซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสารที่ละลายในน้ำนั้นด้วย และเนื่องจากน้ำเป็นส่วนผสมของโดถึงร้อยละ 40 ของน้ำหนักทั้งหมด ดังนั้นน้ำจึงมีผล ต่อการผสมส่วนผสมอื่นๆเข้ากับโด ทำให้กลูเตนแข็งแรง ช่วยในการ

ทำงานของเอนไซม์ และมีผลต่อการเกิดก๊าซในขณะหมัก รวมทั้งความคงตัวของก๊าซที่เกิดขึ้น ซึ่งส่งผลต่อลักษณะของเบเกอรีที่ได้ (อรอนงค์, 2532)

**3. เกลือ**

ในการทำขนมปัง เกลือที่ใส่ลงไปในสูตรจะช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่นให้เด่นขึ้น เกลือเป็นตัวทำให้โดแข็งขึ้น จึงช่วยให้ขนมปังมีเนื้อสัมผัสที่ดี ทำให้โดมีกำลังในการอุ้มก๊าซ (จิตธนา, 2525) คุณสมบัติที่สำคัญของเกลือคือ ทำให้อาหารมีรสดี ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหาร เกลือช่วยเน้นกลิ่นรสของส่วนผสมอื่นๆเช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัวทำให้เกิดสีของเปลือกนอกผลิตภัณฑ์ และยังช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์

**4. ยีสต์**

ในการทำเบเกอรียีสต์จะเป็นแหล่งของเอนไซม์ในกระบวนการหมักขนมปัง โดยที่เอนไซม์ที่มีในยีสต์และมีผลต่อการหมัก คือ เอนไซม์อินเวอร์เทส มอลเทส โปรติเอส ไลเปส ไซเมส เป็นต้น ยีสต์มีผลต่อกระบวนการหมักโด 3 ประการหลัก คือ การทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีผลทำให้โดพองตัวฟูขึ้น ประการที่สองทำให้โดมีลักษณะยืดหยุ่นตัวดี และประการที่สาม คือ ให้กลิ่นรสเฉพาะแก่ขนมปัง

ผลจากการสร้างก๊าซของยีสต์ที่เกิดในโดขณะหมักจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการควบคุมสภาพของการหมักให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เป็นอาหารของยีสต์ ความดันออสโมติก และปริมาณยีสต์ โดยทั่วไปเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (แต่ไม่เกิน 27.5-35.0 องศาเซลเซียส) จะทำให้อัตราการเกิดก๊าซในขณะหมักมากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะมีผลทำให้เกิดก๊าซน้อยลง ยีสต์มีส่วนช่วยในการยืดหยุ่นของโดในขณะหมัก เนื่องจากการทำงานของยีสต์มีผลให้ความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น ทำให้โดอ่อนตัวลงในขณะเดียวกันเอนไซม์จากยีสต์ และเอนไซม์ที่เติมลงไป จะช่วยปรับ สภาพกลูเตนให้ยืดตัวตามกำลังของก๊าซที่เกิดขึ้นได้ กลิ่นรสของขนมปังเกิดจากยีสต์ทำให้เกิดแอลกอฮอล์ กรด และสารอื่นๆ ด้วยการย่อยสลายน้ำตาลหลายๆชนิดรวมกัน รวมทั้งกลิ่นจากยีสต์ที่ตายหลังจากการอบ (อรอนงค์, 2532)

**5. สารเคมีที่ช่วยทำให้ขนมขึ้นฟู**

สารเคมีที่ใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปฏิกิริยาทางเคมีและทำให้ผลิตภัณฑ์ฟูขึ้น มีความเบาและย่อยง่ายมีอยู่ 3 ชนิดที่นิยมใช้ ได้แก่

**เบคกิ้งโซดา (Baking soda)** หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีตัวนี้จะช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงอย่างเดียว และจะมีผลเสียคือการตกค้างในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเฝื่อน และถ้าทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นสบู่ นอกจากนั้นยังใช้อุณหภูมิสูงในการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายของการอบ ซึ่งเมื่ออบเสร็จก็จะผลิตก๊าซออกมาได้เพียงครึ่งเดียว ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ฟูไม่เต็มที่หรือไม่ดีเท่าที่ควร

**เบคกิ้งเพาว์เดอร์หรือผงฟู (Baking powder)** เป็นสารที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู ผลิตขึ้นจากการผสมของเบคกิ้งโซดากับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งจะเติมแป้งข้าวโพดลงไปส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้สารทั้งสองชนิดสัมผัสกันโดยตรง และเป็นตัวดูดความชื้น ทำให้ผงฟูไม่จับกันเป็นก้อน

**แอมโมเนีย** ได้แก่พวกแอมโมเนียมคาร์บอเนต หรือแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต เป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูอีกชนิดหนึ่ง แต่ใช้กันน้อย ส่วนมากใช้ในการทำคุกกี้ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก ข้อดีของการใช้แอมโมเนีย คือ แอมโมเนียจะให้ก๊าซ 3 ชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และไอน้ำ และจะระเหยออกไป ไม่เหลือสารตกค้างที่เป็นของแข็งอยู่ในผลิตภัณฑ์ ส่วนข้อเสียของแอมโมเนีย คือ มีการใช้ที่จำกัด เพราะอาจมีกลิ่นของแอมโมเนียตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสไม่ดี

