บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป

ความเป็นมาของอาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญชาติ เกิดจากความคิดริเริ่มผลิต"อาหารเพื่อสุขภาพ" โดย WK Kellogg และ C.W. Post ในปลายศตวรรษที่ 19 ซึ่งรับผิดชอบในการจัดอาหารมังสวิรัติให้กับชุมชนผู้บริโภคอาหารประเภทนี้ ที่เมืองแบทเทล์อ กรีค(Battle Greek) รัฐมิชิแกน (Michigan) ประเทศสหรัฐอเมริกา ความคิดเกี่ยวกับอาหารเช้าจากธัญชาติของ Kellogg และ Post คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบ มีส่วนผสมของธัญชาติที่สามารถบริโภคได้และย่อยได้ง่าย ซึ่งกระบวนในการผลิตอาหารเช้าจากธัญชาติจะประกอบด้วย การทำให้สุกและการทำให้แห้ง ธัญชาติเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารเช้า ซึ่งความเจริญทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าได้พัฒนามาจากกรรมวิธีการผลิตแบบง่ายๆ คือ การนำเมล็ดพืชมาบดและต้มให้สุก เป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่ทำได้ง่ายและประหยัดเวลา จึงมีเทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อผลิตอาหารเช้าพร้อมบริโภคเพื่อความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเอกซ์ทรูชั่น(Extrusion) มาแทนการผลิตอาหารเช้าสำเร็จรูปแบบดั้งเดิม ข้อดีของการใช้กระบวนการเอกซ์ทรูชั่น คือ ประหยัดเวลา ประหยัดพลังงาน ลดแรงงานจากคน ทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้ และมีความยืดหยุ่นต่อการใช้วัตถุดิบในสูตรการผลิตสามารถผสมส่วนผสมให้เข้ากันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้งเครื่องมือ นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ตามต้องการ (เรวดี ,2545)

ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญชาติเป็นผลิตภัณฑ์ที่เข้ามามีบทบาทมากขึ้นเพราะสภาพสังคม เศรษฐกิจ ความเจริญทางเทคโนโลยี วัฒนธรรมของชาวตะวันตก สภาพการทำงานที่เร่งรีบ ต้องหันมาบริโภคอาหารเช้าที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถเตรียมบริโภคได้เองที่บ้าน เก็บไว้ได้นาน หาซื้อได้ง่ายตามร้านค้าและห้างสรรพสินค้าทั่วไป(ไพจิตร,2534 อ้างในเรวดี,2545) อีกทั้งอร่อยและมีคุณค่าทางโภชนาการ จึงเป็นที่นิยมบริโภคกับผู้บริโภคทุกเพศทุก (Hill,1995 อ้างในเรวดี,2545)

ในการผลิตอาหารเช้าสำเร็จรูป ธัญชาติที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักได้แก่ ข้าวสาลีร้อยละ 37 ข้าวโอ๊ตร้อยละ 30 ข้าวโพดร้อยละ 22 ข้าวเจ้าร้อยละ 11 (ซึ่งเรียงตามเปอร์เซ็นต์ของความนิยมรับประทาน) (ไพจิตร,2534 อ้างในเรวดี,2545)

2.1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารเช้า ตามพื้นฐานการบริโภคและลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังนี้(Tribelhorn, 1991อ้างในเรวดี,2545)

2.1.1.1 ประเภทดั้งเดิม (Traditional cereal) ต้องใช้เวลาในการต้มก่อนบริโภคประมาณ 5-10 นาที ลักษณะเป็นเมล็ดพืชดิบ เช่น ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต

2.1.1.2 ประเภทสุกทันที(Instant traditional hot cereal) โดยการเติมลงในน้ำเดือดบริโภคทันทีขณะร้อน ลักษณะเป็นเมล็ดธัญชาติที่ผ่านการทำให้สุกแล้ว

2.1.1.3 ประเภทอาหารเช้าสำเร็จรูป(Ready-to-eat cereal) บริโภคได้ทันที เป็นธัญชาติที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยการนำเมล็ดธัญชาติมาทำให้สุก และดัดแปลงรูปร่าง เช่น เป็นแผ่นพองกรอบ หรือ เป็นชิ้น อาจเติมน้ำ น้ำนม หรือโยเกิร์ต ปัจจุบันอาหารเช้าจากธัญชาติประเภทนี้ได้รับความนิยมมากที่สุด

2.1.1.4 ประเภทอาหารเช้าสำเร็จรูปแบบผสม(Ready-to-eat cereal mix) ลักษณะเหมือนประเภทที่ 3 แต่มีส่วนผสมหลายอย่าง เช่นธัญชาติอื่นๆ ถั่วต่างๆ เมล็ดพืชน้ำมัน และผลไม้แห้ง

2.1.1.5 ประเภทอื่นๆ ที่ไม่สามารถจัดอยู่ในประเภทดังกล่าวได้ เนื่องจากมีกรรมวิธีการผลิตและจุดประสงค์การใช้ที่พิเศษ เช่น ประเภทเป็นเม็ด เป็นก้อน หรืออาหารเด็กอ่อน

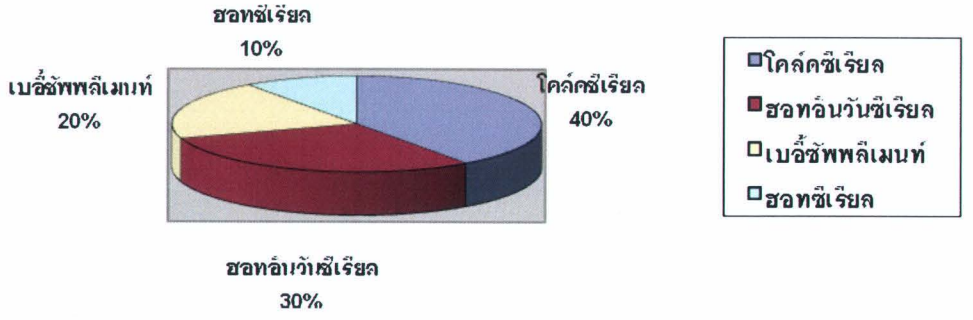
2.1.2 อาหารเช้าจากธัญชาติสามารถแบ่งตามวิธีในการบริโภคได้ 4 ประเภท ดังนี้

2.1.2.1 โคลด์ซีเรียล (Cold cereal) เป็นอาหารเช้าจากธัญชาติที่นิยมบริโภคกับนมเย็น ได้แก่ คอร์นเฟลกส์ โกโครั้นซ์ ฮันนี่สตาร์ และอื่นๆ มีปริมาณการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 40 เมื่อเทียบกับตลาดของอาหารจากธัญชาติทั้งหมด

2.1.2.2 ออลอินวันซีเรียล (All in one cereal)เป็นอาหารจากธัญชาติ นิยมบริโภคโดยผสมกับน้ำอุ่นหรือน้ำร้อน เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผสมนม เช่น เนสวิต้า และอื่นๆ มีปริมาณการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 30

2.1.2.3 เบบี้ซัพพลีเมนท์(Baby supplement)เป็นอาหารจากธัญชาติที่สำหรับเด็กอ่อนที่มีอายุตังแต่ 6 เดือน ถึง 3 ขวบเพราะมีเนื้อละเอียดและรับประทานได้ง่าย โดยรับประทานผสมกับน้ำร้อนหรือดัดแปลงผสมกับน้ำผลไม้ ได้แก่ ซีรีแลค และอื่นๆ มีปริมาณการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 20

