

**ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรดและการยอมรับของผู้บริโภค:  
กรณีศึกษาในเขตจังหวัดลำปาง**

**Pineapple Dietary Fiber Added Khaotaen Product and Consumers Acceptance:  
Case Study in Lampang Province**

**คำนำ**

“ข้าวแต๋น” เป็นขนมพื้นบ้านประเภทอาหารขบเคี้ยวหรือ อาหารว่าง (snack food) ชนิดหนึ่งของชาวภาคเหนือในประเทศไทยที่แสดงถึง เอกลักษณ์ ภูมิปัญญาพื้นบ้าน วัฒนธรรม ของชาวพื้นเมืองที่บริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก ข้าวแต๋นเป็นขนมที่มีกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน โดยการนำข้าวเหนียวหนึ่งมกคใส่พิมพ์ซึ่งแดดให้แห้งแล้วนำไปทอด จากนั้นราดด้วยน้ำอ้อย เติยวบริโภคโดยตรงและใช้ในเทศกาลงานบุญ ข้าวแต๋นเป็นผลิตภัณฑ์ที่รับประทานง่าย และกรอบ อร่อย ที่สำคัญไม่มีคอเรสเตอรอล มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และ โซเดียม ที่จำเป็นต่อร่างกาย สามารถเก็บไว้บริโภคได้นาน (จุลจันทร์, 2545)

จากการที่ผู้วิจัยได้ร่วมปรึกษาถึงปัญหาของกลุ่มเกษตรกรแม่บ้าน บ้านทุ่งม่าน อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตข้าวแต๋นกลุ่มหนึ่งที่มีการผลิตมาเป็นเวลานาน และเป็นกลุ่มหนึ่งในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของจังหวัด และสำรวจพบว่า กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรมีความต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและเพื่อให้มีผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่ในท้องตลาด

จังหวัดลำปางเป็นแหล่งที่มีการปลูกสับปะรดมากที่สุดในภาคเหนือ และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัด โดยมีผลผลิตออกสู่ตลาดประมาณปีละ 37,000 – 50,000 ตัน ผลผลิตสับปะรดส่วนใหญ่ของจังหวัดลำปางส่งขายให้โรงงานแปรรูปในต่างจังหวัด ที่เหลือมีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อไปจำหน่ายเพื่อการบริโภคสด และส่งขายโรงงานแปรรูปภายในจังหวัด (ร้อยละ 6) เพื่อแปรรูปเป็นสับปะรดกระป๋อง และน้ำสับปะรด (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดลำปาง, 2544) กากใยสับปะรดจัดเป็นส่วนเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมน้ำสับปะรด ได้จากกระบวนการบีบคั้นน้ำ และกรองกากใยสับปะรดออกมา

จากสาเหตุดังกล่าว จึงเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยได้พิจารณาที่ศึกษาการนำเส้นใยสับปะรด มาใช้เป็นแหล่งของใยอาหาร โดยนำมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ในห้องถั่วให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายในการสร้างทางเลือกให้ผู้บริโภค ได้มีโอกาสเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่มีใยอาหาร อีกทั้งยังเป็นการอนุรักษ์ขนมไทยพื้นบ้านให้ยั่งยืนตลอดไป

ปัจจุบันโรคเรื้อรัง (chronic disease) เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคที่เกี่ยวข้องกับภาวะไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจขาดเลือด โรคนิ่วในถุงน้ำดี และโรคความดันโลหิตสูง จัดเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของประชากรในเมืองใหญ่ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี รัฐบาลต้องสูญเสียงบประมาณในการรักษาผู้ป่วยเหล่านี้ในแต่ละปีค่อนข้างสูง เช่น โรคเบาหวานรัฐบาลต้องสูญเสียประมาณในการรักษาปีละประมาณ 135 ล้านบาท และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นถึง 300 ล้านบาท ในปี 2025 (WHO, 1997) โรคเรื้อรังเหล่านี้มีสาเหตุมาจากพฤติกรรมกรรมการบริโภค ของคนไทยที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก เนื่องจากภาวะทางเศรษฐกิจ สังคม และความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการผลิตอาหาร ทำให้มีแนวโน้มการบริโภคอาหารสำเร็จรูปและอาหารแบบตะวันตกเพิ่มขึ้น รวมทั้งบริโภคอาหารที่ผ่านขบวนการขัดสี การบริโภคอาหารเหล่านี้เป็นประจำทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันในปริมาณสูงแต่มีใยอาหารต่ำ (สมใจ, 2540) ผลจากการบริโภคอาหารที่มีใยอาหารน้อยเป็นประจำ พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคท้องผูก และโรคที่มีสาเหตุมาจากอาการท้องผูกเป็นประจำ คือ โรคริดสีดวงทวาร โรคผนังลำไส้โป่งพอง และโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อภาวะโภชนาการเกิน ที่เป็นสาเหตุของโรคเรื้อรังดังกล่าว ดังนั้นปัจจุบันได้มีการกำหนดการบริโภคใยอาหารประมาณ 20-30 กรัมต่อวัน (ประภาศรี, 2534)

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด
2. ศึกษาปริมาณความชื้น ไขมัน ใยอาหาร โปรตีน เถ้า คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และพลังงาน ของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นใยอาหารจากสับปะรด ศึกษาต้นทุนในการผลิต ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด
4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานของผู้บริโภคกับการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ในท้องตลาดเพิ่มขึ้น
2. เป็นการส่งเสริมการบริโภคอาหารและใช้ประโยชน์จากใยสับปะรดให้เป็นที่แพร่หลาย
3. เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมน้ำสับปะรด
4. เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากพฤติกรรมการบริโภคข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรดไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นชนิดอื่น ตามความต้องการของผู้บริโภค
5. เป็นการอนุรักษ์ผลิตภัณฑ์ขนมไทยพื้นบ้านของภาคเหนือ

### ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นของกลุ่มเกษตรกรแม่บ้านบ้านทุ่งม่าน อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง
2. เป็นการศึกษาเฉพาะผู้บริโภคที่บริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น และอาศัยอยู่ในเขตจังหวัดลำปาง โดยทำการศึกษาการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด
3. ศึกษาเฉพาะลักษณะพื้นฐานของผู้บริโภคในเรื่อง เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ และ รายได้
4. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรดเฉพาะปริมาณปริมาณพลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และปริมาณแคลเซียม

### นิยามศัพท์

การยอมรับ หมายถึง การที่ผู้บริโภคได้ตัดสินใจยอมรับที่จะบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด

ใยอาหาร หมายถึง ส่วนประกอบของพืช ผัก และผลไม้ ที่พบในส่วนที่เป็นผนังเซลล์ เมื่อบริโภคเข้าไปแล้ว สามารถทนต่อการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่อยู่ในกระเพาะอาหาร และลำไส้เล็กของมนุษย์ แต่บางส่วนอาจถูกย่อยโดยแบคทีเรียบางชนิดในลำไส้ใหญ่ กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไฮโดรเจน น้ำ กรดไขมันสายสั้น ๆ ซึ่งจะดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย (ประภาศรี และคณะ, 2533)

ใยอาหารจากสับปะรด หมายถึง เส้นใยจากเนื้อสับปะรดที่ผ่านการคั้นน้ำออกแล้ว จัดเป็นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ ในกลุ่มของลิกนิน และเซลลูโลส เมื่อนำมาเสริมในผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้ปริมาณอาหารนั้นมีกากใยเพิ่มมากขึ้น

ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวพื้นบ้านของไทยภาคเหนือทำมาจากข้าวเหนียวหนึ่ง กดลงพิมพ์ ตากให้แห้ง นำไปทอดก่อนรับประทาน

อาหารขบเคี้ยว หมายถึง อาหารที่ใช้รับประทานเล่นระหว่างมื้ออาหารหลัก ลักษณะเด่นของขนมขบเคี้ยวในปัจจุบัน คือ น้ำหนักน้อย เก็บรักษาง่าย นำติดตัวไปในที่ต่าง ๆ ได้สะดวก จัดเป็นอาหารให้พลังงานสูงเนื่องจากมีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรตเป็นจำนวนมาก จึงช่วยให้อิ่มท้อง (นฤพันธ์, 2541)

## การตรวจเอกสาร

### ข้าวแต๋น

ข้าวแต๋น เป็นขนมพื้นบ้านของชาวภาคเหนือในประเทศไทย ที่แสดงถึงเอกลักษณ์และภูมิปัญญาพื้นบ้าน ที่แสดงถึงวัฒนธรรมของชาวพื้นเมืองที่บริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักและนำมาทำเป็นขนมพื้นบ้านเพื่อถนอมอาหาร โดยการนำข้าวเหนียวหนึ่งนํ้ามากดใส่พิมพ์แล้วนำไปผึ่งแดดให้แห้งและนำไปทอด จากนั้นราดด้วยน้ำอ้อยนำมาบริโภค แต่ก่อนไม่ค่อยมีใครทำออกขาย จะได้บริโภค หรือใช้เป็นของรับแขกเฉพาะในงานบุญ และงานประเพณีสำคัญ ๆ ได้แก่ ประเพณีบวชพระ ขึ้นบ้านใหม่ สงกรานต์ วาฬี และ ประหัย (2538) กล่าวว่า ขนมที่ชาวล้านนํ้านิยมนำไปถวายพระสงฆ์ในวันสงกรานต์ ได้แก่ ขนมเทียน ข้าวแต๋น ข้าวเกรียบ สลําอ้อน ฯลฯ

จุลจันทร์ (2545) กล่าวว่า ข้าวแต๋นมีหลายชนิดโดยข้าวแต๋นแบบดั้งเดิมเรียกว่า ข้าวแต๋นขาว อีกแบบหนึ่ง เรียก ข้าวแต๋นแดง ทั้งสองอย่างจะแตกต่างกันตรงที่ข้าวแต๋นขาวจะไม่ใช้นํ้าอ้อยคลุกข้าวให้เข้ากัน ก่อนดักใส่พิมพ์และเอาไปตาก สำหรับข้าวแต๋นแดงจะคลุกนํ้าอ้อยก่อนตาก และอีกประการหนึ่ง ข้าวแต๋นแดงเมื่อทอดแล้วไม่ต้องหยอดนํ้าอ้อยเลย เพราะมีรสหวานอยู่ในเนื้อข้าวเรียบร้อยแล้ว แต่ข้าวแต๋นขาวจะหยอดนํ้าอ้อยเล็กน้อยบนผิวเพื่อเพิ่มความหวาน แต่ในปัจจุบันข้าวแต๋นขาวมักไม่ค่อยมีให้เห็น ทำข้าวแต๋นแดงเป็นพื้น เมื่อทอดเสร็จก็จะหยอดนํ้าอ้อยเล็กน้อยลงไปอีก จะเห็นได้ว่าความหวานเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของคนโบราณ แสดงถึงพฤติกรรมบริโภคของคนปัจจุบันเปลี่ยนไปนิยมรสชาติที่หวานมากขึ้น

ในปัจจุบันขนมไทยได้รับการส่งเสริมสนับสนุนตามแนวนโยบาย “ไทยเป็นครัวโลก” ของรัฐบาล ที่ต้องการผลักดันให้ไทยเป็นประเทศอุตสาหกรรมอาหารครบวงจรอย่างเป็นรูปธรรม โดยในด้านขนมไทยได้มีการนำส่งจำหน่ายไปยังต่างประเทศซึ่งชาวต่างชาติให้ความชื่นชอบเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในแถบเอเชียทั้ง จีน ฮองกง ญี่ปุ่น และได้ขยายตลาดไปยังประเทศแถบตะวันออกกลาง และขนมไทยที่ได้รับความนิยมเช่น ตะโก้ ข้าวแต๋น ทองหยิบ ทองหยอด ลูกชุบ ขนมฝั ง ข้าวตัง กะละแมกวน ขณะนี้บริษัทอุตสาหกรรมขนมไทย ได้มีการรวบรวมตัวเลขยอดจำหน่าย และการทดสอบตลาดสินค้าในประเทศต่าง ๆ และความพยายามในการสร้างแบรนด์สินค้าให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากลต่อไป (พิรวงศ์, 2546)

## ข้าว

### 1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข้าวเป็นพืชในตระกูลหญ้า (Gramineae) ซึ่งพืชตระกูลนี้มีอยู่ 4,500 ชนิด เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แบ่งออกเป็นหลายสกุล (Genus) ข้าวอยู่ในสกุล Oryza และมีอยู่หลายชนิด (Species) ข้าวเป็นธัญชาติที่มีหลายพันธุ์ จึงมีองค์ประกอบและลักษณะทางเคมีแตกต่างกันอย่างมาก เมื่อเทียบกับธัญชาติชนิดอื่น ๆ (Radley, 1976) โดยทั่วไปเมล็ดข้าวประกอบด้วยส่วนเปลือก และข้าวกล้องผิวนอกของข้าวกล้องประกอบด้วยชั้นของเปลือกหลายชั้นเรียงซ้อนกันซึ่งแยกออกจากเนื้อเมล็ดพร้อมกับคัพภะในชั้นของการสีข้าว ส่วนเนื้อเมล็ดสีขาวเรียกว่า ข้าวสาร (Milled rice) ในข้าวสารมีสตาร์ช (Starch) เป็นองค์ประกอบหลักคือ มีอยู่ในปริมาณร้อยละ 90 (น้ำหนักแห้ง) และสตาร์ชนี้ สะสมในรูปเม็ดสตาร์ช (Starch granule) โดยเม็ดสตาร์ชข้าวมีขนาดเล็กที่สุดในบรรดาธัญชาติทั้งหลาย คือ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ถึง 6 ไมโครเมตร มีรูปร่างหลายเหลี่ยม มีการเกาะตัวรวมกันเป็นกลุ่มก้อนเล็ก ๆ (Compound starch) (Juliano, 1971)

ในสถานการณ์ปัจจุบัน การส่งออกข้าวในรูปข้าวสารมักประสบปัญหาการแข่งขันด้านราคาในตลาดโลก โดยเฉพาะภาวะที่มีผลผลิตข้าวปริมาณมากเกินความต้องการของตลาดโลก อีกทั้งประเทศคู่แข่งการส่งออกข้าว เช่น อเมริกา และเวียดนามซึ่งเคยส่งออกได้เป็นอันดับรอง ๆ ต่อมาได้มีการพัฒนาในด้านการผลิตอย่างรวดเร็ว จากเดิมที่ไม่มีบทบาทมากนักในเรื่องการปลูก และส่งออกข้าว ขณะนี้อเมริกาสามารถส่งออกข้าวแข่งกับไทยได้ ส่วนเวียดนามก็เป็นคู่แข่งที่สำคัญ เนื่องจากต้นทุนค่าครองชีพที่ต่ำกว่าไทยมีผลให้ราคาข้าวตกต่ำ แนวทางหนึ่งที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวได้ คือการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป หรือกึ่งสำเร็จรูป เช่น ข้าวกึ่งสำเร็จรูป โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป อาหารว่างจากข้าว การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้ข้าวเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคและประการสำคัญก็คือ ผลิตภัณฑ์แปรรูปมีราคาที่ค่อนข้างเสถียรไม่ขึ้นลงตามภาวะตลาด เนื่องจากมีอายุการเก็บรักษานาน

## ข้าวภข 6.

ข้าวภข 6 เป็นข้าวเหนียวพันธุ์ไวแสง ต้นสูง ที่กรมวิชาการเกษตรส่งเสริมให้ปลูกแบบข้าวนาสวนในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปลูกได้เฉพาะฤดูนาปี ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกรรมพันธุ์ โดยใช้รังสีแกมมา ขนาด 20 กิโลเรดอาบเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 แล้วนำมาปลูกคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวบางเขน และสถานีทดลองข้าวพิมาย จากการคัดเลือกได้ข้าวเหนียวหลายสายพันธุ์ด้วยกัน แต่สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ KDML 105'65-G2U-68-254 เป็นข้าวเหนียวหอมที่มีคุณภาพพันธุ์แรกที่ได้จากการอาบรังสีปรับตัวได้ดี เป็นที่นิยมปลูกและรับประทานกันมาก คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2520 ให้ชื่อว่าพันธุ์ “ภข 6” ข้าวเปลือกมีสีน้ำตาล ข้าวกล้องเรียวยาว 7.23 มิลลิเมตร กว้าง 2.28 มิลลิเมตร หนา 1.77 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตประมาณ 670 กิโลกรัม/ไร่ ข้าวสุกนุ่มเหนียวหอม เปรี้ยวเล็กน้อยไม่โลส มีน้อยมาก มีลักษณะสำคัญบางประการคือ ทนแล้งและมีคุณภาพการหุงต้มดี มีกลิ่นหอม ด้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล สามารถปลูกได้ทุกฤดูนาปีและฤดูนาปรังไม่ด้านทานโรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และแมลงบั่ว (รุจิพร, 2545)

จากรายงานของสำนักงานข้าวแห่งชาติ (2548) พบว่า ข้าวพันธุ์ ภข 6 มีคุณลักษณะทางเคมีและโภชนาการ ดังนี้ ปริมาณความชื้นร้อยละ 13.16 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 5.66 ปริมาณ สคาร์ช ร้อยละ 83.1 ปริมาณใยอาหาร (Dietary fiber) ร้อยละ 0.88 และปริมาณเถ้าร้อยละ 0.36

## **2. องค์ประกอบของข้าว**

โดยปกติข้าวกล้องจะมีโปรตีนร้อยละ 8 ถ้ามีความชื้นร้อยละ 12 และ ยังพบไขมัน เยื่อใย วิตามิน และเกลือแร่ ปริมาณนั้นแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับพันธุ์และสิ่งแวดล้อม

2.1 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดในข้าว คือ มีประมาณร้อยละ 60-90 ของน้ำหนักข้าวซึ่งจะถูกสะสมอยู่ในรูปของแป้ง (Starch) นอกจากนั้นเป็น น้ำตาล ซูโครส ลิกนิน (Lignin) เพนโตซาน (Pentosan) เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และสารเพคติน (Pectin) ซึ่งอยู่ในส่วนของเยื่อใย การขัดสีข้าวจะพบองค์ประกอบเหล่านี้ มีมากในข้าวกล้อง ข้าวสาร รำข้าว (rice bran) และรำละเอียด (rice polish) สคาร์ชที่มีอยู่ในเมล็ดข้าว โดยทั่วไปประกอบด้วยอะไมโลสประมาณร้อยละ 12.35-25.0 ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่มีอะไมโลสต่ำที่สุด นอกจากนั้นเป็นอะไมโลเพคติน ร้อยละ 65.0-88.0 องค์ประกอบที่เป็นน้ำตาล พบมากในส่วนของคัพพะประมาณร้อยละ 20.7 รองลงมาพบในรำข้าวร้อยละ 6.4-6.5 ส่วนเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพนโตซาน ซึ่งอยู่ในรูปของเยื่อใย โดยเฉพาะในส่วนของแกลบที่ได้จากการขัดสีข้าวร้อยละ 9.5-13.2

2.2 โปรตีน (Protein) เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญและมีปริมาณมากรองมาจากสสารพบมากในส่วนที่เป็นเอ็มบริโอ ประมาณ 19 – 27 % ของน้ำหนักของเอ็มบริโอ โปรตีน ในข้าว อยู่กันเป็นกลุ่มเรียกว่า Protein Bodics แทรกอยู่ระหว่างองค์ประกอบของแป้ง โปรตีน อาจแบ่งตามคุณสมบัติการละลายได้ดังนี้

2.2.1 อัลบูมิน (Albumin) เป็นโปรตีนที่มีคุณสมบัติละลายในน้ำ (Water solution)

2.2.2 กลูเตลิน (Glutelin) เป็นโปรตีนที่มีคุณสมบัติละลายในกรดหรือด่าง (acid or alkali solution) เจือจาง

2.2.3 โกลบูลิน (Globulin) เป็นโปรตีนที่มีคุณสมบัติละลายในน้ำเกลือ (Salt solution) 10 % เกลือ

2.2.4. โพรลามีน (Prolamin) เป็นโปรตีนที่มีคุณสมบัติละลายในแอลกอฮอล์ (alcohol solution) 70-90 % แอลกอฮอล์ (งามชื่น, 2546)

ข้าวมีกลูเตลินอยู่ประมาณ ร้อยละ 80 ของโปรตีนทั้งหมดมีโกลบูลินอยู่ประมาณร้อยละ 10 มีอัลบูมินอยู่ประมาณร้อยละ 5 และมีโพรลามีน เป็นโปรตีนที่มีอยู่น้อยที่สุดในเมล็ดข้าว มีไม่เกิน ร้อยละ 5 โปรตีนที่สะสมอยู่ในเมล็ดข้าวประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (Essential amino acid) อยู่หลายชนิดโดยมีกรดอะมิโนลิซีน (Leucine) สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ วาลีน (Valine) และ ไลซีน (Lysine) ตามลำดับ

2.3 ไขมัน (Fat) พบมากบริเวณเยื่ออัลลูลอน allulone และในเอ็มบริโอ embryo หรือ คัพพะจะถูกขับออกเมื่อผ่านกระบวนการสีข้าว โดยไขมันส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปเม็ดไขมัน (Lipid Droplet) ไขมันในเอนโดสเปิร์ม (Endosperm) จะอยู่รวมกลุ่มกับโปรตีน (Protein Bodics) และในเมล็ดแป้ง ก็มีไขมันยึดเกาะอยู่ด้วยเมล็ดข้าวมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย คือ ประมาณร้อยละ 1.5-2.5 ในข้าวกล้อง และร้อยละ 0.3 – 0.7 ในข้าวสารไขมันส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมัน (Fatty acid) ได้แก่ กรดพาลมิติก (Palmetic acid) กรดโอเลอิก (Oleic acid) และ กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid)

นอกจากนี้ไขมันของข้าวสารยังมีสาร Antioxidant คือ Oryzamol และ Tocophenals ซึ่งสารนี้ จะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) จากเอนไซม์ลิพอกซิเดส (lipoxidase) ทำให้ไขมัน อยู่ได้นานโดยไม่เหม็นหืน แต่อย่างไรก็ตามแป้งข้าวเจ้าที่ดีควรมีปริมาณ ไขมันอยู่เล็กน้อย ถ้ามี ปริมาณมากอาจทำให้เกิดการหืน Rancidity ได้

2.4 วิตามิน ส่วนใหญ่พบในส่วนที่เรียกว่า เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด และจมูกข้าว โดยพบกลุ่มวิตามินบีรวมมากกว่าวิตามินชนิดอื่น ไม่พบวิตามิน เอ วิตามินซี และวิตามินดีในข้าวสาร รำละเอียด และรำข้าวขาว พบวิตามินบี1 วิตามินบี2 และ niacin โดยพบวิตามินบี1 ในรำละเอียดร้อยละ 65 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และ ข้าวขาวร้อยละ 22 วิตามินบี2 ในรำละเอียดร้อยละ 39 รำข้าวขาวร้อยละ 8 และข้าวขาวร้อยละ 53 และ niacin ในรำละเอียดร้อยละ 54 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 33 (Juliano, 1971) เป็นส่วนที่ได้จากการขัดสีในกระบวนการสีข้าวทำให้สูญเสียวิตามินไป ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อร่างกายในการควบคุมเมตาบอลิซึมต่าง ๆ และเสริมสร้างซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย นอกจากนี้ยังพบวิตามินอี 149.2 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งเป็นสารช่วยป้องกันการเหม็นหืน

2.5 เหลือแร่ มีปริมาณไม่คงที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของดินที่ใช้ปลูกและวิธีวิเคราะห์จากการวิเคราะห์เหลือแร่จากส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดพบว่า เหลือแร่ร้อยละ 51 อยู่ในรำละเอียด ร้อยละ 10 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 28 อยู่ในข้าวขาว แร่ธาตุที่พบมี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม คลอรีน ซิลิคอน โซเดียม และเหล็ก แร่ธาตุที่พบมากที่สุดคือ แมกนีเซียม โพแทสเซียม และซิลิคอน (Juliano, 1971)

2.6 ปริมาณเถ้าในข้าวสารอยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.26-1.95 โดยน้ำหนักซึ่งข้าวเมล็ดยาว เมล็ดปานกลาง และเมล็ดสั้นของสหรัฐฯ มีปริมาณเถ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.69 - 0.64 และ 0.61 ตามลำดับ ชนิดของ Major Minerals หรือ Macrominerals ในเถ้าที่พบได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซิลิคอน แมกนีเซียม แคลเซียมโซเดียมและเหล็ก ปริมาณแร่ธาตุในเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับแร่ธาตุในดินที่ปลูกข้าวนั้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการกระจายตัวของปริมาณเถ้าดังนี้ ในรำร้อยละ 51 ในกะพละ ร้อยละ 10 ในเปลือก ร้อยละ 10 และในข้าวสารร้อยละ 28

### 3. คุณภาพของข้าว

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตข้าวเป็นสินค้าหลักที่สำคัญ ผลผลิตของข้าวได้ 2 ใน 3 ส่วน ใช้สำหรับบริโภคภายในประเทศ และที่เหลือส่งออกไปยังต่างประเทศ ซึ่งประเทศไทยมีสัดส่วนการส่งออกข้าวในตลาดโลกเป็นอันดับหนึ่งมาหลายปี โดยข้าวเหนียวจะมีสัดส่วนการส่งออกร้อยละ 4 ของปริมาณการส่งออกข้าวทั้งหมด ข้าวเหนียวนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศ เช่นเดียวกับข้าวเจ้าแม้ในสัดส่วนที่น้อยกว่า และเมื่อนำมาแปรรูปจะมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างจากข้าวเจ้า การที่ข้าวแต่ละชนิดมีคุณภาพแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ แหล่งปลูก และสภาวะแวดล้อม ดังนั้นจึงทำให้คุณภาพการหุงต้มแตกต่างกัน โดยที่คุณภาพการหุงต้มและรับประทานข้าว