การใช้สารที่ช่วยทำให้ขึ้นฟูนั้น ควรชั่งตวงด้วยความระมัดระวัง เพราะถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูมาก อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ล้มหรือหดตัวได้หลังจากอบแล้ว และถ้าใช้ในปริมาณที่ต่ำเกินไปก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูไม่เต็มที่ ทำให้ผลิตภัณฑ์หนักและมีเนื้อแน่น ปริมาตรไม่ดี ไม่น่ารับประทาน (จิตธนา, 2525)

**6. น้ำตาล**

น้ำตาลเป็นวัตถุดิบที่ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอาหารของยีสต์ในผลิตภัณฑ์ประเภทเบเกอรี ทำให้ได้ลักษณะของโดที่เหมาะสม ช่วยในการอุ้มน้ำ การให้สีน้ำตาล รวมทั้งให้กลิ่น และรสชาติแก่ผลิตภัณฑ์

**คุณสมบัติสำคัญของน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์เบเกอรี**

- **กระบวนการไฮโดรไลซิส** ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายน้ำตาลของเอนไซม์หรือกรด โดยมีน้ำเป็นปัจจัยสำคัญ ทำให้น้ำตาลโมเลกุลคู่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งมักเกิดขึ้นโดยเอนไซม์ในยีสต์ในขณะผสมโด
- **กระบวนการหมัก** เป็นกระบวนการต่อเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ในยีสต์ โดยเอนไซม์ในยีสต์จะทำการย่อยสลายน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว จนได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์ โดยอัตราเร็วของการเปลี่ยนน้ำตาลของยีสต์นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของน้ำตาล
- **การดูดซึมและการอุ้มน้ำ** น้ำตาลมีส่วนช่วยให้เกิดกระบวนการไฮโดรไลซีสโดยเอนไซม์ในยีสต์ น้ำตาลบางอย่างสามารถอุ้มน้ำไว้ในโมเลกุลได้ หนึ่งโมเลกุลของน้ำ เช่น น้ำตาลเดกซ์โตรส มอลโตส และแลคโตส
- **การทำให้เจลนุ่ม** เนื่องจากน้ำตาลจะดูดซับน้ำไว้ ทำให้สตาร์ชหรือกัมจากพืชหรือโปรตีนเกิดเจลช้า และมีลักษณะนุ่ม เป็นผลทำให้เนื้อขนมปังนุ่ม และมีปริมาตรเพิ่มขึ้น
- **การเกิดสีน้ำตาล** เมื่อน้ำตาลได้รับความร้อนเลยจุดหลอมเหลวของน้ำตาลจะมีผลทำให้โครงสร้างของน้ำตาลเปลี่ยนไป ได้สารใหม่ คือ คาราเมล ซึ่งมีกลิ่นรสเฉพาะของน้ำตาลไหม้ และให้สีน้ำตาล นอกจากนี้น้ำตาลรีดิวซ์ยังรวมตัวกับกรดอะมิโน โดยใช้ความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจนเกิดเป็นสารประกอบเมลานอยดิน (Melanoidins) ซึ่งมีสีน้ำตาล กลิ่นรสคล้ายคาราเมล แต่เมื่อให้ความร้อนต่อจะกลายเป็นสีดำ มีรสขมและไม่ละลายน้ำ ดังนั้นสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เบเกอรีจึงเกิดจากกระบวนการทั้งสอง ซึ่งต้องควบคุมให้เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม จึงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีสวยและกลิ่นรสดี

**7. นม**

โดยทั่วไปแล้วนมที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี คือ นมสด นมข้น และนมผง การใช้นมในการทำเบเกอรี ควรคำนึงถึงส่วนที่เป็นน้ำ และส่วนที่เป็นของแข็งในนม ซึ่งในส่วนของน้ำนมนั้น จะทำหน้าที่ รวมส่วนผสมอื่นๆเข้าด้วยกัน ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม และช่วยให้แป้งเกิดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับน้ำ เป็นต้น ส่วนของแข็งในนมจะมีผลต่อการรวมตัวกันของโปรตีนในแป้ง ทำให้มีความแข็งตัวเพิ่มมากขึ้น ในส่วนที่เป็นของแข็งในนมยังมีน้ำตาลแลคโตส ซึ่งจะช่วยทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองทอง นอกจากนั้นนม ยังช่วยปรับปรุงกลิ่นรสให้ดีขึ้น และยังเป็นตัวเก็บความชื้นที่สำคัญ (จิตธนา, 2525)

**8. ไข่**

ไข่ที่ใช้ทำเบเกอรีส่วนมากเป็นไข่ไก่ ไข่สดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.0 -7.5 และถ้าทิ้งไว้ให้แห้งความเป็นกรด-ด่างจะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งจะทำให้ปฏิกิริยาการฟูของผลิตภัณฑ์เบเกอรีผิดไป (จิตธนา, 2525)