2.1.2.4 ฮอทซีเรียล (Hot cereal)เป็นอาหารจากธัญชาติ ที่นิยมบริโภคกับเครื่องดื่มร้อนประเภทต่างๆ อาทิ โกโก้กาแฟ ฯลฯ ซึ่งได้แก่ เควกเกอร์โอ๊ต มีปริมาณการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 10



ภาพที่ 1 แสดงประเภทของอาหารเช้าจากธัญชาติ

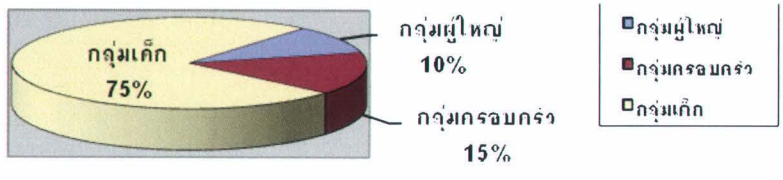
ที่มา: ศูนย์วิจัยข้อมูลเนลสัน(2541)

2.1.3 การแบ่งส่วนครองตลาดของประเภทโคล์ดซีเรียลได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.1.3.1 Child segment เป็นอาหารเช้าจากธัญชาติที่มีกลุ่มเป้าหมายคือ เด็กที่มีอายุตั้งแต่ 6-14 ปี มีรสหวานหรือมีการผสมปรุงแต่งรสเพิ่มเติม เช่น ช็อคโกแลต น้ำผึ้ง โกโก้ และอื่นๆ มีส่วนครองตลาดร้อยละ 75 ของตลาด เช่น โกโก้ครันซ์ ฮันนี่สตาร์ เป็นต้น

2.1.3.2 All- Family segmentเป็นอาหารเช้าจากธัญชาติที่มีกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้บริโภคทุกคนในครอบครัว มีรสจืด เช่น คอร์นเฟลกส์ มีส่วนครองตลาดร้อยละ 15

2.1.3.3 Adult segment เป็นอาหารเช้าจากธัญชาติที่มีกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้ใหญ่ที่ห่วงใยสุขภาพ มีส่วนผสมของผลไม้ เช่น ลูกเกด มะม่วงหิมพานต์ แอปเปิ้ล รวมทั้ง ข้าวพองและลูกเดือย เพื่อเพิ่มใยอาหาร คุณค่าทางโภชนาการและรสชาติ มีราคาสูงที่สุดในกลุ่มโคลด์ซีเรียล มีส่วนครองตลาดร้อยละ 10



ภาพที่ 2 แสดงประเภทของโคล์ดซีเรียล

ที่มา: ศูนย์วิจัยข้อมูลเนลสัน(2541)

อาหารจากธัญชาติมีมูลค่าตลาด 900 ล้านบาท โดยตลาดโคล์ดซีเรียลมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 40 หรือคิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 400 ล้านบาท มีศักยภาพในการเติบโตค่อนข้างสูงเฉลี่ยร้อยละ 10 ต่อปี (คู่แข่งรายวัน,2540) ประเทศไทยมีผู้ประกอบการรายใหญ่ที่ดำเนินงานอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพียง 2 บริษัทด้วยกัน คือ

1. เนสท์เล่ โปรดักส์(ไทยแลนด์) อิน เป็นผู้นำตลาด มีส่วนครองตลาดร้อยละ 50 โดยเป็นผู้นำเข้าสินค้าและจัดหน่ายเอง

2. บริษัท เคลล็อกซ์(ประเทศไทย)จำกัด มีส่วนครองตลาดเป็นอันดับสองร้อยละ 35 โดยมีฐานการผลิตในประเทศไทย และจัดจำหน่ายโดยบริษัทดีทแฮล์ม จำกัดนอกจากนั้นยังมีผู้ประกอบการรายย่อย ได้แก่ บริษัทยอดคุณ จำกัด และบริษัทแซนดอช ดิสทริบิวชั่น จำกัด และอื่นๆ อีกประมาณร้อยละ 15 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 รายชื่อผู้ประกอบการที่สำคัญและแสดงชื่อตราสินค้า

ผู้ประกอบการ	ชื่อตราสินค้า
เนสท์เล่ โปรดักส์ (ไทยแลนด์)อินค์	โกโกครันซ์, ฮันนี่สตาร์, ไมโล, คอร์นเฟลกส์, ฮันนี่โกลด์, สโนว์เฟลกส์, และช็อกโกเฟลกส์
บริษัท เคลล็อกซ์(ประเทศไทย)จำกัด	คอร์นเฟลกส์, คอร์นฟรอสตี้,โกโก้ป๊อบ, ไรซ์คริสปี้, คอร์นปอบ, โกโก้ฟรอสตี้, ช็อคโก,ฟรูปลูป เช็คโกเช็ค, สเปเชียลเค, และมุสลิกแอปเปิ้ลและอัลมอนด์
บริษัทยอดคุณ จำกัด	โดเน่ช็อคโก, โดเน่ฟรุตตี้,เน่สวีทตี้,โดเน่ฮันนี่และโดเน่ช็อคโกบอล

ที่มา:เนสท์เล่ โปรดักส์(ไทยแลนด์)อิน จำกัด(2541)

2.1.4.1 ผลิตภัณฑ์อาหารเช้า ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติ (break cereal) ซึ่งรวมทั้งที่ทำจากข้าวแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

1. วิธีการทำให้สุกก่อนบริโภค ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติที่แบ่งระเภทตามวิธีนี้ แบ่งได้ 4 ประเภท คือ ดั้งเดิม (Old fashion) ต้องใช้เวลาต้มก่อนบริโภค 5 -10 นาที ประเภทที่สอง คือ แบบต้มเร็ว(Quick cooking)ใช้เวลาต้มเพียง 1 นาที ประเภทที่ต้องสามแบบสุกทันที (Instant cooking)เติมลงในน้ำเดือดก็บริโภคได้ทันที และประเภทสุดท้าย คือ แบบพร้อมบริโภค

(Ready to eat cereals)ไม่ต้องต้มหรือใช้น้ำร้อนก็บริโภคได้เลย อาจจะเติมน้ำ เติมน้ำนม แล้วบริโภคได้ทันที ซึ่งปัจจุบันนี้นิยมอาหารเช้าจากธัญชาติประเภทนี้มากที่สุด

2. รูปร่างของผลิตภัณฑ์ มีหลายลักษณะทำให้การแบ่งน้ำไม่ค่อยเด่นชัดนัก ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติในลักษณะบดเป็นผงหยาบ(meal) หยาบมาก(farina) บดเป็นแผ่น(flake) กรอบพอง(Puff) เป็นชิ้นๆ(shred) และเป็นเม็ด(granular) เป็นต้น

3. ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ จะแบ่งประเภทได้จากชนิดธัญชาติที่นิยมนำมาทำผลิตภัณฑ์เป็นอาหารเช้านี้ ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าว ข้าวโอต เป็นต้น หรืออาจทำจากรำของธัญชาติชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือทำจากธัญชาติรวมหลายชนิด

4. ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากข้าวพร้อมบริโภค ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติในปัจจุบันมีข้าวเป็นส่วนประกอบหลักมากขึ้น โดยอาจใช้ข้าวล้วนหรือใช้ข้าวผสมกับธัญชาติชนิดอื่น เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต เป็นต้น โดยลักษณะผลิตภัณฑ์จะเป็นแบบหุงสุก แห้ง แผ่นกรอบบาง หรือพองกรอบ ในกระบวนการแปรรูป)ต้องควบคุมเวลาการทำให้สุก ความดันไอน้ำ อุณหภูมิของส่วนประกอบที่นำมาปรุงแต่งรสชาติและการเติมแต่งกลิ่น เพิ่มวิตามิน และแร่ธาตุ และเสริมโปรตีนลงในส่วนประกอบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากข้าวพร้อมบริโภคนี้มีคุณค่าทางโภชนาการ เหมาะสำหรับผู้บริโภคในวัยเด็ก และวัยรุ่น (Fast and Caldwell,1990 อ้างในอรอนงค์ ,2547)