(Cooking and eating quality) เป็นคุณภาพที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจซื้อ ทั้งนี้เพราะความชอบของแต่ละคนแตกต่างกัน ปัจจัยที่ทำให้ข้าวพันธุ์ต่าง ๆ มีคุณภาพของข้าวสุกแตกต่างกันขึ้นกับองค์ประกอบ ดังนี้ (งามชื่น, 2541)

3.1 ปริมาณอะไมโลส ในเมล็ดข้าวสารมีแบ่งประมาณร้อยละ 90 โดยน้ำหนักแห้ง (Bor, 1980) เช่นเดียวกับธัญพืชอื่น แบ่งข้าวมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ชนิดคือ อะไมโลเพคติน (Amylopectin) และอะไมโลส (Amylose) แบ่งข้าวเหนียวมีอะไมโลเพคตินเพียงอย่างเดียวหรืออาจมีอะไมโลสปนอยู่เพียงเล็กน้อย ข้าวเจ้าจะมีอะไมโลสประมาณร้อยละ 7 - 35 ในข้าวสารร้อยละ 9-37 ในแป้งส่วนที่เหลือร้อยละ 63-91 จะเป็นอะไมโลเพคติน สัดส่วนของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวมีคุณภาพข้าวสุกแตกต่างกันคือ ข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะดูดซึมน้ำ และขยายปริมาตรในระหว่างการหุงต้มได้มากกว่าข้าวอะไมโลสต่ำ และทำให้ข้าวสุกมีลักษณะทึบแสง ไม่เลื่อมมัน ข้าวสุกจะร่วนและแข็งกระด้างกว่า ในการหุงต้มจึงมักใส่น้ำมากเพื่อปรับปรุงให้ความแข็งแรงของข้าวลดลง ส่วนข้าวเหนียวจะดูดซึมน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวเจ้า และ ข้าวสุกที่ได้จะเหนียวและนุ่มกว่า ได้มีการจัดประเภทข้าวตามปริมาณอะไมโลสในข้าวสาร ดังแสดงตารางที่ 1 (งามชื่น, 2541)

ตารางที่ 1 ประเภทข้าวตามปริมาณอะไมโลส

| ประเภทข้าว        | ปริมาณอะไมโลสในข้าวสาร (ร้อยละ) | ลักษณะข้าวสุก  |
|-------------------|---------------------------------|----------------|
| ข้าวเหนียว        | 0 - 2                           | เหนียวมาก      |
| ข้าวอมิโลสต่ำ     | 10-19                           | เหนียว, นุ่ม   |
| ข้าวอมิโลสปานกลาง | 20 - 25                         | เหนียวเล็กน้อย |
| ข้าวอมิโลสสูง     | 25 - 34                         | ร่วนแข็ง       |

ที่มา : งามชื่น (2541)

ตารางที่ 2 สมบัติและการใช้ประโยชน์จากข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่างกัน

| ชนิดข้าว          | ปริมาณอะไมโลส<br>(ร้อยละ) | ลักษณะข้าวสุก           | การใช้ประโยชน์                |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| ข้าวเหนียว        | 0 – 2                     | เหนียวมาก               | บริโภคหรือทำขนม<br>อาหารว่าง  |
| ข้าวเจ้าอะไมโลสูง | 10 – 19                   | เหนียวนุ่ม              | บริโภคเป็นข้าวสุก             |
| ข้าวเจ้าอะไมโลส   | 20 – 25                   | ค่อนข้างร่วนปาน<br>กลาง | บริโภคแปรรูปเป็น<br>ผลิตภัณฑ์ |
| ข้าวเจ้าอะไมโลสูง | 25 – 34                   | ร่วนแข็ง                | แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์           |

ที่มา: งามชื่น (2538)

ความแตกต่างที่เป็นพื้นฐานระหว่างข้าวเจ้าและข้าวเหนียวดังกล่าว ทำให้มีการนำข้าวทั้งสองชนิดไปใช้ประโยชน์ ในอุตสาหกรรมอาหารที่แตกต่างกัน เช่น ข้าวเจ้าเหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์เส้น เช่น ขนมจีน ก๋วยเตี๋ยว เพราะต้องการลักษณะคงรูปหลังการทำให้สุก ส่วนข้าวเหนียวสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของซอสในผลิตภัณฑ์อาหารเยือกแข็ง เนื่องจากข้าวเหนียวมี Freeze-thaw stability ที่ดีเมื่อนำข้าวเหนียวมาแปรรูปเป็นของหวาน อาหารว่าง เช่น ข้าวเหนียวมุล ขนมแข่ง ขนมบัวลอย ให้ลักษณะที่นุ่มเหนียวไม่แข็งกระด้าง เมื่อใช้ในกลุ่มของขนมขบเคี้ยว ขนมอบกรอบ เช่น ขนมอบกรอบ อร่าเร่ (arare) ข้าวเกรียบว่าว ข้าวแต่น จะทำให้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เหล่านี้มีการพองตัวดี มีเนื้อสัมผัสกรอบเบา และละลายในปาก (งามชื่น, 2538)

ตารางที่ 3 สมบัติที่แตกต่างกันของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน

| สมบัติ            | อะไมโลส                                                    | อะไมโลเพคติน                    |
|-------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| ลักษณะโครงสร้าง   |                                                            | สารประกอบของน้ำตาล              |
| กลูโคส            |                                                            | สารประกอบของน้ำตาลกลูโคส        |
|                   | เกาะกันเป็นเส้นตรง                                         | เกาะกันเป็นกิ่งก้าน             |
| พันธะที่จับ       | แอลฟา-(1, 4)                                               | แอลฟา-(1, 4)และ<br>แอลฟา (1, 6) |
| ขนาด              | 200 – 2,000 หน่วยกลูโคส                                    | มากกว่า 10,000 หน่วยกลูโคส      |
| การละลาย          | ละลายน้ำได้น้อยกว่า                                        | ละลายน้ำได้ดีกว่า               |
| การทำปฏิกิริยากับ | สีน้ำเงิน                                                  | สีแดงม่วง                       |
| ไอโอดีน           |                                                            |                                 |
| การจับตัว         | เมื่อให้ความร้อนแล้วทิ้งไว้<br>จะจับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง | ไม่จับตัวเป็นแผ่นแข็ง           |

ที่มา: Beynum และ Roels (1985)

3.2 ความคงตัวของแป้งสุก ข้าวที่มีอะไมโลสด้วยกันยังมีความแตกต่างด้านคุณภาพข้าวสุก เนื่องจากสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากันทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนแตกต่างกัน สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (International Rice Research Institute : IRRI) ได้แบ่งประเภทของข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก แสดงดังตารางที่ 4 IRRI (1972); Cagampang และ คณะ (1973)

ตารางที่ 4 ประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก

| ประเภทแป้งสุก  | ระยะทางที่แป้งไหล (มิลลิเมตร) |
|----------------|-------------------------------|
| แป้งสุกแข็ง    | 26 - 40                       |
| แป้งสุกปานกลาง | 41 - 60                       |
| แป้งสุกอ่อน    | 61 – 100                      |

ที่มา : IRRI (1972); Cagampang และ คณะ (1973)

ความคงตัวของแป้งสูกมักมีความสัมพันธ์ผกผันกับปริมาณอะไมโลส ซึ่งพบว่าข้าวที่มีอะไมโลส ต่างกันจะมีความแตกต่างของความคงตัวของแป้งสูก ปัจจัยข้อนี้จึงอาจใช้คาดคะเนคุณภาพการหุงต้ม และรับประทานของข้าว เช่น ข้าวที่มีค่าความคงตัวของแป้งสูกสูงกว่าย่อมจะมีข้าวสุกแข็งและร่วนกว่าข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสูกอ่อน ในการเก็บรักษาข้าวจะมีผลทำให้ความคงตัวของแป้งสูกแข็งขึ้น (งามชื่น, 2541)

3.3 อุณหภูมิแป้งสูก แป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเมื่อเพิ่มความร้อนจนถึงอุณหภูมิระดับหนึ่ง แป้งจะเปลี่ยนจากลักษณะทึบแสงเป็นโปร่งแสง อุณหภูมินี้เรียกว่า อุณหภูมิแป้งสูก (Gelatinization temperature) อุณหภูมิแป้งมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่จะหุงต้มข้าวให้สุกซึ่งอาจแบ่งเป็นประเภทข้าวตามอุณหภูมิแป้งสูกเป็น 3 ประเภท แสดงดังตารางที่ 5 (Beachell, 1967)

ตารางที่ 5 ประเภทข้าวตามอุณหภูมิแป้งสูก

| ระดับอุณหภูมิที่แป้งสูก | อุณหภูมิแป้งสูก (องศาเซลเซียส) |
|-------------------------|--------------------------------|
| ต่ำ                     | 69                             |
| ปานกลาง                 | 70 – 74                        |
| สูง                     | ตั้งแต่ 75 ขึ้นไป              |

ที่มา: Beachell (1967)

ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสูกต่ำจะหุงสุกเร็วกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสูกสูง การคาดคะเนระดับอุณหภูมิที่แป้งสูกอาจทำได้โดยการหาค่าการสลายเมล็ดในด่าง (Alkali Spreading Value) ตามวิธีการของ Little et al. (Little และคณะ, 1958)

3.4 โปรตีน (Protein) ในเมล็ดข้าวแม้จะมีโปรตีนน้อยกว่าแป้งมาก แต่ปริมาณของโปรตีนมีผลต่อคุณภาพข้าวสุกบ้างเหมือนกัน เช่น ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 หรือ ข้าวหอมมะลิ ที่นิยมบริโภคกันทั่วไปซึ่งเป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ หากเมล็ดข้าวมีโปรตีนสูงข้าวสุก กระจ่างและสีคล้ำกว่าข้าวที่มีโปรตีนต่ำกว่า โปรตีนนอกจากจะทำให้สีคล้ำลงแล้วยังทำให้ความเหนียวลดลง เนื่องจากแป้งสูกมีลักษณะเหนียวทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันเป็นแผ่น แต่โปรตีนไม่มีสมบัติดังกล่าว เมื่อปริมาณโปรตีนของข้าวสูงขึ้นคุณภาพด้านความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้น แต่ความเหนียว จะลดลงและจำกัดการพองตัวของเม็ดแป้ง (งามชื่น, 2541) โดย Shibuya และ Iwasaki (1982) กล่าวว่า โปรตีนยังขัดขวางการซึมผ่านของน้ำเข้าไปในเมล็ดข้าว ดังนั้นข้าวที่มีโปรตีนสูงจะต้องใช้เวลาในการหุงต้ม

นานขึ้น (อรอนงค์, 2547) กล่าวถึงผลของโปรตีนในข้าวว่าสตาโรสอาจเกิดปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างการหุงต้ม ทำให้ประสิทธิภาพการดูดซึมน้ำของสตาโรสลดลง มีผลให้เนื้อสัมผัสของข้าว่วนขึ้น

3.5 ความเก่าของข้าว หลังการเก็บเกี่ยวภายในเมล็ดจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เอนโดสเปิร์มจะแข็งแรงขึ้นทำให้คุณภาพดีดีขึ้น การเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวเกิดขึ้นจากกระบวนการที่เกี่ยวข้อง 3 องค์ประกอบ คือ แป้ง ไขมัน และโปรตีน จากปฏิกิริยาออกซิเดชันในไขมัน (Oxidation -Reaction) ทำให้เกิดไขมันอิสระ และสารคาร์บอนิล (Carbonyl) เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดกลิ่นสาบในข้าวเก่า อะไมโลส มีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้ง ทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวสุกแข็งมากขึ้น และความเหนียวลดลง สำหรับส่วนของโปรตีนจะเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนกับกรดอะมิโน ทำให้สารระเหยที่ได้จากกรดอะมิโนที่มีธาตุกำมะถันเป็นองค์ประกอบลดลง ทำให้กลิ่นของข้าวเปลี่ยนไป นอกจากนี้ปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนด้วยกันทำให้เกิดปฏิกิริยา Non-enzymic browning มีผลให้สีของข้าวคล้ำลง การเกิดเมล็ดเหลืองในข้าวเก่าสืบเนื่องจากปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างเชื้อจุลินทรีย์หรือเคมี ในข้าวเปลือกที่ได้รับ ความชื้นและความร้อนสูงก่อนที่จะทำการลดความชื้น การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ข้าวเก่ามีสมบัติการหุงต้มและข้าวสุกแตกต่างจากข้าวใหม่ คือ ข้าวเก่าต้องการเวลาในการหุงต้มนานกว่า มีความสามารถดูดน้ำ (Water absorption) ได้มากขึ้นโดยเมล็ดข้าวไม่แตกทำให้น้ำข้าวใสและขยายปริมาตร (Volume expansion) ได้มากกว่าและข้าวสุก่วนและแข็งขึ้น กลิ่นหอมของข้าวลดลง เมล็ดข้าวเก่ามักพบมีสีคล้ำลง เนื่องจากความเหนียวของข้าวสุกลดลง (งามชื่น, 2541)

#### 4. การใช้ประโยชน์จากข้าว

4.1 แป้งข้าว (Rice flour) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต คือ ข้าวหัก หรือปลายข้าว กรรมวิธีการผลิต มี 3 วิธี ได้แก่ วิธีโม่แห้ง วิธีโม่ น้ำ และวิธีผสม (ณรงค์, 2538; งามชื่น, 2541; กล้าณรงค์, 2542)

4.2 ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นและแผ่นผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ได้แก่ เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ และขนมจีน ปัจจุบันมีการใช้ข้าวสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เหล่านี้ เพื่อบริโภคภายในและส่งออกต่างประเทศ ข้าวที่เหมาะสมเป็นข้าวที่มีอะไมโลสไม่ต่ำกว่าร้อยละ 27 และควรเป็นข้าวเก่า 3 - 4 เดือน นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบประเภทเดียวกัน เช่น แป้งแผ่นหรือโบเมียง เทคโน โลยีในการผลิตอาหารเหล่านี้ มีหลักการใกล้เคียงกันแต่มีความละเอียดบางส่วนแตกต่างกัน

4.3 แป้งข้าวบริสุทธิ์ (Rice starch) เป็นแป้งที่ผ่านการแยกส่วนของโปรตีนออก จนมีความบริสุทธิ์ของแป้งสูงมาก การแยกโปรตีนมักใช้การแยกด้วยสารละลายของโซดาไฟ หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์หลาย ๆ ครั้ง และล้างออกด้วยน้ำแล้วแยกน้ำและอบแห้ง สามารถนำไปใช้ในส่วนผสมของยา (เภสัชกรรม)

4.4 อาหารประเภทพองกรอบ (Expanded product) การพองด้วยความร้อน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อะราเร่ (Arare) ที่ทำจากข้าวเหนียว และเซมเบ้ (Sembei) ที่ทำจากข้าวเจ้าที่มีอะไมโลสต่ำ ซึ่งมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันได้แก่

4.4.1 การพองที่เกิดจากแรงอัดที่อุณหภูมิสูง (Extrusion)

4.4.2 การพองตัวที่เกิดจากแผ่นความร้อน (Puffing machine)

4.4.3 การพองตัวที่เกิดจากการอบด้วยความร้อนสูง หรือทอดในน้ำมันร้อน

4.5 อาหารเด็กอ่อน นำมาทำเป็นอาหารเด็กอ่อนในรูปของแป้งหรือเม็ดหยาบ เช่น นำปลายข้าวมาป่นทำให้สุกก่อน แป้งที่ผ่านกระบวนการ Extrusion สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้ดีเช่นกันเพราะโครงสร้างของวัตถุดิบจะถูกทำลายและย่อยได้ง่าย

4.6 ข้าวกึ่งสำเร็จรูป (Quick cooking rice) เช่น ผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปและข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูป

4.7 ผลิตภัณฑ์หมักดอง (Brewing) ได้แก่

4.7.1 เหล้า (นำข้าวเหนียวมาทำ)

4.7.2 เป็นส่วนประกอบของการผลิตเบียร์

4.7.3 น้ำส้มสายชู

4.8 ข้าวเสริมโภชนาการ หรือข้าวอนามัย (Enriched Rice) ผลิตภัณฑ์ข้าวเสริมวิตามิน และเกลือแร่เพื่อชดเชยในส่วนที่ขาดหายไป โดยการเคลือบผิวเมล็ด (Coating) ด้วยสารอาหารต่าง ๆ การทำข้าวนี้ซึ่งวิตามิน และเกลือแร่บางส่วนละลายน้ำแทรกเข้าไปภายในเมล็ดและเปลือกข้าง

### สับปะรด

สับปะรดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus* อยู่ในตระกูล Bromeliaceae เป็นพืชล้มลุกประเภทใบเลี้ยงเดี่ยว จำพวกไม้เนื้ออ่อน ลักษณะลำต้นแตกเป็นกอใหญ่ ไม่มีกิ่งก้านใด ๆ มีลักษณะกาบใบที่ห่อหุ้มลำต้นไว้ สูงประมาณ 1-3 ฟุต ไม่มีก้านใบ ลักษณะใบเรียวยาว ปลายแหลม ขอบใบมีหนามเล็กน้อย ผิวใบเรียบ ด้านบนเป็นสีเขียวเข้ม (เกศินี, 2528) ปลูกง่ายและปลูกได้เกือบตลอดทั้งปี สามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิดที่ระบายน้ำดี แต่สับปะรดชอบดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินปนลูกรัง ดินทรายชายทะเล และชอบที่ลาดเท เช่น ที่ลาดเชิงเขา ดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย สับปะรดต้องการอากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 23.9-29.4 องศาเซลเซียส มีฝนกระจายตลอดทั้งปีและมีความชื้นในอากาศสูง (จิราพรณ, ม.ป.ป.)

สับปะรดมีถิ่นกำเนิดในประเทศละตินอเมริกาและปลูกได้ดีในภูมิอากาศร้อนชื้น (Mitra, 1997) รวมทั้งประเทศไทย กรมส่งเสริมการเกษตร (2543) รายงานว่า การเพาะปลูกสับปะรดของประเทศไทยปี 2541/2542 (ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2541 ถึง เมษายน 2542) มีพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดรวมทั้งประเทศเท่ากับ 512,000 ไร่ แต่ส่วนใหญ่นิยมเพาะปลูกในภาคตะวันตก และภาคตะวันออกของประเทศ คิดเป็นสัดส่วนรวมของพื้นที่ปลูกทั้งหมดร้อยละ 60.60 และ 30.82 ตามลำดับ และผลผลิตสับปะรดโดยรวมทั้งประเทศประมาณ 1786,000 ตัน ผลผลิตสับปะรด ในภาคตะวันออกเฉลี่ย เท่ากับ 5,347 กิโลกรัมต่อไร่ และในภาคตะวันตกเฉลี่ยเท่ากับ 4,287 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตสับปะรดทั้งภาคตะวันตกและภาคตะวันออกรวมกัน คิดเป็นร้อยละ 99.4 ของการผลิตสับปะรดทั้งประเทศ

#### 1. การเพาะปลูกสับปะรดในประเทศไทย

สถานการณ์การผลิตปีเพาะปลูก 2547/2548

จากข้อมูลปี 2547 คาดว่าจะมีเนื้อที่เก็บเกี่ยวรวมทั้งประเทศ 552,302 ไร่ ผลผลิต 1.994 ล้านตัน ผลผลิตต่อไร่ 3,610 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่แล้วพบว่าเนื้อที่เก็บเกี่ยวปี 2547 เพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาสับปะรดที่เกษตรกรขายได้ในช่วง 2 ปี ที่ผ่านมามีอยู่ในเกณฑ์ดี คือตั้งแต่ปี 2545-2546 ราคาสับปะรดโรงงานกิโลกรัมละ 4.25 และ 3.99 ตามลำดับ จึงทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกในปี 2546 ค่อนข้างมาก โดยพื้นที่ปลูกดังกล่าวจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในปี 2547 ซึ่งจะเก็บเกี่ยวมากในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงมิถุนายน 2547 แต่ในปีนี้มีพื้นที่เก็บเกี่ยวไม่มากเท่ากับ

เนื้อที่ปลูกที่ขยายเพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากพื้นที่สับปะรดที่ปลูกใหม่ได้รับผลกระทบกับน้ำท่วม ทำให้เนื้อที่บางส่วนประสบปัญหาโรคเน่าและในช่วงปี 2547 ยังได้รับผลกระทบจากภาวะแห้งแล้ง ส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมา สำหรับผลผลิตในภาพรวมเพิ่มขึ้นตามเนื้อที่เก็บเกี่ยว (นิรนาม ,2549)

อนงค์ (2529) กล่าวว่า การเก็บสับปะรดนิยมทำกันในช่วงเดือนเมษายน ถึงมิถุนายน และช่วงเดือนตุลาคม ถึงธันวาคม เกษตรกรมักเก็บสับปะรดเพื่อการจำหน่ายหรือส่งโรงงานอุตสาหกรรม สับปะรดกระป๋องพร้อมกัน ทำให้เกิดสภาวะสับปะรดล้นตลาด ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการแปรรูปสับปะรดและเพิ่มกำลังการผลิตให้สูงขึ้น นอกจากนี้การปลูกสับปะรดของเกษตรกรทั้งในส่วนในพื้นที่การเพาะปลูกของโรงงาน และจากไร่ของเกษตรกรยังได้รับการส่งเสริมทั้งจากภาครัฐและเอกชน เพื่อควบคุมปริมาณผลผลิตสับปะรดให้เหมาะสมกับการผลิตของโรงงานสับปะรดกระป๋องตลอดปี (อารยะ, 2537)

การเพาะปลูกสับปะรดในจังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นแหล่งที่ปลูกสับปะรดมากที่สุดในภาคเหนือ มีพื้นที่ทำการเพาะปลูกสับปะรดใน ปี 2547 รวมทั้งสิ้น 11,793 ไร่ ได้ผลผลิตต่อไร่จำนวน 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตรวม 3,720 ตัน (นิรนาม, 2549)

## 2. พันธุ์สับปะรดที่ปลูกในประเทศไทย

จิราพรรณ (ม.ป.ป.); จารุพันธุ์ (2526); เกศินี (2528) กล่าวถึงลักษณะประจำพันธุ์ของสับปะรดที่มีอยู่ในประเทศไทย โดยยึดตามลักษณะของต้นที่มีขนาดโตเต็มที่และแข็งแรงสมบูรณ์ เป็นบรรทัดฐานจัดแบ่งเป็น 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์นางแลหรือ พันธุ์น้ำผึ้งพันธุ์อินทรีชิดหรือพันธุ์อินทรีชิดแดง พันธุ์ขาว และพันธุ์ภูเก็ตหรือพันธุ์สวี

2.1 พันธุ์ปัตตาเวีย ( Smooth Cayenne ) ปลูกมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี ลำปาง และปราจีนบุรี ขยายทรงพุ่มประมาณ 93-120 เซนติเมตร ลำต้นสูงประมาณ 20-50 เซนติเมตร มีใบประมาณ 60-80 ใบ ขนาดของใบยาวประมาณ 81-97 เซนติเมตร กว้าง 6.5 เซนติเมตร ผลขนาด 2.3-3.6 กิโลกรัม รูปทรงกระบอก เปลือกผลสีเขียวปนดำ เมื่อผลแก่ส่วนดาหรือผลย่อย ตีนแบนกว่าพันธุ์อื่น ๆ เนื้อของผลมีสีเหลืองซีดหรือสีเหลืองอ่อน ค่าความเป็นกรดเฉลี่ยประมาณ 4.0 และมีน้ำตาลประมาณ 12-16 เปอร์เซ็นต์ มีรสหวานฉ่ำ แกนกลางใหญ่แต่ไม่เหนียว ก้านผลสั้น น้ำหนักผลที่เหมาะสมแก่การบรรจุเป็นสับปะรดกระป๋องควรมีน้ำหนักระหว่าง 1.25-1.40 กิโลกรัม ต่อผลแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2.1.1 พันธุ์ปัดดาเวียดาคำ ผลสุกมีสีเขียวเข้มอยู่เช่นเดิมไม่เปลี่ยนแปลงต้องรีบจำหน่าย เพราะเก็บได้ไม่นาน

2.1.2 พันธุ์ปัดดาเวียดาแดง ผลสุกมีสีเหลืองปนแดง เก็บไว้ได้นาน

### 3. สถานการณ์การตลาดและราคา

การส่งออกสามารถส่งออกสับปะรดและผลิตภัณฑ์ 288,683 ตัน มูลค่า 7,874 ล้านบาท ลดลงจากปริมาณ 305,638 ตัน มูลค่า 8,882 ล้านบาท ในช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมาหรือลดลงร้อยละ 5.55 และ 11.35 ตามลำดับโดยผลิตภัณฑ์ส่งออกที่สำคัญได้แก่ สับปะรดกระป๋อง และ น้ำสับปะรด สำหรับราคาอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากผลผลิตออกสู่ตลาดน้อยและโรงงานแปรรูปมีความต้องการวัตถุดิบอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ราคาที่เหมาะสมที่เกษตรกรขายได้เพิ่มขึ้นจากกิโลกรัมละ 4.22 บาท เป็นกิโลกรัมละ 4.58 บาท ในช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมาหรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.53