**หน้าที่ของไข่ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี**

- **เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู** เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟอง ซึ่งประกอบไปด้วยฟองอากาศเล็กๆจำนวนมาก ซึ่งฟองอากาศแต่ละฟองจะถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนจากไข่ การตีไข่ด้วยเครื่อง และการสัมผัสของแผ่นโปรตีนบางๆกับอากาศ จะทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัว เป็นผลให้ฟองนั้นแข็งตัว ในการอบ ฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเมื่อส่วนผสมหรือไข่ขาวที่ตีจนแข็ง ได้รับความร้อนสูงสุด โปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึง สูญเสียความยืดหยุ่นและจะจับเป็นโครงสร้างที่แข็งในผลิตภัณฑ์
- **สี และกลิ่นรส** ไข่แดงจะทำให้เบเกอรีมีสีเหลือง และมีกลิ่นรสเฉพาะของไข่ ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค
- **ความสด** เนื่องจากไข่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ และมีความสามารถตามธรรมชาติในการรวมและเก็บความชื้นเอาไว้ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรีแห้งช้าลง

**9. ไขมันและน้ำมัน**

ไขมันและน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมัน (Fatty acids) กับกลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งกรดไขมันจะรวมตัวกับโมเลกุลของกลีเซอรอล เพื่อให้เกิดเป็นไตรกลีเซอไรด์ โดยปกติแล้วส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์ที่มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า ไขมัน (Fats) และส่วนประกอบที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า น้ำมัน (Oil) ทั้งไขมันและน้ำมันจะมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำ และมีคุณลักษณะเฉพาะต่างกันไป (จิตธนา, 2525)

**ไขมันและน้ำมันที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี**

- **เนยสด** ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำนมวัว ซึ่งประกอบด้วยไขมันร้อยละ 80 มีสีเหลือง กลิ่นรสหวาน มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เนยสดนั้นใช้ได้ดีที่สุดในการให้กลิ่นรส แต่จะมีคุณสมบัติด้อยในการเป็นครีม คือ เนยสดจะใช้ตีเป็นครีมได้ไม่ดี และขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน เค้กที่ทำจากเนยสดล้วนๆโดยทั่วไปจึงมีปริมาตรต่ำ เนื้อเค้กหยาบ แต่มีรสชาติหอมหวานน่ารับประทาน
- **ไขพืช** (Vegetable shortening) ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ปราศจากกลิ่น เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง โดยการนำไปผ่านก๊าซไฮโดรเจนภายใต้ความดัน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



ซึ่งมีนิกเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ยิ่งผ่านก๊าซไฮโดรเจนมากเท่าใด ไขมันก็จะยิ่งแข็งมากขึ้นเท่านั้น ไขพืชส่วนใหญ่มีสีขาว เรียกว่า เนยขาว ไม่มีกลิ่นรส และเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง

- **น้ำมันพืช** เป็นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดแห้งของพืชที่ให้น้ำมัน นำมาผ่านกระบวนการต่างๆโดยทำให้บริสุทธิ์ เพื่อขจัดสีและกลิ่นแปลกปลอมออกไป แต่สีของน้ำมันก็จะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

- **ไขผสมหรือมาร์การีน** ทำจากไขของพืชหรือสัตว์ที่นำมาผสมกับนมหรือครีม หรืออาจจะไม่ใส่นมและไขสัตว์ก็ได้ เพื่อให้เหมาะแก่ความต้องการในด้านการลดไขมันของผู้บริโภค มาร์การีนมีทั้งสีขาวและเหลือง ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้แทนเนยสด โดยมีการปรุงแต่งให้มีรูปร่างลักษณะและกลิ่นรสใกล้เคียงกับเนยมากที่สุด จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เนยเทียม มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง และมีปริมาณไขมันร้อยละ 80-85 ใช้ทำขนมปัง ขนมเค้ก และบางชนิดก็มีจุดหลอมเหลวสูง ใช้ในการทำเพสตรี เรียกว่า เพสตรีมาร์การีน

**การเก็บกักกลิ่นรส (Encapsulation)**

การเก็บกักกลิ่นรส เป็นการห่อหุ้มกลิ่นรสโดยการใช้สารเคลือบที่รับประทานได้ และทำให้กลิ่นรสที่อยู่ในรูปของเหลวกลายเป็นผง ซึ่งทำให้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น การเก็บกักกลิ่นรสที่มีขนาดอนุภาคในระดับไมครอน เรียกว่า ไมโครเอนแคปซูเลชั่น (Microencapsulation) เป็นกระบวนการที่ทำให้ของเหลวหรืออนุภาคถูกห่อหุ้มในรูปของแคปซูล ด้วยพอลิเมอร์ชั้นบางๆ เกิดเป็นไมโครแคปซูลขนาดประมาณ 1-1000 ไมครอน (ฉันทรา, 2549) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ต่างๆได้ดี

**วิธีการที่ใช้ในการเก็บกักกลิ่นรส**

โดยทั่วไปแล้วเทคนิคการเก็บกักกลิ่นรสสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ (Drush and Berg, 2008)

