**บทที่ 2**

**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**2.1 แป้งสาลี**

ประเทศไทยผลิตข้าวสาลีได้น้อยจึงไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ โดยใน ปี 2547 ไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวสาลีประมาณ 8,125 ไร่ ให้ผลผลิตข้าวสาลีประมาณ 800 ตัน ซึ่งน้อยกว่าปริมาณความต้องการบริโภคในประเทศ ทำให้ต้องพึ่งการนำเขา ซึ่งปริมาณการนำเข้าขยายตัว อย่างมากในปี 2547 โดยมีมูลค่าการนำเข้าถึง 9,500 ล้านบาท โดยนำเข้าทั้งในรูปของข้าวสาลีและ แป้งสาลี เมล็ดแป้งที่นำเขาจากแต่ละประเทศจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป โดยมีจุดเด่นและจุดด้อยต่างกัน (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2548) ดังนั้น ข้าวสาลีจึงมีหลายประเภทผู้นำไปใช้ต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพของแป้งสาลีก่อนว่ามีมีความเหมาะสมที่จะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใด

แหล่งนำเข้าแป้งสาลีที่สำคัญของไทยคือ ประเทศออสเตรเลีย มีสัดส่วนร้อยละ 57.5 ของ มูลค่าการนำเข้าของข้าวสาลีทั้งหมด และนำเขาจากสหรัฐ ร้อยละ 39.4 แหล่งนำเข้าที่มีความสำคัญรองลงมาได้แก่ แคนาดา จีน และ อินเดีย ข้าวสาลีและแป้งสาลีที่นำเข้าประมาณ 2 ใน 3 จะใช้เพื่อการบริโภคที่เหลือใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำ สัดส่วนการใช้แป้งสาลีเพื่อการบริโภคแยกออกได้เป็นขนมปังและลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ร้อยละ 35 บะหมี่สำเร็จรูป ร้อยละ 30.0 บิสกิต ร้อยละ 10.0 ที่เหลืออีก ร้อยละ 25.0 เป็นการใช้ในลักษณะอเนกประสงค์ (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2548)

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ทำขนมอบทุกชนิดไม่มีแป้งอื่นที่นำมาใช้ทดแทนกันได้ หรือแม้แทนกันได้บ้างแต่คุณสมบัติจะไม่เหมือนแป้งสาลี ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีนสองชนิดรวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดิน (Gliadin) ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีมาผสมน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า กลูเตน ซึ่งมีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่น กลูเตนจะเป็นตัวเก็บก๊าซทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของขนมและจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากเตาอบ (จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

2.1.1 ชนิดของแป้งสาลี (จิตธนา และอรอนงค์, 2539) แป้งสาลีที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มี 3 ชนิด คือ

1) แป้งขนมปัง เป็นแป้งสาลีชนิดหนัก เพราะว่าทำมาจากข้าวสาลีพันธุ์หนักมีโปรตีนสูงประมาณ ร้อยละ 12-14 ลักษณะของเนื้อแป้งจะหยาบ มีสีครีม (ไม่ใช่สีขาว) เมื่อเราเอานิ้วเรากดลงไป จะไม่ปรากฏรอยนิ้วมือของเราบนแป้ง แป้งชนิดนี้ เมื่อเวลาเราต้องการทำให้ขึ้นฟู เราจะต้องใช้ยีสต์ หรือแป้งเชื้อ (ไม่สามารถใช้ผงฟู หรือ เบคกิ้งโซดาได้) ดังนั้นแป้งชนิดนี้จึงเหมาะที่จะใช้ทำพวกขนมปังหรือขนมที่มีลักษณะคล้ายขนมปัง เช่น โดนัทยีสต์ พิซซ่า โรตี หรือพวกเส้นบะหมี่ เป็นต้น

2) แป้งอเนกประสงค์ เป็นแป้งสาลีที่ทำมาจากข้าวสาลีชนิดหนัก-เบาผสมกัน ทำให้มีโปรตีนปานกลาง ราวๆ ร้อยะ 10-11 จึงเป็นแป้งที่เอาไปทำขนมหรืออาหารได้หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นพวก เบเกอรี่อย่าง คุกกี้ พาย พัฟท์ หรือขนมไทยอย่าง สังขยาจิ้มขนมปัง ขนมสาลี่ ขนมกลีบลำดวน หรือแม้แต่เอามาประกอบการทำอาหารคาว เช่น ชุบอาหารทอด แป้งชนิดนี้ สามารถทำให้ขึ้นฟู ได้ด้วยผงฟู เบคกิ้งโซดา และยีสต์ เป็นต้น

3) แป้งเค้ก เป็นแป้งสาลีที่มีโปรตีนต่ำ ราว ร้อยละ 7-9 (ต่ำที่สุดในบรรดาแป้งสาลีทั้งหมด) ทำมาจากข้าวสาลีชนิดเบา เนื้อแป้งจะมีเนื้อที่เนียน ละเอียด เบา นุ่มมือ และมีสีขาว เมื่อเวลาเราเอานิ้วมือเรากดลงไปบนเนื้อแป้ง จะปรากฏเห็นเป็นรอยนิ้วมือเด่นชัด และการจะทำให้แป้งชนิดนี้ขึ้นฟู จะต้องใช้ผงฟูหรือเบคกิ้งโซดา เป็นตัวทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น แป้งชนิดนี้ จึงเหมาะที่จะใช้ทำพวกขนมเค้ก และขนมที่มีเนื้อละเอียด ฟู เบา เช่น ถ้วยฟู ปุยฝ้าย ซาลาเปา เป็นต้น

2.1.2 คุณลักษณะทั่วไปของแป้งสาลี (อรอนางค์, 2540)

1) สีของแป้ง (Color) สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว หากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแซนโทฟิลล์หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อในที่มีสีไม่ดี ดังนั้น แป้งที่โม่ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีก่อน

2) กำลังของแป้ง (Strength) หมายถึง พลังที่แป้งจะสามารถอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดีเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี

3) ความคงทนต่อสภาพต่างๆของแป้ง (Tolerance) หมายถึง ลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนานๆ ทนต่อการรีดและกระบวนการอื่นๆ โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาดฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่างนี้นี้มีความสมพันธ์โดยตรงต่อกลูเตน แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่างๆสูงจะหมกได้นานและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

4) ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (Hight water absorption) หมายถึง แป้งที่มีคุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ผลของการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มากากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บดีขึ้น

5) ความสม่ำเสมอของแป้ง (Uniformity) หมายถึง ความสม่ำเสมอของสี ขนาดของแป้ง และทั่วๆไป ถ้าขาดความสม่ำเสมอจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำแต่ละครั้งไม่เหมือนกันจึงควรมีการตรวจสอบก่อนที่จะทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง

2.1.3 คุณลักษณะทางเคมีของแป้งสาลี เมื่อนำข้าวสาลีมาบดเป็นแป้งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ และทางเคมี คือ การโม่แป้งเป็นสกัดส่วนเนื้อในของเมล็ดออกมา และบดเป็นแป้งละเอียด ซึ่งแป้งที่ได้จะประกอบด้วยองค์ระกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต (ได้แก่ สตาร์ชเป็นส่วนใหญ่) ไขมัน เอนไซม์ แร่ธาตุ วิตามินและสี องค์ประกอบมีปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการสกัดแป้งออกจากเมล็ดข้าวสาลี

1) คาร์โบไฮเดรต เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญและมีปริมาณมากที่สุดใน แป้งสาลี ซึ่งได้แก่ น้ำตาล สตาร์ช เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพนโทแซน น้ำตาลที่มีอยู่ในแป้งนี้มีในปริมาณน้อย แต่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลี เช่น การนำแป้งไปทำขนมปัง น้ำตาลอิสระในแป้งจะมีส่วนในการหมักของยีสต์ และการเปลี่ยนสีของขนมปังเป็นสีน้ำตาล (อรอนงค์, 2540)

สตาร์ช มีอยู่ในแป้งสาลีจะมีปริมาณมากที่สุด เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สตาร์ชจนเกิดเจลาทิไนซ์ (Gelatinization) อุณหภูมิของการข้นหนืดอยู่ระหว่าง 52-63 องศาเซลเซียส และเมื่อทิ้งไว้สตาร์ชจะข้นหนืดและใสและเมื่อเย็นตัวลงจะเกิดลักษณะขุ่นกลับคืน (กล้าณรงค์, 2542)

2) ไขมัน ไขมันในแป้งมีส่วนในการเก็บรักษาคุณค่าทางอาหารและลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้ในการเก็บรักษาเกี่ยวข้องกับกระบวนการออกซิเดชันที่ก่อให้เกิดการเหม็นหืน ไขมันประเภทที่มีประจุ (Polar ipids) รวมทั้งไขมันยึดเหนี่ยวกับสารอื่นมรส่วนให้เนื้อสัมผัสของขนมอบดีขึ้น ไขมันในแป้งมีส่วนช่วยให้เกิดการแทรกตัวร่วมกับโปรตีน ซึ่งขณะผสมจะเกิดเป็นลิพอโปรตีนขึ้นโดยฟอสฟอลิฟค ส่วนไขมันประเภทโพลาร์และไบโพลาร์มีส่วนเชื่อมคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนให้อยู่รวมกันเป็นเนื้อโต (อรอนงค์, 2540)