จากตารางที่ 6 พบว่า ภาคเหนือ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว ประมาณ 47,325 ไร่ เมื่อเปรียบเทียบเนื้อที่เก็บเกี่ยวปี 2546 ปรากฏว่าเพิ่มขึ้น 5,090 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.05 โดยมีจังหวัดที่เป็นแหล่งผลิตที่สำคัญได้แก่ จังหวัดลำปาง พะเยา และอุทัยธานี จึงทำให้มีภาคสับปะรดเหลือมาก

สำหรับผลผลิต คาดว่าประมาณ 0.180 ล้านตัน เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตกับปี 2546 ปรากฏว่าเพิ่มขึ้น 8,127 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.10 โดยผลผลิตในภาพรวมเพิ่มขึ้นตามเนื้อที่เก็บเกี่ยวซึ่ง จังหวัดที่เพิ่มขึ้นได้แก่ จังหวัดลำปาง และอุทัยธานี ผลผลิตต่อไร่คาดว่าประมาณ 3,802 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตกับปีที่ผ่านมาปรากฏว่าลดลง 176 กิโลกรัม หรือลดลงร้อยละ 4.42 โดยผลผลิตต่อไร่ ในภาพรวมลดลงในทุกจังหวัดของภาคเหนือเนื่องจากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย กระทั่งแล้ง

ตารางที่ 6 เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและ ผลผลิตต่อไร่ระดับประเทศและภาค

| ประเทศ/ ภาค           | เนื้อที่เก็บเกี่ยว (พันไร่) |         |       | ผลผลิต (พันตัน) |          |       | ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม) |       |       |
|-----------------------|-----------------------------|---------|-------|-----------------|----------|-------|-------------------------|-------|-------|
|                       | 2546                        | 2547    | %+/-  | 2546            | 2547     | %+/-  | 2546                    | 2547  | %+/-  |
| ภาคเหนือ              | 42.235                      | 47.325  | 12.05 | 167.992         | 179.919  | 7.10  | 3,978                   | 3,802 | -4.42 |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 29.878                      | 29.504  | -1.25 | 113.328         | 107.270  | -5.35 | 3,793                   | 3,636 | -4.15 |
| ภาคกลาง               | 421.702                     | 459.825 | 9.04  | 1544.285        | 1632.215 | 5.69  | 3,662                   | 3,660 | -3.07 |
| ภาคใต้                | 15.062                      | 15.645  | 3.87  | 73.819          | 74.423   | 0.82  | 4,901                   | 4,757 | -2.94 |
| รวมทั้งประเทศ         | 508.877                     | 552.302 | 8.35  | 1899.424        | 1993.827 | 4.97  | 3,733                   | 3,610 | -3.29 |

ที่มา: นิรนาม (2549)

ตารางที่ 7 ผลผลิตสับปะรดแยกเป็นรายภาคในปีการผลิต 2544/2545

| ภาค                   | ผลผลิต            |                 | เพิ่มขึ้น /ลดลง<br>จากปีก่อนหน้า (ร้อยละ) |
|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------------------|
|                       | หน่วย : 1,000 ตัน | ร้อยละของประเทศ |                                           |
| ภาคเหนือ              | 16.511            | 7.40            | -13.00                                    |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 89.409            | 4.52            | -14.62                                    |
| ภาคกลาง               | 1,660.446         | 83.91           | -13.37                                    |
| ภาคใต้                | 82.456            | 4.17            | -15.53                                    |
| รวมทั้งประเทศ         | 1,978.822         | 100.00          | -13.49                                    |

ที่มา: กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ (2546)

จากตารางที่ 8 พบว่าจังหวัดที่มีผลผลิตสับปะรดมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์  
ระยอง ชลบุรี อุทัยธานี เพชรบุรี ราชบุรี โดยมีผลผลิตเป็นร้อยละ 36.43, 15.90, 9.18, 5.27, 5.19  
และ 5.15 ตามลำดับ ของผลผลิตสับปะรดของประเทศ สำหรับจังหวัดลำปางคาดว่าผลผลิตสับปะรด  
ในปี 2544/2545 ประมาณ 40,100 ตันหรือร้อยละ 2.02 ของผลผลิตของประเทศทั้งหมด และคิดเป็น  
ร้อยละ 27.37 ของผลผลิตสับปะรดของภาคเหนือ

**ตารางที่ 8 ผลการพยากรณ์เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและผลผลิตต่อไร่ เปรียบเทียบปีเพาะปลูก  
2543 /44 กับปี 2544 /45 รายจังหวัด**

| ประเทศ/ภาค/<br>จังหวัด | เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) |               |               | ผลผลิต (1,000 ตัน) |                |               | ผลผลิตต่อไร่ (ก.ก.) |              |              |
|------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------|--------------|
|                        | 2543/44                        | 2544/45       | % +/-         | 2543/44            | 2544/45        | % +/-         | 2543/44             | 2544/45      | % +/-        |
| รวมทั้งประเทศ          | 608.235                        | 552.456       | -9.17         | 2,287.420          | 1,978.822      | -13.49        | 3,761               | 3,582        | -4.76        |
| ภาคเหนือ               | <b>41.658</b>                  | <b>38.088</b> | <b>-8.57</b>  | <b>168.411</b>     | <b>146.511</b> | <b>-13.00</b> | <b>4,043</b>        | <b>3,847</b> | <b>-4.85</b> |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ  | 27.609                         | 24.493        | -11.28        | 104.720            | 89.409         | -14.62        | 3,793               | 3,650        | -3.77        |
| ภาคกลาง                | 508.458                        | 462.749       | -8.99         | 1,916.671          | 1,660.446      | -13.37        | 3,770               | 3,588        | -4.83        |
| ภาคใต้                 | 30.510                         | 27.126        | -11.09        | 97.618             | 82.456         | -15.53        | 3,199               | 3,040        | -4.97        |
| ลำปาง                  | <b>12.777</b>                  | <b>10.987</b> | <b>-12.86</b> | <b>49.102</b>      | <b>40.100</b>  | <b>-19.14</b> | <b>3,843</b>        | <b>3,566</b> | <b>-7.21</b> |
| อุทัยธานี              | 28.056                         | 26.192        | -6.64         | 116.517            | 104.375        | -10.42        | 4,153               | 3,985        | -4.05        |
| อุดรธานี               | 1.345                          | 1.123         | -16.51        | 4.553              | 3.553          | -21.96        | 3,385               | 3,164        | -6.53        |
| หนองคาย                | 14.833                         | 13.551        | -8.64         | 61.231             | 53.621         | -12.43        | 4,128               | 3,957        | -4.14        |
| นครพนม                 | 9.794                          | 8.308         | -15.17        | 34.710             | 28.555         | -17.73        | 3,544               | 3,437        | -3.02        |
| สุพรรณบุรี             | 4.282                          | 3.646         | -14.85        | 15.120             | 12.353         | -18.30        | 3,531               | 3,388        | -4.05        |
| ฉะเชิงเทรา             | 11.170                         | 10.637        | -4.77         | 66.663             | 60.503         | -9.24         | 5,968               | 5,688        | -4.69        |
| จันทบุรี               | 6.183                          | 5.681         | -8.12         | 26.575             | 22.809         | -14.17        | 4,298               | 4,015        | -6.58        |
| ตราด                   | 14.331                         | 12.610        | -12.01        | 59.502             | 51.033         | -14.23        | 4,152               | 4,047        | -2.53        |
| ระยอง                  | 61.213                         | 57.821        | -5.54         | 341.446            | 314.662        | -7.84         | 5,578               | 5,442        | -2.44        |
| ชลบุรี                 | 34.393                         | 30.855        | -10.29        | 209.900            | 181.520        | -13.52        | 6,103               | 5,883        | -3.60        |
| กาญจนบุรี              | 32.909                         | 32.622        | -0.87         | 98.990             | 92.190         | -6.87         | 3,008               | 2,826        | -6.05        |
| ราชบุรี                | 32.128                         | 30.515        | -5.02         | 113.123            | 101.890        | -9.93         | 3,521               | 3,339        | -5.17        |
| เพชรบุรี               | 35.948                         | 31.582        | -12.15        | 119.851            | 102.642        | -14.36        | 3,334               | 3,250        | -2.52        |
| ประจวบคีรีขันธ์        | 275.901                        | 246.780       | -10.55        | 865.501            | 720.844        | -16.71        | 3,137               | 2,921        | -6.89        |
| ชุมพร                  | 26.793                         | 23.693        | -11.57        | 84.746             | 71.245         | -15.93        | 3,163               | 3,007        | -4.93        |

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2546)

## 5. การผลิตสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย

ผลิตภัณฑ์สับปะรดของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ที่ผลิตได้ในประเทศไทย คือ สับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรด แยมสับปะรด ผลิตภัณฑ์สับปะรดและน้ำสับปะรดกระป๋องเป็น ผลิตภัณฑ์ส่งออกที่ทำรายได้สูง การผลิตสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรดมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ สับปะรดผลสดถูกนำมาล้างและผ่านการคัดขนาด จากนั้นตัดเปลือก ตัดหัวท้ายออกและแต่งขนาด

ส่งต่อเข้าเครื่องเจาะแกนและตัดหินก่อนบรรจุกระป๋อง เศษเหลือจากส่วนเปลือกและการคั้นน้ำ  
สับปะรดใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์

## 6. การส่งออกสับปะรดและสับปะรดแปรรูปของประเทศไทย

จากตารางที่ 9 ข้อมูลการส่งออกสับปะรดและสับปะรดแปรรูป ของประเทศไทยอยู่ในรูป  
สับปะรดกระป๋อง สับปะรดแช่แข็ง น้ำสับปะรด สับปะรดเชื่อม และสินค้ารูปอื่น ๆ ผลผลิต  
ของประเทศไทยปี 2545 พบว่า ผลผลิตสับปะรดกระป๋องส่งออกมากที่สุด รองลงมาได้แก่  
น้ำสับปะรด สับปะรดกวน สับปะรดแช่แข็ง สับปะรดอบแห้ง และสับปะรดสด โดยมีมูลค่า 9,610  
ล้านบาท 3,516 ล้านบาท 676 ล้านบาท 90 ล้านบาท 63 ล้านบาท และ 45 ล้านบาท ตามลำดับ  
คิดเป็นร้อยละ 68.8 25.2 4.8 0.5 0.4 และ 0.3 ตามลำดับ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ (2546) รายงานว่า  
ประเทศคู่แข่งที่สำคัญของไทย ได้แก่ ฟิลิปปินส์ อินเดีย และบราซิล ตามลำดับ

ตารางที่ 9 การส่งออกสับปะรดและผลิตภัณฑ์ของประเทศไทย

| ลำดับที่     | สินค้า         | มูลค่า (ล้านบาท) | ร้อยละ |
|--------------|----------------|------------------|--------|
| 1            | สับปะรดกระป๋อง | 9,610            | 68.8   |
| 2            | น้ำสับปะรด     | 3,516            | 25.2   |
| 3            | สับปะรดกวน     | 676              | 4.8    |
| 4            | สับปะรดแช่แข็ง | 90               | 0.5    |
| 5            | สับปะรดอบแห้ง  | 63               | 0.4    |
| 6            | สับปะรดสด      | 45               | 0.3    |
| รวม 6 รายการ |                | 14,000           | 100    |

ที่มา: นิรนาม (2549)

## 7. ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

Muller (1978) รายงานว่ากากสับปะรดเป็นผลพลอยได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร  
แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ วัสดุเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง และส่วนที่เหลือ  
จากการเก็บเกี่ยวสับปะรดจากไร่ เศษเหลือจากโรงงานประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ของเปลือก

เมื่อคิดเป็นสัดส่วนเศษเหลือทั้งหมดประมาณร้อยละ 56 แกนใน และเศษเนื้อของสับปะรดมีปริมาณน้ำตาลประมาณร้อยละ 73 และ 74 เยื่อใยประมาณ ร้อยละ 16.7-25.4 และโปรตีนร้อยละ 6.4-7.8 แสดงดังตารางที่ 10 Devendra (1988) รายงานว่า กากสับปะรด ที่เหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูปสับปะรดมีประมาณร้อยละ 40-50 ของน้ำหนักสด จากการคำนวณปริมาณผลผลิตสับปะรดที่ทำการแปรรูปของโรงงานในประเทศไทย มีกากสับปะรดที่เหลือทิ้งจากโรงงานมากกว่า 5 แสนตันต่อปี

ตารางที่ 10 โภชนะทางเคมีของเศษเหลือจากสับปะรด (ร้อยละของวัตถุแห้ง)

| ส่วนประกอบเศษ<br>เหลือของ<br>สับปะรด | สัดส่วน<br>ทั้งหมด | โปรตีน<br>รวม | ไขมัน       | เยื่อใย     | ไนโตรเจน<br>ฟรีเอ็กแทรก | เถ้า       | ปริมาณ<br>น้ำตาล<br>ทั้งหมด |
|--------------------------------------|--------------------|---------------|-------------|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------|
| เปลือก                               | 56                 | 6.4           | 0.02        | 16.7        | 71.88                   | 4.1        | 42                          |
| ท่อนปลาย                             |                    |               |             |             |                         |            |                             |
| ส่วนหัว                              | 17                 | 7.2           | 0.82        | 25.4        | 62.88                   | 3.7        | 38                          |
| ท่อนปลายโคนหัว                       | 15                 | 7.0           | 0.84        | 22.3        | 65.49                   | 4.2        | 40                          |
| แกนใน                                | 5                  | 7.1           | 0.96        | 19.7        | 64.49                   | 2.3        | 73                          |
| เศษตกแต่ง                            | 2                  | 6.8           | 0.19        | 18.2        | 73.49                   | 2.6        | 74                          |
| <b>กากหลังคั้นน้ำ</b>                | <b>5</b>           | <b>7.8</b>    | <b>0.20</b> | <b>21.9</b> | <b>64.70</b>            | <b>2.4</b> | <b>63</b>                   |

ที่มา: Muller (1978)

## 8. โภชนะทางเคมีของกากสับปะรด

(Muller, 1978) กล่าวว่า ส่วนประกอบทางเคมีของกากสับปะรดมีปริมาณผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) ร้อยละ 14.5-46.9 และส่วนประกอบภายในเซลล์ (neutral detergent soluble, NDS) ร้อยละ 61.2-85.5 (วรพงษ์ และ วิภา, 2524) โภชนะที่แตกต่างกันนี้โดยเฉพาะปริมาณเยื่อใยเนื่องจากในส่วนของเปลือกจะประกอบไปด้วย NDF ADF (Acid detergent fiber) และลิกนิน สูงกว่าในส่วนแกนใน และเศษเนื้อ แต่ปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะว่ามีพืชส่วนใหญ่ที่มีปริมาณแป้งและน้ำตาลสูงจะมีโปรตีนต่ำ เช่น มันสำปะหลัง และอ้อย เป็นต้น

ตารางที่ 11 ส่วนประกอบทางเคมีของกากสับประดโดยวิธี Detergent analysis (ร้อยละของวัตถุแห้ง)

| ส่วนประกอบต่าง ๆ<br>ของเศษเหลือสับประด | NDS  | NDF  | ADF  | Cellulose | Hemi<br>cellulose | ADL |
|----------------------------------------|------|------|------|-----------|-------------------|-----|
| เปลือกด้านข้าง                         | 72.9 | 27.1 | 12.1 | 10.4      | 15.0              | 1.7 |
| เปลือกส่วนหัว                          | 61.2 | 38.8 | 17.1 | 15.2      | 21.7              | 1.9 |
| เปลือกส่วนล่าง                         | 53.1 | 46.9 | 20.4 | 17.6      | 26.5              | 2.8 |
| แกนใน                                  | 73.1 | 26.3 | 12.2 | 11.5      | 14.1              | 0.7 |
| เศษเนื้อ                               | 85.5 | 14.5 | 5.8  | 5.2       | 8.7               | 0.8 |

ที่มา: วรพงษ์ และ วิภา (2524)

### ใยอาหาร (Dietary fiber)

ใยอาหาร (Dietary Fiber) หมายถึง ส่วนประกอบของพืช ผัก และผลไม้ที่พบในส่วนที่เป็นผนังเซลล์ เมื่อบริโภคเข้าไปแล้วสามารถทนต่อการย่อยสลายของเอนไซม์ที่อยู่ในกระเพาะอาหาร และในลำไส้เล็กของมนุษย์ (ประภาศรี และคณะ, 2533) แต่เมื่อผ่านมาถึงส่วนของลำไส้ใหญ่ บางส่วนของใยอาหาร จะถูกย่อยโดยแบคทีเรียกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไฮโดรเจน น้ำและกรดไขมันสายสั้น ๆ ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ด้วยเหตุนี้ใยอาหารจึงมีผลต่อการทำงานของลำไส้ และการดูดซึมของสารใยอาหารไม่ใช่สารอาหารไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่มีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพของร่างกายทั้งในภาวะปกติและภาวะเจ็บป่วย (สุรัตน์, 2534)

กากใย หมายถึง ส่วนของพืช ผัก ผลไม้ ที่เหลืออยู่ภายหลังจากการย่อยสลายด้วยกรด และด่าง ส่วนที่เหลืออยู่ประกอบด้วยสารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส ร้อยละ 50-80 เฮมิเซลลูโลส ร้อยละ 20 และลิกนิน ร้อยละ 10-50 ของปริมาณกากใยทั้งหมด (Southgate, 1981)

### 1. ประเภทของใยอาหาร

ปาริชาติ (2544) กล่าวว่า ใยอาหารเป็นส่วนประกอบของพืชที่ไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ ในทางเดินอาหารของมนุษย์จึงไม่สามารถดูดซึมเข้าร่างกาย โดยใยอาหารในพืชอาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ และใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้

1.1 โยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber, SDF) ได้แก่ เพคติน กัม และ มิวซิเลจส์ พบในผัก ผลไม้ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต พืชตระกูลถั่ว และเมล็ดพืชผักกาดน้ำ ซึ่งโยอาหารชนิดนี้มักปนอยู่กับส่วนที่เป็นแป้งในพืชจึงละลายน้ำได้ เมื่อถูกน้ำจะพองตัวเป็นวุ้น คุณสมบัติที่ละลายน้ำได้ โดยสามารถรวมกับน้ำในปริมาณมาก เกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่นสามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าได้ ทำให้สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยโรคเบาหวาน ช่วยลดอัตราการดูดซึมคอเลสเตอรอลในเลือด นอกจากนั้นยังช่วยให้ระบบการขับถ่าย เป็นไปอย่างสะดวกป้องกันการเกิดโรคริดสีดวงทวาร และขจัดพิษโลหะบางชนิดได้ โยอาหารที่ละลายน้ำได้ มี 3 ลักษณะ คือ

1.1.1 เพคติน เป็นโพลีแซคคาไรด์ที่อยู่ส่วนกลางของผนังเซลล์ ปกติจะทำหน้าที่ยึดเซลล์ให้ติดกันโครงสร้างไม่ได้เรียงตัวเป็นเส้นใยแต่เรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบ โครงสร้างส่วนกลางจะเป็นกรดกาแลกทูโรนิกมีโมเลกุลด้านข้างเป็นน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เช่น แรมโนส อะราบีโนส กลูโคส กาแลกโตส เป็นต้น คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของเพคตินคือความสามารถในการเกิดเจล และในการเพิ่มความหนืดทำให้มีการนำเพคตินไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ประทุม และ พิมพารณ์ (2540); Prosky และ Vries (1992) ในพืชที่ยังอ่อนหรือผลไม้ดิบจะมีโปรโตเพคตินซึ่งไม่ละลายน้ำ พบมากในแอปเปิ้ล ส้ม องุ่น ถั่วฝักยาว ผลไม้พวกสตรอเบอรี่ มัน และแครอท เมื่อพืชแก่จัดหรือผลไม้สุกเนื้อเยื่อของพืชจะแยกจากกันมีลักษณะนิ่ม ซึ่งเป็นระยะที่โปรโตเพคตินจะกลายเป็นเพคตินที่สามารถละลายน้ำได้ เนื่องจากเพคตินมีลักษณะเป็นเจลห่อหุ้มแบคทีเรียไว้ได้ หากกินอาหารที่มีเพคตินสูง จะสามารถกำจัดแบคทีเรียออกจากลำไส้ใหญ่ได้เหมาะสมสำหรับคนที่มีการท้องผูกสลับกับท้องเสีย และยังช่วยชะลอการดูดซึมของน้ำตาลในระดับลำไส้เล็ก และลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ จากการศึกษาวิจัย พบว่า เพคตินมีส่วนช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในร่างกายมนุษย์

1.1.2 กัม เป็นส่วนผนังเซลล์ของพืชที่มีลักษณะเหนียวหรือยางของต้นพืช จะพบกัมต่อเมื่อต้นพืชเกิดบาดแผล ยางไม้จะอู้น้ำเอาไว้และเกิดความข้นเหนียว กัมเป็นโพลีแซคคาไรด์ เช่นเดียวกับเพคติน แตต่างกันที่โครงสร้างของโมเลกุลส่วนกลางเป็นกลูโคส กาแลกโตส แมนโนส อะราบีโนส กัมในที่นี้หมายความว่ารวมถึง อะการ์ (agar) กัมอะราบิก (gum arabic) คาราจีแนน (carageenan) กัมการาชา (gum karaya) แซนแทนกัม (xanthan gum) เป็นต้น

1.1.3 มิวซิเลจส์ เป็นโพลีแซคคาไรด์ พบในส่วนของเมล็ดพืชและสาหร่ายทะเล มีความเหนียว หนืด มักจะอู้น้ำได้มากเป็นพิเศษทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เมล็ดพืชขาดน้ำ มิวซิเลจส์ จึงมักถูกใช้เป็นยาระบาย (สันทนา, 2537)

1.2 ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber, IDF) เป็นโครงสร้างของพืชชนิดที่ไม่สามารถละลายน้ำได้แต่จะจับน้ำไว้ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ส่วนมากจะเป็นใยอาหารที่ได้จากเมล็ดพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี ธัญชาติ สารเส้นใยที่ได้นี้จะอุ้มน้ำและไม่ถูกย่อย เวลารับประทานจะผ่านไปตามลำไส้ มีส่วนสำคัญต่อระบบทางเดินอาหาร โดยจะช่วยกระตุ้นลำไส้ใหญ่ให้เกิดการขับถ่ายและช่วยเพิ่มปริมาณกากอาหาร จึงช่วยป้องกันโรคท้องผูกและมะเร็งลำไส้ใหญ่ ช่วยเร่งการขับถ่ายให้เร็วขึ้น และยังเป็นการลดการเกิดสารพิษที่เกิดจากการย่อยสลายของแบคทีเรียอันเนื่องมาจากการค้างคั่งของกากอาหารเป็นเวลานาน ปริชาติ (2544); Prosky และ Vries (1992) ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ มี 3 ลักษณะ คือ

1.2.1 เซลลูโลส เป็นส่วนของผนังเซลล์ของพืชแต่ละโมเลกุลประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตคือน้ำตาลกลูโคส มากกว่า 3,000 หน่วย เกาะกันอยู่ทำให้อะไมเลสที่ย่อยแป้งไม่สามารถย่อยเซลลูโลสได้ เส้นใยของเซลลูโลสจับตัวหนาเป็นเส้นหยาว มีทั้งโมเลกุลที่เรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันและสวนทางกัน ทำให้เส้นใยแข็งแรงไม่แตกเปราะง่ายแต่มีบางตอนที่โมเลกุลเรียงตัวไม่เป็นระเบียบจับกันไม่แน่น ซึ่งส่วนนี้ที่สามารถดูดซับน้ำได้ทำให้เกิดการพองตัว เมื่อเซลลูโลสเข้าไปในร่างกายจะซับน้ำเอาไว้จำนวนหนึ่ง ทำให้กากอาหารมีลักษณะนิ่ม ใยอาหารชนิดนี้พบได้ในพืชทุกชนิดแต่ในผักจะมีเซลลูโลสมากกว่าเมล็ดธัญพืชและผลไม้

1.2.2 เฮมิเซลลูโลส เป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์พืชเช่นเดียวกับเซลลูโลส และปนอยู่กับเซลลูโลสจนแยกออกจากกันยาก เฮมิเซลลูโลสประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิดแต่มีจำนวนน้อยกว่าเซลลูโลส สำหรับแบคทีเรียจะย่อยเฮมิเซลลูโลสได้ง่ายกว่าเซลลูโลส

1.2.3 ลิกนิน เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต แต่เป็นส่วนที่ใกล้เคียงกับไขมันมากที่สุด ลิกนินเป็นโพลีเมอร์ของแอลกอฮอล์ คือ ฟีนาย และ โพรเพน ลิกนินจะถูกสร้างขึ้นแทรกอยู่ในชั้นของเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส และจะเกิดขึ้นต่อเมื่อพืชมีอายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากลิกนินมีลักษณะใกล้เคียงกับเนื้อไม้มีความแข็งพิเศษ แบคทีเรียในลำไส้ไม่สามารถย่อยลิกนินได้ พบมากในต้นพืชที่ค่อนข้างแก่ ผลไม้กินสุกจะมีลิกนินมากกว่า และในผลไม้ที่กินได้ทั้งเมล็ดอย่าง เช่น สตรอเบอรี่จะยังมีลิกนินมากที่สุด (ปริชาติ, 2544)

## 2. คุณสมบัติของใยอาหาร

ใยอาหารซึ่งประกอบด้วย สารประกอบที่มีโครงสร้างโพลีแซ็กคาไรด์ (structural polysaccharides) เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพกติน กัม และมิวซิเลจ (mucilages) และ