1. การเก็บกักโดยกระบวนการทางเคมี (Chemical process) เช่น Molecular inclusion หรือ Interfacial polymerization
2. การเก็บกักโดยกระบวนการทางเคมีกายภาพ (Physicochemical process) เช่น Coacervation และ Liposome encapsulation
3. การเก็บกักโดยกระบวนการทางกายภาพ (Physical process) เช่น กระบวนการทำแห้งอาหาร

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 22 มิ.ย. 2555
เลขทะเบียน 246146
เลขเรียกหนังสือ

วิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมากที่สุด คือ การเก็บกักกลิ่นรสโดยกระบวนการทางกายภาพ ได้แก่ การอบแห้ง และการอัดพอง (Reineccius, 1994)

**สารเคมีที่ใช้ในการเก็บกักกลิ่นรส**

**1. มอลโตเดกซ์ตริน (Maltodextrin)** ประกอบด้วยแซคคาไรด์โมเลกุลเล็กๆ หลายชนิด แซคคาไรด์เหล่านี้ประกอบด้วยน้ำตาล D-glucose หรือ Dextose ที่เชื่อมกันด้วยพันธะแอลฟา 1-4 และมีค่า Dextrose Equivalent (DE) ต่ำกว่า 20 การผลิตทำได้โดยการย่อยแป้งด้วยกรด โดยเฉพาะกรดเกลือหรือย่อยแป้งด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส หรืออาจย่อยแป้งโดยใช้กรดและเอนไซม์ร่วมกัน มอลโตเดกซ์ตรินที่ได้จากการย่อยแป้งด้วยกรด มีแนวโน้มที่จะเกิดการรวมตัวกลับ เนื่องจากการย่อยแป้งเพื่อให้ได้สายสั้นและมีค่าสมมูลย์เดกซ์โตรสต่ำนั้น จะมีขนาดพอที่จะรวมตัวกันใหม่ ซึ่งมีผลทำให้มอลโตเดกซ์ตรินขุ่น ซึ่งมีผลกระทบต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ดังนั้นการป้องกันการเกิดสารละลายขุ่น สามารถละลายน้ำได้ดีและเพื่อให้ได้มอลโตเดกซ์ตรินที่ดูดความชื้นต่ำจำเป็นต้องใช้เอนไซม์หรือใช้กรดร่วมกับเอนไซม์ในการย่อยแป้ง ส่วนประกอบแซคคาไรด์ของมอลโตเดกซ์ตรินที่ได้จากการย่อยแป้งด้วยกรดจะแตกต่างจากการย่อยด้วยกรดและเอนไซม์ร่วมกันหรือการย่อยด้วยเอนไซม์อย่างเดียว เมื่อค่าสมมูลย์เดกซ์โตรสเท่ากัน มอลโตเดกซ์ตรินที่ได้จากการย่อยด้วยกรดจะมีสัดส่วนของเดกซ์ตรินที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมากกว่าซึ่งทำให้เกิดการรวมตัวใหม่ได้ง่าย สำหรับการละลายของมอลโตเดกซ์ตรินที่มีค่าสมมูลเดกซ์โตรสในช่วงต่างๆ พบว่า มอลโตเดกซ์ตรินที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์ที่มีความเข้มข้นของน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่านั้น สามารถละลายน้ำได้มากกว่ามอลโตเดกซ์ตรินที่ได้จากการย่อยด้วยกรดที่มีค่าสมมูลย์เดกซโตรสเท่ากัน (อัคกะบัทคาน, 2540)

มอลโตเดกซ์ตรินสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมน้ำมันหอมระเหย เป็นต้น เนื่องจากมอลโตเดกซ์ตรินมีคุณสมบัติอื่นๆนอกจากเป็นสารให้ความหวาน คือ ช่วยขจัดน้ำออกจากเนื้อเยื่อผลไม้ในกระบวนการออสโมซิส มีความสามารถในการดูดซับความชื้น ป้องกันปฏิกิริยาสีน้ำตาล สามารถป้องกันการผ่านเข้าออกของออกซิเจน ช่วยให้เกิดการกระจาย และการละลายในผลิตภัณฑ์ รวมทั้งช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความข้นหนืด เป็นต้น

**2. กัมอะราบิก (Arabic gum)** หรือกัมอะคาเซีย (Acacia gum) เป็นกัมจากต้นอะคาเซีย (*Acacia Senegal L.*) เมื่อเกิดบาดแผลบริเวณกิ่งและลำต้น จะมีกัมเหลวข้นซึมเยิ้มออกมา มีลักษณะที่เป็นก้อนรูปร่างคล้ายหยดน้ำตา เมื่อนำมาอบแห้งแล้วจะมีเส้นผ่าน

ศูนย์กลางประมาณ 2-7 เซนติเมตร เรียกว่า กัมหยาบ ซึ่งจะต้องนำมาทำความสะอาดก่อนแปรรูปเพื่อให้ได้กัมอะราบิกที่มีขนาดและเกรดต่างๆ ก่อนนำไปใช้ในอุตสาหกรรม เช่น อาหารและยา เป็นต้น กัมอะราบิกที่บริสุทธิ์มากจะให้สารละลายที่ไม่มีสี ไม่มีรส