5. ผลิตภัณฑ์ลักษณะพองกรอบ อาจจะทำจากข้าวทั้งเมล็ด หรือว่าทำจากแป้งนวดให้เป็นโด(ความชื้น 30-35%) เติมน้ำตาล เกลือ และน้ำมัน ทำให้สุกด้วยระบบความดัน ทำให้แห้งมีความชื้นร้อยละ 14-16 นำเข้าเครื่องเอกซ์ทรูชัน ตัดออกเป็นเม็ด นำเมล็ดข้าวที่ทำความสะอาด และปรับความชื้นดีแล้ว หรือเม็ดโดนี้ ลงในหม้ออัดความดันปิดสนิท ทำให้ภายนอกหม้อร้อนด้วยไอน้ำ ทำให้ความดันภายในเพิ่มสูงขึ้นมากจนสตาร์ชในวัตถุดิบสุกจนเป็นเจล แล้วจึงเปิดฝาหม้อทันที หรือจะทำในลักษณะกระบอกอัดความดันเวลาเปิดฝากระบอกทำให้คล้ายการยิงปืน ทำให้ธัญชาติที่ได้พองมีความชื้นเหลือ 3 % นำไปย่างให้สุกทำให้เย็น (Clark,1986อ้างในอรอนงค์ ,2547)

นำผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่น หรือพองกรอบมาเคลือบด้วยน้ำตาล หรือน้ำเชื่อม โดยใช้น้ำเชื่อมซูโครสผสมน้ำผึ้ง เพื่อให้เคลือบติดแบบใส และแห้งไม่เหนียวเยิ้มเมื่อถูกความชื้น ผลิตภัณฑ์เคลือบน้ำตาลจะมีน้ำตาลเพิ่มจากเดิม 2-7% เป็น 43-51%

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารเช้า

2.2.1 กล้วยน้ำว้า

ชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Musa sapientum* วงศ์ *Musaceae*

2.2.1.1 แหล่งกำเนิดและการกระจาย

กล้วยน้ำว้าที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบันตามหลักฐานปรากฏว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งมีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีการค้นพบว่าประชากรแถบภูมิภาคนี้ใช้ประโยชน์จากกล้วยน้ำว้ากันมานานแล้วโดยปลูกและใช้เป็นอาหารก่อนที่จะรู้จักดื่มนม สำหรับความเป็นมาของกล้วยน้ำว้าในประเทศไทย มีความเชื่อกันว่ามีการปลูกในประเทศไทยมานานก่อนสมัยอาณาจักรศรีวิชัย (พ.ศ. 1200โดยประมาณ) สถานที่เพาะปลูกกล้วยน้ำว้าที่สำคัญของไทยได้แก่ จังหวัดเลย จังหวัดหนองคาย จังหวัดระนอง เป็นต้น

2.2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วยน้ำว้า

ลำต้นเทียมสูง 2 – 9 เมตร มีลำต้นสั้นๆ อยู่ใต้ดิน (ที่เรียกว่าหัว) พร้อมด้วยตาหลายตา ซึ่งเป็นตำแหน่งเกิดเหง้าที่เจริญเป็นหน่อมากมายใกล้ๆต้นแม่ จะมีรากพิเศษแผ่ไปตามแนวรากออกไปไกลได้ถึง 4 -5 เมตร มีความลึกประมาณ 75 เซนติเมตร แต่ส่วนมากอยู่ตามผิวดินเบียดกันเป็นแผงแน่น หน่อรูปทรงกระบอกคือลำต้นเทียมที่เกิดจากกาบใบ ที่ทับสลับกันจนแน่นกอมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 20 – 25 เซนติเมตร

ใบจะเกิดจากหัวแล้วค่อยๆ แทงออกมาที่ยอดเมื่อคลี่จะเป็นแผ่นใบยาวรีขนาด 150 - 40 เซนติเมตร x 70 – 100 เซนติเมตร ใบสามารถทรงตัวอยู่บนลำต้นได้ด้วยเส้นกลางใบที่แน่นแข็งจัดเรียงกันแบบขนนก มีเส้นใบขนานที่ใบสุดท้ายหรือที่ชาวนาเรียกว่า “ใบสั้น” หรือ “ใบธง” ช่อดอกหรือเครือที่เกิดจากต้นใต้ดินจะโผล่พ้นยอดดอกมาใน 1 หรือ 2 วัน ตาที่โคนกาบปลีซึ่งเป็นส่วนที่ออกผลจะโตอย่างรวดเร็ว ช่วงก้านเครือระหว่างยอดหวียืดออกจากก้าน กลีบปลีจะเปิดม้วนคราวละ 1 กาบหรือมากกว่านั้น เผยให้เห็นดอกตัวเมียที่ติดกันปลายขนเล็กๆ ซึ่งจะเจริญเป็นหวีกล้วยต่อไป ผลเล็กเหล่านี้ขยายออกและกระดกปลายขึ้น ส่วนทั้งหมดจะกลายเป็นเครือกล้วย หลังจากดอกแห้งและกาบปลีร่วงหล่นไป(เทวี, 2534)

2.2.1.3 ความสำคัญของกล้วยน้ำว้า กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าอาหารสูง ดังที่คนไทยได้รู้จักนำมายีใช้เป็นอาหารเสริมเลี้ยงเด็กอ่อนควบคู่กับน้ำนมแม่ที่เป็นอาหารหลัก คนไทยทั่วไปนิยมบริโภคกล้วยน้ำว้าเป็นประจำ โดยในยามขาดแคลนสามารถจะหากล้วยน้ำว้ามาบริโภคทดแทนอาหารอื่นได้เป็นอย่างดี

กล้วยน้ำว้าเป็นพันธุ์กล้วยที่แพร่หลายที่สุดทั่วทุกภาคของประเทศไทยมีลักษณะผลอ้วน เมื่อสุกเปลือกเปลี่ยนสีเขียวเป็นสีเหลืองอมน้ำตาลแดง ใช้ทำอาหารไทยได้ทั้งคาวหวานมากมายหลายชนิด รวมทั้งใช้ในการบริโภคเป็นผลไม้และทำขนมหวานได้หลายอย่าง

2.2.1.4 ประโยชน์ของกล้วยน้ำว้า ทุกส่วนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แต่ประโยชน์จากผลกล้วยมีมากที่สุด กล้วยน้ำว้าเป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยวิตามินซี โพแทสเซียม และใยอาหาร นอกจากนั้นยังมี วิตามินบี 6 ซึ่งสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แอนติบอดีของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายมนุษย์ ช่วยในกระบวน การย่อยโปรตีน การสร้างเม็ดเลือดแดง และการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง วิตามินซี ช่วยในการรักษาและป้องกันการติดเชื้อได้ มีประโยชน์กับร่างกายในการดูดซึม ธาตุเหล็ก และการสร้างเม็ดเลือด ส่วนโพแทสเซียมนั้นช่วยรักษาความสมดุลของของเหลวในเลือดและเซลล์ อีกทั้งยังเป็นแร่ธาตุหลักในการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการสร้างกล้ามเนื้อ เพราะจะไปช่วยกระตุ้นการส่งกระแสประสาทในตอนที่กล้ามเนื้อหดตัว