สารประกอบที่ไม่มีโครงสร้างเป็นโพลีแซคคาไรด์ เช่น ลิกนิน มีองค์ประกอบทางเคมี (แสดงดังตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 องค์ประกอบทางเคมีของใยอาหาร

| Component         | Chemical components       |                 |
|-------------------|---------------------------|-----------------|
|                   | Main chain                | Side chain      |
| Polysaccharides   |                           |                 |
| Cellulose         | Glucose                   | None            |
| Noncellulose      |                           |                 |
| Hemicellulose     | Xylose                    | Arabinose       |
|                   | Mannose                   | Galactose       |
|                   | Galactose                 | Glucuronic acid |
|                   | Glucose                   |                 |
| Pectin substances | Galacturonic acid         | Rhamnose        |
|                   |                           | Arabinose       |
|                   |                           | Xylose          |
|                   |                           | Fucose          |
| Mucilages         | Galactose-mannose         | Galactose       |
|                   | Glucose-mannose           |                 |
|                   | Arabinose-Xylose          |                 |
|                   | Galacturonic acid-rhamnos |                 |

ตารางที่ 12 (ต่อ)

| Component            | Chemical components        |               |
|----------------------|----------------------------|---------------|
|                      | Main chain                 | Side chain    |
| Gums                 | Galactose                  | Xylose        |
|                      | Glucuronic acid-mannose    | Fucose        |
|                      | Galacturonic acid-rhamnose | Galactose     |
| Agal polysaccharides | Mannose                    | Galactose     |
|                      | Xylose                     |               |
|                      | Guluronic acid             |               |
|                      | Glucose                    |               |
| Nonpolysaccharide    |                            |               |
| Lignin               | Sinapyl alcohol            | 3-dimensional |
|                      | Coniferyl alcohol          | structure     |
|                      | p-Coumaryl alcohol         |               |

ที่มา: สันทนา (2537)

### 3. แหล่งของใยอาหาร

ใยอาหารพบในอาหารจากพืชเท่านั้น ดังนั้นแหล่งของใยอาหารจึงได้จากธัญชาติ ผัก ผลไม้ ถั่วเมล็ดแห้ง รวมทั้งเมล็ดพืชน้ำมันบางชนิด พืชแต่ละชนิดมีชนิดและปริมาณใยอาหารแตกต่างกัน จึงแบ่งแหล่งของใยอาหารได้ดังนี้

3.1 พืชที่มีใยอาหารสูง มีใยอาหารอยู่ระหว่าง 19-28 กรัม/อาหาร 100 กรัม

3.2 พืชที่มีใยอาหารปานกลางคือ พวกผักและผลไม้มีปริมาณใยอาหารอยู่ระหว่าง 4-14 กรัม/อาหาร 100 กรัม

3.3 ผักและผลไม้อื่น ๆ ที่มีใยอาหารในระดับต่ำมีปริมาณใยอาหารน้อยกว่า 4 กรัม/อาหาร 100 กรัม

กลุ่มอาหารนี้มีใยอาหารน้อยเนื่องจากมีน้ำเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง แต่เมื่อเทียบกับอาหารชนิดอื่น โดยทั่วไปผักและผลไม้ก็ยังจัดว่าเป็นแหล่งของใยอาหารที่สำคัญเนื่องจากคนไทยบริโภคผักและผลไม้เป็นประจำทุกวันในปริมาณค่อนข้างมาก (ประภาศรี, 2534)

ตารางที่ 13 แหล่งของใยอาหารแบ่งตามปริมาณที่มีในอาหาร

| อาหาร                                | ปริมาณใยอาหาร (กรัม /100 กรัม ) |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| <b>กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารสูง</b>     |                                 |
| ถั่วเขียว                            | 26.7                            |
| ถั่วแดง                              | 27.7                            |
| ถั่วแดงหลวง                          | 26.9                            |
| ถั่วลิสง                             | 19.8                            |
| ถั่วเหลือง                           | 21.7                            |
| งาขาว                                | 21.4                            |
| <b>งาดำ</b>                          | <b>19.2</b>                     |
| <b>กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารปานกลาง</b> |                                 |
| รำข้าว                               | 12.8                            |
| เมล็ดทานตะวัน                        | 12.                             |
| กระเทียม                             | 4.7                             |
| แครอท                                | 4.0                             |
| ใบกระเพรา                            | 4.3                             |
| ใบชะพลู                              | 6.9                             |
| ผักกระเฉด                            | 5.3                             |
| พริกขี้หนู                           | 9.9                             |
| มะเขือพวง                            | 13.6                            |
| สะเดา                                | 11.6                            |
| หัวปลี                               | 4.6                             |
| เห็ดหูหนู                            | 7.9                             |

ตารางที่ 13 (ต่อ)

| อาหาร                     | ปริมาณใยอาหาร (กรัม /100 กรัม ) |
|---------------------------|---------------------------------|
| กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารต่ำ |                                 |
| แตงกวา                    | 1.30                            |
| บวบเหลี่ยม                | 1.00                            |
| ผักกาดขาวใบห่อ            | 1.60                            |
| ฟักเขียว                  | 1.70                            |
| หอมใหญ่                   | 1.60                            |
| เห็ดฟาง                   | 1.40                            |
| ผักกาดขาว                 | 1.70                            |
| แตงโม                     | 0.30                            |
| ลำใยกระโหลกเขียว          | 0.90                            |
| กล้วยหอม                  | 1.90                            |
| <b>ลัษณะ</b>              | <b>1.20</b>                     |

ที่มา : ดัดแปลงจากประภาศรี และคณะ (2533)

หากแบ่งตามประเภทของใยอาหาร แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาหารที่เป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำ เช่น ข้าวบาเลย์ ข้าวเจ้า ข้าวโอ๊ต ข้าวโพด พืชตระกูลถั่ว แอปเปิ้ล แพร์ (โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อ) ผลไม้ตระกูลส้ม กล้วย แครอท พรุณ แครนเบอร์รี่ และสาหร่ายทะเล และกลุ่มอาหารที่เป็นของใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น ผักประเภทราก และใบ ธัญชาติที่ไม่ผ่านการขัดสี (ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ ข้าวเจ้า ข้าวโอ๊ต และข้าวโพด) พืชตระกูลถั่ว บีทรูท แรดิช และสตอเบอรี่ทั้งเปลือก (ลดาวัลย์, 2547)

เมื่อแบ่งกลุ่มอาหารออกตามชนิดของใยอาหารที่พบ แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แหล่งของใยอาหารแบ่งตามชนิดของใยอาหาร

| ชนิดของสารเส้นใย | แหล่งที่มา                                                                                             |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| เซลลูโลส         | รำข้าว รำข้าวสาลี ขนมันปิ้งโฮลวีท ข้าวกล้อง<br>บิทรูท ถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วประเภถนัท พืชตระกูล<br>กระหล่ำ |
| เฮมิเซลลูโลส     | รำข้าว ขนมันปิ้งโฮลวีท บิทรูท แรคดิช<br>เมล็ดข้าวชนิดต่างๆ ผัก                                         |
| ลิกนิน           | รำข้าว ผัก ถั่วประเภถนัท                                                                               |
| เพคติน           | รำข้าว ส้ม และผลไม้ประเภทส้ม แอปเปิ้ล<br>องุ่น ผลไม้ประเภทเบอร์รี่                                     |
| กัม              | ถั่วฝัก ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์                                                                          |
| มิวซิเลจส์       | เมล็ดพืช เช่น เมล็ดแมงลัก สาหร่ายทะเล                                                                  |

ที่มา: ปาริชาติ (2544)

#### 4. คุณสมบัติของใยอาหารในร่างกาย

เนื่องจากใยอาหารจากพืชต่างชนิดกัน มีองค์ประกอบและลักษณะโครงสร้างทางเคมีต่างกัน มีผลทำให้คุณสมบัติของใยอาหารแตกต่างกัน จึงให้ประโยชน์ในเชิงโภชนะบำบัดต่อร่างกายต่างกัน ออกไปด้วย คุณสมบัติของใยอาหารที่สำคัญมีดังนี้ ลูกจันทร์ (2539); Kay (1982); Schneeman (1986); Toma และ Curtis (1986); Monro (1996)

ความสามารถในการถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียในลำไส้ (bacterial degradation) จุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่มีความสามารถในการย่อยสลายใยอาหารแต่ละชนิดได้ต่างกัน จุลินทรีย์สามารถย่อยเพคติน กัม และมิวซิเลจส์ได้ดี จึงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณอุจจาระน้อยมาก ในขณะที่เซลลูโลสถูกย่อยสลายได้เพียงบางส่วน เฮมิเซลลูโลสถูกย่อยสลายได้มากกว่าเซลลูโลส ส่วนลิกนินจะไม่ถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย จึงสามารถตรวจพบได้ทั้งหมดในอุจจาระ ความสามารถในการจับน้ำ (water holding capacity, WHC) ใยอาหารทั้งประเภทละลายน้ำและไม่ละลายน้ำมี

ความสามารถในการจับน้ำได้ เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของใยอาหารซึ่งมีบทบาทในลำไส้เล็กลำไส้ใหญ่ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ ความสามารถในการเกิดเจล (gel formation) และความสามารถในการดูดซับน้ำ (water adsorption)

4.1 ความสามารถในการเกิดเจล (gel formation) ใยอาหารที่ละลายน้ำได้มีความสามารถจับกับน้ำได้ดี ทำให้พองตัวเกิดความหนืดอาจเกิดเจลทั้งในลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ ในขณะที่เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสส่วนใหญ่ไม่เกิดผล กรณีที่เกิดเจลในลำไส้เล็กทำให้สารที่อยู่ในลำไส้เล็กมีความหนืดสูง มีผลทำให้สารอาหารถูกดูดซึมได้ช้าลง เนื่องจากการละลายของสารอาหารที่ละลายได้ในน้ำเข้าไปในเจลของใยอาหาร กรณีที่เกิดเจลในลำไส้ใหญ่จะช่วยกำจัดแบคทีเรียออกจากร่างกาย เพิ่มการเคลื่อนไหวของลำไส้ใหญ่รวมทั้งลดระยะเวลาที่อุจจาระตกค้างในลำไส้ (transit time) ทำให้ช่วยป้องกันโรคท้องผูก

4.2 ความสามารถในการดูดซับน้ำ (water adsorption) เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสมีความสามารถในการดูดซับน้ำ โดยส่วนของโมเลกุลที่จับกับน้ำทำให้อุจจาระมีความอ่อนนุ่ม เป็นการเพิ่มน้ำหนักและปริมาณของอุจจาระ ลดระยะเวลาที่อุจจาระจะตกค้างอยู่ในลำไส้ ช่วยขับถ่ายอุจจาระได้สะดวก อันเป็นการป้องกันโรคท้องผูกและโรคอื่น ที่มีสาเหตุมาจากการท้องผูกเป็นประจำ เช่น โรคริดสีดวง โรคผนังลำไส้ใหญ่โป่งพอง โรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่

4.3 ความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ (absorption of organic materials) เนื่องจากใยอาหารมีโครงสร้างเป็นที่ยึดเกาะของสารอินทรีย์พวกกรดน้ำดี โคเลสเตอรอล สารก่อมะเร็ง และสารพิษต่าง ๆ เกิดผลดีต่อร่างกาย คือ หลังจากที่ยาอาหารถูกขับออกจากลำไส้ใหญ่ สารอินทรีย์ที่เกาะกับใยอาหารก็จะถูกขับออกจากร่างกายด้วย ลิกนินสามารถจับกับกรดน้ำดีได้เป็นอย่างดีเพลดินและก็สามารถจับกับกรดน้ำดีได้ สำหรับเซลลูโลสมีความสามารถจับกับกรดน้ำดีได้น้อยมาก

4.4 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) เพคตินและเฮมิเซลลูโลสเป็นใยอาหารที่มีหมู่คาร์บอกซิลิกอิสระที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกกับเกลือแร่และสารอิเล็กโทรไลต์ต่าง ๆ โดยเฉพาะเกลือแร่พวกธาตุเหล็ก แคลเซียม สังกะสี และแมกนีเซียม ดังนั้นเมื่อใยอาหารถูกขับออกจากร่างกาย เกลือแร่และสารอิเล็กโทรไลต์ที่เกาะกับโครงสร้างของใยอาหารก็จะถูกขับออกจากร่างกายด้วย การบริโภคใยอาหารมากเกินไปอาจเกิดโทษต่อร่างกายได้ ทำให้ร่างกายนำเกลือแร่ไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดอาการอึดอัดและไม่สบายท้อง ดังกล่าวเป็นคุณสมบัติในทางลบของอาหารที่มีใยอาหารสูง

## 5. บทบาทและหน้าที่ของใยอาหารต่อสุขภาพ

5.1 ใยอาหารกับโรคท้องผูก การบริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูงจะช่วยลดอาการท้องผูกได้ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำช่วยเพิ่มน้ำหนักและปริมาณกาก ส่วนใยอาหารที่ละลายน้ำจะช่วยดูดซับน้ำในทางเดินอาหาร ทำให้กากอาหารอ่อนนุ่มและช่วยลดเวลาที่กากอาหารเคลื่อนผ่านลำไส้ใหญ่ (Stark และ Madar, 1994)

5.2 ใยอาหารกับโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ ใยอาหารสามารถยับยั้งสารก่อมะเร็งในระบบย่อยอาหาร และจะถูกขับออกจากลำไส้ใหญ่โดยใยอาหารอย่างรวดเร็วก่อนที่ร่างกายจะดูดซึมสารพิษเอาไว้ ทำให้สารพิษมีโอกาสสัมผัสผนังลำไส้น้อยลง และยังช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระทำหน้าที่เป็น antioxidant และยังมีวิตามินซึ่งสามารถป้องกันมะเร็งได้

5.3 ใยอาหารกับโรคผนังลำไส้ใหญ่โป่งพอง เกิดจากอุจจาระที่มีปริมาณน้อยและแข็งเป็นประจำ ทำให้การขับถ่ายต้องใช้แรงเบ่งมากส่งผลให้ผนังลำไส้ใหญ่โป่งพอง และมีกากอาหารที่มีลักษณะแข็งตกร้าง จะทำให้เกิดอาการระคายเคือง อักเสบจนถึงขั้นเป็นอันตรายได้ (สุขศิริ, 2538)

5.4 ใยอาหารกับโรคอ้วน การบริโภคอาหารที่มีกากใยมากจะให้พลังงานน้อยกว่าอาหารที่มีกากใยน้อย ใยอาหารที่ละลายน้ำจะกลายเป็นเจลเพิ่มความหนืดและการเกาะตัวของสารในกระเพาะอาหารทำให้รู้สึกอิ่มเร็วและนาน ทำให้กระเพาะอาหารว่างช้าลง

5.5 ใยอาหารกับโรคเบาหวาน ใยอาหารจะอุ้มน้ำไว้ในโครงสร้างโดยเฉพาะเพคติน กัมมิวซิเลจส์ และพอลิแซคคาไรด์จากสาหร่ายสามารถจับน้ำตาลไม่ให้ไหลได้อิสระ มีความหนืดหรือเกิดเป็นเจลทำให้การย่อยและการดูดซึมอาหารช้าลงในทางเดินอาหาร ช่วยลดการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือดได้ช้าลง (มลศิริ, 2545)

5.6 ใยอาหารกับระดับคอเลสเตอรอลในเลือด คอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นของการสร้างน้ำดีจะหลั่งออกมา เพื่อช่วยในการย่อยและดูดซึมไขมัน เมื่อใยอาหารจับกรดน้ำดีไว้ทำให้ไม่สามารถดูดซึมกลับไปใช้ใหม่ได้ ตับจึงสร้างน้ำดีขึ้นใหม่ทำให้มีการใช้คอเลสเตอรอลในร่างกายเพื่อเป็นสารตั้งต้นในการสร้างน้ำดี ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดจึงลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของ ใยอาหาร ปริมาณและระยะเวลาของการบริโภค

5.7 โยอาหารกับโรคหัวใจขาดเลือด เกิดจากปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมดในซีรัม มีปริมาณสูงขึ้น การบริโภคโยอาหารช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมดในซีรัม โยอาหารสามารถเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลชนิดดี (HDL) ซึ่งเป็นตัวที่มีความเกี่ยวข้องกับการลดการเป็นโรคหัวใจลงได้

5.8 โยอาหารกับการย่อยและการดูดซึมแลคโตส โยอาหารประเภทเชลลูโลสและเพคติน ช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการย่อยและการดูดซึมแลคโตสได้ เป็นประโยชน์สำหรับคนไทยที่มีปัญหานี้

5.9 โยอาหารกับโรคไตเรื้อรัง เฮมิเชลลูโลสสามารถลดระดับสารยูเรียและครีเอตินิน ในเลือดของผู้ป่วยไตเรื้อรังได้ เพิ่มการขับถ่ายสารไนโตรเจนออกทางอุจจาระได้ และลดการสังเคราะห์แอมโมเนียได้ ช่วยลดอาการยูรีเมียซึ่งเป็นอาการของโรคไตวาย

5.10 โยอาหารกับไส้ติ่งอักเสบ โยอาหารจะอุ้มน้ำเอาไว้ทำให้อุจจาระมีลักษณะนิ่มและมีก้อนใหญ่ ไม่สามารถตกลงไปในรูของไส้ติ่งหากติดอยู่ในไส้ติ่งอาจทำให้ไส้ติ่งอักเสบได้ นอกจากนั้นยังช่วยเร่งการขับถ่ายให้เร็วขึ้นทำให้แบคทีเรียไม่มีโอกาสเติบโตในไส้ติ่ง ดังนั้นอาการไส้ติ่งอักเสบก็จะไม่เกิดขึ้น

5.11 โยอาหารกับโรคริดสีดวงทวาร โยอาหารช่วยไม่ให้เกิดอาการคัน เลือดออกและปวด ริดสีดวง เมื่อเพิ่มโยอาหารภายใน 3-4 วัน โยอาหารถูกใช้เป็นยาถ่ายเนื่องจากช่วยเพิ่มปริมาณของอุจจาระจึงกระตุ้นให้ลำไส้ใหญ่ทำงานดีขึ้น

## 6. ปริมาณโยอาหารที่ควรบริโภคต่อวัน

ในปัจจุบันโยอาหารมีบทบาทและมีความสำคัญต่อโภชนาการและสุขภาพของร่างกาย เนื่องจากการได้มีการศึกษาวิจัยพบว่าโยอาหารอาจป้องกันบรรเทา และรักษาโรคต่าง ๆ ดังนั้นหน่วยงานต่าง ๆ จึงได้แนะนำและกำหนดปริมาณโยอาหารที่ควรบริโภคแบ่งตามการบริโภค ดังนี้

### 6.1 The British National Advisory Committee on Nutrition Education (NACNE)

The National Cancer Institute ได้แนะนำให้บริโภคโยอาหาร วันละ 20-30 กรัม/วัน มลศิริ (2545) กล่าวว่า ได้มีการกำหนดว่าการบริโภคโยอาหารปริมาณ 20-30 กรัมต่อวันจะช่วยป้องกันท้องผูก ริดสีดวงทวาร ไส้ติ่งอักเสบ มะเร็งลำไส้ใหญ่ ลำไส้ใหญ่โป่งพอง เบาหวาน ภาวะคอเลสเตอรอล ในเลือดสูง และโรคหัวใจ

6.2 The Nordisk Ministerred Standing Nordic Committee on Food, The Federation of American Societies for Experimental Biology ควรมีปริมาณใยอาหารอยู่ 10-25 กรัม โดยแหล่งของใยอาหารควรมาจากอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนจากผัก ผลไม้ และธัญชาติที่ไม่ขัดสี

6.3 หน่วยงาน FASEB (Federation of American Societies for Experimental Biology) แนะนำปริมาณใยอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการมีสุขภาพแข็งแรง ควรบริโภควันละ 25-35 กรัม การสังเกตของผู้บริโภคเองว่าบริโภคใยอาหารจำนวนเท่าใดจึงจะรู้สึกสบาย การคำนวณปริมาณใยอาหารที่ได้จากอาหารที่บริโภคเพื่อให้ได้ตามปริมาณที่กำหนดทำได้ยาก ปัจจุบันวิธีที่ดีที่สุดในการบริโภคเพื่อให้ได้ใยอาหารครบถ้วนในปริมาณที่เหมาะสม สำหรับบุคคลทั่วไปให้บริโภคอาหารที่มีใยอาหารหลายชนิดควรหลีกเลี่ยงอาหารที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม หลีกเลี่ยงอาหารประเภทแป้งฟอกขาว น้ำตาลทรายขาว หันมาบริโภคผลไม้มาก ๆ รวมทั้งอาหารที่ประกอบด้วยพวกนัท อาหารพวกถั่ว และเมล็ดพืชจากธรรมชาติ

6.4 กรมอนามัย (2532) คณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ได้จัดทำบัญชีสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป เรียกว่า ไทยอาร์ดีไอ (Thai RDI, Thai Recommended Daily Intake) ใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับการคำนวณเพื่อแสดงคุณค่าทางโภชนาการบนฉลาก โดยปริมาณใยอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันคือ 25 กรัม

6.5 The American Diabetes Association แนะนำให้บริโภคใยอาหารวันละ 25 กรัม ต่อพลังงาน 1,000 กิโลแคลอรี ที่ได้รับ

6.6 The HCF Diabetes Foundation ประเทศอังกฤษได้กำหนดปริมาณใยอาหารที่ควรบริโภคในรูปของปริมาณใยอาหารทั้งหมด วันละ 20-35 กรัม สำหรับคนปกติ และ 35-50 กรัม สำหรับผู้ที่อยู่ในความควบคุมของแพทย์

ไป่เสี้ยวเหลียง (1986); สาคร และ คณะ (2534) กล่าวว่าคนธรรมดา เช่นผู้หญิงควรบริโภคใยอาหารโดยเฉลี่ยประมาณวันละ  $26 \pm 3$  กรัม ต่อวัน ในผู้ชายควรบริโภคใยอาหารประมาณ  $45 \pm 4$  กรัมต่อวัน และกลุ่มมังสวิรัต ในผู้หญิงบริโภคใยอาหารประมาณ  $62 \pm 5$  กรัมต่อวัน ผู้ชายควรบริโภคใยอาหารประมาณ  $71 \pm 5$  กรัมต่อวัน โดยเฉลี่ยแล้วชายไทยมีแนวโน้มในการกินใยอาหารปริมาณมากกว่าหญิง และปริมาณของใยอาหารที่บริโภคก็อยู่ในเกณฑ์สูงใกล้เคียงกับที่แนะนำไว้

สำหรับประเทศไทย ปริมาณใยอาหารที่แนะนำให้บริโภคยังไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอน ทั้งนี้เนื่องจากอาหารประจำวันโดยทั่วไปของคนไทยมักประกอบด้วยผักและผลไม้หลายชนิด อยู่แล้ว จึงทำให้การบริโภคใยอาหารของคนไทยในแต่ละวันอยู่ในปริมาณที่เพียงพอ ในปัจจุบัน พฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนไทยได้เปลี่ยนไปตามสถานะเศรษฐกิจ สังคม และปัจจัยรอบด้าน เช่น ภาวะความเร่งรีบ การรับวัฒนธรรมการบริโภคอาหารแบบตะวันตก ฯลฯ ทำให้การบริโภคอาหารจานด่วน (fast food) เพิ่มขึ้น อาหารเหล่านี้อุดมไปด้วยไขมันและโปรตีนแต่มีใยอาหารต่ำ จึงมีแนวโน้มที่คนไทยจะได้รับใยอาหารน้อยลง ดังนั้นจึงควรบริโภคใยอาหารอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอในปริมาณวันละ 15-20 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่ปลอดภัยสำหรับบุคคลในภาวะปกติ หรือสังเกตจากตัวเองว่าควรบริโภคปริมาณเท่าใดจึงจะรู้สึกสบาย หรือสังเกตจากอาการถ้ามีลักษณะอ่อนหรือละลายน้ำแสดงว่าได้รับใยอาหารอย่างเพียงพอ แต่ถ้าอาการแข็ง การขับถ่ายลำบากและจมน้ำ ก็ควรบริโภคอาหารที่เป็นแหล่งของใยอาหารเพิ่มขึ้น (วิมล 2537)

## 7. การประยุกต์ใช้ใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร

ใยอาหารเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่ง ที่เริ่มเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งนี้เพราะว่าใยอาหารมีความสำคัญต่อสุขภาพในการป้องกันและบรรเทาอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินอาหาร ควบคุมระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด และควบคุมระดับโคเลสเตอรอลในเลือดเป็นต้น จึงทำให้มีผู้สนใจนำใยอาหารมาเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น (Schneeman, 1986) ใยอาหารที่ใช้เติมในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แบ่งเป็นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ มักใช้เติมลงในอาหารว่าง อาหารเข้าจากธัญชาติ ขนมขบเคี้ยว และผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น ขนมปัง ลูกเกด พืชชา เป็นต้น แหล่งของใยอาหารที่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ รำข้าวสาลี รำข้าวโอ๊ต รำข้าวโพด รำถั่วเหลือง เป็นต้น ส่วนใยอาหารที่ละลายน้ำมักใช้เติมในอาหารที่มีลักษณะเหลว เช่น เครื่องดื่ม น้ำสลัด ไอศกรีม เป็นต้น แหล่งของใยอาหารประเภทนี้ ได้แก่ เซลลูโลสผงและอนุพันธ์ของเซลลูโลส เพคติน กัมส์ คาราจีแนน (รุ่งนภา, 2538) แหล่งของใยอาหารส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีราคาแพง และอาจไม่เหมาะสมกับรสนิยมการบริโภคของคนไทย หน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหาร โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารในพืชที่เป็นผลิตผลทางการเกษตรประเภทผัก ผลไม้ ธัญชาติ และถั่วเมล็ดแห้ง และมีการนำวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารที่มีศักยภาพที่เหมาะสมมาใช้เป็นแหล่งของใยอาหาร เช่น แขนสับปะรด เปลือกถั่วเหลือง กากมะพร้าว เป็นต้น โดยการทดแทนที่บางส่วนของส่วนผสมหลักชนิดใดชนิดหนึ่งลงในสูตรมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่