กัมอะราบิกจัดเป็นพอลิแซกคาไรด์เชิงซ้อนชนิดหนึ่ง โครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาล 4 ชนิด ได้แก่ แอล-แอราบิโนส, ดี-กาแลกโทส, แอล-แรมโนส และกรดดี-กลูคู-โรนิก กัมอะราบิกอาจจะอยู่ในรูปของพอลิแซกคาไรด์ที่เป็นกลาง หรืออยู่ในรูปของเกลือของกรดอ่อนที่มีแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม กัมอะราบิกละลายน้ำได้ดี ให้สารละลายใสและมีความหนืดต่ำ ความหนืดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น

กัมอะราบิกเป็นกัมที่ใช้กันในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ใช้เป็นตัวกระทำอิมัลชันในอิมัลชันแต่งรสชาติ (Flavor emulsion) สำหรับเครื่องดื่ม ใช้เป็นสารช่วยความคงตัวของฟองเบียร์ ใช้เป็นตัวยับยั้งการเกิดผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ครีมและเซอร์เบต ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสละเอียด เป็นต้น (วรรณา, 2549)

**3. ไซโคลเดกซ์ตริน (Cyclodextrins)** หรือไซคลิกออลิโกแซกคาไรด์ มีโครงสร้างประกอบด้วย ดี-กลูโคส จับต่อกันเป็นวงแหวนปิด คุณสมบัติที่สำคัญของไซโคลเดกซ์ตริน คือ สามารถสร้างเป็นสารประกอบเชิงซ้อนอินคลูชัน (Inclusion) กับสารประกอบอินทรีย์ได้ เพราะภายในโครงสร้างเป็นไฮโดรโฟบิก (Hydrophobic) ไม่ชอบน้ำ ดังนั้น เมื่อไซโคลเดกซ์ตรินละลายน้ำ โมเลกุลของน้ำจะถูกผลักออกจากโพรง หากมีการเติมโมเลกุลไม่มีขั้วของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่มีขนาดพอเหมาะกับขนาดโพรงไซโคลเดกซ์ตรินลงไป จะเกิดการรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (Inclusion complex) แยกตัวออกจากน้ำในรูปของของแข็งหรือผลึกขนาดเล็ก สมบัติทางกายภาพของโมเลกุลที่ถูกห่อหุ้มภายในโพรงของไซโคลเดกซ์ตรินจะเปลี่ยนแปลงไป โดยภายใต้สภาวะที่เหมาะสมโมเลกุลทั้งสองสามารถแยกออกจากกันได้ และโมเลกุลไม่มีขั้วของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่แยกได้นั้น จะได้สมบัติทางกายภาพกลับคืนมาอย่างเดิม (Loftson and Brewster, 1996)

เนื่องจากไซโคลเดกซ์ตรินสามารถรวมตัวกับสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้ ทำให้ไซโคลเดกซ์ตรินถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เช่น

- ใช้เพิ่มความสามารถในการละลายในอุตสาหกรรมยา โดยที่ไซโคลเดกซ์ตรินจะรวมตัวกับตัวยาเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนทำให้ความสามารถในการละลายของยาเพิ่มขึ้น

- ลดการละเหยของผลิตภัณฑ์บางประเภท โดยที่ไซโคลเดกซ์ตรินจะทำให้จุดเดือด และอุณหภูมิในการระเหิดสูงขึ้น ช่วยลดการระเหยของผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งการตกผลึกกลับได้ (Recrystallization)

- ใช้ในการปรับปรุงกลิ่นและรส เนื่องจากไซโคลเดกซ์ตรินช่วยลดการระเหยของสารที่ระเหยง่ายได้ โดยการรวมตัวกับสารให้กลิ่นและรส จึงทำให้สามารถเก็บรักษากลิ่นและรสชาติผลิตภัณฑ์ได้ เช่น ช่วยลดความขมในน้ำผลไม้ตระกูลส้ม ลดกลิ่นคาวในอาหารจำพวกปลา เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังถูกนำมาใช้มากในอุตสาหกรรมการกักเก็บกลิ่น (Flavor encapsulation) อีกด้วย

- ใช้ในการเพิ่มเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนโมเลกุลของสารอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ จะถูกห่อหุ้มด้วยโมเลกุลของไซโคลเดกซ์ตริน จึงทำให้สารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ถูกทำลายโดยสารอื่นๆ ได้ ยากขึ้น เช่น ช่วยเพิ่มความคงตัวของอาหารเสริมประเภทวิตามิน รักษาความคงตัวของสีที่ได้จากธรรมชาติ เป็นต้น (Bender, 1986)