นอกจากนั้นกล้วยน้ำว้ายังเป็นผลไม้ที่มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ ทำให้ร่างกายเปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว และง่ายกว่าการเปลี่ยนพลังงานจากโปรตีนและไขมันอีกทั้งมีโซเดียม (เกลือแร่) ต่ำ และไม่มีไขมันกับคอเลสเตอรอลด้วย กล้วยน้ำว้ามีสารอาหารที่ร่างกายมนุษย์มีความจำเป็นต้องได้รับทุกวัน เมื่อเทียบกับแอปเปิ้ลพบว่ากล้วยน้ำว้ามีโปรตีนมากกว่า 4 เท่า คาร์โบไฮเดรตมากกว่า 2 เท่า ฟอสฟอรัสมากกว่า 3 เท่า วิตามินเอและธาตุเหล็กมากกว่า 5 เท่า วิตามินและแร่ธาตุอื่นๆมากกว่า 2 เท่า และยังอุดมไปด้วยโพแทสเซียม กล้วยน้ำว้าอุดมด้วยน้ำตาลธรรมชาติ 3 ชนิด คือ ซูโครส ฟรุคโตส และกลูโคส รวมกับเส้นใยและกากอาหาร กล้วยน้ำว้าจะช่วยเสริมเพิ่มพลังงานให้กับร่างกายทันทีทันใด จากงานวิจัยพบว่าการรับประทานกล้วยแค่ 2 ผล ก็สามารถเพิ่มพลังงานให้อย่างเพียงพอกับการออกกำลังกายอย่างเต็มที่ได้นานถึง 90 นาที

เนื่องจากคนไทยมีการใช้ประโยชน์จากกล้วยน้ำว้ามาเป็นเวลานาน นอกเหนือจากการใช้ประโยชน์ในการนำมาแปรรูปเป็นอาหารคาว อาหารหวานแล้ว ยังพบว่ามีการนำทุกส่วนของกล้วยน้ำว้ามาใช้ประโยชน์ต่างๆ ดังนี้

ผล ของกล้วยใช้รับประทานได้ทั้งอ่อน แก่ สุก และดิบและยังมีการนำมาใช้เป็นสรรพคุณทางยา เช่น

1. โรคโลหิตจาง ในกล้วยน้ำว้ามีธาตุเหล็กสูงจะเป็นตัวช่วยกระตุ้นการผลิตฮีโมโกลบินในเลือด และจะช่วยในกรณีที่มีสภาวะโลหิตจาง

2. โรคความดันโลหิตสูง ในกล้วยน้ำว้ามีแร่ธาตุโปรแตสเซียมสูงสุด แต่มีปริมาณเกลือต่ำ ทำให้เป็นอาหารที่สมบูรณ์แบบที่สุดที่จะช่วยรักษาโรคความดันโลหิตมาก ในประเทศอเมริกายินยอมให้อุตสาหกรรมการปลูกกล้วยสามารถโฆษณาได้ว่า กล้วยเป็นผลไม้พิเศษช่วยลดอันตรายอันเกิดจากเรื่องความดันโลหิตหรือโรคเส้นเลือดฝอยแตกได้

3. กำลังสมอง มีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าปริมาณโปรแตสเซียมที่มีอยู่ในกล้วยน้ำว้าสามารถช่วยให้นักเรียนมีความตื่นตัวในการเรียนมากขึ้น

4. โรคท้องผูก ปริมาณเส้นใยและกากอาหารที่มีอยู่ในกล้วยน้ำว้าช่วยให้การขับถ่ายเป็นปกติ และยังช่วยแก้ปัญหาโรคท้องผูกโดยไม่ต้องรับประทานยาถ่ายเลย

5. โรคซึมเศร้า ในกล้วยน้ำว้ามีโปรตีนชนิดหนึ่งที่ชื่อว่า Tryptophan เมื่อสารนี้เข้าไปในร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็น Serotonin เป็นที่ทราบกันดีว่าเป็นสารช่วยผ่อนคลายอารมณ์ให้ดีขึ้นได้ คือช่วยทำให้รู้สึกมีความสุขเพิ่มขึ้นนั่นเอง

6. อาการเมาค้าง วิธีที่เร็วที่สุดที่จะแก้อาการเมาค้าง คือ การดื่มกล้วยน้ำว้าปั่นกับนมและน้ำผึ้ง โดยกล้วยน้ำว้าจะทำให้กระเพาะหยุดการบีบตัว ส่วนน้ำผึ้งจะเป็นตัวช่วยหนุนและเสริมปริมาณน้ำตาลในเส้นเลือดที่หมดไป ในขณะที่นมก็ช่วยปรับระดับของเหลวในร่างกายให้คงที่

7. อาการเสียดท้อง ในกล้วยน้ำว้าประกอบไปด้วยสารลดกรดที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ดังนั้นหากพบปัญหาอาการเสียดท้องให้ลองรับประทานกล้วยน้ำว้าจะสามารถช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับอาการเสียดท้องลงได้

8. ความรู้สึกไม่สบายในตอนเช้า การกินกล้วยน้ำว้าเป็นอาหารว่างระหว่างมื้ออาหาร จะช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเส้นเลือดให้คงที่ได้เพื่อหลีกเลี่ยงความรู้สึกไม่สบายในตอนเช้า

9. ระบบระสาท ในกล้วยน้ำว้ามีปริมาณวิตามินบีสูงมาก ช่วยทำให้ระบบประสาททำงานเป็นปกติ จากการศึกษาของสถาบันจิตวิทยาในออสเตรียค้นพบว่า ความกดดันในที่ทำงานเป็นสาเหตุนำไปสู่การกินอย่างจุกจิก เช่น ขนมหวาน ช็อคโกแลต และอาหารประเภททอดกรอบต่าง ๆ ในคนไข้จำนวน 5,000 คน ในโรงพยาบาลต่างๆ นักวิจัยพบว่าส่วนใหญ่เป็นโรคอ้วนมากเกินไป และคนไข้ส่วนใหญ่เหล่านี้ทำงานภายใต้ความกดดันสูงมาก จากรายงานดังกล่าวสรุปว่า เพื่อหลีกเลี่ยงการตื่นตระหนกและนำไปสู่การกินอาหารอย่างบ้าคลั่ง จึงต้องควบคุมปริมาณน้ำตาลในเส้นเลือด ด้วยการกินอาหารว่างที่มีปริมาณคาร์โบโฮเดรตสูง เช่น กินกล้วยทุก 2 ชั่วโมง เพื่อรักษาปริมาณน้ำตาลให้คงที่ตลอดเวลา

รากและลำต้น นำมาทำสมุนไพรใช้ในการรักษาโรคตามแผนโบราณ

ลำต้นเทียม หรือกาบลำต้น ใช้ทำเส้นใย ทำเชือก หรือทอผ้า ทำอาหารสัตว์ นอกจากนี้บางพื้นที่ยังมีการนำใช้รับประทานแทนผักอีกด้วย

ใบกล้วย เรียกว่า ใบตอง แผ่นใบใช้สำหรับห่อของ มวนบุหรี่ และใช้ในงานประดิษฐ์ต่างๆเช่น ทำกระทง เย็บแบบ ทำบายศรี ใบของกล้วยที่นิยมมากคือใบของกล้วยตานี

เพราะมีใบที่ใหญ่ เหนียวและมีสีเขียวเป็นเงา เมื่อนำไปประดิษฐ์หรือเย็บ จึงสวยงามไปแตกง่าย เช่นเดียวกับกล้วยชนิดอื่น ใบกล้วยที่ใช้รองลงมาจากกล้วยตานีคือกล้วยน้ำว้า แผ่นใบกล้วยที่อ่อน ถ้านำไปอังไฟให้อ่อนนิ่มแล้วนำมาพอกตรงบริเวณที่ขัดยอก จะทำให้อาการดังกล่าวหาย