3) โปรตีน ไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) เกิดจากการรวมตัวของโปรตีนกับเพนโทแซน ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรดที่ละลายได้ในน้ำมีผลต่อคุณลักษณะการยืดหยุ่นของกลูเตน และการอุ้มก๊าซในขณะอบ โปรตีนชนิดต่างๆที่มีอยู่ในแป้งสาลีมีความสำคัญทั้งในด้านคุณค่าทางอาหารและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะในส่วนของไกลอะดินและกลูเตนินที่รวมตัวเป็นกลูเตน ซึ่งมีความยืดหยุ่นช่วยในการอุ้มก๊าซขณะอบของผลิตภัณฑ์ขนมอบ นอกจากนี้ โปรตีนบางชนิดยังมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของขนมอบ จากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไมอาศัยเอนไซม์ของกรดอะมิโนอิสระบางกลุ่มเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำตาลชนิดรีดิวซิ่ง (อรอนงค์, 2540)

2.1.4 คุณลักษณะทางกายภาพของแป้งสาลี กระบวนการโม่บด มีผลทำให้แป้งสาลีมีคุณลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่มีอยู่ในส่วนของเนื้อในเมล็ดข้าวสาลี เนื่องจากเกิดการลดขนาดของแป้งลงจากสภาพที่อยู่ในเมล็ด โดยทั่วไปแป้งที่บดได้จะมีขนาดต่างกัน ประกอบด้วยชิ้นส่วนของเนื้อเมล็ด 3 ลักษณะใหญ่ คือ ชิ้นโปรตีนอิสระ ชิ้นสตาร์ชอิสระ และส่วนของเนื้อแป้งที่อยู่รวมกัน และแบ่งขนาดของแป้งเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดละเอียด ขนาดปานกลาง และขนาดหยาบ แป้งที่บดจากข้าวสาลีชนิดแข็งจะหยาบกว่าแป้งที่บดจากแป้งสาลีชนิดอ่อน ขนาดของเม็ดแป้งยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนของแป้ง โดยแป้งขนาดละเอียดจะมีโปรตีนสูงกว่าขนากหยาบหยาบและขนาดปานกลางจะมีโปรตีนต่ำที่สุด สาเหตุที่แป้งขนาดปานกลางมีปริมาณโปตีนน้อย เนื่องจากเม็ดสตาร์ชขนาดใหญ่มีขนาดระหว่าง 20-35 ไมครอน มีจำนวนมากกว่าปริมาณของโปรตีน เม็ดสตาร์ชขนาดเล็ก จะมีขนาดระหว่าง 2-10 ไมครอน ซึ่งจะอยู่ในส่วนแป้งละเอียดมีจำนวนน้อยกว่าปริมาณโปรตีน สำหรับแป้งหยาบประกอบไปด้วยส่วนของเนื้อแป้งชิ้นใหญ่ขนาดมากกว่า 35-130 ไมครอน เป็นแป้งที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีทั้งเม็ดสตาร์ชและโปรตีนอยู่รวมกันทำให้มีปริมาณโปรตีนอยู่ในระดับปานกลาง (จิตธนาแลอรอนงค์, 2539)

**2.2 ข้าวไรซ์เบอรี่**

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Leardkamolkarn, et al., 2011) ข้าวอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีส่วนประกอบหลายอย่าง รวมทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุอาหาร (วิตามิน และ แร่ธาตุ) และเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งสารประกอบฟีนอล (Frei & Becker, 2004)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry) ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิล ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่ามีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูง กับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลักษณะเป็นข้าวเจ้า (Oryza sativa) สีม่วงเข้ม ผิวมันวาว รูปร่างเมล็ดเรียวยาว เมล็ดข้าวเมื่อหุงแล้วจะมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวมีความนุ่มนวลและยืดหยุ่นได้ไม่จำกัด ข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว โดยความร่วมมือจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พันธุ์ข้าวนี้ได้ จดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่แล้ว ห้ามนำไปขยายพันธุ์เชิงการค้าต่อ โดยไม่ได้รับอนุญาตจาก วช. และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ คือมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และโฟเลตสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง นอกจากนั้นใน ข้าวไรซ์เบอรี่ ยังพบสารแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ซึ่งเป็นสารประกอบไกลโคไซด์ หรือเอซิลไกลโคไซด์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟีนอล ทั้งนี้มีรายงานวิจัยพบว่า สารแอนโทไซยานิน เป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมีสรรพคุณทางยา และมีสมบัติต้านสารอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ป้องกันการเกิดมะเร็งโรงเบาหวาน โรคหลอดเลือด และโรคหัวใจ เป็นต้น สารอาหารสำคัญที่อยู่ในข้าวไรซ์เบอรี่ ประกอบด้วย

2.2.1 โอเมก้า 3 มีอยู่ 25.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.2.2 กรดไขมันจำเป็น มีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับและระบบประสาท ลดระดับคอเลสเตอรอล

2.2.3 ธาตุสังกะสี 31.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ช่วยสังเคราะห์โปรตีน สร้างคอลลาเจน รักษาสิว ป้องกันผมร่วง กระตุ้นรากผม

2.2.4 ธาตุเหล็ก 13-18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สร้างและจ่ายพลังงานในร่างกาย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ออกซิเจนในร่างกาย และสมอง

2.2.5 วิตามินอี 678 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ชะลอความแก่ ผิวพรรณสดใส ลดอัตราเสี่ยงของโรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือดสมองและหัวใจ ทำให้ปอดทำงานดีขึ้น

2.2.6 วิตามินบี 1 มีอยู่ 0.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำเป็นต่อการทำงานของสมอง ระบบประสาท ระบบย่อย ป้องกันโรคเหน็บชา

2.2.7 เบต้าแคโรทีน (สารตั้งต้นของวิตามินเอ) 63 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ชะลอความแก่ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง บำรุงสายตา

2.2.8 ลูทีน 84 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ป้องกันจอประสาทตาเสื่อม บำรุงการไหลเวียนของเลือดในเส้นเลือดฝอยที่หล่อเลี้ยงตา

2.2.9 โพลิฟีนอล 113.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระ ป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง ได้รับการยอมรับว่าเป็นสารเสริมสร้างสุขภาพ เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบหลอดเลือด ต้านมะเร็ง ต้านไขมัน และมีผลในการลดน้ำตาลในเลือด

2.2.10 แทนนิน 89.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แก้ท้องร่วง แก้บิด สมานแผล แผลเปื่อย

2.2.11 แกมมา โอไรซานอล 462 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ลดระดับคอเลสเตอรอล และ ไตรกลีเซอไรด์ในหลอดเลือด ทำให้เลือดหมุนเวียนไปเลี้ยงอวัยวะส่วนต่างๆ ได้อย่างเป็นปกติลดอัตราเสี่ยงของโรคหัวใจ เบาหวาน ความดันโลหิตสูง สมองเสื่อม (กองบรรณาธิการการเกษตร, 2557)

นอกจากนี้ เส้นใยอาหาร (Fiber) มีอยู่ปริมาณมากในข้าวไรซ์เบอร์รี่ ช่วยลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอล ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยระบบขับถ่าย ท้งนี้รำข้าวและน้ำมันรำข้าว ยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดี ซึ่งจากคุณสมบัติข้อนี้ นอกจากจะใช้รับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดี ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง ทางการแพทย์ยังนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนาบำบัดอีกด้วย (Leardkamolkarn et al., 2011)

**2.3 กลูเตน (Gluten**)

กลูเตนเป็นโปรตีนที่เกิดจากการรวมตัวของ กลูเตนิน (Glutenin) และ ไกลอะดิน (Gliadin) ในปริมาณใกล้เคียงกัน ปริมาณกลูเตนที่เกิดขึ้นนับว่าเป็นส่วนใหญ่ของโปรตีน (ร้อยละ 80-90) ในแป้งไกลอะดิน และ กลูเตนิน ก่อให้เกิดลักษณะโครงร่างของกลูเตนจากการนวดโด ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวของพันธะทางเคมีระหว่างกรดอะมิโนหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะโคเวเลนต์ (Covalent) พันธะอิออนิก (Ionic) และพันธะวานเดอร์วาลส์ (Vanderwaals) (อรอนงค์, 2532)

Mert et al., (2010) รายงานว่า กลูเตนเป็นสิ่งสำคัญในการกักเก็บก๊าซเอาไว้ซึ่งเป็นที่ต้องการต่อปริมาตรและลักษณะเนื้อสัมผัสของโด เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโครงร่างโปรตีนที่แข็งแรงซึ่งเป็นที่ต้องการในการรักษาความเหนียวของโด กลูเตนินและโปรลามิน (Prolamin) เป็นส่วนประกอบหลักในกลูเตน ในขณะที่โปรลามินจะให้ความเหนียวและความสามารถในการขยายตัว ของโด ส่วนกลูเตนินจะมีหน้าที่ให้คุณสมบัติยืดหยุนและเกาะติดกันของโด กลูเตนนั้นไม่ได้มีความสำคัญเพียงแคในเรื่องของลักษณะที่ปรากฏเท่านั้นแต่ยังมีส่วนช่วยในโครงร่างของเนื้อขนมปงที่ทำจากธัญพืชอีกด้วย กลูเตนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับคุณภาพทั้งหมดและโครงร่างของขนมปัง เช่นเดียวกับ Thompson และคณะ (2005) ไดนำเสนอว่า กลูเตนเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการเกิดโครงร่างโปรตีนสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ

ลักษณะพิเศษของกลูเตนนี้ทำให้แป้งสาลีเหมาะสมในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ดีกว่าแป้งชนิดอื่นที่ไม่มีกลูเตน หรือมีกลูเตนแต่สัดส่วนขององค์ปะกอบไมเหมาะสม เนื่องจากใน กระบวนการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้นส่วนใหญ่ต้องการการโครงร่างของกลูเตนที่แข็งแรง ยืดหยุ่น สามารถอุ้มก๊าซที่เกิดจากกระบวนการหมัก และคงรูปร่างเมื่อถูกความร้อนไดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเหนียวพอดี ซึ่งผู้บริโภคทั่วไปยอมรับโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของลักษณะพิเศษ คือ ไกลอะดิน และกลูเตนิน ไกลอะดินจะมีลักษณะเป็น Globular protein มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 30-75 กิโลดาลตัน (kDa) และโมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะไดซัลไฟด์ เป็นโปรตีนที่ละลายในเอทานอล ร้อยละ 70 มี คุณสมบัติเป็นตัวทำให้เกิดความเหนียวหนืด ของกลูเตน ส่วนกลูเตนิน มีลักษณะเป็นสายโมเลกุลยาวต่อกันด้วยหน่วยย่อยๆ มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 60-140 กิโลดาลตัน มาเชื่อมต่อกนด้วยพันธะไดซัลไฟด์ จนได้เป็นสายโมเลกุลขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากกว่า 2,000 กิโลดาลตันขึ้นไป เกิดเป็นโครงสร้างกลูเทนินโพลีเมอร์โดยมีกรดอะมิโน ย่อยๆมายึดเกาะกันเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเกลียว (α- helix) และตรงส่วนกลางของกลูเตนินจะมีกรดอะมิโนมายึดเกาะกันประมาณ 6-5 ชนิด เป็นโครงสร้างแบบแผ่น (β- sheet) ซึ่งกรดอะมิโนส่วนใหญ่จะเป็น ไกลซีน โพรลีน และกลูตามีน กลูเตนินสามารถละลายได้ในน้ำ สารละลายกรดอ่อนสารละลาย และสารละลายเอทานอล ร้อยละ 70 สมบัติของ กลูเตนิน คือ ทำให้เกิดความ ยืดหยุนคล้ายสปริง (Elastic properties) และมีคุณสมบัติในการเกาะติด (Cohesiveness)

กลูเตนจากข้าวสาลี นิยมนำมาใช้เป็นแหล่งโปตีนจากพืชเป็นอันดับสองรองจากโปรตีนถั่ว เหลือง ในแง่ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมา ปัจจุบันกำลังการผลิตกลูเตนจากข้าวสาลีมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ อย่างไรก็ตามมักจะนิยมนำเอากลูเตนไปใช้ในรูปของส่วนผสมอย่างหนึ่งในอาหารมากกว่าที่จะนำมาบริโภคโดยตรง ในปี ค.ศ. 1987 พบว่า ปริมาณการใช้กลูเตนจากข้าวสาลีในอุตสาหกรรมขนมอบถึง ร้อยละ 17 ในขณะที่ใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อเพียง ร้อยละ 5 และใช้ในลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายอาหารหารทะเล ร้อยละ 1 เท่านั้น

กระบวนการผลิตกลูเตนส่วนใหญ่เป็นกระบวนการแบบเปียก (Wet process) ซึ่งเป็น กระบวนการ ที่แยกเอาส่วนของสตาร์ชออกอกมาจากแป้งสาลี ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตกลูเตนซึ่งมีอยู่ 3 กระบวนการใหญ่ๆ ได้แก่ Dough system หรือ Batter process ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานโดยเป็นการละลายแป้งสาลีให้กระจายในน้ำปริมาณมากๆ เพื่อให้ส่วนของกลูเตนถูกแยกออกมาในลักษณะ curd และแยกเอากลูเตนที่ได้ออกจากน้ำแป้งโดยการกรองร่อน

ส่วนอีกวิธีหนึ่ง เรียกว่า การผลิตแบบมาร์ติน (Martin) ป็นวิธีที่ดีที่สุดในการแยกเอาส่วนของโด (Dough) ออกมาจากแป้งสาลีโดยการนวดแป้งและพ่นล้างด้วยน้ำน้ำเพื่อล้างเอาส่วนสตาร์ชออก และ Alkaline process โดยการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.03 นอร์มัล เพื่อแยกสตาร์ชและตกตะกอนโปรตีนกลูเตน ในกระบวนการผลิตเหล่านี้ กลูเตนที่ได้จะทำให้อยู่ในรูปผงแห้ง อาจใช้วิธีทำแห้งแบบแช่แข็ง ซึ่งไม่ทำให้กลูเตนเสียสภาพธรรมชาติและคงคุณสมบัติในการเกิดลักษณะที่ยืดหยุ่นและความสามารถในการอุ้มน้ำไว้มากที่สุด กลูเตนที่คงคุณสมบัติเหล่านี้อยู่ เรียกว่าVital Gluten

**2.4 โรคแพ้กลูเตน (Coeliac disease)**

โรคแพ้กลูเตน (Coeliac disease)คือ โรคที่เกี่ยวกับการย่อยไม่สมบูรณ์ ซึ่งเกิดจากลำไส้เล็กถูกทำลายมีลทำให้ลำไส้เล็กดูดซึมอาหารไปใช้ไม่ได้ สาเหตุเกิดจากการแพ้ไกลอะดินในกลูเตน ซึ่งพบในข้าวสาลี ข้าวไรด์ ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอต์ โดยู้ป่วยจะออกอาการเมื่อรับประทานอาหารที่มีกลูเตนเข้าไป ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายสร้างสารขึ้นมาต่อต้านซึ่งจะไปทำลายส่วนที่ใช้ดูดซึมอาหารในลำไส้เล็ก ทำให้ร่างกายดูดซึมสารอาหารเข้าสู่กระแสเลือดไม่ได้ อาการของโรคนี้โดยทั่วไป คือ ท้องบวมและปวด มีอาการท้องร่วงเรื้อรัง น้ำหนักลด อุจาระมีสีซีดและมีกลิ่นเหม็นเน่า โลหิตจาง เป็นตะคริว เหนื่อยง่าย มีแผลพุพองในปาก มีผื่นคันที่ผิวหนัง เรียกว่า Dermatitis herpetiformis สำหรับผู้หญิงประจำเดือนจะไม่มาเนื่องจากน้ำหนักลด

แนวทางในการรักษามีทางเดียวคือ หลีกเลี่ยงอาหารที่มีกลูเตน เพราะฉะนั้นจึงมีการคิดสูตรอาหารที่ปราศจากกลูเตนขึ้นมามากมาย โดยหนึ่งในนั้นคือ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบปราศจากกลูเตน ไดมีการพิจารณาใช้แป้งชนิดอื่นมาทดแทนแป้งสาลีที่มีกลูเตน เช่น แป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง แป้งฝรั่งและแป้งข้าวโพด โดยเฉพาะแป้งข้าวนั้นนิยมใช้มากในงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบปราศจากกลูเตน เพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสม คือ ปราศจากกลูเตน มีปริมาณโซเดียม , โปรตีน และไขมันน้อยนอกจากนี้ยังมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายเป็นปริมาณมากอีกด้วย ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่มีประโยชนต่อสุขภาพ

โรคภูมิแพ้กลูเตนเป็นความผิดปกติเรื้อรังของลำไสเล็ก มีสาเหตุมาจากกลูเตนที่มีผลเฉพาะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ต่อต้านกรดอะมิโนที่พบในโปรลามินของข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ และขาวไรย Demirkesen และคณะ (2010) ที่กล่าวว่า โรคภูมิแพ้กลูเตนเป็นความผิดปกติเกี่ยวกับการย่อย ซึ่งเป็นอันตรายต่อวิลไล (Villi) ในลำไส้เล็กที่มีหน้าที่ดูดซึมสารอาหาร เนื่องจากจะเกิดปฏิกิริยาการสร้างภูมิคุ้มกันต่อกลูเตน อาหารที่ปราศจากกลูเตน (gluten-free diet) จึงเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่เป็นโรคดังกล่าวโดยมีการวิจัยและพัฒนากันอย่างแพร่หลายถึงการนำแป้งที่ปราศจากกลูเตนมาผลิตเป็นอาหารที่ไม่มีกลูเตนเพื่อแทนที่แป้งสาลีในลิตภัณฑ์นั้นๆ

**2.5 ชิฟฟ่อนเค้ก**

เค้ก เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำมาจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมตัวกันแล้วจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามเค้กชนิดที่จะทำ คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพที่ดี มีวิธีการผสมที่ถูกต้อง อุณหภูมิของแป้ง ระยะเวลาที่อบ และอุณหภูมิที่ใช้อบถูกต้อง สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งเป็น 2 พวกด้วยกัน คือ พวกที่ทำไห้เกิดโครงสร้างของเค้กได้แก่ แป้ง ไข่ และนม ส่วนพวกที่ทำให้เค้กมีความนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไขมัน และผงฟู (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