**ประโยชน์ของการเก็บกักกลิ่น**

1. ทำให้กลิ่นรสที่มีลักษณะเป็นของเหลวกลายเป็นของแข็ง ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน และการเก็บรักษา
2. ป้องกันการระเหยของกลิ่นรสจากสภาวะแวดล้อมต่างๆ ทำให้สามารถเก็บสารที่ระเหยได้ง่าย เช่น ทำให้น้ำมันหอมระเหย มีความคงตัวระหว่างการเก็บรักษามากขึ้น
3. กลบกลิ่นรสที่ไม่พึงปรารถนา เช่น กลิ่นของโพแทสเซียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริม
4. ป้องกันสารภายในจากสภาวะแวดล้อม เช่น ความชื้น ออกซิเจน และแสง ทำให้สารมีความคงตัวดีขึ้น เช่น ป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของเบต้าแคโรทีน เป็นต้น
5. สามารถควบคุมขนาดของอนุภาคได้
6. สามารถควบคุมการปลดปล่อยกลิ่นรสได้ เช่น การปลดปล่อยกลิ่นรสระหว่างระบวนการอุ่นอาหารด้วยไมโครเวฟ หรือเมื่อถูกกระตุ้นด้วยความร้อน
7. ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร เช่น การเก็บกักสารที่ให้ความเป็นกรด-ด่าง เช่น กรดซิตริก กรดแลกติค และกรดแอสคอร์บิก เพื่อช่วยรักษาสี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

## กระบวนการทำแห้งอาหาร

การทำแห้ง (Drying) หมายถึง การใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในอาหาร โดยการระเหยน้ำ หรือการระเหิดของน้ำแข็งในการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying) วัตถุประสงค์ของการอบแห้งคือ การยืดอายุการเก็บรักษาอาหารโดยการลดค่าน้ำที่มีประโยชน์ (Water activity, $a_w$) มีผลไปยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้นการลดน้ำหนักและปริมาณของอาหารยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา และการขนส่ง รวมทั้งเพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค การอบแห้งมีข้อเสียบางประการ กล่าวคือ ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพการบริโภคและคุณภาพทางโภชนาการของอาหาร (วิไล, 2545)

การทำแห้งเป็นการลดความชื้นของอาหารจนระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้คือ มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน เช่น ผลไม้แช่อิ่มเก็บได้ที่ความชื้นร้อยละ 15-20 แต่ถ้าเก็บเมล็ดพันธุ์พืชที่ความชื้นนี้จะเกิดเชื้อราได้ (วิไล, 2545)

### ชนิดของเครื่องอบแห้ง (Dryer)

เครื่องอบแห้งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการให้ความร้อน คือ

1. Adiabatic dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้ลมร้อนโดยใช้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่สัมผัสกับอาหาร โดยอาหารอาจอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ก็ได้ ได้แก่ Tray dryer, Cabinet dryer, Tunnel dryer, Kiln dryer, Spray dryer, Flow current dryer และ Air-lift dryer เป็นต้น

2. Solid surface transfer dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้อาหารสัมผัสกับแผ่นโลหะร้อน น้ำที่ระเหยกระจายออกไปที่บรรยากาศตามธรรมชาติ หรือใช้ลมหมุนเวียน หรือใช้ระบบสุญญากาศ ได้แก่ Drum dryer, Vacuum shelf dryer และ Continuous vacuum dryer เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546)

### การทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying)

การทำแห้งแบบพ่นฝอยเป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อระเหยน้ำออกจากของเหลวอย่างรวดเร็ว โดยใช้อากาศร้อน กระบวนการนี้ประกอบไปด้วยการพ่นของเหลว (Feed) ออกมาจนเป็นละอองขนาดเล็กเข้าผสมกับอากาศร้อนที่ไหลผ่านอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำที่อยู่ในละอองของเหลวระเหยไปทั้งหมด และได้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของผงแห้ง สำหรับตัวอย่างของเหลว

ที่นำมาทำแห้งนั้นสามารถใช้ได้ทั้งที่เป็นตัวทำละลาย สารอิมัลชัน หรือสารแขวนลอยก็ได้ เทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย เป็นวิธีการที่นิยมใช้สำหรับอุตสาหกรรมทางเคมี และอาหาร ซึ่งนอกจากจะใช้สำหรับทำแห้งอย่างรวดเร็วแล้ว เทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอยยังสามารถใช้ลดขนาด และปริมาตรของของเหลวอีกด้วย

เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีหลายขนาด ตั้งแต่ขนาดโรงงานต้นแบบสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้อยแต่มีมูลค่าสูง เช่น เอนไซม์ และกลิ่น จนถึงขนาดอุตสาหกรรมซึ่งสามารถผลิตนมผงได้ถึง 80,000 กิโลกรัมต่อวัน ข้อดีของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย คือ ใช้เวลาสั้น สามารถผลิตอาหารแบบต่อเนื่องในปริมาณมากได้ ใช้แรงงานต่ำ วิธีการใช้งานและการดูแลรักษาง่าย ส่วนข้อจำกัด คือต้องใช้เงินลงทุนสูง และอาหารต้องมีความชื้นสูงเพื่อให้สามารถปั๊มเข้าเครื่องอะตอมไมเซอร์ได้ ทำให้ต้องใช้พลังงานในการกำจัดความชื้นสูง (วิไล, 2545)