ดอก หรือที่เรียกว่าปลี คือดอกตัวผู้ ซึ่งจะเห็นได้หลังจากกล้วยติดผลแล้ว คนไทยและชาวเอเชียรับประทานหัวปลีแทนผักโดยรับประทานสดๆ แกะเอาส่วนนอกของหัวปลีออกทิ้ง ส่วนในที่อ่อนนำมาทำเครื่องเคียงของอาหารหลายอย่าง นอกจากใช้รับประทานแทนผักแล้วหัวปลียังใช้เป็นสมุนไพรได้อีกด้วย

2.2.1.5 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้า

กล้วยน้ำว้าสุกมักจะมีรสหวานเป็นอาหารที่ย่อยง่าย และเป็นผลไม้ที่มีองค์ประกอบหลากหลาย ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 2 องค์ประกอบที่พบจากปริมาณเนื้อกล้วย (plantain) สุก 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	85	แคลอรี่
น้ำ	75.7	กรัม
โปรตีน	1.1	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
คาร์โบไฮเดรท	22.2	กรัม
เถ้า	0.8	กรัม
แคลเซียม	8.0	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.7	มิลลิกรัม
โปแตสเซียม	370	มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	33	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	190	IU
Thiamine	0.05	มิลลิกรัม
Riboflavin	0.06	มิลลิกรัม
Niacin	0.7	มิลลิกรัม
วิตามินC	10.0	มิลลิกรัม

ที่มา : คุณค่าของกล้วย.(ออนไลน์)

ตารางที่ 3 ปริมาณวิตามินที่พบในกล้วยพันธุ์ต่างๆ

คุณค่าอาหาร	กรอสมิเชล	คาเวนดิช	กล้าย (plantain)
	ร้อยละ ต่อ 100 กรัม		
วิตามิน A	3.8	5.1	61.6
B	13.3	20.0	26.7
C	25.0	-	-
Thaiamine	3.3	2.6	2.9
Riboflavin	3.8	5.8	5.9
Niacin	4.3	4.8	4.0

ที่มา : คุณค่าของกล้วย.(ออนไลน์)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมี แร่ธาตุ และปริมาณวิตามินของผลกล้วยน้ำว้าต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักผลสุก

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ กรัมต่อ 100 กรัม
ความชื้น (g)	69.02
ไขมัน (g)	0.76
โปรตีน (N x 6.25)	0.90
คาร์โบไฮเดรด (g)	22.21
เถ้า (g)	0.72
แคลเซียม (mg)	19.99
ฟอสฟอรัส (mg)	25.10
เหล็ก (mg)	11.39
B-Carotene (Ug)	118.40
วิตามิน A (IU)	281.37
แอสคอนิก (mg)	18.35

ที่มา : คุณค่าของกล้วย.(ออนไลน์)

2.2.2 ข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นพืชตระกูลหญ้า (Gramineae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays.* โครงสร้างของเมล็ดข้าวโพดแบ่งออกเป็นส่วนขั้ว ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดและส่วนของเอ็นโด-สเปอร์ม ซึ่ง

เป็นอาหารที่สะสมในเมล็ด ส่วนที่เป็นแป้งมี 2 ชนิด คือ แป้งอ่อนเป็นแป้งที่เกาะกันหลอมๆมีสีขาวขุ่น และแป้งแข็งเป็นแป้งที่มีเซลล์รวมกันอยู่อย่างแน่นอนมีลักษณะค่อนข้างใส ส่วน germ ซึ่งฝังตัวอยู่ในเอ็นโดสเปอร์(Endosperm)สามารถเจริญเป็นต้นอ่อนได้ ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวโพดประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 70 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแป้ง(starch)แป้งข้าวโพดจะมีอะมิโลส(Amylose)อยู่ร้อยละ 23 แป้งในธรรมชาติจะมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ไม่มีรสชาติ และไม่เหมาะสำหรับรับประทาน การทำให้แป้งอยู่ในลักษณะที่ย่อยง่ายและเป็นที่ยอมรับต่อการบริโภค คือ การหุงต้ม สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าที่บริโภคได้เลย ธัญชาติจะถูกทำให้สุกในระหว่างการผลิตโดยการหุงต้มในน้ำที่ร้อน 60-80 องศาเซลเซียส จะทำให้แป้งเกิดเป็นเจลาติไนซ์(Gelatinization)และมีลักษณะที่ง่ายต่อการย่อยด้วยเอ็นไซม์(Enzyme) ถ้าเกิดกรณีการหุงต้มใช้น้ำน้อย และใช้ความร้อนสูงตะทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล(Browning) โปรตีนในข้าวโพดมีประมาณร้อยละ 10 พบมาที่สุดในส่วนที่เป็นเอ็นโดสเปอร์มร้อยละ 73.1 ปละเอมบริโอ(Embryo) ร้อยละ 23.9 ไขมันและน้ำมันร้อยละ 4 พบมากที่สุดในส่วนที่เป็นเอมบริโอและเอ็นโดสเปอร์มร้อยละ 83.2 และ 15 ตามลำดับ และยังประกอบด้วยวิตามินต่างๆที่สำคัญได้แก่วิตามินเอ,บี1,บี3,แคโรทีน(Carotene) กรดแพนโทนิค(Pantothenic acid)และวิตามินอี (อรอนงค์,2547)

แป้งข้าวโพดนี้เป็นแป้งที่มีการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุดในโลก เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผู้ผลิตรายใหญ่และนำเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมช่วยดัดแปรคุณสมบัติทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมในข้าวโพดส่งผลให้แป้งผลิตได้มีคุณสมบัติต่างๆแตกต่างกัน(กล้าณรงค์และเกื้อกูล: 2546)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

2.2.3 วัตถุดิบในการผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำอาหารขบเคี้ยว แบ่งออกเป็น 10 ชนิด ได้แก่ พืชหัว ธัญชาติ ถั่วเปลือกแข็ง(nut) ถั่ว legumes ผลไม้ พืชน้ำมัน เนื้อสัตว์ ปลาและอาหารทะเล ผลิตภัณฑ์ นม และแป้ง (Blenford ,1982) สำหรับอุตสาหกรรมอาหารขบเคี้ยวในประเทศ ส่วนใหญ่จะใช้พืชหัว ธัญชาติ และถั่วเมล็ดแห้ง ซึ่งทั้ง 3 ชนิดนี้ ใช้ในรูปแป้งเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารขบเคี้ยว แป้งที่ใช้เป็นแป้งลักษณะดิบ คือ ไม่ได้แปรสภาพ ด้วยกรรมวิธีทางกายภาพ ทางเคมี จุลินทรีย์

การเตรียมวัตถุดิบที่จะนำมาผ่านกระบวนการเอกซ์ทรูชันต้องนำวัตถุดิบมาผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำวัตถุดิบที่ผสมดีแล้วมาป้อนเข้าสู่เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีได้หลายแบบตามลักษณะของเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ที่ใช้และสภาวะของเครื่องที่กำหนด วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชันสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่ม ตามหน้าที่ของวัตถุดิบที่มีต่อผลิตภัณฑ์(Guy,1994) ได้แก่

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 3 ก.ย. 2555
เลขทะเบียน 248504
เลขเรียกหนังสือ

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ธัญชาติ และพืชหัว เป็นรูปของแป้ง(flour) ผงหยาบ(granule) และสตาร์ช(starch)