เค้ก หมายถึง อาหารหวานที่มีลักษณะเนื้อนุ่ม นิ่ม ฟูตัว มีรสหวาน ทำมาจากแป้งสาลีชนิดอ่อน น้ำตาล ไขมัน ไข่ นม ผงฟู เกลือ และกลิ่นรส โดยส่วนผสมแต่ล่ะชนิดควรมีคุณภาพดี ผสมด้วยวิธีที่ถูกต้องตามประเภทของเค้ก และมีปริมาณส่วนผสมแต่ล่ะชนิดในสูตรสมดุลจึงทำให้เค้กมีลักษณะตรงตามชนิดของเค้กที่ต้องการ (อรอนงค์, 2532)

**2.5.1 ประเภทของเค้ก**

ชิฟฟ่อนเค้ก (Chiffon-type cake) เป็นเค้กที่มีลักษณะของการรวมตัวของเค้กเนยและเค้กไข่ คือมีโครงสร้างที่ละเอียดของเค้กไข่ และมีเนื้อที่มันเงาของเค้กเนย ต่างจากเค้กเนยโดย ชิฟฟ่อนเค้กใช้น้ำมันพืชผสมแทนเนยขาวหรือมาร์การีนในเค้กเนยและวิธีการผสม

**2.5.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้ก**

1)แป้งสาลี เป็นโครงสร้างของเค้ก และเป็นตัวช่วยร่วมส่วนผสมอื่นๆ ให้เข้ากัน แป้งสาลีที่ใช้ในการทำเค้กส่วนใหญ่โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อน และมีปริมาณโปรตีนต่ำร้อยล่ะ 7-9 ผงแป้งละเอียดและได้ผ่านการฟอกสีอย่างดี เหมาะที่จะใช้สำหรับทำแป้งเค้ก แป้งที่ได้รับการฟอกแล้วจะสามารถดูดน้ำตาล น้ำและไขมันได้มากกว่าแป้งที่ไม่ได้รับการฟอก ความเป็นกรดของแป้ง เค้กควรมี pH 5.2 (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

**ตารางที่ 2.1** องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลีโดยเฉลี่ย (ร้อยละ)

|  |  |
| --- | --- |
| **องค์ประกอบทางเคมี** | **ร้อยละ** |
| เถ้า | 1.8 |
| โปรตีน | 12.0 |
| ไขมัน | 2.1 |
| เส้นใย | 2.5 |
| ความชื้น | 12.0 |
| คาร์โบไฮเดรต | 69.6 |

**ที่มา** : Yeshajahu Pomeranz and J.A.Shellenberger, (1971)

2) น้ำตาล เป็นตัวช่วยให้เค้กมีความนุ่มและหวาน เพราะน้ำตาลเป็นผลทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัว ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของเค้ก และช่วยให้เค้กมีคุณภาพในการเก็บดีขึ้นเนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นได้ดี ในการทำเค้กควรใช้น้ำตาลชนิดละเอียด เพื่อที่จะละลายได้อย่างสมบูรณ์ในการผสม ปัจจัยที่ทำให้น้ำตาลละลายมีอยู่ 4 ประการคือ 1) เวลาที่ใช้ผสม 2) อุณหภูมิในระหว่างการผสม 3) ขนาดของเมล็ดน้ำตาล 4) ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสม

3) เกลือ นอกจากจะช่วยเน้นในส่วนผสมของรสชาติอื่นๆให้เด่นชัดแล้ว เกลือยังช่วยให้เค้กมีความแข็งขึ้น เพราะเกลือมีผลต่อกลูเตนของแป้ง จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวช่วยโครงสร้างของเค้กอิกด้วย (จิตธนา และอรอนงค์, 2523)

4) ไขมัน ไขมันและน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมัน (Fatty acid) 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งมีกรดไขมันหนึ่งชนิดหรือมากกว่าหนึ่งชนิดจะรวมตัวกับโมเลกลุของกลีเซอรอลเพื่อใช้ในการทำเบเกอรี่ได้มาจากไขมันพืชและไขมันสัตว์ เช่น ไขมันจากสัตว์ ได้แก่ ไขมันเนย (จากนม) ไขมันปลา ไขมันจากพืช ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว ปาล์ม จากเมล็ดพืชต่างๆ เช่น ถั่วต่างๆ (ทิพวรรณ, 2533) หน้าที่ของไขมันในส่วนผสมเค้กคือ ช่วยเก็บอากาศในขณะที่ตีในส่วนผสม ช่วยให้ขึ้นฟูช่วยในการแทรกตัวระหว่างโปรตีนและสตาร์ซ ทำให้เนื้อเนียน ลื่น ซึ่งมีผลต่อความนุ่นของเนื้อเค้ก และถ้าไขมันที่ใช้มีคุณภาพเป็นอิมัลชันไฟเออร์ก็จะช่วยใช้ให้ส่วนผสมเป็นของเหลวเข้ากับส่วนผสมอื่นได้ดีจึงทำให้เค้กมีความชุ่มฉ่ำ และอ่อนนุ่มตัวดี เนื่องจากมีฟองอากาศในเนื้อเค้กขนาดเล็กและสม่ำเสมอ (อรอนงค์,2532)

5) ไข่ ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนมากจะใช้ไข่ไก่ เป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพง และมีความสำคัญมากในการทำผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะพวกขนมเค้กและขนมปังหวานที่มีสูตรเข้มข้น ไข่ที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ขนมอบจะใช้ไข่ขนาดกลางมีน้ำหนัก 1 ฟองเท่ากับ 50 กรัม ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์มีอยู่ 4 ชนิด คือ

5.1 ไข่สด (Fresh egg) หมายถึง ไข่ที่ยังอยู่ในเปลือก

5.2 ไข่เหลว (Liquld egg) หมายถึง ไข่ที่ตกออกจากเปลือกแล้ว แลบรรจุในกระป๋อง ซึ่งจากไข่เหลวก็จะนำไปแช่เยือกแข็งหรือนำไปทำเป็นซึ่งการถนอมอาหารไว้ให้ได้ใช้นานๆ

5.3 ไข่แดง ส่วนใหญ่เป็นของแข็งประกอบด้วยไขมัน สารที่เป็นไขมันส่วนใหญ่จะอยู่มนรูปแขวนลอยที่ละเอียด ในไข่แดงจะมีไขมันเลซิทินซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ไขมันมีคุณสมบัติเป็นอิมัลชิไฟด์ และเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียเกิดขึ้นได้เมื่อเก็บไข่ไว้ในที่ที่อุณหภูมิสูง จะมีอยู่ระหว่างร้อยละ 7 และ 10 ของปริมาณไข่ทั้งหมด ไข่แดงใช้ในการทำครีมและช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีราคาสูงขึ้นแม้ว่า ไข่แดงจะมีลักษณะกึ่งแข็งทั้งหมด แต่มีน้ำอยู่เกือบ 50 เปอร์เซ็นต์

5.4 ไข่ขาว มีน้ำอยู่ถึง 86 เปอร์เซ็นต์ ไข่ขาวมีลักษณะเป็นเจล ซึ่งมีคุณลักษณะของโปรตีนอีกชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในไข่ขาวได้แก่ โอวัลบูมิน (Ovalbumin) จะตกตะกอนรวมตัวกันและเป็นตัวที่เกี่ยวข้องกับการคงตัวแข็ง (Coagulate) เมื่อถูกความร้อนและจากการตีแรงๆและเร็วๆ (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

6) สารที่ทำให้ผลิตขึ้นฟู สารที่ช่วยให้ขนมขึ้นฟู ที่นิยมใช้ในการทำเค้ก ได้แก่ ผงฟู เป็นตัวที่ใช้ก๊าชคาร์บอนไดออกไซด์ ผงฟูที่ใช้มี 2 ชนิดด้วยกันคือ

6.1 ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาเร็วหรือเกิดขึ้นเดียว (Single action หรือ fast action) เนื่องจากกรดในส่วนผสมละลายน้ำหรือของเหลวขณะเย็น และทำให้เกิดก๊าชอย่างรวดเร็วในทันทีขณะที่ผสม ดั้งนั้นจึงต้องรีบนำส่วนผสมเข้าเตาอบทันที เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของก๊าชคาร์บอนไดออกไซด์จากส่วนผสม เค้กที่ได้จากผงฟูชนิดนี้จึงขึ้นฟูมามากนัก

6.2 ผงฟูเกิดปฏิกิริยาช้าหรือเกิดปฏิกิริยาสองครั้ง (Double acting หรือ Slow action) จะมีการสร้างก๊าชสองครั้ง ครั้งแรกจะเกิดก๊าชอย่างรวดเร็วในขณะผสมและเกิดก๊าชอิกครั้งเมื่อส่วนผสมอยู่ในเตาอบเค้กที่ได้จึงขึ้นฟูดีกว่าผงฟูปฏิกิริยาเร็ว (วัฒนี, 2544)