ในการทำแห้งแบบพ่นฝอยจะเกิดละอองขนาดเล็กอย่างรวดเร็ว ซึ่งละอองอนุภาคเหล่านี้จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 10-300 ไมครอน ทำให้มีพื้นที่ผิวสำหรับการทำแห้งมาก และระยะทางที่ความชื้นจากภายในละอองต้องเคลื่อนที่มาที่ผิวน้อยมาก ทำให้ใช้ระยะเวลาในการทำแห้งน้อย (1-20 วินาที) การระเหยน้ำออกจากอาหารด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอยจะใช้พลังงานสูงเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ดังนั้นเพื่อลดพลังงานในการผลิตอาหารผงจึงมีการเพิ่มความเข้มข้นของอาหารเหลวที่จะนำมาทำแห้งแบบพ่นฝอยให้มีปริมาณของแข็งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ก่อน ซึ่งการเพิ่มปริมาณของแข็งมีผลให้ความหนืดของอาหารเหลวเพิ่มขึ้นด้วย การเพิ่มอุณหภูมิขาเข้าของอากาศ และลดอุณหภูมิขาออกของอากาศจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำแห้งแบบพ่นฝอยให้สูงขึ้น ระดับของอุณหภูมิขาเข้าของอากาศ ที่เหมาะสม โดยทั่วไปจะพิจารณาจากความทนทานของอาหาร หรือความไวต่อความร้อน อาหารส่วนมากมักทำแห้งด้วยอุณหภูมิขาเข้าของอากาศไม่เกิน 200 องศาเซลเซียส แต่อาหารบางชนิดสามารถทนได้ถึง 300 องศาเซลเซียส

**การทำแห้งแบบถาด (Tray drying)**

การอบแห้งแบบถาดเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เหมาะสำหรับอาหารที่มีชิ้นใหญ่ เป็นก้อน แผ่น หรือมีรูปทรงแน่นอน เช่น เนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้ ใช้ได้ง่ายและสะดวก เหมาะสมสำหรับการอบแห้งที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเพราะมีราคาและค่าบำรุงรักษาเครื่องค่อนข้างต่ำ เครื่องอบแห้งแบบถาดมีลักษณะเป็นตู้ที่มีถาดสำหรับใส่อาหารเรียงกันเป็นชั้นๆ โดยการอบแห้งแบบถาดจะอาศัยลมร้อนจากแหล่งความร้อนเป็นตัวกลางในการให้ความร้อนแก่ชิ้นอาหาร และระเหยน้ำออกจากอาหาร ซึ่งแหล่งความร้อนนี้อาจจะเป็น ฮีทเตอร์ คอล์ย ไอน้ำ ก๊าซหุงต้ม หรือ

น้ำมันเตาก็ได้ โดยลมร้อนจะไหลผ่านอาหารที่วางเป็นชั้นบางๆ (ประมาณ 2-6 เซนติเมตร) ชั้นของถาดที่อาจจะมีรูพรุนหรือไม่มีก็ได้ ความเร็วลมที่ไหลเวียนอยู่ในช่วง 0.5-5 เมตร/วินาที มีระบบบังคับทิศทางการไหลของลมร้อนภายในเครื่องโดยใช้แผ่นเหล็กบางๆกั้น เพื่อให้ลมร้อนไหลอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงทุกส่วน อุณหภูมิของลมร้อนสามารถควบคุมได้ ตั้งแต่ 30-120 องศาเซลเซียส (คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, 2554)

**การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum drying)**

เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum drier) คือ เครื่องทำแห้งที่ประกอบด้วยลูกกลิ้งหนึ่งลูก (Single drum dryer) หรือสองลูก (Double drum dryer) ลูกกลิ้งมักทำด้วยเหล็กปลอดสนิม (Stainless steel) ภายในกลวง ได้รับความร้อนจากด้านใน ด้วยไอน้ำ หรือไฟฟ้า มีระบบป้อนอาหาร ทำให้อาหารเหลว ข้น เคลือบผิวลูกกลิ้งเป็นฟิล์มบาง เกิดการถ่ายเทความร้อนจากผิวของลูกกลิ้งไปยังฟิล์มอาหารด้วยการนำความร้อน เมื่อลูกกลิ้งหมุนเคลื่อนที่ไปครบรอบ อาหารจะแห้งพอดี แล้วถูกขูดออกด้วยใบมีด ก่อนที่ลูกกลิ้งหมุนกลับไปสัมผัสอาหารในถังป้อนใหม่ อาหารแห้งมีลักษณะเป็นแผ่นบาง เป็นเกล็ด หรือ ผงหยาบ

ปัจจัยที่กำหนดอัตราการทำแห้งของเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง คือ ความหนาของฟิล์มอาหารที่เคลือบบนผิวของลูกกลิ้ง ซึ่งควรควบคุมให้บาง และสม่ำเสมอ อาหารที่มีแรงตึงผิวสูงทำให้การเกาะติดผิวลูกกลิ้งยาก หรือเป็นฟิล์มหนา ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการเติมสารลดแรงตึงผิว สำหรับระยะเวลาการทำแห้งถูกกำหนดโดยความเร็วรอบของลูกกลิ้งที่สามารถปรับค่าได้ (คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, 2554)