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่กระจายอยู่ในส่วนที่เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โปรตีน และเส้นใย

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มของสารช่วยให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันและช่วยให้การพาวัตถุดิบดีขึ้น ได้แก่ น้ำ น้ำมันและอิมัลซิไฟเออร์

กลุ่มที่ 4 เป็นสารที่ทำให้ฟองอากาศมาเกิดในผลิตภัณฑ์ที่มีผลให้ผลิตภัณฑ์พองและให้ฟองอากาศที่ละเอียด ได้แก่ ผงฟู ชอล์ค และแคลเซียมคาร์บอเนต

กลุ่มที่ 5 เป็นสารที่ทำหน้าที่ให้รสชาติ ได้แก่ เกลือ น้ำตาล และสารให้กลิ่นรสต่างๆ

กลุ่มที่ 6 เป็นกลุ่มที่ให้สี ได้แก่ นมผงและสีจากธรรมชาติ

2.2.4 กระบวนการผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน

เครื่อง เอกซ์ทรูเดอร์ ที่ใช้ในการผลิตขนมขบเคี้ยว มีหน้าที่อยู่ 4 อย่าง คือ การผสม การทำให้สุก (cooking) การทำให้เกิดรูปร่าง (shaping) และการทำให้พอง (puffing) ซึ่งกระบวนการที่เกิดขึ้นนี้อยู่ในเครื่องพียงเครื่องเดียว เป็นเทคนิคแปรรูปอาหารในระดับอุตสาหกรรม ที่ทำให้ส่วนผสมของวัตถุดิบสุกจนได้ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูป เทคโนโลยีอันทันสมัยของเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สามารถที่จะนำไปใช้เมื่อต้องการผลิตอาหารให้มีคุณสมบัติต่างๆ (Guha and Ali , 2006) เช่น ต้องการผลิตอาหารที่มีลักษณะพอง (puff) หรือต้องการสร้างลักษณะปรากฏของอาหารให้คล้ายเนื้อสัตว์ และมีการเติมส่วนผสมอาหารที่มีโปรตีนสูงลงในสูตร เป็นต้น โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์อาหารว่างประเภทขนมขบเคี้ยว ซึ่งความต้องการของตลาดมักจะมีความหลากหลายในด้านรูปร่าง ขนาด สี และลักษณะเนื้อสัมผัส สิ่งต่างๆ เหล่านี้สามารถสร้างสรรค์ได้ด้วยเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่ นอกจากนั้นเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่ยังสามารถรองรับการผลิต ที่ต้องการความยืดหยุ่นในเรื่องของพารามิเตอร์ในกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความเร็วของสกรู ปริมาณความชื้น ตลอดจนอัตราการไหล

ภาพที่ 3 แสดงเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว, Collet (รุ่น D50L300, บ. เจริญทัศน์)

2.2.4.1 หลักการทำงานของเครื่อง กระบวนการเอกซ์ทรูชัน เป็นกระบวนการทำให้เกิดรูปร่างโดยการบังคับสารที่อ่อนตัวหรือหลอมเหลวผ่านรูหรือไดด้วยความดัน ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเอกซ์ทรูเดอร์มากที่สุด คือ สภาวะการเดินเครื่อง อุณหภูมิ ความดัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของได และอัตราการเฉือน ลักษณะของสกรู ส่วนคุณสมบัติของส่วนผสม ปัจจัยที่สำคัญที่สุด ได้แก่ ความชื้น ขนาดของวัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมี

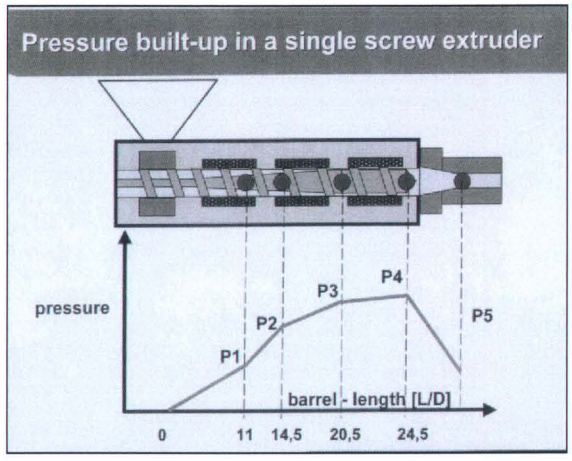
สกรูเป็นหัวใจของกระบวนการเอกซ์ทรูชัน โดยลักษณะของสกรูและความเร็วของการหมุนมีผลต่อการเอกซ์ทรูชัน การเคลื่อนที่ของส่วนผสมของวัตถุดิบเกิดจากเกลียวที่อยู่ตามแนวแกนความยาวของสกรู ผนังของบาร์เรลมักทำเป็นร่องเพื่อเพิ่มความฝืดและลดความลื่น เนื่องจากส่วนผสมที่ถัดจากผนังบาร์เรลมักจะลื่นและหมุนตามสกรู

2.2.4.2 สกรูทำหน้าที่ 3 อย่าง คือ

1. การขนถ่ายเคลื่อนย้ายมวล
2. ก่อให้เกิดพลังงานและความร้อน
3. เกิดการผสม

สกรูในส่วนแรกที่ทำหน้าที่ป้อนมักมีลักษณะสันเกลียวลึกซึ่งจะรับส่วนผสมของอาหารเคลื่อนที่ไปตามความยาวของสกรูและระหว่างการเคลื่อนที่ส่วนผสมจะได้รับการอัดเพิ่มขึ้น ส่วนที่สองของสกรูจะเป็นช่วงของการอัด สกรูจะมีสันเกลียวลดลงหรืออาจใช้วิธีการอื่นที่ทำให้ความสามารถในการเคลื่อนที่ลดลง ซึ่งมีผลให้เกิดการอัดมากขึ้น ส่วนนี้ของสกรูออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่ผสมส่วนผสมของอาหารที่หลอมเหลวนี้ สันเกลียวที่ตื้นขึ้นจะเพิ่มแรงเฉือนและช่วยให้การผสมดีขึ้นเพื่อให้เกิดโดที่มีอุณหภูมิและความดันสูงสม่ำเสมอ

2.2.4.3 การทำงานของเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ ส่วนผสมที่ถูกป้อนเข้าสู่บาร์เรลของเครื่องมักอยู่ในรูปที่เป็นเม็ด (Granular) พลังงานต่าง ๆ ที่ป้อนเข้าสู่เครื่องทั้งจากความร้อนของกระแสไฟฟ้า และความดันที่สูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิของส่วนผสมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะคงอยู่น้อยกว่า 20 วินาที เพราะถ้านานเกินไปจะทำให้เกิดการไหม้และเกิดกลิ่นรสแปลกปลอม สกรูจะทำหน้าที่ขนถ่ายส่วนผสมของอาหารทำให้เกิดการอัดและผ่านไดเพื่อให้เกิดรูปร่างต่าง ๆ



ภาพที่ 4 การเคลื่อนที่ของมวลหลอมตั้งแต่เริ่มจนเสร็จกระบวนการผลิต

เมื่อโดถูกปล่อยออกจากไดด้วยความดันสูงอย่างทันทีทันใด ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการพองตัว (Puffing) อย่างทันที การพองตัวส่วนใหญ่เกิดจากไอน้ำที่ระเหยออกจากน้ำในผลิตภัณฑ์ อาหารที่ออกจากเอกซ์ทรูเดอร์ที่ขยายตัวจะมีโครงสร้างของเซลเปิด ซึ่งเซลแต่ละเซลถูกล้อมรอบด้วย เมมเบรนของแป้งหรือโปรตีน ขนาดของเซลเหล่านี้เป็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ คือ ลักษณะเนื้อและความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ เอกซ์ทรูเดตจะถูกตัดที่ผิวหน้าของไดด้วยใบมีด แล้วอบแห้งต่อด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนให้มีความชื้น 2-12 % ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์