7) น้ำ นอกจากแป้งจะเป็นส่วนผสมหลักในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แล้ว วัตถุดิบที่สำคัญรองลงมา คือ น้ำ ซึ่งถ้าปราศจากน้ำ การผลิตขนมปังหรือการทำผลิตภัณฑ์อีกหลายๆอย่างจะเกิดขึ้นไม่ได้ น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นอาจเป็นน้ำทั่วๆไป หรือเป็นน้ำที่ทีอยู่ในนม หรือน้ำผลไม้ก็ได้ คือเป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

ลักษณะฟองอากาศและการขึ้นฟูของส่วนผสม มีผลต่อความถ่วงจำเพาะ(Specific garvition) ของส่วนผสม โดยถ้าส่วนผสมใช้ไขมันเหลว จะทำให้ส่วนผสมเค้กมีความถ่วงจำเพาะ ประมาณ 0.750–0.775 แต่ถ้าในส่วนผสมใช้ไขมันแข็ง เช่น เนยขาว จะมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.800–0.850 ซึ่งความเหมาะสมของค่าความถ่วงจำเพาะของเค้กนั้นจะแตกต่างกันตามประเภทของเค้กและเราสามารถตรวจสอบลักษณะของส่วนผสมเค้กในขณะผลิตได้ โดยการวัดความถ่วงจำเพาะนี้เพราะมีความสัมพันธ์ตรงกับปริมาตร ความนุ่มของเนื้อเค้ก ลักษณะเนื้อสัมผัสเค้ก และรูปร่างของเค้กด้วย โดยถ้ามีความถ่วงจำเพาะต่ำแสดงส่วนผสมเบาให้ปริมาตรมาก เค้กจะนุ่มมากเนื้อสัมผัสนิ่ม เค้กจะมีรูปพองฟูและยุบง่าย (ทัณฑิมา, 2545)

**2.5.3 การผสมเค้ก**

ในการทำเค้กเมื่อผู้ปฏิบัติหรือผู้ผลิตพิจารณาและเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพแล้วลำดับต่อไปผู้ปฏิบัติหรือผู้ผลิตจะต้องเรียนรู้วิธีการผสมเค้กให้ได้คุณภาพที่ดีซึ่งมีข้อพิจารณาดังนี้

1) วิธีการผสมแบบชิฟฟ่อน (Shiffon-Method) ชิฟฟ่อนเค้กเป็นเค้กที่มีส่วนผสมของไข่ และน้ำมัน เนื้อเค้กจึงมีความฟูเบาและมัน ส่วนผสมของชิพฟอนเค้กประกอบด้วยส่วนผสม 2 ส่วน ได้แก่

1.1 การเตรียมส่วนผสมที่เป็นบัตเตอร์โดยนำไข่แดงที่แยกออกมาจากไข่ขาวมาผสมกับเกลือน้ำเปล่า น้ำมันพืช น้ำตาลส่วนที่1 คนจนน้ำตาลละลายถ้าต้องการกลิ่นรสหรือ ต้องการเติมน้ำผลไม้ให้ใส่ในขั้นตอนนี้แล้วเติมแป้งคนจนส่วนผสมเข้ากันดีถ้าส่วนผสมเป็นเม็ดแป้งให้กรองด้วยกระชอนอีกครั้งและการทำในปริมาณมากเพื่อไม่ให้เม็ดแป้งเกาะกันควรป้องกันโดยใช้วิธีนำน้ำตาลไปเคล้ากับแป้งที่ผสมผงฟูแล้วน้ำตาลจะช่วยกระจายเม็ดแป้งไม่ให้เกาะตัวกันเป็นเม็ด

1.2 การเตรียมส่วนผสมที่เป็นโฟม โดยนำไข่ขาวและครีมออฟทาร์ทาร์มาผสมรวมกันแล้วตีให้เป็นฟองหยาบๆ เติมน้ำตาลในส่วนที่ 2 ตีด้วยความเร็วสูงจนไข่ขาวตั้งยอดแต่ไม่แห้งมากถ้าตีไข่ขาวจนมียอดแข็งเกินไป จะทำให้การห่อหุ้มฟองอากาศสลายตัวได้ง่ายและขนมที่ได้จะมีขนาดเล็กกว่าปกติหลังจากนั้นเทส่วนผสมที่เป็นแบตเตอร์ใส่ลงไปในโฟม คนให้เข้ากันตักใส่พิมพ์นำเข้าเตาอบ

เทคนิคในการผสมแบบชิฟฟ่อน ควรระมัดระวังความสะอาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมไม่ควรให้มีไขมันติดหรืออุปกรณ์ที่ใช้ต้องปราศจากไขมัน เพราะจะทำให้การตีไข่ขาวทำได้ลำบากและอาจจะทำให้ไข่ขาวไม่ขึ้นฟูเพราะไขมันจะทำให้ฟองอากาศที่ขึ้นฟูแตกตัวสลายไปหมดการเลือก ไข่ไก่ควรเลือกไข่ที่มีลักษณะสดใหม่อุณหภูมิของไข่ขาวควรอยู่ในช่วง 18 – 24 องศาเซลเซียส หรือ 65 -75 องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าไข่ขาวเย็นเกินไปจะทำให้เนื้อขนมมีความแน่นและได้ปริมาตรของขนมน้อย นอกจากนี้ถ้าไข่ขาวอุ่นหรือมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติเซลล์ขนมจะเปิดและมีเซลล์ขนาดใหญ่ เค้กที่ได้มีลักษณะของเนื้อเค้กหยาบ ซึ่งเป็นลักษณะของเค้กที่ไม่มีคุณภาพ

**2.5.4 การเตรียมพิมพ์สำหรับอบชิฟฟ่อน**

การทำเค้กเมื่อทำการผสมเค้กเสร็จแล้วสิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาอีกประการหนึ่งก็คือพิมพ์ที่ใช้บรรจุส่วนผสมเพื่อนำเข้าเตาอบเนื่องจากส่วนผสมในการทำเค้กส่วนใหญ่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ คุณสมบัติประการหนึ่งของไขมัน คือ การดูดกลิ่นอาหาร ซึ่งทำให้มีผลต่อการเลือกใช้ภาชนะหรือพิมพ์ที่ใช้ในการอบขนม ถ้าพิมพ์ขนมไม่สะอาดจะทำให้เค้กที่อบเสร็จแล้วมีกลิ่นไม่ดีและทำให้เกิดราได้ง่ายขนาดของพิมพ์ควรพอดีกบปริมาตรของเนื้อเค้กที่เผื่อการขยายตัวของส่วนผสมด้วยเค้กเนยส่วนใหญ่ต้องการให้ความร้อนเข้าถึงเนื้อข้างในเค้กจึงควรเลือกพิมพ์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางกว้างและขอบพิมพ์ไม่สูงจนเกินไป ส่วนการเลือกพิมพ์สำหรับเค้กที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลักควรเลือกพิมพ์ขนมที่มีปล่องตรงกลาง (Tube Pan)

การเลือกใช้พิมพ์โลหะผิวมัน เช่น พิมพ์อะลูมิเนียมที่มีผิวมัน ความมันของผิวจะสะท้อนความร้อนออกช่วยให้ได้เค้กที่นุ่ม และผิวด้านนอกหรือเปลือกขนม (Crust) มีสีน้ำตาลอ่อนพิมพ์ที่มีสีเข้มจะทำให้ผิวด้านนอกของขนมหนาและมีสีเข้ม และถ้าใช้พิมพ์ผิวมันมากเกินไป เช่น พิมพ์ที่ทำจาก สแตนเลส ผิวของพิมพ์มีความมัน วาว ทำให้สะท้อนความร้อนออกมามากเวลาอบขนมผิวขนมจะซีดไม่สวยและจะต้องใช้เวลาในการอบนานขึ้น

**2.5.5 การอบชิฟฟ่อน**

หลังจากที่เตรียมพิมพ์สำหรับอบเค้กเสร็จแล้วข้อควรพิจารณาในลำดับต่อไปได้แก่วิธีการอบเค้กแต่ละชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับความแตกต่างของเค้กแต่ละชนิดขนาดของพิมพ์ที่เลือกใช้และความร้อนที่ใช้ในการทำให้ขนมสุก สิ่งที่ควรพิจารณามี ดังนี้

1) เค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลักเช่น เค้กเนยเมื่อผสมเสร็จแล้วควรนำเข้าเตาอบโดยเร็ว ที่สุดเพราะถ้ารอนานจะทำให้ผงฟูทำปฏิกิริยากับของเหลว และผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ถ้าช่วงเวลาในการรออบนานการสูญเสียก๊าซที่ช่วยให้ขนมขึ้นฟูจะมีมากเมื่ออบเสร็จแล้วขนมที่ได้จะมีเนื้อหยาบและมีปริมาตรน้อย

2) ขนาดของพิมพ์ที่ใช้อบถ้าเป็นเค้กที่มีความบางหรือต้องการทำเค้กชิ้นใช้เวลาอบ ประมาณ 15-20 นาที เค้กที่ใส่ถ้วยจะอบประมาณ 20-40 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด และความจุในเตาอบด้วยเช่นกัน