ยอมรับของผู้บริโภค หรือลดปริมาณของส่วนผสมที่เป็นแหล่งของไขมัน หรือลดปริมาณน้ำตาล เพื่อลดพลังงาน (สันทนา, 2537)

การเลือกใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของใยอาหาร ควรเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์ และควรใช้ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ผลจากการเติมใยอาหารลงในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีใยอาหารเพิ่มขึ้นและพลังงานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ปกติ แต่อาจมีผลกระทบทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้อยลง อาจมีการเปลี่ยนแปลงขนาด รูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ หรือลักษณะเนื้อสัมผัส จนอาจทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง (Schneeman, 1986)

## 7.1 ข้อควรระวังในการบริโภคใยอาหาร (ไป่เสี่ยวเหลียง, 1986)

7.1.1 การเพิ่มการบริโภคใยอาหารอย่างทันทีทันใดอาจทำให้อาการปวดท้อง ท้องอืด หรือท้องร่วงได้ จึงควรค่อย ๆ เพิ่มการบริโภคทีละน้อยก่อน

7.1.2 ในผู้ที่มีอาการท้องผูกเรื้อรังการได้รับใยอาหารปริมาณมากเกินไปอาจเกิดอันตรายได้

7.1.3 การบริโภคใยอาหารและลดการดูดซึมแคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุเหล็ก รวมทั้งวิตามินเอ ถ้าบริโภคมากเกินไปจะลดการดูดซึมวิตามินบี 12 ในผู้ป่วยโรคถุงลำไส้ อักเสบ ควรลดการบริโภคใยอาหารชั่วคราวจนกว่าอาการจะดีขึ้น

### แคลเซียม

แคลเซียม เป็นแร่ธาตุที่พบมากในร่างกายมีประมาณร้อยละ 1.5-2 ของน้ำหนักตัว และแคลเซียมประมาณร้อยละ 99 แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญเพราะเป็นส่วนประกอบของกระดูก ในวัยเด็กอัตราการดูดซึมแคลเซียมเพื่อนำไปสร้างกระดูกจะสูงกว่าอัตราการดูดซึม แคลเซียมจากกระดูกเข้าสู่กระแสเลือด แต่ในวัยสูงอายุจะมีการดูดซึมแคลเซียมจากกระดูกเข้าสู่กระแสเลือดมากกว่า ทำให้กระดูกเปราะง่าย การขาดแคลนแคลเซียมเป็นเวลานานจะมีผลทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมจากกระดูกไปใช้ในอวัยวะอื่นทำให้กระดูกเปราะได้ (สิริพันธุ์, 2545)

## 1. หน้าที่ของแคลเซียม

1.1 เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน ในเนื้อเยื่อของกระดูกจะมีแคลเซียมร้อยละ 50 สารประกอบแคลเซียมจะอยู่ในโพรงกระดูก เพื่อนำเอาแคลเซียมไปช่วยรักษาระดับแคลเซียมในเลือด ในระยะที่เป็นเด็กร่างกายกำลังเจริญเติบโตร่างกายจะมีการสร้างกระดูกโดยดึงแคลเซียมเข้าไปที่กระดูก (bone formation) มากกว่าที่จะสลายออกมา (bone resorption) แต่เมื่ออายุมากขึ้นคือ 30-35 ปี ขึ้นไปการสลายแคลเซียมออกมาจากกระดูกจะมีมากกว่าการดึงแคลเซียมเข้าไป จึงเป็นสาเหตุให้กระดูกพรุน เปราะและหักง่าย ถ้าไม่มีการรักษาสมดุลของแคลเซียมในเลือดไว้

1.2 จำเป็นในการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท ถ้าแคลเซียมในเลือดน้อยจะทำให้กล้ามเนื้อไวต่อการกระตุ้นและทำให้เกิดการชักเกร็ง แต่ถ้ามีมากเกินไประดับปกติจะไปกีดการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้หัวใจหยุดเต้นในท่าบีบตัว ทำให้ประสาทเกิดการเฉื่อยชา แคลเซียมในขนาดพอเหมาะจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเต้นของชีพจร และการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ

1.3 ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งหรือยับยั้งการทำงานของน้ำย่อย เช่นน้ำย่อยไลเปสจากตับอ่อน

1.4 จำเป็นในการแข็งเป็นลิ่มของเลือดช่วยป้องกันไม่ให้ร่างกายสูญเสียเลือดมากเมื่อเวลาเกิดบาดแผล

1.5 ช่วยในการย่อยโปรตีนของน้ำนม (casein)

1.6 ควบคุมความสมดุลของกรดและด่างในร่างกาย โดยควบคุมการผ่านของสารต่าง ๆ ให้น้อยลง เพื่อป้องกันการสะสมที่มากเกินไปในเลือด

1.7 จำเป็นในการสังเคราะห์ อะซิทิลโคลีน (acetylcholine) ซึ่งเป็นสารจำเป็นในการส่งกระแสความรู้สึกของระบบประสาท

1.8 ช่วยในการดูดซึมวิตามินบี12 ที่ลำไส้เล็กตอนปลาย

1.9 เป็นส่วนประกอบของ intracellular cement ทำให้เซลล์คงตัวอยู่ได้

## 2. ปริมาณความต้องการแคลเซียม

คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรได้รับของประชาชนชาวไทย (กรมอนามัย, 2532) ได้กำหนดความต้องการแคลเซียมสำหรับคนไทยในวัยต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ปริมาณแคลเซียมที่แต่ละวัยควรได้รับต่อวัน

| วัย                 | อายุ      | มิลลิกรัมต่อวัน |
|---------------------|-----------|-----------------|
| ทารก                | 3-5 เดือน | 360             |
| 6-8 เดือน           |           | 420             |
| 9-11 เดือน          |           | 480             |
| วัยเด็ก             | 1-9 ปี    | 800             |
| วัยรุ่น หญิง/ชาย    | 10-19 ปี  | 1,200           |
| วัยผู้ใหญ่ หญิง/ชาย | 20-60 ปี  | 800             |
| หญิงมีครรภ์         |           | 1,200           |
| หญิงให้นมบุตร       |           | 1,200           |

ที่มา: กรมอนามัย (2532)

## 3. แหล่งของแคลเซียมในอาหาร

อาหารที่มีแคลเซียมมากได้แก่ นม (ต่อ 100 ซีซี) เช่น นมวัว 120 มิลลิกรัม นมคน 30 มิลลิกรัม และ นมผง 990 มิลลิกรัม ผลิตภัณฑ์จากนม เช่น เนยแข็ง เนยเหลว และไอศกรีม กระจุกที่กินได้ เช่น ปลากระป๋อง ปลาป่น ปลารอบ กุ้งแห้ง กุ้งฝอยสด (น้ำจืด) อาหารที่มีแคลเซียมต่ำ ได้แก่ เนื้อสัตว์ ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ถั่วต่าง ๆ (ยกเว้นถั่วเหลือง ซึ่งมีแคลเซียมระดับปานกลาง) ผัก และผลไม้

#### 4. ผลจากการกินแคลเซียม

ผลของการได้รับแคลเซียมไม่สมดุล ในเด็กถ้าขาดน้อยจะทำให้เกร็นหรือเติบโตไม่เต็มที่ ฟันไม่แข็งแรง ถ้าขาดมากและได้รับวิตามินดีไม่พอหรือได้รับแสงแดดไม่พอจะเป็นโรคกระดูกอ่อน แคลเซียมในเลือดต่ำ เลือดแข็งตัวช้า และมีอาการชัก

##### 4.1 ผลของการกินแคลเซียมมาก

ผลของการกินมากเกินไป การรับประทานแคลเซียมและวิตามินดีมาก จะทำให้ระดับ แคลเซียมในเลือดสูง (hypercalcemia) ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ความดันโลหิตสูง ปัสสาวะ น้อยมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ และอาจเกิดโรคน้ำในไตซึ่งมีผลมาจากการมีแคลเซียมไปจับเกาะ (calcification) บริเวณไตมากเกินไป จะทำให้กล้ามเนื้อของกระบังลมทำงานมาก แข็งเกร็ง จนไม่สามารถทำงานต่อไปได้ อาจทำให้หัวใจวายตายทันทีโดยเฉพาะคนที่เป็โรคหัวใจมาก่อน นอกจากนี้จะมีอาการทางจิต ความคิดสับสน เก็บกด และในที่สุดจะปรากฏอาการทางจิต (สิริพันธุ์, 2545)

##### 4.2 ผลของการขาดแคลเซียม

ในภาวะที่ร่างกายได้รับแคลเซียมจากอาหารลดลงเพียงเล็กน้อย พาราไธรอยด์ฮอร์โมน จะส่งสัญญาณให้ไตสกัดกั้นแคลเซียมที่จะขับออกทางปัสสาวะเอาไว้ ในขณะที่เดียวกันจะปล่อย วิตามินดีที่สะสมในตับออกมาใช้ ถ้าร่างกายยังคงได้รับแคลเซียมจากอาหารน้อยมากวิตามินดี จะนำเอาแคลเซียมจากกระดูกมาใช้ เพื่อให้การทำงานของกล้ามเนื้อและประสาทเป็นไปอย่างปกติ ซึ่งจะทำให้มีอาการปรากฏตามมาคือ

###### 4.2.1 เป็นตะคิวและขา

###### 4.2.2 การผิดปกติของการสร้างกระดูก (bone malformation) การขาดแคลเซียมจะมีผล

ทำให้มีแคลเซียมไปจับเกาะ (calcification) ซ้ำลงของกระดูกและฟัน ในกรณีที่ขาดแคลเซียม ร้ายแรงจะทำให้กระดูกไม่แข็งและอ่อน ทำให้มีรูปร่างและลักษณะแตกต่างออกไป เช่น โรคกระดูก อ่อนในเด็ก (rickets) มีอาการขาโก่ง ข้อมือและเท้าใหญ่ หน้าอกยื่น กระดูกอกกลวง และโรค กระดูกอ่อนในผู้ใหญ่ (osteomalacia adult ricket) อาการคือส่วนประกอบของสารในกระดูกลดลง

ทำให้โครงร่างผิไปและร้าวง่าย มักเกิดกับผู้หญิงที่อาศัยในที่ขาดแสงแดดและใช้เสื้อผ้าที่ป้องกันแสงแดดมีแคลเซียมต่ำในอาหาร คนท้องติด ๆ กันและคนที่ให้นมบุตรเป็นระยะเวลานาน

4.3 โรคกระดูกพรุน (osteoporosis) เป็นโรคที่มีเนื้อกระดูกเกิดน้อยไป ความหนาแน่นความทึบของกระดูกลดลง เนื่องจากแคลเซียมถูกดึงออกจากกระดูกเร็วกว่าที่จะมาสะสม อาการที่ปรากฏคือ จะเจ็บบริเวณกระดูก ข้อ เท้าลง เนื่องจากกระดูกสันหลังยุบตัว ทำให้หลังงอ และส่งผลไปยังช่องท้อง ระบบอาหารถูกระทบกระเทือน การได้รับแคลเซียมอย่างพอเพียงในวัยผู้ใหญ่จะสามารถช่วยชะลอการเกิดโรคนี้ได้ การได้รับแคลเซียมต่ำในวัยเด็กจะส่งผลให้กระดูกบาง (low bone density) เมื่ออย่างเข้าสู่วัยรุ่นและนำไปสู่ภาวะกระดูกพรุน เมื่ออายุมากขึ้นเนื่องจากกระดูกค่อย ๆ สูญเสียแคลเซียมไป

4.4 เทเทนนี่ (tetany) เป็นการผิดปกติที่ประสาทจะไวผิดปกติในการตอบสนองต่อกระตุ้น ทำให้ไม่สามารถควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ เกิดอาการชัก มีอาการมือกำ เอาปลายนิ้วทุกนิ้วเข้าหากัน โรคนี้พบบ่อยมากในหญิงตั้งครรภ์และคลอดบุตร เพราะเป็นช่วงที่ต้องการแคลเซียมมากกว่าปกติ (สิริพันธุ์, 2545)

### ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมาก มีการแข่งขันทางการตลาดสูง มีบริษัทที่ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวใหม่ ๆ เกิดขึ้นหลายบริษัทโดยได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารกลุ่มนี้ออกมามากมาย เพื่อเป็นการทดแทนผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเดิมที่เสื่อมความนิยมลงไป ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวหรืออาหารว่าง (snack food) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยแป้งเป็นวัตถุดิบหลัก นอกจากนี้ยังอาจใช้ส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ไขมัน และน้ำตาล ซีริพร (2532); Harper (1981)

เพ็ญขวัญ และ ทศนีย์ (2541) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวพัฒนามาจากอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างมื้อ ที่เรียกว่าอาหารว่าง และได้ให้ความหมายของอาหารขบเคี้ยวว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่รับประทานได้ง่าย สามารถรับประทานได้ทันทีหรือไม่ต้องเสียเวลาจัดเตรียมมากนัก สะดวกในการพกติดตัว ใช้รับประทานเป็นอาหารว่าง หรือในโอกาสต่าง ๆ ตามที่ผู้บริโภคต้องการโดยไม่มีวัตถุประสงค์เป็นอาหารหลัก

## 1. ตลาดผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยว

วิภาดา (2546) จากการรายงานประมาณการภาวการณ์ตลาด ของผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวในประเทศไทยและตลาดต่างประเทศในช่วงปี พ.ศ 2544-2549 พบว่า ภาวการณ์ตลาดมีแนวโน้มที่สูงขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคมีความต้องการในการบริโภคที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และอาจมีการชะลอตัวลงบ้างตามภาวะเศรษฐกิจ ในปี พ.ศ 2548 เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ ได้แก่ สอังกง ลาว และไต้หวัน และในปี พ.ศ 2549 ตลาดภายในประเทศได้มีการขยายตัวมากขึ้นกว่าปี พ.ศ 2548 จึงส่งผลให้ตลาดการส่งออกขยายตัวสูงขึ้น โดยมีมูลค่าการค้าผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวภายในประเทศประมาณ 12,500 ล้านบาท และมูลค่า การส่งออกประมาณ 1,125 ล้านบาท

## 2. ประเภทของผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยว

### 2.1 ประเภทของผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยว แบ่งตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้

สำหรับตลาดของผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลจาก Market Intelligence Division (1997) เมื่อจำแนกตามวัตถุดิบสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

2.1.1 ผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวประเภทแป้ง เป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุดมีส่วนในตลาดรวมประมาณร้อยละ 30 ของตลาดรวมทั้งหมด เช่น คาราฉ่ำ มโนหรร่า และปาร์ดี เป็นต้น

2.1.2 ผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวประเภทถั่ว มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 15 ของตลาดรวมทั้งหมด เช่น โก้เก้ มารู้ใจ และเจดีย์คู่ เป็นต้น

2.1.3 ผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวประเภทมันฝรั่งมีส่วนอยู่ในตลาดประมาณร้อยละ 15-19 เป็นตลาดที่ค่อยๆ เติบโต มีความเคลื่อนไหวและการแข่งขันรุนแรงมากกว่าตลาดอื่น ๆ เช่น เลย์ เทสโต ก๊อบ-กอบ และเอ็กซ์ไฟล์ เป็นต้น

2.1.4 ผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวประเภทข้าวเกรียบกุ้ง มีสัดส่วนอยู่ในตลาดรวมประมาณร้อยละ 12-15 เช่น ฮานามิ และคาลบี้ เป็นต้น

2.1.5 ผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวประเภทปลาหมึก มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ของตลาดผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวรวม เช่น เต้าทอง และสควิดดี้ เป็นต้น

2.1.6 ผลิตภัณฑอาหารขบเคี้ยวประเภทข้าวโพด เป็นตลาดที่มีสัดส่วนอยู่ประมาณ

ร้อยละ 10 ของตลาดรวม โดยมีคอร์นพัพฟ์ เป็นเจ้าตลาดผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทนี้ นอกจากนี้ยังมี คอนเน่ เป็นต้น

2.1.7 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทปลา มีสัดส่วนอยู่ประมาณร้อยละ 10 ของตลาดรวม เช่น ทาโร ฟิชโซ และเบนโตะ เป็นต้น

## 2.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ที่แบ่งตามรุ่นหรือยุคสมัย

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ส่วนใหญ่ถือได้ว่าเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงแต่มีปริมาณของสารอาหาร โปรตีนที่น้อยมาก Hansen and Wyse (1980); Mc Coy (1986) เป็นอาหารที่นิยมบริโภคเป็นอาหารว่าง สามารถแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวตามรุ่น (Harper, 1981) ได้ดังนี้

2.2.1 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวรุ่นที่ 1 (first generation snack) ลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวรุ่นนี้ จะใช้วัตถุดิบธรรมชาติหรือวัตถุดิบอื่นที่มีการผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อน เช่น มันฝรั่งทอด ป๊อปคอร์น แครกเกอร์ เป็นต้น

2.2.2 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวรุ่นที่ 2 (second generation snack) ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวรุ่นนี้ส่วนใหญ่จะทำการผลิตโดยใช้เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ในกระบวนการผลิตวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์จะถูกปรับให้มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 13-18 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะพองทันทีหลังจากผ่านออกจากหน้าแปลน โดยที่ลักษณะการพองของผลิตภัณฑ์เกิดจากการระเหยนํ้าอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความแตกต่างระหว่างความดันภายในเครื่องและความดันบรรยากาศ และนำมาอบแห้งให้มีความชื้นเหลืออยู่น้อยกว่าร้อยละ 4 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในรุ่นนี้ เช่น อาหารขบเคี้ยวที่มีรูปร่างเลียนแบบหัวหอมหันทางขวาง (imitation onion ring) และขนมอบกรอบรูปร่างกลม (ผลิตภัณฑ์ตราคาราด้านกลี้นรสต่าง ๆ) เป็นต้น

2.2.3 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวรุ่นที่ 3 (third generation snack) ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวรุ่นนี้มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น indirect-expanded products หรือ half-products และ semi products หรือ intermediate products อาจมีการผลิตโดยใช้หรือไม่ใช้เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ก็ได้ หากมีการใช้เอกซ์ทรูเดอร์ จะมีลักษณะรูปร่างหลากหลายขึ้นกับหน้าแปลนที่ใช้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 12 การพองตัวของผลิตภัณฑ์เกิดจากการทอดหรืออบซึ่งใช้อุณหภูมิสูง เช่น ข้าวเกรียบตรามโนห์รา ข้าวเกรียบกุ้งตราฮานามิ ข้าวเกรียบกุ้งตราวายเฟื่อน และข้าวเกรียบกุ้งตราคาลบี้ เป็นต้น

### 3. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว นั้น มีการใช้วัตถุดิบหลายชนิด ส่วนใหญ่วัตถุดิบที่ใช้จะมีองค์ประกอบจำพวกแป้งเป็นหลัก นอกจากนี้อาจมีการใช้ส่วนผสมอื่น ๆ ร่วมในกระบวนการผลิตด้วย วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารขบเคี้ยวได้แก่ ธัญชาติและพืชหัว ที่นิยมใช้เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ข้าว มันสำปะหลัง มันฝรั่ง และมันเทศ เป็นต้น วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของโปรตีน เช่น ถั่วเลน โปรตีนจากถั่วเหลือง เจลาติน นมผงขาดมันเนย โปรตีน อัลบูมินจากไข่ เวย์โปรตีน และ รำสาคู เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมอื่น ๆ เพิ่มเติมอีก เช่น น้ำ ไขมัน อิมัลซิไฟเออร์ น้ำตาล และสารปรุงแต่งกลิ่นรส เป็นต้น (Harper, 1981)

### 4. กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวทั่วไปสามารถแบ่งเป็นกรรมวิธีที่สำคัญ 6 ชนิด คือ การทอด (frying) การทำให้พองตัว (expanding) การทำให้อยู่ในรูปผงที่ละลายได้ทันที (instanting) เอ็กซ์ทรูชัน (extrusion) และการอบ (baking) (Blenford, 1982)

กรรมวิธีการผลิตที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน โดยสามารถที่จะทำได้สำเร็จในเวลาสั้น รวมทั้งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบและการพองตัว หรือการพองตัวของผลิตภัณฑ์มีมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ได้แก่ การอบ การทอด และการผลิตแบบเอ็กซ์ทรูชัน โดยสามารถที่จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวได้หลากหลายรูปแบบ สำหรับการทอดผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวให้มีคุณภาพที่ดีมีปัจจัยที่สำคัญหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณาคือ แหล่งของไขมันที่ใช้ทอด โดยจำเป็นต้องเลือกใช้น้ำมันที่มีจุดเกิดควันที่สูง และมีความคงตัวต่อการเกิดไฮโดรไลซิส (hydrolysis) และการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) ที่อุณหภูมิสูงขึ้น (Matz, 1984) นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงสภาพพื้นที่ผิวของอาหาร ลักษณะโครงสร้างของอาหาร ความชื้นเริ่มต้น เวลาที่ใช้ในการทอด และอุณหภูมิที่ใช้ในการทอด การทอดมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการพองตัวของแป้งขึ้นซึ่งจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ หากปัจจัยที่เกี่ยวกับการทอดเป็นไปอย่างเหมาะสมจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นอาหาร และลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้ก็จะดี มีรูพรุนภายในสม่ำเสมอ โดยองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ ที่มีผลต่อการพองตัวดังกล่าว ได้แก่ อัตราส่วนของ อะมิโลส และอะมิโลเพกติน โดยอะมิโลเพกตินจะช่วยในการพองตัว มีน้ำหนักเบา ส่วนอะมิโลสหากมีมากเกินไปบางครั้งอาจส่งผลให้การพองตัวของผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย โดยปกติแป้งที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวหากมีปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 5-20 จะทำให้คุณสมบัติเกี่ยวกับการพองตัว

ของผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นไปตามความต้องการ คือ มีการพองตัวดี แต่ ไม่ดูดซับน้ำมันมากเกินไป (Charles, 1969)

## 5. การเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจะเกิดการสูญเสียคุณภาพ จนผู้บริโภคอาหารไม่ยอมรับ ในผลิตภัณฑ์ มีสาเหตุมาจากการสูญเสียความกรอบกับการเกิดกลิ่นเหม็นหืน ซึ่งเป็นกระบวนการเสื่อมเสียหลักที่อาจเกิดขึ้นพร้อมกัน สำหรับการสูญเสียความกรอบเกิดขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์ มีปริมาณความชื้นต่ำมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถดูดซับความชื้นจากอากาศบริเวณรอบ ๆ ได้ โดยง่าย และเมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้นเกินระดับหนึ่ง ผลิตภัณฑ์จะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (มานะ, 2531); (รุ่งนภา, 2540) ส่วนการเกิดกลิ่นเหม็นหืนเกิดจากผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวมีไขมัน หรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภททอดด้วยน้ำมัน จะเป็นตัวการก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้ โดยเกิดการหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative rancidity) และการเกิดการหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาการสลายตัว (hydrolytic rancidity) (Matz, 1984; รัชณี, 2537) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อกลิ่นรสที่ไม่เป็นที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ดังกล่าวจากผู้บริโภค

## วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด

### น้ำตาล

น้ำตาล หมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวาน ละลายน้ำได้ง่ายและ ให้พลังงานแก่ร่างกายเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึกมีธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน รวมอยู่ในโมเลกุลซึ่งมีสูตรโครงสร้างทั่วไป  $(CH_2O)_n$  คาร์โบไฮเดรตแบ่งได้ 3 ประเภท คือน้ำตาล ชั้นเดียว (Monosaccharide) คือกลูโคส ฟรุคโตส กาแลกโตส น้ำตาลสองชั้น (Disaccharides) ได้แก่ มอลโตส ซูโครส และแลคโตส น้ำตาลสองชั้นจำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์เพื่อย่อยสลายให้เป็นน้ำตาล ชั้นเดียวจึงดูดซึมได้ น้ำตาลหลายชั้น (Oligosaccharides) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยน้ำตาลชั้นเดียวจำนวนมากรวมกัน ได้แก่ ไกลโคเจน ในสัตว์ เซลลูโลส และแป้งในพืช (เจียมทอง, 2538)

น้ำตาลมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิต และน้ำตาลมะพร้าวเป็นน้ำตาลอีกชนิดหนึ่งที่นำมาเป็นส่วนผสมในขนมไทย (ไพบุลย์, 2532)