Kadan(2003) ศึกษากระบวนการเอกซ์ทรูชัน(extrusion) เป็นขบวนการที่ทำให้ส่วนผสมอาหารชื้นก่อนแล้วทำให้สุกอัดออกมาเป็นรูปทรง ซึ่งความร้อนที่ทำให้แป้งสุกนี้จะเปลี่ยนแป้งดิบให้เป็นเจลสมบูรณ์ อัดพองเป็นรูปต่างๆโดยผ่านรูไดแล้วอบให้แห้งกรอบ ปัจจุบันกระบวนการผลิตแบบ extrusion cooking เป็นกรรมวิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ประเภทขนมขบเคี้ยวและอาหารเช้าประเภทธัญพืช

2.2.5 การพองตัว

การพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ เพราะเป็นปัจจัยคุณภาพอย่างหนึ่งของการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค การพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ ความดันและความต้านทาน ความดันเกิดจากน้ำที่แทรกอยู่ในอาหารเกิดการขยายตัวดันให้เนื้ออาหารเป็นโพรง หรือรูพรุน เพื่อให้ความชื้นออกจากเนื้ออาหารได้ ในขณะเดียวกันก็จะเกิดแรงต้าน หรือแรงยึดมิให้น้ำขยายตัวหลุดออกไป ถ้าใช้พลังงานพอเหมาะจะทำให้ความดันเท่ากับความต้านทาน การพองตัวที่ได้จะมีการพองตัวสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นอาหาร ความชื้นที่เหลืออยู่พอเหมาะที่จะทำให้มีความกรอบพอเหมาะพอดี และมีโครงสร้างเนื้อสัมผัสดีไปด้วย แต่ถ้าความดันน้อยกว่าความต้านทาน ลักษณะเนื้อสัมผัสจะไม่ดี มีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ ส่วนที่เป็นรูพรุนก็จะแห้ง สัดส่วนของแอมิโลสและแอมิโลแพคตินในแป้งมีผลต่อคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ได้ โดยแอมิโลสเพกตินจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์พองตัว มีลักษณะโปร่งเบาและแตกหักได้ง่าย สำหรับการใช้แป้งที่มีปริมาณแอมิโลสสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แข็งกว่าและมีข้อจำกัดในการพองตัว

2.2.5.1 กลไกการโตของฟองอากาศ การกำเนิดและการโตของฟองอากาศ (Initiation and early growth) ในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ประกอบด้วย

แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) เป็นวัตถุดิบที่ผลิตจากหินปูน และนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมต่างๆ ด้วยคุณสมบัติของแคลเซียมคาร์บอเนตที่ไม่เป็นพิษ มีความขาวและความสว่างสูง จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้เป็นตัวเติมเต็ม (Filler) และตัวเพิ่มปริมาณ (Extender) ในอุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว เป็นต้น

แคลเซียมคาร์บอเนต มีสูตรทางเคมี ($CaCO_3$) ส่วนประกอบทางเคมีประกอบด้วย CaO ร้อยละ 56 และ CO_2 ร้อยละ 44 มีความแข็ง 3 ความถ่วงจำเพาะ 2.71 สลายตัวเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 825 องศาเซลเซียส ลักษณะทางกายภาพของแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นผงสีขาวไม่ละลายน้ำแต่สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำและ คาร์บอนไดออกไซด์ โดยที่กลไกการโตของฟองอากาศเกิดจากกลไกการทำงานของปฏิกิริยาการสลายตัวของสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ดังนี้ (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่,2547)

โดยที่กลไกการโตของฟองอากาศจะเกิดขึ้นขณะที่น้ำถูกเปลี่ยนสภาพให้เป็นน้ำเดือด บริเวณที่อยู่รอบหยดน้ำขยายออกเป็นบริเวณกว้างและเป็นวงกลม เกิดเป็นผนังเซลล้อมรอบฟองอากาศหรือฟองไอน้ำ ฟองอากาศจะขยายตัวออกเรื่อยๆจนผนังเซลแต่ละฟองอากาศเริ่มชนติดกัน การเชื่อมติดกัน ฟองอากาศเล็กรวมกับฟองอากาศใหญ่ เนื่องจากผนังเซลขาดจึงทำให้

ฟองอากาศมารวมกัน เป็นโครงสร้างรูพรุนในเม็ดอาหารที่ไม่มีความสม่ำเสมอของฟองอากาศ ซึ่งการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตลงไปในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจะช่วยทำให้เอกซ์ทรูเดตที่ออกจากหน้าแปลนเกิดโครงสร้างลักษณะรูพรุนในผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตเมื่อได้รับความร้อนและน้ำจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เอกซ์ทรูเดตเกิดการพองตัว อีกทั้งแคลเซียมคาร์บอเนตยังเป็น nucleation ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นตัวล่อขนาดเล็กทำให้เกิดฟองอากาศที่มีขนาดเล็กเท่าๆกัน ขนาดของรูพรุนมีลักษณะที่สม่ำเสมอเพิ่มขึ้น (ณัฐชนก,มปป.)

2.2.6 การอบแห้ง

ผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ได้จากกระบวนการเอกซ์ทรูชันยังมีความชื้นอยู่มาก จึงมีความจำเป็นที่ต้องนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปอบแห้ง เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์ที่สุกแต่ยังไม่พองทันที และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่สุกพองทันที

อาหารขบเคี้ยวประเภทสุกพองทันทีต้องการการอบแห้งหลังจากกระบวนการอัดพอง ความชื้นของวัตถุดิบเริ่มต้นมีค่าประมาณร้อยละ 15-20 ความชื้นของอาหารขบเคี้ยวลดลงเป็นร้อยละ 8-12 เมื่อผ่านกระบวนการอัดพอง เนื่องจากน้ำจะถูกความร้อนทำให้กลายเป็นไอและระเหยออกไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอบไล่ความชื้นเหลือเพียงร้อยละ 2-3 เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่กรอบแห้ง และเพื่อเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ประชา(2537) กล่าวว่า อาหารขบเคี้ยวที่มีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบหลักด้วยกระบวนการอัดพอง ผลิตภัณฑ์ใช้อุณหภูมิในการอบประมาณ 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่ใช้อบอยู่ระหว่าง 15-30 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแห้ง และกรอบคงทน มีความชื้นร้อยละ 2-3

2.2.7 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และวอเตอร์แอกติวิตี้

วอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำ (Water Activity) หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์(PO) ที่อุณหภูมิเดียวกัน ซึ่งก็คือ ความดันไอสัมพัทธ์ เนื่องจากน้ำที่อยู่ในอาหารอยู่ในรูปสารละลายซึ่งหากสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น ความดันไอของน้ำในอาหารก็จะลดลง ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำในอาหารจึงลดลง

ปริมาณน้ำในอาหารเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปแบคทีเรียต้องการความชื้นหรือน้ำมากกว่ายีสต์และเชื้อรา อาหารแต่ละชนิดจะเสียเร็วหรือช้านั้นขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์หรือที่เรียกว่า วอเตอร์แอกติวิตี้ อาหารที่มีปริมาณน้ำมากจัดอยู่ในประเภทที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้สูง ซึ่งค่าใกล้เคียง 1.00 ได้แก่ อาหารสดทั้งหลาย เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล และผักสด เป็นต้น อาหารที่จัดอยู่ในจำพวกอาหารกึ่งแห้ง มีค่าวอเตอร์