3) เค้กที่ไม่มีไขมันหรือเค้กไข่ เค้กชนิดนี้จะอบในถาดที่ไม่ทาไขมัน หรือถ้าต้องการทาไขมันจะใช้ปริมาณน้อยมาก ส่วนผสมที่ใส่ในถาดจะใส่ประมาณครึ่งถาดเพื่อให้ขนมเค้กได้มีเนื้อที่ขยายตัวเค้กไข่ใช้อุณหภูมิในการอบสูงเนื่องจากเนื้อขนมโปร่งและสุกได้ง่ายอุณหภูมิที่ใช้อบอยู่ ในช่วง 204 -232 องศาเซลเซียส หรือ 420-450 องศาฟาเรนไฮต์

4) การอบแองเจิลฟุ๊ดเค้ก ควรเผื่อเนื้อที่สำหรับการขยายตัวของส่วนผสมประมาณหนึ่ง เท่าตัวโดยเฉพาะการขยายทางด้านบนหรือในส่วนของความสูง

5) การอบสปันจ์เค้ก ตำรับเข้มข้นที่มีปริมาณไขมันมากใช้อุณหภูมิในการอบประมาณ 175 -195 องศาเซลเซียส หรือ 340-380 องศาฟาเรนไฮต์

6) การอบชิฟฟ่อนเค้กที่มีการอบในพิมพ์ที่มีปล่องตรงกลางใช้อุณหภูมิในการอบประมาณ 170-175 องศาเซลเซียส หรือ 340-350 องศาฟาเรนไฮต์ และสำหรับพิมพ์ทั่วไปให้ใช้อุณหภูมิประมาณ 204-232 องศาเซลเซียส หรือ 420-450 องศาฟาเรนไฮต์ และถ้าต้องการนำชิฟฟ่อนเค้กไปทำเค้กม้วน เช่น แยมโรลและครีมโรล จะใช้อุณหภูมิในการอบประมาณ 380-400 องศาฟาเรนไฮต์

**2.5.6 การตรวจสอบการสุกของชิฟฟ่อน**

เค้กที่อบในอุณหภูมิไม่พอดีและระยะเวลาในการอบไม่ได้ที่เนื้อเค้กจะมีลักษณะแฉะสีซีด รวมทั้งมีรส และกลิ่นของแป้งดิบในทางตรงกันข้าม ถ้าเค้กที่อบนานเกินไปผิวด้านนอกของเค้กมีสีน้ำตาลเข้ม และมีโอกาสติดพิมพ์สูง ดังนั้น การตรวจสอบการสุกของเค้กควรเริ่มต้นตรวจสอบตามเวลาที่ระบุไว้ในแต่ละตำรับ ถ้ายังไม่ได้ที่ให้ตรวจสอบครั้งที่ 2 โดยรอให้มีเวลาในการตรวจสอบห่างกัน 1 นาทีและสามารถตรวจสอบได้อีก 1 นาทีถัดไป ชิพฟอนเค้ก ใช้วิธีการตรวจสอบเหมือนเค้กไข่และใช้ไม้แหลมๆ ตรวจสอบอีกครั้งรวมทั้งการสังเกตสีของผิวด้านนอกรอบๆ ตัวเค้กจะเห็นสีของผิวด้านนอกมีสีเข้ม แสดงว่าเค้กอบสุกแล้ว

**2.5.7 สาเหตุและข้อผิดพลาดในการทำชิฟฟ่อน**

ในการทำเค้กแต่ละครั้งผู้ปฏิบัติหรือผู้ผลิตอาจพบปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติเนื่องจากการใช้วัตถุดิบในแต่ละครั้งอาจมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอและไม่อาจทราบได้ว่าลักษณะของ วัตถุดิบที่ใช้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีหรือไม่ เช่น การใช้ไข่บางครั้งไม่สามารถจะวินิจฉัยได้ว่าไข่ขาว และไข่แดงที่อยู่ในเปลือกไข่มีคุณภาพดีที่สุด หรือการเลือกใช้แป้งแต่ละยี่ห้อก็มีผลต่อการทำเค้ก เช่นกัน การเลือกใช้เตาอบโดยที่ไม่มีการตรวจวัดระดับความร้อนให้คงที่อาจส่งผลให้เค้กที่อบเสร็จแล้วมีสีไม่สม่ำเสมอ

จิตธนา และอรอนงค์ (2539) มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ ปัญหาและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการทำเค้ก ดังนี้

1) การเกิดรอยริ้ว (Streaks) รอยริ้วที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นริ้วๆ ในเนื้อเค้กมีสาเหตุหลาย ประการด้วยกัน ดังนี้

1.1 การผสมไม่เพียงพอโดยเฉพาะขั้นตอนของการผสมแป้งกับส่วนผสมอื่นๆ

1.2 การใช้พายยางปาดส่วนผสมที่ติดอยู่ด้านข้างและส่วนใต้ชามผสมในขณะผสม ทำได้ไม่ทั่วถึงจึงทำให้มีส่วนผสมบางจุดไม่เข้ากัน

1.3 การใช้ผงฟูที่มีกำลังการผลิตก๊าซต่ำ หรือผงฟูที่ใช้คุณภาพต่ำหรือเสื่อมสภาพ

1.4 การใช้แป้งที่มีกำลังต่ำไม่สามารถอุ้มหรือพยุงส่วนผสมอื่นๆ ให้อยู่ตัวได้ดีในขณะเดียวกันถึงแม้ว่าจะใช้แป้งที่มีกำลังสูงแต่ถ้าไม่ถูกต้องก็จะเกิดปัญหาแบบนี้เช่นกัน

2) เค้กหน้าแตก (Cauliflower Tops) มีหลายสาเหตุด้วยกัน

2.1 แป้งแข็งเกินไป

2.2 ผสมนานเกินไปทำให้เกิดกลูเตนขึ้น

2.3 เตาอบร้อนเกินไปทำให้ผิวด้านนอกแข็งอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เนื้อเค้กภายใน เริ่มขยายตัวดันขึ้นข้างบน จึงทำให้หน้าแตกมีลักษณะคล้ายดอกกะหล่ำปลีได้

3) รอยแป้งดิบในเค้กและรอยเส้นวงแหวน (Patches and Seams) รอยนี้จะเกิดขึ้นที่ตรง กลางใต้ผิวหน้าเค้กอาจเกิดขึ้นได้จากสาเหตุต่อไปนี้

3.1 เวลาอบเค้กน้อยเกินไป ซึ่งบริเวณตรงกลางของเค้กนั้นเป็นส่วนสุดท้ายของเค้ก ที่จะสุกและรอยแป้งดิบนี้ก็จะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าระยะเวลาในการอบไม่เพียงพอ

3.2 ลักษณะของวงแหวนที่เกิดขึ้นในโครงสร้างของเนื้อในเค้กจะเป็นตัวชี้วัดให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการอบ เป็นผลทำให้บางส่วนของเนื้อในเค้กที่ยัง ไม่สุกเต็มที่ล้มลงได้เพราะเค้กจะสุกต่อเมื่อความร้อนกระจายไปถึงส่วนกลางของเค้กเท่านั้น

4. เค้กเป็นโพรง (Holes) อาจเกิดขึ้นจากสาเหตุต่อไปนี้

4.1 ตำรับไม่สมดุล หรือไม่ได้มาตรฐาน เพราะกำลังและโครงสร้างของวัตถุดิบมีอยู่ ในอัตราส่วนที่มากเกินไปและไม่ได้สัดส่วนที่พอดี

4.2 ใช้แป้งชนิดแข็ง ที่มีประมาณโปรตีนมากเกินไป

4.3 ผสมนานเกินไปทำให้เกิดกลูเตนขึ้นได้

4.4 โครงสร้างของเค้กแข็งเกินไป จะทำให้เกิดแรงต้านต่อการขยายตัวขึ้นภายในเค้ก เป็นผลให้เกิดการทำลายโครงสร้างของเค้กในทิศทางด้านบนของก้อนเค้กทำให้รูภายในเนื้อเค้กลักษณะเป็นโพรง

5) ผลไม้จมอยู่ใต้ก้อนเค้ก อาจเกิดขึ้นจากสาเหตุต่อไปนี้

5.1 ส่วนผสมของเค้กไม่คงตัวพอที่จะพยุงน้ำหนักของผลไม้ที่ใส่ลงไปได้

5.2 ชนิดของผลไม้ที่ใส่อาจจะไม่เหมาะกับความคงตัวของส่วนผสม เช่น ส่วนผสมที่สามารถพยุงลูกเกดได้อาจจะไม่สามารถพยุงลูกเชอร์รี่ได้

จากสาเหตุและปัญหาที่พบในระหว่างการทำเค้ก ทำให้ทราบว่าเมื่อลงมือปฏิบัตินั้น ผู้ปฏิบัติจะต้องมีความสังเกต และมีความละเอียดในการปฏิบัติทุกขั้นตอนและเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นควรพิจารณาถึงสาเหตุแต่ละขั้นตอน และทำการแก้ไขโดยอาศัยหลักการทฤษฎีเข้ามาประกอบการ วินิจฉัยปัญหาที่เกิดขึ้น วิธีการแก้ไขอีกวิธีหนึ่งก็คือ การพิจารณาถึงสัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้กที่มีสัดส่วนที่เหมาะสมถูกต้อง ซึ่งเราเรียกว่า ตำรับมาตรฐาน (Standard Recipe) การมีตำรับ มาตรฐานที่ถูกต้องช่วยให้เราทำเค้กได้ถูกต้องและช่วยลดปัญหาที่ตามมาอีกทั้งยังช่วยให้ไม่สิ้นเปลืองงบประมาณในการทำที่ต้องลองผิดลองถูก หรือต้องทำหลายๆ ครั้ง เพื่อแก้ปัญหาในการทำผิดพลาด