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ในกระบวนการหมักผลิตภัณฑ์ประเภทแป้งจะมีเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องหลายชนิด โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียแลกติก (สร้างกรดแลกติก) และยีสต์ (สร้างเอทานอลและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ซึ่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะเกี่ยวข้องกับคุณภาพและลักษณะของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด โดย Charoenchai *et al.* (1998) ได้ศึกษาอิทธิพล ของอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของน้ำตาลต่ออัตราการเจริญเติบโต และปริมาณเซลล์ (Cell biomas) ของยีสต์ที่ใช้ในการทำไวน์ พบว่า *Candida* spp., *Saccharomyces cereviceae* และ *Kloeckera apiculata* สามารถเจริญที่ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3, 3.5 และ 4.0 ได้ไม่แตกต่างกัน เมื่ออุณหภูมิในระหว่างการหมักเพิ่มขึ้นจาก 15 องศาเซลเซียส เป็น 20 และ 25 องศาเซลเซียส ปริมาณเซลล์ของ *Candida* spp. และ *Kloeckera apiculata* ลดลง

ในขณะที่การเจริญเติบโตของ *Saccharomyces cereviceae* มีปริมาณเซลล์ไม่แตกต่างกัน ความหนาแน่นของเซลล์ (Maximum cell density) ของ *Saccharomyces cereviceae* มีปริมาณมากกว่า *Kloeckera apiculata* ที่ความเข้มข้น ของสารละลายน้ำตาล 200 และ 300 กรัม/ลิตร และเมื่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของเซลล์มีปริมาณลดลง ดังนั้นจากการเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของ*Candida* spp., *Saccharomyces cereviceae* และ *Kloeckera apiculata* พบว่า *Saccharomyces cereviceae* สามารถแบ่งเซลล์ได้มากกว่า ทนต่อเอทานอลและอุณหภูมิสูงได้ดีกว่า *Candida* spp. และ *Kloeckera apiculata* แต่ที่อุณหภูมิต่ำ พบว่า *Kloeckera apiculata* สามารถเจริญได้ดีกว่า

การศึกษาแยกหัวเชื้อบริสุทธิ์ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น (antimicrobial starter culture) ในโดเปรี้ยว (Sourdough) ของ Simsek *et al.* (2006) พบว่า ตัวอย่าง 60 ตัวอย่างจากแหล่งผลิตต่างๆ มีเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นเชื้อแบคทีเรียแลกติก โดยเชื้อ *L. brevis* ssp. *Lindneri 2103, L. delbrueckii F5, L. viridenscens 241,242* and *Pediococcus* sp. *E5* มีคุณสมบัติเป็น Antimicrobial starter culture มากที่สุด ส่วน Succi *et al.* (2003) ได้ศึกษาและแยกเชื้อยีสต์ในโดเปรี้ยวที่ผลิตจากแป้งสาลี (Triticum aestivum) ของแหล่งผลิตเบเกอรี 13 แห่งในประเทศอิตาลี พบว่า สามารถแยกเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae, Candida collilulosa, Candida lambica, Candida krusei, Candida valida* และ *Candida glabrata* ได้ 58, 5, 4, 3, 3 และ 2 สายพันธุ์ (Strains) ตามลำดับ โดยเชื้อทุกตัวมีคุณสมบัติในการสร้างกรดและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Gul et al. (2005) ศึกษาการผลิตขนมปังจากโดเปรี้ยว โดยใช้เชื้อแบคทีเรียแลกติกและ *Saccharomyces cerevisiae* พบว่า การใช้เชื้อ *Lactobacillus amylophilus* ร้อยละ 1.5 และ *Saccharomyces cerevisiae* ร้อยละ 1.5 ทำให้ได้ขนมปังที่มีคุณสมบัติด้าน Rheology ดีที่สุดและเชื้อ *Lactobacillus amylophilus* ที่ใช้ในการผลิตช่วยทำให้ขนมปังมีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและชะลอความเก่าของขนมปัง (staling)

ละม้ายมาศ (2550) ศึกษาการทำผลิตภัณฑ์เค้กโดยใช้แป้งจากข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 กข 23 และ เหลืองประทิว 123 ชนิดโม่แห้งและโม่น้ำ ที่มีความละเอียด 140 เมช แป้งชนิดโม่แห้งมีปริมาณอะไมโลส ร้อยละ 15.1, 20.6 และ 26.2 โดยน้ำหนักแห้ง และโปรตีน ร้อยละ 6.70, 6.80 และ 7.30 ตามลำดับ สำหรับแป้งโม่น้ำมีอะไมโลส ร้อยละ 16.4, 24.0 และ 27.0 และโปรตีนร้อยละ 6.20, 5.8 และ 7.30 ตามลำดับ แป้งสาลีชนิดแป้งเค้กและแป้งเอนกประสงค์มีอะไมโลส ร้อยละ 26.2 และ 24.2 และโปรตีน ร้อยละ 9.21 และ 11.55 ตามลำดับ พบว่า การผสมแป้งข้าวพันธุ์ใดก็ตาม ทั้งชนิดโม่น้ำหรือโม่แห้งปริมาณ ร้อยละ 20

ทำให้คุณภาพของเค้กยังคงได้รับการยอมรับใกล้เคียงกับเค้กแป้งสาลี แต่แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ชนิดโม่แห้งที่มีความละเอียด 200 เมช และเติม SP ร้อยละ 7 สามารถทดแทนแป้งสาลีได้ร้อยละ 100 ซึ่งได้รับการยอมรับใกล้เคียงกับเค้กแป้งสาลี