แอกติวิตี้ อยู่ในช่วง 0.6 – 0.9 ได้แก่ แยม ทุเรียนกวน และกุ้งแห้ง เป็นต้น ส่วนอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ ต่ำกว่า 0.6 ได้แก่ อาหารแห้ง ธัญชาติ นมผง และกาแฟ ซึ่งเกิดการเน่าเสียได้ยากสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน

จุลินทรีย์แต่ละชนิดเจริญได้ในอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ ต่างกัน แบคทีเรียเจริญได้ดีในอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้สูง ส่วนยีสต์และเชื้อรานั้นทนต่อสภาพที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ต่ำได้ดีกว่า นั่นคือการเน่าเสียของอาหารแห้งส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อรา จุลินทรีย์แต่ละชนิดที่มีความสำคัญในอาหารสามารถเจริญในอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ ขั้นต่ำสุดแตกต่างกัน

ตารางที่ 5 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำในอาหารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร

ชนิดอาหาร	ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้
Distilled water	1.00
Tap water	0.99
Raw meats	0.97 - 0.99
Milk	0.97
Juice	0.97
Cooked bacon	< 0.85
Saturated NaCl solution	0.75
Point at which cereal loses crunch	0.65
Typical indoor air	0.50 – 0.70
Honey	0.50 – 0.70
Dried fruit	0.50 – 0.60

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำและการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารชนิดต่าง ๆ

ค่า P/Po (A_w)	จุลินทรีย์ที่ไม่เจริญในช่วงค่า A_w ต่ำกว่านี้	ชนิดของอาหารที่มีค่า A_w อยู่ในช่วงนี้
1.00-0.95	*Pseudomonas , Escherichia , Proteus , Shigella*	ผัก ผลไม้สด เนื้อสัตว์ ปลา น้ำนม ไส้กรอก
	Klebsiella , Bacillus , Clostridium perfringens	
	ยีสต์และราบางชนิด	อาหารที่มีน้ำตาล 40% หรือเกลือ 7%
0.95-0.91	*Salmonella , Vibrio parahaemolyticus ,C.botulinum, Serratia , Lactobacillus ,Pediococcus* , ยีสต์ ราบางชนิด(*Rhodotorula ,Pichial*)	เนยแข็ง แฮมน้ำผลไม้เข้มข้นบางชนิด อาหารที่มีน้ำตาลสูงถึง 55% หรือมีเกลือ 12%
0.91-0.87	Many yeasts (*Candida , Torulopsis ,Hansenula*) , *Micrococcus*	ไส้กรอกหมัก เค้กไข่ เนยเทียม อาหารที่มีน้ำตาลสูงถึง 65%หรือมีเกลือ 15%
0.87-0.80	Most molds (*mycotoxigenic penicillia*) , *Staphylococcus aureus* , most *Saccharomyces* (*bailli*) spp., *Debaryomyces*	น้ำผลไม้เข้มข้นส่วนใหญ่ นมข้นหวาน น้ำเชื่อม ช็อกโกแลต น้ำเชื่อมจากผลไม้ หรือ จากเมเปิล แป้ง ข้าว เมล็ดที่มีความชื้น 15-17% เค้กผลไม้
0.80-0.75	Most halophilic bacteria, mycotoxigenic aspergilli	แยม มาร์มาเลด มาร์ชเมโล
0.75-0.65	Xerophilic molds *(Apergillus chevalieri , A.candidus , Wallemia sebi),Saccharomyces bisporus*	เกล็ดข้าวโอ๊ตที่มีความชื้น 10% เยลลี่ ผลไม้แห้ง และพวกถั่ว
0.65-0.60	Osmophillic molds (*Saccharomyces rouxii*) ,รา บางชนิดเช่น *Aspergillus echinulatus , Monascus bisporus*	ผลไม้แห้งที่มีความชื้น 15-20% น้ำผึ้ง ทอฟฟี่ และคาราเมล
0.50	ไม่มีจุลินทรีย์เจริญเติบโต	มักกะโรนี สปาเกตตีที่มีความชื้น 12% เครื่องเทศที่มีความชื้น 10%
0.40	ไม่มีจุลินทรีย์เจริญเติบโต	ไข่ผงที่มีความชื้น 5%
0.30	ไม่มีจุลินทรีย์เจริญเติบโต	คุกกี้ แครกเกอร์
0.20	ไม่มีจุลินทรีย์เจริญเติบโต	นมผงที่มีความชื้น 2-3% ผลไม้แห้ง และข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีความชื้น 5%

ที่มา : รุ่งนภา,2550

2.2.8 การดูดซับน้ำ การพองตัวและการละลาย

การดูดซับน้ำ จะเกิดขึ้นเมื่อเติมน้ำลงไปในแป้งและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำที่เติมลงไปภายใต้สภาวะบรรยากาศห้อง จนเกิดสมดุลระหว่างความชื้นภายในเม็ดแป้งกับน้ำที่เติมลงไปและความชื้นภายในบรรยากาศ ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมจะขึ้นกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ น้ำที่อยู่ในเม็ดแป้งมี 3 รูปแบบ คือ น้ำในผลึก น้ำในรูปที่ไม่อิสระ(bound water) และน้ำในรูปอิสระ (free water) โดยมีการจับกับแป้งได้แน่นตามลำดับ และแป้งที่มีความชื้น 8-10% สามารถจับน้ำได้แน่นกว่าแป้งที่มีความชื้นสูงกว่านี้ ดังนั้นเมื่อความร้อนแก่สารละลายน้ำแป้ง เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัว และบางส่วนของแป้งจะละลายออกมา กำลังการพองตัวของแป้งจะแสดงเป็นปริมาตรหรือน้ำหนักของเม็ดแป้งที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเม็ดแป้งพองตัวได้อย่างอิสระในน้ำ สำหรับความสามารถในการละลายจะแสดงเป็นน้ำหนักของแข็งทั้งหมดในสารละลายที่สามารถละลายได้ (กล้าณรงค์,2550)

Lee and Osman (1991) กล่าวว่า การพองตัวของสตาร์ชเกิดขึ้นโดยโมเลกุลของน้ำจับกับโมเลกุลของสตาร์ชด้วยพันธะไฮโดรเจน ส่วนการเกิดเจลาติไนเซชันของเม็ดแป้งพันธะไฮโดรเจนของโครงสร้างที่เป็นผลึกในสตาร์ชจะแตกออก โดยน้ำจะเข้าไปแทนที่ในผลึกทำให้สตาร์ชเกิดการพองตัว

ความสามารถในการดูดซับน้ำ(WAI) นิยามถึง ปริมาณของสตาร์ชที่พองตัวในน้ำปริมาณมากเกินพอ ส่วนความสามารถในการละลาย (WSI) นิยามถึง ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ที่ปล่อยออกมาจากอนุภาคของสตาร์ชในน้ำปริมาณมากเกินพอ ซึ่งค่าทั้งสองนี้บ่งบอกถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์เอกซ์ทรูเดต โดยเมื่อค่า WSI เพิ่มขึ้น จะแสดงถึง starch conversion ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสตาร์ชถูกทำลาย และมีความสามารถจับน้ำได้ดี (Sriburi and Hill, 2000) โดยค่าพารามิเตอร์บ่งบอกถึง starch conversion ได้แก่ ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ แรงเฉือนและคุณภาพทางเคมี (Myllymaki et al., 1997)