**2.5.8 เทคนิคการทำเค้ก**

เค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีรสชาติและมีลักษณะน่ารับประทาน เค้กบางชนิดมีวิธีทำที่ไม่ ยากแต่เค้กบางชนิดต้องอาศัยผู้ทำที่มีประสบการณ์และความชำนาญรวมทั้งต้องเรียนรู้และศึกหาเทคนิคในการทำอยู่เสมอเทคนิคการทำเค้กที่สำคัญมี ดังนี้

1) ควรร่อนแป้งทุกครั้งก่อนใช้ ในสมัยก่อนผู้ปฏิบัติต้องร่อนแป้งถึง 3 ครั้ง เพื่อให้ส่วนผสม เข้ากันดีแต่ในปัจจุบันตะแกรงร่อนแป้งมีความละเอียดและมีคุณภาพดีกว่าเดิมจึงร่อนแป้งเพียงครั้ง เดียวเพื่อให้อากาศแทรกเข้าไประหว่างเนื้อแป้งและทำให้แป้งฟูเบา ช่วยให้แป้งที่จับตัวเป็นก้อนแยกตัวออกจากแป้งที่ร่อนแล้วกับแป้งที่ยังไม่ได้ร่อน แม้จะมีปริมาณเท่ากันแต่หนักไม่เท่ากันแป้ง ที่ร่อนจะเบากว่าแป้งที่ยังไม่ได้ร่อน ดังนั้นในปัจจุบัน จึงนิยมใช้การชั่งมากกว่าการตวง เมื่อทำการชั่งแป้งแล้วจะต้องร่อนแป้งทุกครั้งเช่นเดียวกัน

2) การเลือกใช้เนยสดหรือเนยเทียม ควรมีข้อพิจารณาประกอบการตัดสินใจกล่าวคือถ้า เลือกใช้เนยสดและต้องการจะตีหรือคนได้โดยง่ายควรนำออกมาจากตู้เย็นก่อนนำมาใช้แต่ไม่ควรนำไปตั้งไฟเพื่อเร่งให้เนยอ่อนตัวเร็วขึ้นหรือไม่ควรนำออกมาจากตูเย็นแล้ววางทิ้งไว้นานเกินไป เพราะจะทำให้เนยสดละลายและเหลวเกินไป ซึ่งไม่สามารถตีให้ขึ้นฟูได้ถ้าเลือกใช้เนยเทียม สามารถนำเนยเทียมมาตีให้ขึ้นฟูได้ทันทีเพราะเนยเทียมไม่ต้องเก็บในตู้เย็นเหมือนเนยสด

3) ในกรณีการทำเค้กที่มีปริมาณน้ำตาลมาก นิยมตีแป้งและเนยก่อนจึงเติมส่วนผสมอื่นๆ สำหรับน้ำตาลทรายควรละลายในส่วนผสมที่เป็นของเหลวก่อนแล้วจึงเติมลงในส่วนผสม เพราะจะทำให้ผิวด้านนอกของเค้กที่อบแล้วนุ่มขึ้น

4) การตีส่วนผสมเค้กชนิดที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลักควรใช้พายยางปาดข้างอ่างผสมและหัวตีเสมอๆ เพื่อช่วยให้ส่วนผสมเข้ากันได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้เพราะเนยมักจะกระเด็นติดตามข้างอ่างผสม และหัวตีไม่รวมกับส่วนผสมอื่นๆ นอกจากนี้ควรหยุดเครื่องตีก่อนแล้วจึงใช้พายปาดทุกครั้ง

5) การเติมไข่หรือส่วนผสมที่เป็นของเหลวค่อยๆ เติมลงไปทีละน้อยหรือแบ่งเติมไปทีละส่วน ไม่ควรใส่หมดในคราวเดียวกันทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ไขมันแยกตัวออกจากส่วนผสมซึ่งทำให้เค้กที่ได้มีปริมาตรเล็กและเนื้อขนมมีลักษณะไม่ดี

6) ในการทำเค้กในช่วงสุดท้ายเป็นการผสมนมหรือของเหลวอื่นๆ ลงสลับกันไปโดยใส่แป้งเป็นส่วนผสมสุดท้ายเพื่อให้แป้งดูดซึมของเหลวบางส่วนไว้และป้องกันการแยกตัวของไขมันในส่วนผสมอื่นอีกด้วย

7) ไข่ไก่ที่เลือกใช้ควรเลือกไข่ไก่ที่สดโดยเฉพาะในการทำสปันจ์เค้กหรือชิฟฟ่อนเค้กมีวิธีการทดสอบโดยต่อยไข่ใส่จาน ถ้าไข่สดไข่ขาวจะข้นและไข่แดงรวมตัวเป็นก้อนกลมไม่เหลวหรือแตกง่าย

8) ในการทำเค้กชนิดที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก ควรร่อนแป้งลงในส่วนผสมอื่นๆ ก่อนหรือใช้วิธีตะล่อมแป้งให้เข้ากันทีละน้อย เพราะจะทำให้แป้งค่อยๆ ดูดซึมของเหลวและไม่จับตัวเป็นก้อน ทำให้ผสมให้เข้ากันได้มากขึ้น โดยใช้หัวตีรูปตระกร้อหรือตระกร้อมือในการผสมแป้งให้เข้ากัน

9) ในการตีไข่ขาว สำหรับเค้กชนิดที่ต้องตีไข่ขาวให้ขึ้นฟูควรตีด้วยความเร็วสูงจนไข่เริ่มตั้งยอดอ่อนจึงเติมน้ำตาลลงทีละน้อยและเมื่อส่วนผสมของไข่ขาวและน้ำตาลเริ่มฟูเป็นฟองข้นจึงลดความเร็วลงใช้ความเร็วปานกลางเพื่อให้ฟองอากาศยังคงอยู่ในส่วนผสมและทำให้ฟองอากาศมีความเนียน ละเอียด มันวาว ข้อควรระวังในการตีไข่ขาว คือ อุปกรณ์เครื่องใช้ทุกอยางเช่นอ่างผสม หัวตีและพายยางจะต้องสะอาดไม่เปื้อนไขมันหรือไข่แดง

10) ในการอบเค้กทุกชนิดควรจุดเตาอบให้อุณหภูมิของเตาอบมีความร้อนตามต้องการแต่ การอบเค้กจะให้มีลักษณะดีสีเหลือง สม่ำเสมอผู้ปฏิบัติต้องศึกษาลักษณะของเตาอบและวิธีการใช้ เตาอบนั้นๆ จนเกิดความเคยชินว่าไฟร้อน ไฟอ่อนทางด้านใดบ้าง มีการระบายอากาศหรือลมเข้า ออกได้หรือไม่โดยเฉพาะเตาอบแก๊ส ต้องอาศัยความชำนาญในการอบมากการอบเค้กไม่นิยมเปิดไฟบนแรงกวาไฟล่าง เพราะจะทำให้เค้กมีแรงดันที่จะทำให้ขนมขึ้นฟูน้อยและหน้าขนมแห้งมี โอกาสไหม้ได้ง่าย

11) ในการอบเค้กควรวางพิมพ์ขนมให้อยู่กึ่งกลางเตาอบให้มากที่สุดเมื่อต้องการอบพร้อม กันสองพิมพ์หรือมากกว่านั้น ควรจัดวางพิมพ์ให้ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว ไม่ควรวางพิมพ์ขนมชิดกัน หรือติดผนังเตาอบ ถ้าต้องการอบทั้งสองชั้น ก็ควรวางพิมพ์สับกัน

12) ในการอบเค้กไม่ควรเปิดเตาอบ ในขณะที่เค้กกำลังขึ้นฟู ถ้าจำเป็นควรเปิดน้อยที่สุด มิฉะนั้นจะทำให้เค้กยุบ และเค้กมีลักษณะไม่ฟูหรือไม่ขึ้น

จาการศึกษาเรื่องขนมเค้กสามารถสรุปได้ ดังนี้ การทำผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภทเค้กให้ ถูกต้องตามขั้นตอน ผู้ปฏิบัติหรือผู้ผลิตควรรู้จักชนิดของเค้กที่ต้องการทำ ส่วนผสมที่ใช้และบทบาทของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้กแต่ละชนิดทั้งนี้เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น การรู้จักบทบาทและหน้าที่ของวัตถุดิบ จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติหรือผู้ผลิตเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของวัตถุดิบที่จะมีผลต่อกัน และสามารถตัดสินใจในการแก้ไขข้อผิดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ทันเวลา การเลือกใช้พิมพ์และการดูแลผลิตภัณฑ์ขนมอบในระหว่างการเตรียม การทำการอบ และภายหลังการอบเสร็จ ตลอดจนเทคนิคต่างๆ จะช่วยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะดีและเก็บไว้ได้นาน

**2.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์**

ประสงค์ (2547) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product development) เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่หรือปรับปรุงใหม่หรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมสำหรับ ตลาดปัจจุบันโดยการปรับปรุงให้ใหญ่ขึ้น ทำให้เล็กลง เปลี่ยนแปลง รวมหรือแยกลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์สร้างคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้แตกต่างจากคู่แข่งขัน เพิ่มรูปแบบและขนาดผลิตภัณฑ์ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่อธิบายได้ 3 ประการ ดังนี้

1) ระบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product development system)

2) การจัดองค์กรสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Organizing for product development)

3) ความสามารถในการผลิตและวิศวกรรมคุณค่า (Manufacturability and value engineering)

สุปัญญา (2544) อธิบายถึงองค์การทางธุรกิจต้องเสนอผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อตลาดองค์การนั้นต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมาก่อนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นกระบวนการ โดยมีขั้นตอนต่างๆ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) การก่อกำเนิดเจตภาพผลิตภัณฑ์ ( idea generatoin)

2) การกลั่นกรองเจตภาพผลิตภัณฑ์ (idea screening)

3) การวิเคราะห์ทางธุรกิจ(business analysis)

4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (product development)

5) การตลาดเพื่อทดสอบ (test marketing)

6) การนำผลิตภัณฑ์ใหม่ออกจำหน่าย (commercialization)

ศลิษา (2547) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นกิจกรรมที่สำคัญ กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ 5 ขั้นตอน คือ

1) การรวบรวมความคิดเห็น

2) การคัดเลือกผลิตภัณฑ์

3) การออกแบบผลิตภัณฑ์

4) การทดสอบ

5) การออกแบบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

ไพโรจน์ (2539) ได้เรียบเรียงกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยแบงออกไดเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1) การรวบรวมความคิดผลิตภัณฑ์และการค้นหรือสร้างความคิดผลิตภัณฑ์ (Exploration or Product idea generation) เป็นสิ่งที่ต้องกระทำก่อน โดยแหล่งที่มาของความคิดอาจมาจากแหล่งเดียว หรือหลายแหลง ซึ่งอาจหาไดจาก

1.1 ผู้บริโภคหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์โดยใช้การสำรวจหรือสอบถามจากผู้บริโภคหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์โดยตรง ซึ่งจะไดข้อมูลทั้งข้อดีและข้อเสียของผลิตภัณฑ์ข้อเสนอแนะ เค้าโครงของผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการพิจารณาความเปลี่ยนแปลงจากอุดมคติของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่สามารถ นำไปสู่การปรับปรุงปัญหาต่างๆ

1.2 ร้านค้าที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์

1.3 การติดตามการดำเนินงานของคู่แข่งขันในธุรกิจเดียว  
 1.4 พนักงานหรือตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์  
 1.5 ผู้บริหารของบริษัท  
 1.6 ผู้จัดการฝ่ายต่างๆ ในบริษัท

1.7 นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ หรือที่ปรึกษาของบริษัท  
 1.8 การสำรวจผลิตภัณฑ์ในตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศ  
 1.9 แหล่งอื่นๆ เช่น งานแสดงสินคา งานนิทรรศการ งานแสดงเทคโนโลยี

2) การกลั่นกรองความคิดผลิตภัณฑ์ (Product idea screening) เป็นการนำความคิดที่รวบรวมได้นำมากลั่นกรอง เอาความคิดที่ไม่สอดคลองกับ วัตถุประสงค์ออกไป เพื่อนำ ความคิดที่เป็นไปไดมาปฏิบัติโดยข้อมูลที่จะนำมากลั่นกรอง แนวความคิดผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นข้อมูลที่สอดคลองกับโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งเทคนิคและวิธีการที่นำไปใช้ คือ การคัดเลือกตามลำดับความเกี่ยวข้อง (Sequential screening) และ การคัดเลือกตามลำดับคะแนนของน้ำหนักเกณฑ์ที่กำหนด (Checkli stscreening)

3) การพัฒนาและทดสอบแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Development and Product Concept Testing) ความคิดที่ผ่านการกลั่นกรองแลว จะต้องนำมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อใคร มีประโยชนอย่างไรกับกลุ่มเป้าหมาย ความสอดคลองกับนโยบายของบริษัทอย่างไร เป็นต้น แล้วทำการสรุปความคิดนั้นออกมา สุดท้ายจะเหลือเพียงความคิดเดียวที่ดีที่สุดที่จะถูกนำไปพัฒนาวิธีการและเทคนิค ที่นิยมใช้ในการศึกษา ความเป็นไปได้ของปัจจัยความสำเร็จต่างๆ (Probability screening) ซึ่งจะมีความยุ่งยากกว่าวิธีที่ใช้ในการกลั่นกรองผลิตภัณฑ์

4) การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technological Studies) ความคิดที่ผ่านการกลั่นกรองแลว ตองสอดคลองและเป็นไปไดทางเทคนิค ตลอดจน เงินลงทุนในเทคนิคนั้น ความพรอมของบริษัท

5) การวิเคราะห์เชิงธุรกิจ (Business Analysis) เป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับยอดจำหน่าย การคาดคะเนผลกำไรที่จะเกิดขึ้น แนวโน้มความต้องการของผู้บริโภค ความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์ เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดขั้นตอนการผลิต ทั้งหมด สามารถวางแผนการผลิต การเหลือสินค้าคงคลัง การตั้งราคาให้สอดคลองกับการลงทุน

6) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) เป็นการเปลี่ยนจากความคิดผลิตภัณฑ์มาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีตัวตนจริง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้จริงๆ เพราะเป็นขั้นตอนที่มีค่าใช้จ่ายและการใช้เวลาเกิดขึ้นอย่างจริงจัง โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีทั้งการพัฒนาสูตร พัฒนากรรมวิธีการผลิต และการเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์

7) การทดสอบผลิตภัณฑ์ (Product Testing) เพื่อเป็นการทดสอบว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วเหมาะสมในเชิงการค้าตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการทดสอบผลิตภัณฑ์จะทำการทดสอบคุณภาพและการเก็บรักษา รวมถึงการทดสอบตลาด

8) การจำหน่ายเชิงพาณิชย์ (Commercialization) ขั้นตอนนี้จะมีการวางแผน ตั้งแต่การเตรียมแผนการผลิต วางแผนเรื่องการใช้วัตถุดิบ จนกระทั่งถึงการขนส่ง การวางผลิตภัณฑ์ แผนการตลาดที่สอดคลองกับผลิตภัณฑ์ใหม่

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า ขนมเค้กที่ผลิตขึ้นนั้นซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทำเบเกอรี่จะต้องมีรสชาติอร่อย สินค้าหลากหลาย สะอาดถูกสุขลักษณะ ราคาเหมาะสมกับคุณภาพ มีความสดและใหม่ บริการด้วยความรวดเร็ว มีคุณค่าทางโภชนาการ และการประกอบ ธุรกิจประเภทขนมอบและขนมเค้กผู้ผลิตจำเป็นต้องมีการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพ

มีความหลากหลาย

**2.7 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)**

การทดสอบผู้บริโภค หมายถึง การทดสอบผลิตภัณฑ์โดยการใช้ผู้บริโภคที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนซึ่งเป็นหรือกำลังจะเป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์โดยผลิตภัณฑ์เหล่านั้นจะถูกประเมินจากลักษณะปรากฏ รสชาติ กลิ่น การสัมผัส และการได้ยิน ส่วนการประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อวัด วิเคราะห์และแปลความ ขณะที่รับความรู้สึก สัมผัสโดยการเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การชิมรส และการสัมผัส คำจำกัดความนี้ได้เป็นที่ยอมรับ และรับรองโดยคณะกรรมการประเมินทางประสาทสัมผัสในองค์กรวิชาชีพต่างๆ เช่น The Institute of Food Technologists (IFT) และ The American Society for Testing and Materials (ASTM) (สุจินดา, 2547) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นระบบจะมีการทดสอบผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภค เป็นระยะๆ ผู้บริโภคจะมีบทบาทในการเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product concept) การเลือกผลิตภัณฑ์จากสูตรตามความชอบของผู้ทดสอบการประเมินผลผลิตภัณฑ์ขั้นทดลอง (Pilot plant) และทดลองผลิตขั้นโรงงาน (Process line) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ที่ยอมรับของผู้บริโภคจัดว่ามีความสำคัญเนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นได้รับความสนใจในเชิงพาณิชย์ (ไพโรจน์, 2539)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ถือว่ามีความสำคัญ เพราะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมาได้รับความสำเร็จ การที่ผู้บริโภคจะยอมรับผลิตภัณฑ์ หรือไม่นั้นสามารถศึกษาได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่แสดงออกของตัวแทนผู้บริโภคเป้าหมาย (ศิริลักษณ์, 2535) การทดสอบเป็นการทดสอบ หรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ การยอมรับของผู้บริโภคขึ้นอยู่กับระดับความชอบ ตัวอย่างที่มีการยอมรับมากกว่า ผู้บริโภคจะชอบมากกว่าอย่างแน่นอน ผู้บริโภคจะใช้ความรู้สึกส่วนตัวในการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยไม่ได้รับการฝึกฝนจึงต้องใช้ผู้บริโภคเป็นจำนวนมากพอ ตั้งแต่ 50 คนขึ้นไป เพื่อให้ผลที่ได้เป็นตัวแทนของผู้บริโภคจริงๆได้ค่าที่สรุปและผลวิเคราะห์ทางสถิติเป็นที่น่าพอใจ (ไพโรจน์, 2539)