### น้ำตาลมะพร้าว

ไพบุลย์ (2532) กล่าวว่า น้ำตาลมะพร้าวหรือที่เรียกว่า น้ำตาลปี๊บใช้น้ำหวานจากจั่นมะพร้าวเป็นวัตถุดิบ นำไปผ่านกระบวนการเคี่ยวจนได้น้ำตาลลักษณะเป็นผลึก น้ำตาลมะพร้าวที่มีคุณภาพดีจะมีสีน้ำตาลโดยไม่ใช่ผงฟอกสี เนื้อละเอียด กลิ่นหอม (จรรยา, 2532) กล่าวว่า หากเป็นน้ำตาลที่ผ่านการฟอกสีจะมีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้มขึ้น มีลักษณะขุ่น บรรจุปี๊บ จึงเรียกตามภาษาชาวบ้านว่า น้ำตาลปี๊บ มีปริมาณความชื้นร้อยละ 7.8 ไม่เอี่ยมเหลว ปริมาณซูโครสมีสูงกว่าร้อยละ 70 น้ำตาลอินเวิร์ตมีต่ำกว่าร้อยละ 6-7 สำหรับคุณค่าทางโภชนาการน้ำตาลมะพร้าวจะให้พลังงาน 383 กิโลแคลอรี โปรตีน 0.4 กรัม ไขมัน 0.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 95 กรัม แคลเซียม 80 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 40 มิลลิกรัม เหล็ก ( มีสูงกว่าน้ำตาลชนิดอื่น) 11.4 มิลลิกรัม ในอะซิน 1.0 มิลลิกรัม วิตามินเอ 280 IU

### หน้าที่ของน้ำตาล

น้ำตาลมีหน้าที่ต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นโยอาหารจากสับปะรด ดังนี้ (ณรงค์ และ อัญชนีย์, 2528); (เจ็มทอง, 2538)

1. ให้ความหวาน
2. ช่วยให้เนื้อขนมมีลักษณะดี
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาล
4. เพิ่มคุณค่าทางอาหาร
5. ให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์

### น้ำมันและไขมันที่ใช้ในการทอด

อนุกุล (2544) กล่าวว่า น้ำมันใช้ในการประกอบอาหาร มีทั้งในรูปของน้ำมันและไขมันได้จากสัตว์และพืช เนื่องจากน้ำมันเป็นตัวถ่ายเทความร้อนได้ดี จึงใช้น้ำมันประกอบอาหารหลายชนิด น้ำมันให้พลังงานมากที่สุดเมื่อเทียบกับคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน นอกจากจากนั้นยังช่วยละลายวิตามิน เอ ดี อี และ เค

ไขมันที่ใช้ในการทอดอาหาร เป็นตัวนำความร้อนทำให้อาหารสุกจะเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ ด้วยการแทนที่น้ำที่ระเหยไปเป็นไอน้ำ และกลายเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ น้ำมันช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดกับภาชนะที่ใช้ทอด ทำให้อาหารมีสีและเพิ่มรสชาติ คุณสมบัติของน้ำมันหรือไขมันที่ดีต้องมีความคงตัว มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทนต่อความร้อนได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 163-190 องศาเซลเซียส และต้องมีคุณสมบัติสัมพันธ์กับอาหารที่ใช้ทอด เพราะกลีนิรส ของน้ำมันหรือไขมันจะติดไปกับอาหาร เนื่องจากขณะที่ทำการทอดที่อุณหภูมิสูง ไขมันจะสลายตัวเป็นสารที่ให้กลีนิรสและถูกดูดซับไว้ในผลิตภัณฑ์ จึงช่วยส่งเสริมกลีนิรสแก่ผลิตภัณฑ์ ไขมันนอกจากจะมีบทบาทสำคัญทางด้านคุณค่าทางโภชนาการแล้ว ยังมีส่วนสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอด คือลักษณะเนื้อสัมผัสและกลีนิรส ดังนั้นคุณภาพของน้ำมันจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอด (Kochhar, 2001)

การทอด หมายถึง การนำชิ้นอาหารใส่ลงในน้ำมันขณะร้อน ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำที่เป็นส่วนประกอบหลักในอาหารระเหยกลายเป็นไอน้ำ ผิวนอกอาหารจะแห้งการระเหยของน้ำจะค่อย ๆ เคลื่อนที่เข้าไปด้านในของชิ้นอาหารทำให้ผิวนอกลักษณะเปลือกแห้งแข็งหุ้มชิ้นอาหารไว้ ผิวนอกของอาหารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเท่า ๆ กับน้ำมันและการทอดอาหารจนกรอบทั้งชิ้นจะมีความชื้นเหลืออยู่น้อยมาก สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 12 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งระยะเวลาการเก็บรักษาจะผันแปรขึ้นอยู่กับภาชนะบรรจุและภาวะที่ใช้ในการเก็บรักษาด้วย (นิธิยา, 2544)

ในการทอดอาหารที่ใช้อุณหภูมิสูง และอาหารที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบทำให้มีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น และเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมัน เช่น สารที่มีขั้ว (polar component) ทำให้เกิดพอลิเมอร์ซึ่งมีผลทำให้น้ำมันมีความหนืดเพิ่มขึ้น เกิดสาร cyclic monomer ของกรดไขมันเกิดฟองและน้ำมันที่ใช้ทอดมีสีเข้ม การป้องกันการเกิดฟอง กระทำได้โดยใส่สารพวกซิลิโคน เช่น ไดเมทิลพอลิซิลอกเซน (dimethyl-polysiloxane) ประมาณ 2 ppm ซึ่งจะช่วยป้องกันการออกซิเดชันของไขมันโดยทางอ้อมด้วย (เนือทอง, 2544)

ไขมันและน้ำมันจากพืช เป็นแหล่งไขมันบริโภคที่สำคัญที่สุด เนื่องจากมีปริมาณการใช้สูงสุด วัตถุดิบที่นำมาผลิตจะมีปริมาณไขมันและมีสมบัติที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีระดับความไม่อิ่มตัวของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน น้ำมันพืชที่นิยมบริโภคได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์มและเมล็ดปาล์ม น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันเมล็ดฝ้าย เป็นต้น

วิภาวรรณ (2545); Hui (1996) ได้กล่าวถึงสมบัติของน้ำมันชนิดต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. น้ำมันปาล์ม (palm oil) คือ น้ำมันจากเปลือกปาล์มหรือปาล์มโอเลอินในรูปของน้ำมันพืช ประกอบด้วยไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว นำไปผ่านการแยกสกัดกรดไขมันทั้งสองออกจากกัน แล้วจึงนำน้ำมันไม่อิ่มตัวไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เป็นน้ำมันที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม (มักใช้ทำผลิตภัณฑ์มากกว่านำไปประกอบอาหารโดยตรง) คุณสมบัติของน้ำมันปาล์มโอเลอินที่ดีจะมีสีที่ดี (favorable light) เมื่อเทียบกับน้ำมันชนิดอื่น ๆ เมื่อนำมาประกอบอาหาร คือน้ำมันไม่มีกลิ่นหรือรสที่ทำให้อาหารเสียรสชาติ ทอดอาหารได้ดี ไม่สร้างอนุมูลอิสระและปัญหาไขมันในเลือดสูง นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยวิตามินอี ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านทานออกซิเดชันตามธรรมชาติ คือ ทำให้น้ำมันไม่เหม็นหืน ช่วยชะลอความแก่ ป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ และทำหน้าที่เป็นตัวกำจัดสารพิษในร่างกาย

น้ำมันปาล์มยังประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ได้แก่ ปาล์มิติกร้อยละ 43.5 สเตียริกร้อยละ 4.3 และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ได้แก่ โอเลอิกร้อยละ 36.6 โลโนเลอิกร้อยละ 9.1 และไลโนเลนิก ร้อยละ 0.2 ซึ่งกรดไลโนเลอิก และไลโนเลนิก เป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) ซึ่งเป็นไขมันที่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นได้

2. น้ำมันรำข้าว (rice bran oil) ในประเทศญี่ปุ่นนิยมน้ำมันรำข้าวในการทอด น้ำมันรำข้าวมีการคงตัวต่ออนุมูลที่ต่ำกว่าน้ำมันปาล์มโอเลอิน ทนต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้พอ ๆ กัน หรืออาจจะเท่ากับกับน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันคาโนลา น้ำมันเมล็ดฝ้าย และน้ำมันดอกคำฝอย ในการทอด องค์ประกอบของน้ำมันรำข้าวมีปาล์มิติก และโอเลอิก และกรดไขมันไลโนเลอิกมากกว่า 90%

3. ถั่วเหลือง (soybean oil) น้ำมันถั่วเหลืองจะมีกรดไขมันอิ่มตัวต่ำได้แก่ ปาล์มิติก ร้อยละ 10.3 สเตียริกร้อยละ 3.8 แต่เป็นแหล่งที่ดีของกรดไขมันจำเป็นคือ กรดไลโนเลอิก (Linoleic acid) ไลโนเลอิกร้อยละ 51.0 และกรดไลโนเลนิก (Linolenic acid) ร้อยละ 6.8 สามารถเสริมสร้างความจำ บำรุงผิวพรรณให้ผุดผ่อง ชะลอการเกิดริ้วรอย และช่วยให้ระบบสุขภาพดีขึ้น หากร่างกายขาดสารอาหารชนิดนี้ จะทำให้ผิวหนังแห้งและตกสะเก็ด บาดแผลหายช้า ขาดความสมดุลของฮอร์โมน ถ้าเป็นเด็กการเจริญเติบโตจะหยุดชะงัก มีปัญหาเกี่ยวกับสายตา และการฟังกิน้ำมันถั่วเหลืองไม่สามารถทนอุณหภูมิสูง ๆ ได้เป็นเวลานาน ๆ จึงเหมาะสำหรับประกอบอาหาร

ที่ใช้น้ำมันในการปรุงไม่มากนักและดูดซึมน้ำมันในอาหารเกือบทั้งหมด เพื่อให้ร่างกายได้รับสารอาหารจำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน น้ำมันถั่วเหลืองที่มีการเติมไฮโดรเจนบางส่วนนั้นจะทำให้ไขมันมีความคงทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีขึ้น

4. น้ำมันทานตะวัน (sunflower oil) เป็นน้ำมันพืชที่มีสารอาหารประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น โปรตีน แคลเซียม ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส และวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินอี จะทำหน้าที่เป็นสารแอนติออกซิแดนท์ หรือสารต้านอนุมูลอิสระ คอยดักจับและทำลายของเสียที่ทำลายเซลล์ต่าง ๆ ได้ผิวหนัง ลดไขมันในเส้นเลือด ป้องกันการเกิดมะเร็ง บำรุงสายตา ป้องกันต่อกระจก ป้องกันการเป็นหมัน การแท้ง และป้องกันเนื้อเยื่อปอดถูกทำลายจากอากาศ น้ำมันทานตะวันมีกลิ่นรสที่ดี เป็นน้ำมันพืชที่เหมาะสมต่อการทอดเนื่องจากมีจุดเกิดควันสูง (มากกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ) ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบของน้ำมันทานตะวัน น้ำมันทานตะวันจะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูงซึ่งจะช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในร่างกาย น้ำมันทานตะวันเป็นแหล่งของ โทโคโทฟีล 65.7 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายและมี vitamin E ( $\alpha$ -tocopherol) ที่สูงกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการทอด คือ สภาพพื้นที่ผิวของอาหาร ลักษณะและโครงสร้างของอาหาร ความชื้นเริ่มต้น เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทอด บางครั้งอาจจะอมน้ำมันซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่มาจากอุณหภูมิที่ใช้ในการทอด หากใช้อุณหภูมิดำไปการอมน้ำมันจะมาก การทอดนานเกินไปจะเกิดการสุกเกินไป (overcook) เป็นสาเหตุให้เกิดการอมน้ำมันในผลิตภัณฑ์เช่นกัน (Thorner, 1970)

## งาดำ

บุญเกื้อ (2544) กล่าวว่า งาเป็นพืชไร่น้ำมันชนิดเมล็ดพืชน้ำมัน (Oil seed) ชนิดหนึ่ง มีประโยชน์ทางยาและอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกมากมาย งามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Sesamum indicum* L. วงศ์ Pedaliaceae สำหรับพื้นที่เพาะปลูกมีประมาณ 393,589 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 38,570 ตัน และทำรายได้ปีละประมาณ 266-697 ล้านบาท นิรนาม (2549) กล่าวถึงการส่งออกเมล็ดงามีประมาณร้อยละ 65 ส่วนใหญ่จะเป็นงาดำ รองลงมาคืองาขาวและงาอื่น ๆ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2545) ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 25 ใช้ภายในประเทศ (นำไปสกัดน้ำมันงาประมาณร้อยละ 20 และบริโภครูปอื่น ๆ ประมาณร้อยละ 80)

สำหรับแหล่งผลิตในประเทศไทย งามีปลูกทั่วไปแทบทุกภาค แหล่งผลิตใหญ่อยู่ที่ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อนันต์, 2526) และจากรายงานสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2545);

วัชร (2542) กล่าวว่า งาที่ปลูกในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่ งาดำ งาขาว  
งาดำ-แดง หรืองาแดง หรือที่เรียกว่า งาเกษตร

### องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงา

เมล็ดงามีลักษณะเป็นเมล็ดเล็ก กลมรี หรือรูปไข่ เมื่ออบแล้วจะมีกลิ่นคล้ายถั่วอบ เมล็ดงาสุก  
ประกอบน้ำมันประมาณร้อยละ 50-60 (Grieve, 2000) น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดงาจัดเป็น น้ำมันพืชที่มี  
คุณภาพสูง ช่วยเพิ่มกลิ่นรส และทนต่อการเหม็นหืน (Yermonos, 1964) สอดคล้องกับ Janick  
and Whipkey, (2002) กล่าวว่าน้ำมันงามีกลิ่นที่ได้จากงาที่ผ่านการคั่วจะทนต่อการเหม็นหืนได้ดี เนื่องจาก  
ระหว่างการคั่วมีสารแอนติออกซิแดนท์เกิดขึ้น และการคั่วยังทำให้มีรสดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันงามี  
สารลิกันนิน (lignans) สำคัญ 2 ชนิด คือ ซาเซมิน (sesamin) และเซซาโมลิน (sesamol) (ศัลยา, 2546)  
โดยมีอยู่ประมาณร้อยละ 0.5-1 และร้อยละ 0.3-0.5 ตามลำดับ (Bedigian, 1985) จากผลการวิจัยพบว่า  
สารซาเซมินมีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรีย ยาน้ำแมลง และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งช่วยยับยั้งการ  
ดูดซึมคอเลสเตอรอลและยับยั้งการสร้างคอเลสเตอรอลในตับ (ศัลยา, 2546) ส่วนเซซาโมลิน  
มีคุณสมบัติในการฆ่าแมลง และสารทั้งสองช่วยเพิ่มฤทธิ์ในการทำงานของตับ (Janick and Whipkey,  
2002) และสารทั้งสองชนิดนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ (Antioxidant) ซึ่งช่วยป้องกัน  
ไขมันจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ช่วยป้องกันมะเร็งและโรคหัวใจ นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่ม  
ฤทธิ์การทำงานของวิตามินอี และการทำงานร่วมกับวิตามินอี ในการป้องกันอนุมูลอิสระ นอกจากนั้น  
น้ำมันงายังมีสารไฟโทสเตอรอล (phytosterol) ช่วยในการ ลดคอเลสเตอรอล ซึ่งสารดังกล่าวช่วยให้  
งามีความคงทนสูง ไม่เหม็นหืนง่าย (ศัลยา, 2546)

นอกจากนี้ น้ำมันงายังประกอบด้วยไขมันไม่อิ่มตัว (saturated fatty acid) ประมาณร้อยละ 15  
ได้แก่ Sterric Palmitic และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ร้อยละ 8 ประกอบด้วยกรด  
โอเลอิกร้อยละ 36-40 และกรดไลโนเลอิกประมาณร้อยละ 45-50 (Fukuda, 1986) และเมื่อ  
เปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวของน้ำมันงากับน้ำมันพืชอื่น ๆ ซึ่งกรดไขมัน  
ไม่อิ่มตัวนี้ประกอบด้วยกรดไขมันที่สำคัญและจำเป็นต่อร่างกายและร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์  
ขึ้นมาได้ กรดไขมันชนิดโอเลอิกเป็นกรดไขมันที่มีความคงตัวแตกตัวเป็นฟรีแรดดิคัลยาก สามารถ  
อยู่ได้นานโดยไม่เหม็นหืน และกรดไขมันไลโนเลอิก ซึ่งกรดไขมันทั้งสองชนิดนี้ช่วยในการ  
ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และช่วยป้องกันการรวมตัวของเกล็ดเลือด ลดความเสี่ยงต่อการ  
รวมตัวเป็นลิ่มของเลือด (วีระศักดิ์ และ วิไลศรี, 2539)

งามีโปรตีนประมาณร้อยละ 20-27 ประกอบด้วย กรดอะมิโนที่สำคัญ (Essential amino acid) เช่น ไลซีน (Lysine) ประมาณร้อยละ 2.9 เมทไทโอนีน (Methionine) ประมาณร้อยละ 3.3 ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าโปรตีนจากธัญพืชและถั่วต่าง ๆ (วีรศักดิ์ และวิไลศรี, 2539)

งามีคาร์โบไฮเดรตในปริมาณต่ำ แต่มีวิตามินบีทุกชนิดสูง เกือบทุกชนิด งามีสรรพคุณช่วยบำรุงระบบประสาท สมอง แก้อาการเหน็บชา อ่อนเพลีย ปวดเมื่อย และเบื่ออาหาร (ศิริวรรณ, 2540; Nayar and Mehra, 1970)

งามีไขมันในปริมาณที่สูงประมาณร้อยละ 16-19 ซึ่งจะช่วยสร้างเสริมและปรับปรุงการทำงานของลำไส้ในการย่อย ดูดซึมและขับถ่าย ป้องกันอาการท้องผูก ขับขี้และดูดซึมความเป็นพิษต่าง ๆ ในระบบการย่อยรวมทั้งป้องกันการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ และควบคุมระดับไขมันในเลือดได้ (เบกกิงสกุล, 2543)

งามีอาหารที่มีแร่ธาตุมาก ที่สำคัญคือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก ไอโอดีน สังกะสี มีอยู่ร้อยละ 4.1-6.5 งามีแคลเซียมมากกว่าพืชผักทั่วไป 40 เท่า มีฟอสฟอรัสมากกว่าพืชผักทั่วไป 20 เท่า ธาตุทั้งสองนี้เป็นธาตุที่สำคัญในการเสริมสร้างกระดูก เด็กในวัยกำลังเจริญเติบโต และสตรีในวัยหมดประจำเดือน ซึ่งมีความบกพร่องของฮอร์โมนเอสโตรเจน ทำให้มีการดึงแคลเซียมออกจากกระดูก และมีโอกาสเป็นโรคกระดูกเสื่อมได้สูงจึงควรบริโภค (ชนิกานต์, 2533)

งามียังเป็นอาหารที่อุดมไปด้วยวิตามินบี คือวิตามินบี1 (ไทอะมิน) วิตามินบี2 (ไรโบฟลาวิน) วิตามินบี6 (ไพริดอกซีน) และ วิตามินบี9 (โฟลิกแอซิด) ไบโอติน โคลิน ไอโนซิทอล กรดพาราอะมิโนเบนโซอิก ซึ่งกลุ่มวิตามินบีนี้จะช่วยบำรุงประสาท หรืออาการไม่สบายต่าง ๆ ที่เกิดจากระบบประสาท เช่น นอนไม่หลับ อ่อนเพลีย เหน็บชา ปวดเส้นตามตัว เบื่ออาหาร ท้องผูก เมื่อยส่ายตา งามีวิตามินเกือบทุกชนิดขาดไปเพียงวิตามินบี12 ชนิดเดียว

ตารางที่ 16 คุณค่าทางโภชนาการของงาดำ ( 100 กรัม)

| คุณค่าทางโภชนาการ      | งาดิบ | งาคั่ว |
|------------------------|-------|--------|
| พลังงาน (กิโลแคลอรี)   | 553   | 562    |
| ความชื้น (กรัม)        | 5.3   | 2.3    |
| โปรตีน (กรัม)          | 21.9  | 23.3   |
| ไขมัน (กรัม)           | 46.3  | 52.1   |
| คาร์โบไฮเดรต (กรัม)    | 12.1  | 0      |
| เยื่อใย (กรัม)         | 9.9   | 16.1   |
| กากใย (กรัม)           | -     | 15.7   |
| เถ้า (กรัม)            | 45    | 7.0    |
| แคลเซียม (มิลลิกรัม)   | 1,100 | 1,452  |
| ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)   | 570   | -      |
| เหล็ก (มิลลิกรัม)      | 16.0  | 22.0   |
| วิตามินเอ (IU)         | 35    | 60     |
| ไทอามีน (มิลลิกรัม)    | 0.82  | 0.67   |
| ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม) | 0.28  | 1.11   |
| ไนอะซิน (มิลลิกรัม)    | 4.1   | 1.5    |

ที่มา: กรมอนามัย (2535)

### การใช้ประโยชน์จากงาดำ

ประวิทย์ (2547) กล่าวว่า งาได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารของคนเรามาแล้วกว่า 5,000 ปีแล้ว และปัจจุบันมีการบริโภคน้ำมันงากันอย่างกว้างขวางทั้งในส่วนที่เป็นอาหารโดยตรง และในส่วนที่ใช้ประกอบเป็นขนมต่าง ๆ นัสุวรรณ (2544); บุญเกื้อ (2544) กล่าวว่า การรับประทานงาจะรับประทานทั้งเมล็ดโดยปกติจะใช้น้ำคั่วหรือการอบ เมล็ดงาที่คั่วให้สุกจะมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ชาวต่างชาตินิยมนำมาประกอบอาหาร หรือขนมต่าง ๆ มากมาย และยังใช้ในประเพณีต่าง ๆ ด้วย นอกจากนี้ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารประจำวันแล้ว (สุชาติ, 2544; ประวิทย์, 2547) กล่าวว่า สำหรับการแพทย์ตะวันออกถือว่างาเป็นอาหารบำรุงกำลังที่ดี ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย เมื่อบริโภค

งาเข้าไปแล้วก็จะเป็นตัวช่วยหล่อลื่น จึงมีผลเป็นยาระบายอ่อน ๆ ได้ อีกทั้งยังช่วยบำรุงกำลังและทำให้ร่างกายอบอุ่น มีสุขภาพดี

ส่วนคนไทยในอดีตนั้นนิยมนำมาโรยหน้าขนมปังคุกกี้อย่างต่าง ๆ ทำกระยาสารท ผสมในท้องม้วน งาแผ่น หรือโรยในน้ำจิ้มต่าง ๆ เช่น น้ำจิ้มสุกี้ แต่ในปัจจุบันนี้มีการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากงาเพิ่มขึ้นมากมายหลายรูปแบบโดยเน้นเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เช่น ชูบงาดำ ไอศกรีมงาดำ น้ำสลัดงาดำ คุกกี้งาดำ เค้กงาดำ ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ที่ใช้งาดำเสริมเพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เช่น เครื่องดื่มงาดำผสมธัญพืช งาคั่วปรุงรส ข้าวตังหน้างา ถั่วตัดงา (บุญเกื้อ, 2544)

### สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI)

มาตรการสำคัญในการดำเนินการปรับปรุงและส่งเสริมให้ประชาชนมีภาวะโภชนาการที่ดี สามารถดำรงสุขภาพอนามัยอย่างสมบูรณ์ คือ การวางแผนจัดการด้านอาหารบริโภค โดยมุ่งให้ประชาชนส่วนรวมของประเทศได้รับอาหารบริโภคประจำวัน ซึ่งประกอบด้วยสารอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างเหมาะสม และเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ซึ่งความต้องการอาหารและโภชนาการในระดับบุคคล กลุ่มบุคคลหรือชุมชน จะเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมและองค์ประกอบอื่น ๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ประเทศต่าง ๆ จะต้องจัดให้มีแนวทางหรือหลักการ ในการแนะนำอาหารบริโภคสำหรับประชาชน ในประเทศของตนให้บริโภคอาหารที่มีคุณค่าสารอาหาร อาหารชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับความต้องการด้านโภชนาการอย่างแท้จริง

ดังนั้นสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จึงได้พิจารณาจัดทำบัญชีสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทย อายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai Recommended Daily Intakes Thai RDI) นี้ขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์หลักในการเป็นค่าอ้างอิงสำหรับคำนวณในการแสดงคุณค่าทางโภชนาการบนฉลากของอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม Thai RDI ซึ่งเป็นค่ากลางสำหรับคนไทยทั่วไปนั้นสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาสูตรอาหาร ใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการกำหนดนโยบายทางโภชนาการกว้าง ๆ สำหรับบุคคลทั่วไป เช่น การเติมสารอาหารหรือการประยุกต์ใช้อื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม โดยต้องคำนึงด้วยว่าข้อกำหนดนี้ใช้สำหรับผู้ที่สุขภาพปกติ (healthy) มิใช่ผู้ป่วย เด็กทารก หญิงมีครรภ์ หรือกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งมีความต้องการทางโภชนาการต่างไปจากกลุ่มคนปกติ นอกจากนั้นการได้รับสารอาหารต่าง ๆ ตามที่กำหนดนี้ควรได้รับจากการบริโภคอาหารหลัก

5 หมู่เป็นสำคัญ เนื่องจากยังมีสารอาหารอื่น ๆ อีกมากในอาหารหลักของเราที่ยังไม่ได้รับการแยกออก และเป็นที่รู้จักกันเป็นตัวเดียวๆ แต่ก็มีความสำคัญและจำเป็นต่อระบบการทำงานตามปกติของร่างกาย

สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้ในการแสดงคุณค่าทางโภชนาการบนฉลากของอาหาร หรือที่เรียกว่า ฉลากโภชนาการ (Nutrition Labeling) โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากค่า Recommended Daily Dietary Allowances for Healthy Thais (Thai RDA) โดยเลือกค่าสูงสุดจากค่าที่แนะนำสำหรับคนอายุ 20 - 29 ปี ทั้ง 2 เพศ ซึ่งค่า Daily Values (DV) , Daily Reference Values (DRV), Reference Daily Intakes (RDI) กำหนดโดย United States Food and Drug Administration และค่า Nutrient Reference Values (NRV) จาก Codex โดยกำหนดให้มีค่าความต้องการพลังงาน วันละ 2,000 กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นระดับที่คนไทย (ผู้ใหญ่) ส่วนใหญ่ที่มีสภาวะทางสุขภาพปกติต้องการเป็นฐาน หรือตัวเลขกลางในการคำนวณ เพื่อวัตถุประสงค์ในการแสดงฉลากโภชนาการ เท่านั้น ทั้งนี้ ความต้องการพลังงานที่แท้จริงต่อวันของบุคคล อาจน้อยหรือมากกว่า 2,000 กิโลแคลอรี ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุ เพศ และความแตกต่างของระดับการใช้พลังงานทาง กายภาพ (physical activity level) ของแต่ละบุคคลโดย Thai RDI แนะนำให้บริโภคแคลเซียม วันละ 800 มิลลิกรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2541)

### พฤติกรรมผู้บริโภค

พฤติกรรมผู้บริโภค หมายถึง การกระทำของบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดหาให้ได้มา และการใช้ซึ่งสินค้าและบริการ ทั้งนี้หมายรวมถึงกระบวนการตัดสินใจซึ่งมีมาอยู่ก่อนแล้ว และเป็นสิ่งที่มีส่วนในการกำหนดให้มีการกระทำความดังกล่าว (ปริญ, 2544)

นอกจากนี้ได้มีผู้กล่าวถึงความหมายของพฤติกรรมผู้บริโภคที่คล้ายคลึงกัน เช่น พฤติกรรมผู้บริโภค หมายถึง ปฏิบัติของบุคคลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการได้รับและการใช้สินค้าและบริการทางเศรษฐกิจ รวมทั้งกระบวนการต่าง ๆ ของการตัดสินใจซึ่งเกิดก่อนและเป็นตัวกำหนดปฏิบัติต่าง ๆ เหล่านี้ (ปริญ, 2544) ดังนั้นการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคจึงเป็น การศึกษากระบวนการตัดสินใจ ของผู้บริโภคแต่ละคนว่าจะทำการเลือกซื้อสินค้าและบริการอะไร อย่างไร จึงจะเหมาะสมและสร้างความพอใจในการซื้อให้แก่ตนมากที่สุด ซึ่งกระบวนการนี้จะเกี่ยวข้องกับการรับรู้ การเสาะหาข่าวสารและการประเมินทางเลือกเกี่ยวกับสินค้าและบริการที่เขาสนใจ

ในขณะที่พฤติกรรมของผู้ซื้อ (buyer behavior) ซึ่งเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการปฏิบัติในการบริโภคจะหมายถึงการกระทำของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนซื้อสินค้าและบริการด้วยเงิน และรวมทั้งกระบวนการตัดสินใจซึ่งเป็นตัวกำหนดให้มีการกระทำนี้

การตัดสินใจของผู้บริโภคจะเป็นเรื่องง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการซื้อหรือไม่ซื้อเท่านั้น ถ้าหากพิจารณากันอย่างลึกซึ้งแล้ว มิใช่เรื่องง่ายนักที่จะเข้าใจถึงพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภค เพราะการจะซื้อสิ่งใดหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับสิ่งที่มีอยู่ในใจ ทั้งก่อนการซื้อ ระหว่างการซื้อ และหลังการซื้อ หรือแม้แต่ตัวผู้บริโภคเองนั้นในบางครั้งก็ไม่อาจจะไปถึงสิ่งสูงใจในการซื้อได้อย่างชัดเจน ดังนั้นการศึกษาในเรื่องต่าง ๆ ของการตัดสินใจซื้อในส่วนที่เกี่ยวกับผู้ที่เกี่ยวข้องในการซื้อ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ รูปแบบสถานการณ์ซื้อ กระบวนการซื้อ และกระบวนการยอมรับของผู้บริโภค จะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคได้ดียิ่งขึ้น (กฤษณา, 2531)

ในด้านของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภค (factors influencing consumer buying behaviors) นั้นมี 4 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะของผู้ซื้อที่มีต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ (buyer characteristics)
2. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ (product characteristics)
3. ลักษณะของผู้ขายที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของผู้ซื้อ (seller characteristics)
4. ลักษณะด้านสถานการณ์ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของผู้ซื้อ (situational characteristics)

ปัจจัยด้านคุณลักษณะของผู้ซื้อที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ โดยพิจารณาคุณลักษณะด้านวัฒนธรรมและด้านสังคม (cultural and social characteristics) ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อความคิดและการกระทำของบุคคลที่ส่งผลถึงพฤติกรรมการซื้อ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยภายในที่เกี่ยวกับคุณลักษณะส่วนบุคคล และคุณลักษณะด้านจิตวิทยา (personal and psychological characteristics) ซึ่งนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อพฤติกรรมการซื้อเช่นกัน โดยที่ปัจจัยภายนอกได้แก่ คุณลักษณะด้านวัฒนธรรมและสังคมนั้น Kotler (1994) กล่าวว่า คุณลักษณะด้านวัฒนธรรมประกอบด้วยวัฒนธรรมพื้นฐาน (Culture) วัฒนธรรมย่อย (Subculture) และชั้นทางสังคม (Social class) ขณะที่คุณลักษณะด้านสังคม (social characteristics) ประกอบด้วย กลุ่มอ้างอิง ครอบครัว บทบาท และสถานะ

ในส่วนของคุณลักษณะด้านวัฒนธรรม อันประกอบด้วย วัฒนธรรมพื้นฐาน วัฒนธรรมย่อย และชั้นทางสังคมนั้น Kotler (1994) กล่าวว่า คนที่อยู่ในวัฒนธรรมต่างกัน ย่อมมีพฤติกรรมการซื้อที่แตกต่างกัน นอกจากนี้คนที่อยู่ในวัฒนธรรมเดียวกัน ยังแบ่งเป็นกลุ่มย่อยหรือวัฒนธรรมย่อย (กลุ่มเชื้อชาติ กลุ่มศาสนา กลุ่มสีผิว กลุ่มพื้นที่ทางภูมิศาสตร์) เหล่านี้ ย่อมส่งผลให้มีแบบแผนการดำเนินชีวิตและการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันด้วย และจากการที่ในแต่ละสังคมมีการแบ่งชนชั้นกัน จึงทำให้เกิดเป็นชั้นทางสังคม (social class) ซึ่งสมาชิกในชั้นทางสังคมเดียวกันจะมีค่านิยม ความสนใจ และพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกัน โดยชั้นทางสังคมจะแสดงให้เห็นถึงความชอบที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทของผลิตภัณฑ์ ตรายี่ห้อและร้านค้า ซึ่งในส่วนของผลิตภัณฑ์อาหารนั้น พบว่าชั้นทางสังคมจะมีผลต่อการเลือกชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการบริโภค ระดับของคุณภาพที่ต้องการซื้อเสียงของตรายี่ห้อและร้านค้าที่ซื้อ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาลักษณะทางสังคม (social characteristics) อันประกอบด้วย กลุ่มอ้างอิง ครอบครัว บทบาท และสถานะนั้น Kotler (1994) กล่าวว่า กลุ่มอ้างอิงอันได้แก่ ครอบครัว เพื่อนสนิท เพื่อนบ้าน เพื่อนร่วมอาชีพ กลุ่มบุคคลชั้นนำในสังคม บุคคลต่าง ๆ ในสังคม จะมีอิทธิพลต่อทัศนคติ และพฤติกรรม ส่วนในเรื่องที่จะมีอิทธิพลมากน้อยเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับข้อมูลที่คุณลักษณะนั้นมีอยู่และประเภทของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องปรับปรุงสารสนเทศ ต้องการให้เข้าถึงความคิดของผู้มีอิทธิพลหรือผู้นำกลุ่ม ซึ่งถือว่าเป็นตัวกลางสำคัญในการสื่อถึงสมาชิกในกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนในด้านครอบครัวนั้นถือว่าบุคคลในครอบครัวมีอิทธิพลมากที่สุดต่อทัศนคติ ความคิดเห็น และค่านิยม ของบุคคลเนื่องจากครอบครัวเป็นสื่อกลางในการกลั่นกรองบรรทัดฐานต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อสารสนเทศและประสบการณ์ของบุคคลและนำมาถ่ายทอดให้แก่สมาชิกในครอบครัว ประการสุดท้ายบทบาทและสถานะ (role and status) โดยที่บุคคลหนึ่ง ๆ จะมีบทบาทและสถานะที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม และพบว่าบทบาทและสถานะของบุคคลจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์ของสมาชิกในกลุ่ม

ในส่วนของปัจจัยภายใน ได้แก่ คุณลักษณะส่วนบุคคลและคุณลักษณะด้านจิตวิทยานั้น Kotler (1994) กล่าวว่า คุณลักษณะส่วนบุคคลที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคนั้น ได้แก่ อายุ และวัฏจักรของครอบครัว อาชีพ โอกาสทางเศรษฐกิจ แบบแผนการดำเนินชีวิต และบุคลิกลักษณะ

โดยในส่วนของอายุและวัฏจักรของครอบครัว (age and family cycle) นั้น พบว่า อายุของผู้บริโภคจะเป็นตัวกำหนดลักษณะของสินค้าที่บุคคลจะบริโภค ส่วนแนวคิดเกี่ยวกับวัฏจักรของครอบครัวจะมีผลต่อความต้องการ ทักษะ และค่านิยม ที่เปลี่ยนแปลงไปตามวัยของบุคคล ทำให้เกิดความต้องการในผลิตภัณฑ์และพฤติกรรมการซื้อที่แตกต่างกัน

ในด้านของอาชีพนั้น อาชีพของแต่ละบุคคลจะนำไปสู่ความจำเป็นและความต้องการสินค้าและบริการที่แตกต่างกัน ในส่วนของโอกาสทางเศรษฐกิจ ซึ่งประกอบด้วย รายได้ การออมทรัพย์ อำนาจการซื้อ และทักษะเกี่ยวกับการจ่ายเงินจะกระทบต่อสินค้าและบริการที่บุคคลตัดสินใจซื้อ ทางด้านรูปแบบการดำเนินชีวิต พบว่ารูปแบบการดำเนินชีวิตขึ้นกับวัฒนธรรม ชั้นทางสังคม และกลุ่มอาชีพของแต่ละบุคคล ซึ่งวิถีชีวิตที่ต่างกัน จะส่งผลต่อพฤติกรรมการซื้อที่ไม่เหมือนกัน และประการสุดท้ายคือ บุคลิกลักษณะ (personality) พบว่า บุคลิกลักษณะที่ต่างกันจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อที่แตกต่างกันด้วย

ในส่วนของปัจจัยภายในอีกประการหนึ่ง อันได้แก่ คุณลักษณะทางจิตวิทยานั้น Kotler (1994) กล่าวถึง การตัดสินใจซื้อของบุคคลได้รับอิทธิพลจากกระบวนการทางจิตวิทยา 4 อย่าง คือ การรับรู้ การเรียนรู้ ความเชื่อ และทัศนคติ

ในส่วนของกระบวนการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค Kotler (1994) กล่าวว่า ในการตัดสินใจซื้อครั้งหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การตระหนักถึงความต้องการ การแสวงหาข้อมูล การประเมินทางเลือก การตัดสินใจซื้อ และพฤติกรรมภายหลังการซื้อ ดังนี้คือ

1. การตระหนักถึงความต้องการ (need recognition) ซึ่งอาจเป็นความต้องการพื้นฐานภายในที่เกิดจากสภาพภายในร่างกาย เช่น ความหิว หรืออาจเป็นความต้องการที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าภายนอก เช่น การโฆษณา การแนะนำจากผู้ขาย

2. การแสวงหาข้อมูล (information search) หลังจากที่ผู้บริโภคได้ตระหนักถึงความต้องการแล้ว ก็จะเริ่มที่จะแสวงหาข้อมูลซึ่งประกอบด้วย การแสวงหาจากภายใน (internal search) เช่น จากความรู้ หรือประสบการณ์เดิมแต่หากว่าข้อมูลที่ได้ยังไม่เพียงพอผู้บริโภค ก็จะแสวงหาข้อมูลจากภายนอก (external search) เพิ่มเติมซึ่งแหล่งข้อมูลของผู้บริโภคประกอบด้วย 4 กลุ่ม คือ

2.1 แหล่งบุคคล (personal sources) ได้แก่ ครอบครัว เพื่อนสนิท เพื่อนบ้าน เป็นต้น  
แหล่งการค้า (commercial sources) ได้แก่ สื่อโฆษณาต่าง ๆ พนักงานขาย เป็นต้น

2.3 แหล่งชุมชน (public sources) ได้แก่ ข่าวสารจากหน่วยงานรัฐบาลจากหน่วยงาน  
ที่ทำหน้าที่คุ้มครองผู้บริโภคแหล่งทดลอง (experimental sources) ได้แก่ หน่วยงานที่สำรวจคุณภาพ  
ผลิตภัณฑ์ การทดลองใช้ของผู้บริโภค

อิทธิพลของแหล่งข่าวสารในแต่ละแหล่งจะแตกต่างกันไปตามประเภทของผลิตภัณฑ์และ  
คุณลักษณะของผู้บริโภค โดยอาจกล่าวได้ว่า ผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะรับข้อมูลในรูปของการแจ้ง  
ข้อมูลข่าวสารจากแหล่งการค้ามากที่สุด ส่วนในการประเมินผลิตภัณฑ์นั้น พบว่าข้อมูลจากแหล่ง  
บุคคลจะมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด

3. การประเมินทางเลือก (evaluation of alternatives) หลังจากที่ได้รับทราบ  
ข้อมูลแล้วก็จะนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ในการประเมินทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งปัจจัยมีผลต่อการประเมิน  
ทางเลือกได้แก่ บุคลิกภาพของผู้บริโภค อิทธิพลจากกลุ่มอ้างอิงต่าง ๆ เป็นต้น

4. การตัดสินใจซื้อ (purchase decision) โดยสิ่งที่เข้ามาเกี่ยวข้องก่อนตัดสินใจซื้อ  
ได้แก่ ทศนคติของบุคคลอื่น ปัจจัยด้านรายได้ ราคาของสินค้า ระดับการรับรู้ความเสี่ยง ตลอดจน  
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

5. พฤติกรรมภายหลังการซื้อ (postpurchase behavior) ภายหลังจากที่ผู้บริโภคได้ใช้  
ผลิตภัณฑ์ที่ซื้อไป เขาอาจจะมีคามพอใจหรือไม่พอใจก็ได้ ถ้าเกิดความพอใจก็จะกลับมาซื้อซ้ำอีก  
รวมทั้งยังอาจบอกกล่าวให้คนอื่น ๆ ได้รับทราบด้วย

### ตัวแปรที่สร้างอิทธิพลต่อการตัดสินใจ

การตัดสินใจของผู้บริโภคได้รับอิทธิพลและปรับรูปแบบได้โดยปัจจัยและตัวกำหนดหลาย  
อย่างที่สามารถจัดกลุ่มได้สามกลุ่มคือ

1. ตัวกระตุ้นหรือสิ่งเร้าทางการตลาด หรือข่าวสารทางการตลาด ตัวกระตุ้นทางการตลาด  
(Marketing Stimuli) ที่ซึ่งนักการตลาดสามารถควบคุมได้นั่นเอง ตัวแปรชนิดนี้จะไม่พิจารณาแยกเป็น

บท ๆ ไปแต่ละพิจารณา รวมไปถึงตัวแปรอื่น ได้แก่ผลิตภัณฑ์ การวางราคา ช่องทางการจำหน่าย และการส่งเสริมตลาด (สื่อสารการตลาด)

2. อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ผู้บริโภคอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีความสลับซับซ้อน กระบวนการตัดสินใจและพฤติกรรมของเขาได้รับจากวัฒนธรรม ชนทางสังคม อิทธิพล จากตัวบุคคลเป็นต้น

3. อิทธิพลความแตกต่างของตัวบุคคล เป็นปัจจัยภายในที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมผู้บริโภค มีความแตกต่างกันที่ทรัพยากรมนุษย์และความรู้ของผู้บริโภค การสนใจ ทักษะคติ บุคลิกภาพและแบบของการใช้ชีวิต (Lifestyle) เป็นต้น

4. กระบวนการทางจิตวิทยา มีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่อพฤติกรรมผู้บริโภค นักวิจัยตลาด มีความสนใจในเรื่องนี้มาก กระบวนการนี้ประกอบด้วยการดำเนินการวิธีเกี่ยวกับข่าวสารการเรียนรู้

### แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการยอมรับ

#### ความหมายของการยอมรับ (Acceptance)

จากการตรวจสอบเอกสาร ได้มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับการยอมรับไว้หลายท่านดังนี้

Foster (1973) ให้ความหมายของการยอมรับ หมายถึง การที่ประชาชนได้เรียนรู้ โดยผ่านการศึกษา สามารถบรรยายได้โดยผ่านขั้นการรับรู้ การยอมรับจะเกิดขึ้นได้หากมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้นั้นจะได้ผลก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นได้ทดลองปฏิบัติ เมื่อแน่ใจแล้วว่าสิ่งประดิษฐ์นั้นสามารถให้ประโยชน์อย่างแน่นอนจึงกล่าลงทุนซึ่งสิ่งประดิษฐ์นั้น

Rogers (1983) ให้ความหมายการรับนวัตกรรม หมายถึง การตัดสินใจที่จะนำนวัตกรรมนั้นไปใช้อย่างเต็มที่ เพราะนวัตกรรมเป็นวิถีทางที่ดีกว่าและมีประโยชน์กว่า การยอมรับนวัตกรรมของบุคคลเกิดขึ้นเป็นกระบวนการ เริ่มตั้งแต่ได้สัมผัสนวัตกรรม ถูกชักจูงให้ยอมรับนวัตกรรม ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ ปฏิบัติตามการตัดสินใจ และยืนยันการปฏิบัตินั้นกระบวนการนี้อาจกินเวลาช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญคือ ตัวบุคคลและคุณลักษณะของนวัตกรรม

สกาเวื่อน (2540) กล่าวว่า การยอมรับคือ กระบวนการที่เกิดขึ้นทางจิตใจภายในบุคคล แต่แต่ละบุคคลหลังจากได้รับการแนะนำและพิจารณาแล้วในที่สุด จึงรับหรือไม่รับเอาวิทยาการของใหม่ไปใช้โดยเริ่มตั้งแต่การตื่นตัว (Awareness) สนใจ (Interest) ประเมินผล (Evaluation) ทดลองนำไปใช้ (Trail) และยอมรับในที่สุด

กมลรัตน์ (2544) ให้ความหมาย การยอมรับหมายถึง การที่บุคคลได้ทำการตัดสินใจที่จะนำสิ่งใหม่ ๆ ที่เข้ามาไปใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของงาน หรือการดำรงชีวิตให้ดียิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า การยอมรับ หมายถึง กระบวนการทางจิตใจที่บุคคลมีทัศนคติที่ดีที่ตัดสินใจเลือกจะนำเอานวัตกรรมที่ได้มานั้น นำไปทดลองปฏิบัติใช้งานได้ตามที่บุคคลนั้นต้องการ โดยผ่านการศึกษาหาความรู้ การแนะนำ จนถึงการยืนยันรับนวัตกรรมนั้น ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของงานและการดำรงชีวิตให้ดียิ่งขึ้นและนำไปปฏิบัติ

### ทฤษฎีการยอมรับและกระบวนการยอมรับ

อานวยศาสตร์ (2528) กล่าวว่า การศึกษาแนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับ เป็นการศึกษากรอบทางทฤษฎีการยอมรับและแนวคิดและรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เพราะการเปลี่ยนแปลงทางสังคม หมายถึง การที่มนุษย์มีความมุ่งมั่นที่จะเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่ตนดำรงชีวิตอยู่ หรือในสิ่งที่ตนพึงปรารถนามากกว่า โดยสอดคล้องกับ ชาดิซาย ( 2529) ได้กล่าวไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมและสังคม เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงระเบียบแบบแผน ขนบธรรมเนียมประเพณี และพฤติกรรมของคนในสังคม หากมีการยอมรับมากการเปลี่ยนแปลงทางสังคมก็มีมาก และหากมีการยอมรับน้อยการเปลี่ยนแปลงก็เกิดขึ้นน้อย สอดคล้องกับสำลีและเผ่าไทย (2526) ได้กล่าวถึงสถานการณ์เงื่อนไขในสังคม (Environmental Condition) บางอย่างที่มีส่วนเป็นตัวเร่งหรือตัวทำให้การยอมรับเป็นไปอย่างช้า ๆ

การยอมรับ มีกระบวนการที่เป็นแนวคิดในการที่จะทำให้บุคคลเกิดการยอมรับโดยเฉพาะนวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะต้องมีการเผยแพร่ เพื่อให้เกิดการรับรู้ในสิ่งใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น

พิมล (2542) ให้ความหมายของการเผยแพร่คือ การกระจายความคิดริเริ่มใหม่ ผลิตภัณฑ์และบริการที่เข้าไปสู่ตลาด ในทัศนะของผู้บริโภคนั้นมองว่าการกระจายเป็นกระบวนการที่ผู้บริโภค

ได้รับรู้ถึงผลิตภัณฑ์ใหม่จนไปถึงการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า “กระบวนการยอมรับผลิตภัณฑ์” (Adoption process)

พิมล (2542); Rogers (1983); ปนัดดา (2543) และ ปริญ (2544) ได้กล่าวถึงกระบวนการยอมรับนวัตกรรมไว้ว่าเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ 5 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นการรับรู้ (Awareness) เป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยผลิตภัณฑ์ใหม่ได้นำมาแสดงแก่ผู้บริโภค การเปิดตัวในระยะแรกนั้นผู้บริโภคยังไม่ทราบว่า จะได้รับอะไรจากผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ หรือผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะสามารถทำอะไรได้บ้าง หรือเป็นการรู้จักผลิตภัณฑ์ใหม่ แต่ไม่ได้รับข้อมูลเพิ่มเติมที่เพียงพอ ผู้บริโภคเกิดความระมัดระวังตัว
2. ขั้นให้ความสนใจ (Interest Stage) คือขั้นที่ผู้บริโภคให้ความสนใจและถูกกระตุ้นให้ค้นหาข้อมูล ความรู้รายละเอียด (Knowledge) เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นวัตกรรม หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่เพิ่งเข้ามาในตลาดแล้ว หลังจากเมื่อเริ่มมีการรับรู้ในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ การค้นคว้าหาข้อมูลนั้นจะมีมากขึ้นขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความสนใจที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์
3. ขั้นประเมินค่า (Evaluation Stage) เมื่อผู้บริโภครวบรวมข้อมูลได้แล้ว ผู้บริโภคก็จะหาข้อสรุปหรือประเมินคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น โดยคำนึงถึงผลดีผลเสียของการยอมรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ ซึ่งถือว่าเป็นขั้นที่อยู่ระหว่างการตัดสินใจที่จะทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่
4. ขั้นการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ (Trial Stage) เมื่อถึงขั้นตอนนี้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ไปทดลองใช้ในวงจำกัด เพื่อวัดคุณค่าและใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์และประกอบการตัดสินใจว่าจะนำไปใช้อย่างเต็มที่ต่อไปหรือไม่
5. ขั้นการยอมรับ (Adoption Stage) ถ้าผลการทดลองใช้เป็นที่น่าพอใจผู้บริโภคก็จะยอมรับและบริโภคผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นและซื้อใช้ประจำ ซึ่งในกรณี ที่ผู้บริโภคใช้ผลิตภัณฑ์นั้นอยู่แล้วก็จัดว่าอยู่ในขั้นนี้ด้วย

### ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ใหม่

ปริญ ( 2544) กล่าวว่า คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เสนอขายนั้นจะมีผลทำให้ผู้บริโภครับเอาไว้ได้เร็วช้าอย่างไร ในกระบวนการนำเข้าสู่ตลาดย่อมจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ คือ

1. คุณประโยชน์หรือคุณภาพที่ดีกว่า หรือมากกว่าเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เดิม (Relatively advantage) หรือราคาที่ถูกกว่าหรือแม้กระทั่งความแปลกใหม่ และความหรรษาของผลิตภัณฑ์ นั่นคือขึ้นอยู่กับขนาดของคุณประโยชน์ที่คิดค้นขึ้นมาใหม่นั้นว่าเหนือกว่าหรือดีกว่า หรือใช้ได้ดีกว่ามากน้อยแค่ไหน ถ้าหากทำให้เห็นได้ว่ามีคุณประโยชน์มากกว่าของเดิมมาก การเข้าตลาดและกายอมรับก็จะสามารถเป็นไปได้โดยรวดเร็ว
2. ความสอดคล้องกับความเข้าใจของผู้บริโภค (Comparability) กล่าวคือ การยอมรับจะเป็นไปได้โดยรวดเร็วเพียงใด ย่อมจะขึ้นอยู่กับความสอดคล้องกันของผลิตภัณฑ์ใหม่ กับข้อปฏิบัติของผู้บริโภคที่เป็นอยู่ ถ้าหากว่าผู้บริโภคต้องใช้ความคิดเพื่อพยายามเข้าใจสิ่งใหม่นี้ค่อนข้างมาก และอาจทำให้ถึงกับต้องมีการเปลี่ยนแปลงแบบของพฤติกรรม ให้แตกต่างไปจากเดิมด้วยแล้ว การยอมรับก็จะเป็นไปได้โดยเชื่องช้า และการเข้าสู่ตลาดก็จะช้าตามด้วย
3. ความสลับซับซ้อนของสิ่งประดิษฐ์ (Complexity) ถ้าหากการเข้าใจและการใช้ ผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าใจได้ยาก เพราะผลิตภัณฑ์ใหม่มีความยุ่งยากและสลับซับซ้อนมากการแพร่กระจายเข้าสู่ตลาดจะเป็นไปได้โดยช้าและตลาดที่จะครอบคลุมได้ก็จะแคบหรือมีไม่มากนัก
4. การสามารถแบ่งส่วนย่อยได้ (Divisibility) คือผลิตภัณฑ์ใหม่จะสามารถให้โอกาสทดลองใช้ได้ การเข้าสู่ตลาดก็จะเป็นไปได้โดยรวดเร็วและกว้างขึ้น
5. ความสามารถอธิบายข้อมูลไปยังบุคคลอื่น ๆ (Communicability) ถ้าหากผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นสามารถอธิบายเป็นข้อมูลได้โดยง่ายแล้ว การเข้าตลาดก็จะรวดเร็ว การยอมรับก็จะกว้างขวางภายในเวลาอันสั้น การรับรู้อย่างสม่ำเสมอทำให้รู้สึกคุ้นเคยและยอมรับโดยปริยาย (Observability) (จึงเป็นที่มาของนโยบายผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมักจะสูงมาก)

### ปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ใหม่

1. ความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์เดิม (Usage) ดังนั้นผู้บริโภคจะรู้สึกว่าการจะไปเรียนรู้การใช้อะไรใหม่ ๆ
2. คุณประโยชน์ที่จะได้รับในสายตาของผู้บริโภคไม่มากพอ (Value) ทำให้มีความรู้สึกว่าการปฏิเสธผลิตภัณฑ์มีราคาแพง ซึ่งนักการตลาดอาจใช้กลยุทธ์ในการลดราคาหรือข้อเสนอพิเศษในช่วงแนะนำสินค้าเพื่อจูงใจผู้บริโภค เช่น กรณีการให้บริการโทรศัพท์สำหรับโทรศัพท์มือถือ
3. ความรู้สึกเสี่ยงในการเริ่มต้นสิ่งใหม่ (Risk) ซึ่งความเสี่ยงนี้อาจลดลงภายหลังการได้ทดลองใช้หรือรับฟังจากผู้ที่เคยใช้มาแล้ว
4. ความเชื่อฝังใจส่วนตัว (Psychological) ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ที่สะสมมาตั้งแต่ในอดีต เช่น ผู้บริโภคจะรู้สึกต่อต้านยาสีฟันที่มีสีดำเนื่องจากมีความรู้สึกที่ไม่สะอาด (ปริญ, 2544)

### สมมติฐานการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภคมีความสัมพันธ์ต่อการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นโยอาหารจากสับปะรด
2. การใช้ปริมาณโยอาหารมีความสัมพันธ์ต่อการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นโยอาหารจากสับปะรด
3. ผู้บริโภคในเขตจังหวัดลำปางให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นโยอาหารจากสับปะรด

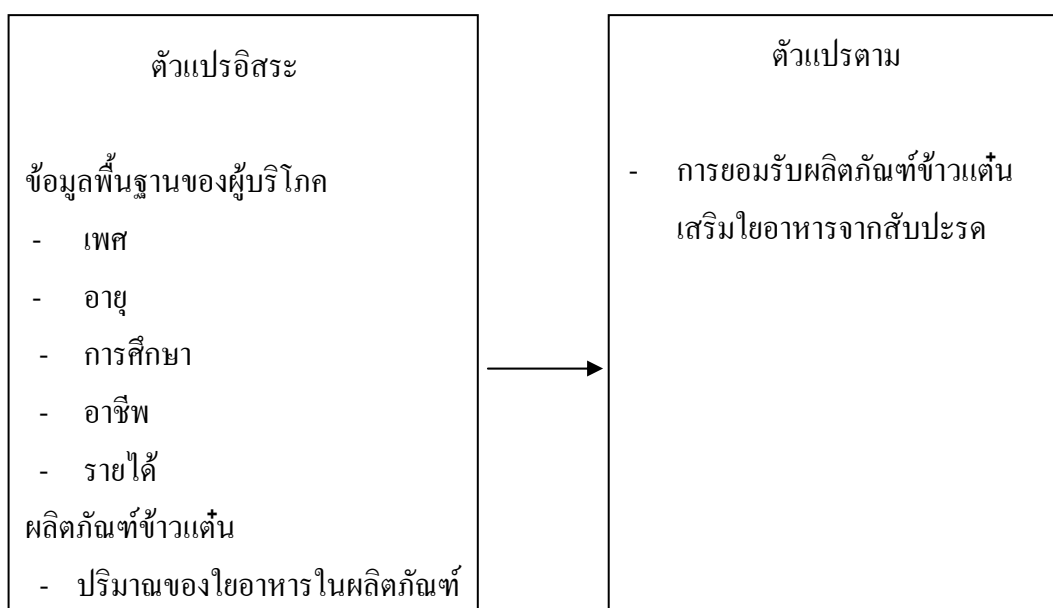
### ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้คือ

ตัวแปรอิสระ คือ ลักษณะพื้นฐานของผู้บริโภค ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ และ รายได้ ในด้านผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ปริมาณของใยอาหารในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจาก สับปะรด

ตัวแปรตาม คือ การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นใยอาหารจากสับปะรด

### กรอบแนวความคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดการวิจัย

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

#### 1. ด้านการทดลอง

##### 1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

1.1.1 ข้าวสารเหนียวพันธุ์ กข 6

1.1.2 กากสับปะรด (กากใยจากส่วนเป็นเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ที่เหลือจากการคั้นน้ำสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมได้แก่ บริษัทอาหารสากล จำกัด)

1.1.3 น้ำตาลปี๊บ (ตราบ้านตาลปี๊บ)

1.1.4 น้ำสับปะรด (พันธุ์ปัตตาเวีย)

1.1.5 งาดำ

1.1.6 เกลือป่น (ยี่ห้อปรุททิพย์)

1.1.7 น้ำมันปาล์มโอลีอิน (ยี่ห้อมรกต)

##### 1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบและการผลิต

1.2.1 เครื่องชั่งชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง (Balance 4 digits) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP221S

1.2.2 เครื่องชั่งขนาด 3 กิโลกรัม

1.2.3 กระทะเหล็ก

1.2.4 อุปกรณ์เครื่องครัวต่างๆ

1.2.5 ที่ร่อนแปรงขนาด 18 mesh

1.2.6 ตู้อบชนิดลมร้อน (Tray dryer) บริษัทกล้วยน้ำไท

1.2.7 พิมพ์กดข้าวแต๋น (ท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 0.5 เซนติเมตร)

1.2.8 เครื่องคั้นระบบไฮดรอลิก (Hydraulic press) เครื่องบดย่อยผลไม้ ยี่ห้อ SAKAYA

1.2.9 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Hand refractometer ยี่ห้อ Atago)

### 1.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.3.1 เครื่องวัดค่าสี ( Colorimeter ) รุ่น/ยี่ห้อ JC801S

1.3.2 เครื่องวัดค่า Water activity ยี่ห้อ GBX รุ่น FA-st/1

1.3.3 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส( Texture analyzer ) ยี่ห้อ Hounsfield

1.3.4 ชุดวิเคราะห์อัตราการพองตัว (โดยปริมาตร)

### 1.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ชุดวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ และคุณค่าทางโภชนาการ (A.O.A.C 1995)

1.4.1 ตู้ดูดความชื้น

1.4.2 ถ้วยอบความชื้น

1.4.3 ชุดย่อยและกลั่นโปรตีน (Tecator Kjeltac 2020, 1002)

1.4.4 ชุดวิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet extraction)

1.4.5 ชุดวิเคราะห์ใยอาหาร (Raw Fiber Extraction ยี่ห้อFIWE)

1.4.6 Hot air oven ยี่ห้อ Memmert

1.4.7 เตาเผาถ่านยี่ห้อ Carbolite รุ่น S30 2RR

1.4.8 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ( pH meter) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น MP220)

### 1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.5.1 ห้องปฏิบัติการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.5.2 อุปกรณ์การทดสอบ เช่น แบบทดสอบ และอุปกรณ์นำเสนอผลิตภัณฑ์  
ตัวอย่าง

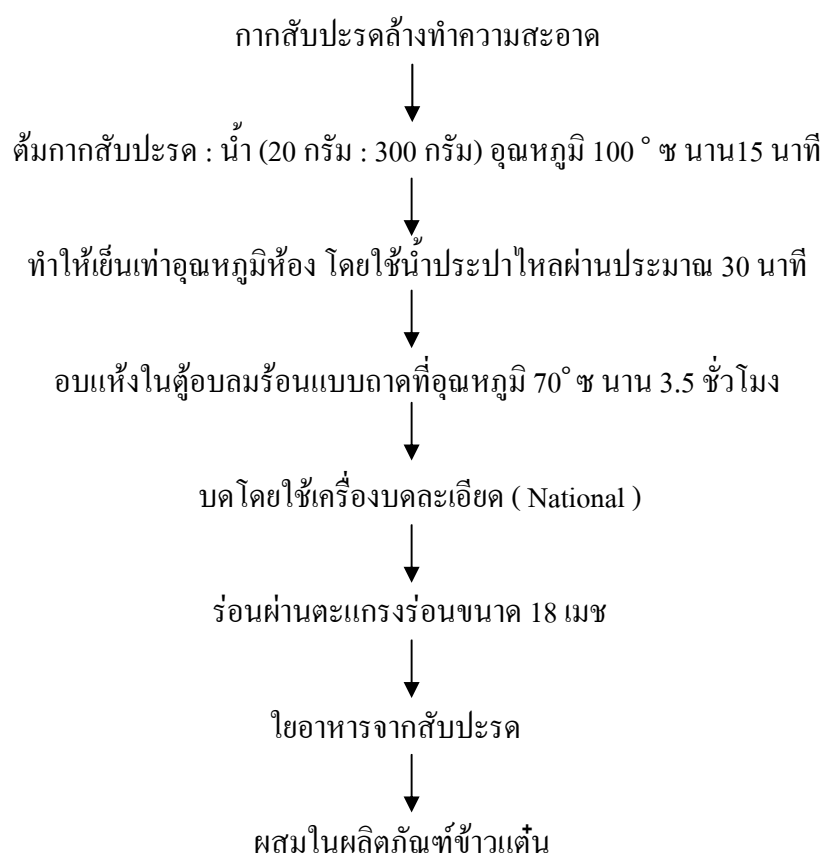
## วิธีการ

### 1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 ใยสับปะรดอบแห้งบด (ขนาด 18 เมช) โดยใช้กากจากเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการปลูกมากในจังหวัดลำปาง (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดลำปาง, 2544) ที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตบรรจุภัณฑ์ใยสับปะรดกระป๋อง ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทอาหารสากล จำกัด โดยนำกากสับปะรดมาล้างทำความสะอาด ต้มในน้ำเดือด (20 กรัมต่อน้ำ 300 มิลลิตร) อุณหภูมิประมาณ 98 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (จับเวลาเมื่อน้ำเดือด) นำไปล้างน้ำและทำให้เย็น โดยใช้น้ำประปาไหลผ่านแล้ว นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 3.5 ชั่วโมง จนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 6 จากนั้นนำกากสับปะรดอบแห้งไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 18 เมช โดย (คัดแปลงจาก สมจินตนา, 2539) แสดงดังภาพที่ 2 บรรจุในถุงหนาสีร้อน ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

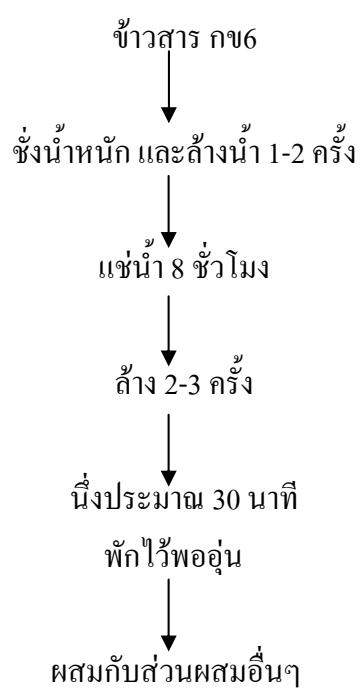
1.2 การเตรียมข้าว นำข้าวสาร กข6 ชั่งน้ำหนักและล้างน้ำ 1-2 ครั้ง แช่น้ำ 8 ชั่วโมง จากนั้นนำมาล้างน้ำ 2-3 ครั้ง นำไปนึ่งน้ำเดือดประมาณ 30 นาที ยกลงพักไว้พออุ่น นำไปผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น (คัดแปลงจาก กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านทุ่งม่าน อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง) แสดงดังภาพที่ 3

1.3 การเตรียมน้ำสับปะรด โดยล้างสับปะรดทั้งเปลือกให้สะอาด นำไปปอกเปลือก หั่นสับปะรด เอาแกนออกแล้วสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นคั้นน้ำแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง (กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2533) นำน้ำสับปะรดวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยแฮนด์รีแฟรคโตมิเตอร์ (Hand Refractometer) จะกำหนดให้ความหวานที่ใช้เท่ากับ 14 องศาบริกซ์ (Brix) หากวัดไม่ได้ใช้วิธีการคำนวณโดยใช้สูตรเพียร์สัน สแควร์ (pearson's square) เพื่อปรับปริมาณความหวานให้ได้ 14 องศาบริกซ์ เพื่อเตรียมเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรดต่อไป แสดงดังภาพที่ 4



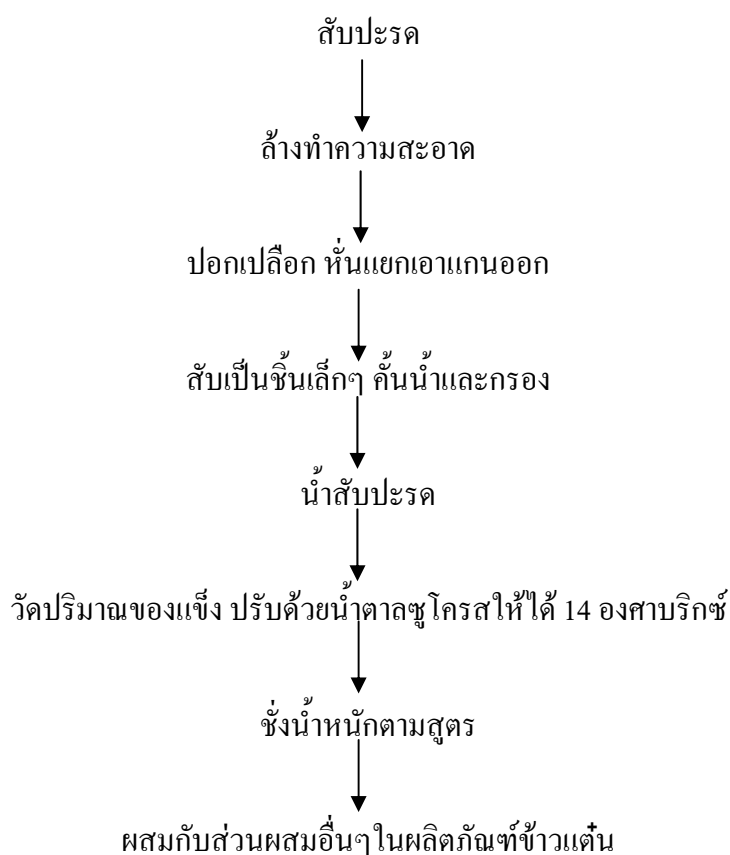
**ภาพที่ 2** กรรมวิธีการผลิตโยสับปะรดอบแห้งบด ขนาด 18 เมช

ที่มา : ดัดแปลงจาก สมจินตนา (2539)



**ภาพที่ 3** กรรมวิธีการเตรียมข้าว

ที่มา : ดัดแปลงจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านทุ่งม่าน อำเภอมะนัง จังหวัดลำปาง



#### **ภาพที่ 4** กรรมวิธีการผลิตน้ำสับปะรด

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ (2533)

### **2. ตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ**

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ของใยอาหารจากสับปะรดอบแห้งขนาด 18 เมช และข้าวสารเหนียวพันธุ์ กข6 ตามวิธีของ AOAC (1995 และ 2000) ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณใยอาหาร ปริมาณความชื้น และปริมาณเถ้า

### **3. ศึกษาการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับ ของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด**

จากการทดลองเบื้องต้น (pretest) (ดัดแปลงจากสูตรกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร บ้านทุ่งม่าน อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง) โดยการเติมใยสับปะรดอบแห้งขนาด 18 เมช ที่ระดับร้อยละ 3 5 7 9 11 13 14 และ 15 เพื่อหาปริมาณของใยสับปะรดที่เหมาะสม โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณลักษณะที่ผู้บริโภคยอมรับได้ และมีลักษณะใกล้เคียงผลิตภัณฑ์ต้นแบบ คือ การเติมใยสับปะรดอบแห้งบด

ร้อยละ 13 และน้อยกว่าผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ถ้าเดิมร้อยละ 14 และ 15 ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏของแผ่นข้าวแต่นี่ที่มีใยสับปะรดกระจายและเกาะกันเป็นที ๆ มีลักษณะความเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ มีการแตกหัก หรือหลุดง่าย จึงพิจารณาเลือกระดับการนำใยสับปะรดขนาด 18 เมช ในปริมาณสูงสุดที่ผู้บริโภคยอมรับได้ คือ ที่ร้อยละ 13 เพื่อทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.1 พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นี่ (สูตรผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นี่ต้นแบบ แสดงดังภาคผนวก ข) โดยใช้ใยอาหารจากสับปะรดระดับต่าง ๆ กัน กรรมวิธีการผลิตเริ่มจากผสมน้ำสับปะรด น้ำตาลปีบ เกลือป่น คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันค่อย ๆ เติมลงในส่วนของข้าวที่นึ่งสุก คลุกให้ข้าวกระจายตัว (ไม่จับกันเป็นก้อน) เติมงาดำ เติมใยสับปะรดคลุกให้กระจายตัวเข้ากับส่วนผสมอื่น ๆ แล้วนำส่วนผสมไปทอดลงในพิมพ์กลม (ท่อ พีวีซี กว้าง 1.5 นิ้ว หนา 0.5 ซม.) ให้เต็มพิมพ์แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำไปทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส นาน 49.02 วินาที สูตรผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นี่ใยอาหารจากสับปะรด แสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นี่ใยอาหารจากสับปะรดในปริมาณร้อยละ 5 7 9 11 และ 13 ของน้ำหนักข้าว

| ส่วนผสม       | น้ำหนักส่วนผสมผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นี่ใยอาหารจากสับปะรด (กรัม) |          |          |           |           |
|---------------|-----------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
|               | ร้อยละ 5                                                  | ร้อยละ 7 | ร้อยละ 9 | ร้อยละ 11 | ร้อยละ 13 |
| ข้าวสารเหนียว | 1,000                                                     | 1,000    | 1,000    | 1,000     | 1,000     |
| ใยสับปะรดแห้ง | 50                                                        | 70       | 90       | 110       | 130       |
| บด            |                                                           |          |          |           |           |
| น้ำสับปะรด    | 225                                                       | 225      | 225      | 225       | 225       |
| น้ำตาลปีบ     | 130                                                       | 130      | 130      | 130       | 130       |
| เกลือป่น      | 10                                                        | 10       | 10       | 10        | 10        |
| งาดำ          | 38                                                        | 38       | 38       | 38        | 38        |

3.2 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นี่ใยอาหารจากสับปะรด ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบ สุ่มในบล็อกอย่างสมบูรณ์ ( Randomized Complete Block Design: RCBD) (สุรพล, 2536) กับผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คนโดยให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scal 9 point (1= ไม่ชอบมากที่สุดถึง 9 = ชอบมากที่สุด) ทำการประเมินคุณภาพในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความพองกรอบ) ลักษณะความเป็นกาก

ตกค้าง การยึดเกาะกันเป็นแผ่น และความชอบรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทดสอบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's new multiple range test ของแต่ละระดับ คัดเลือกปริมาณการใช้โยอาหารจากสับปะรดในระดับที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุดดำเนินการขั้นต่อไป

#### **4. ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่เสริมโยอาหารจากสับปะรด ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด**

นำผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่เสริมโยอาหารจากสับปะรดในระดับที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุดมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ และทางเคมีโดยประมาณ และคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่เสริมโยอาหารจากสับปะรดโดยวิเคราะห์ดังนี้

##### **4.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่**

- 4.1.1 ค่าสี (CIELAB) ได้แก่ ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสี ( $a^*$ ) ค่าสี ( $b^*$ )
- 4.1.2 ค่า water activity ( $a_w$ )
- 4.1.3 ค่าความกรอบ (crispiness) (นิวตัน)
- 4.1.4 ค่าอัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นโยอาหารจากสับปะรด

##### **4.2 คุณภาพทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ (AOAC, 1995 และ AOAC, 2000)**

- 4.2.1 ปริมาณพลังงาน
- 4.2.2 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต
- 4.2.3 ปริมาณโปรตีน
- 4.2.4 ปริมาณไขมัน
- 4.2.5 ปริมาณโยอาหาร
- 4.2.6 ปริมาณแคลเซียม
- 4.2.7 ปริมาณความชื้นหลังทอด
- 4.2.8 ปริมาณเถ้า

##### **4.3 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่เสริมโยอาหารจากสับปะรด**

นำผลทางด้านคุณภาพทางเคมี ของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่เสริมโยอาหารจากสับปะรดที่ได้รับจากการพัฒนาแล้วเปรียบเทียบกับ Recommended Daily Intakes (Thai RDI)

### **5. ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมี ของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรดที่ได้รับ การพัฒนาแล้วเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ**

นำผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่เสริมใยอาหารจากสับปะรดทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด เปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทดสอบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's new multiple range test (สุรพล, 2536)

### **6. ศึกษาต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด**

โดยใช้ข้อมูลของกระทรวงอุตสาหกรรม รวบรวมโดยศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย (นิรนาม, 2540) ซึ่งแบ่งสัดส่วนต้นทุนดังนี้ คือจากต้นทุนทั้งหมด 100 ส่วน คิดเป็นค่าวัตถุดิบร้อยละ 68.6 ค่าแรงงาน ร้อยละ 5.6 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานร้อยละ 12.1 ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรร้อยละ 4.5 และ ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ร้อยละ 9.2 ในการคำนวณต้นทุนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด

## การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, (DMRT) ของแต่ละปีปัจจัยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

## ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในเขตจังหวัดลำปาง ซึ่งมีอยู่จำนวน 13 อำเภอ และมีจำนวนประชากรทั้งหมด 799,528 คน (สำนักงานจังหวัดลำปาง, 2546)

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้จากการสุ่มจากประชากรด้วยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage sampling technique) โดยดำเนินการสุ่มผู้บริโภค จำนวน 6 อำเภอ จากอำเภอ ทั้งหมด 13 อำเภอ ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน มีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

สุ่ม 6 อำเภอจากอำเภอทั้งหมด 13 อำเภอโดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) ใช้วิธีการจับฉลาก (บุญธรรม, 2537) อำเภอที่สุ่มได้คือ อำเภอเมือง อำเภอ แม่เมาะ อำเภอ แม่ทะ อำเภองาว อำเภอเกาะคา และอำเภอห้างฉัตร รวม 6 อำเภอ

สุ่มจำนวนตำบลคิดเป็นร้อยละ 20 ของแต่ละอำเภอโดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) ใช้วิธีการจับฉลาก ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 14 ตำบล จาก 6 อำเภอ

สุ่มจำนวนหมู่บ้านคิดเป็นร้อยละ 20 ของแต่ละตำบลโดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) ใช้วิธีการจับฉลาก ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 34 หมู่บ้าน จาก 14 ตำบล

4. สุ่มจำนวนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane (บุญธรรม, 2537) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน จาก 34 หมู่บ้าน (วิธีการคำนวณแสดงดังภาคผนวก จ)

### เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลลักษณะพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ การศึกษา และรายได้ของผู้บริโภคในเขตจังหวัดลำปาง เป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ (Checklist question)

ตอนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น

ตอนที่ 3 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด ในเขตจังหวัดลำปาง เป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ (Checklist question) บุญธรรม ( 2537)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยสำรวจ และเชิงทดลอง เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานของผู้บริโภคต่อกระบวนการในการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด

#### 1. การสร้างและการทดสอบเครื่องมือ

1.1 ศึกษาข้อมูล เอกสาร ตำราต่างๆ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

1.2 ดำเนินการสร้างแบบสอบถาม แล้วนำเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบ

1.3 นำแบบสอบถามฉบับร่างที่ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อให้แบบสอบถามมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเที่ยงตรงเฉพาะหน้า (Face Validity)

1.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำไปทำการทดสอบกับผู้บริโภค

## 2. สำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นใยอาหารจากสับปะรด

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นใยอาหารจากสับปะรดในเขตจังหวัดลำปางจำนวน 400 คน โดยใช้แบบสอบถามและแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วพร้อมผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด ทำการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

2.1 ผู้วิจัยทำหนังสือจากภาควิชา คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถึงผู้อำนวยการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ เครื่องมือ-อุปกรณ์ เพื่อทำการทดลอง และเก็บข้อมูลในการวิจัย

2.2 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด แจกกลุ่มตัวอย่างในเขตพื้นที่ 6 อำเภอ ทำการวิจัยของจังหวัดลำปาง

2.3 รับแบบสอบถามคืนมาตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามแล้วเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทุกขั้นตอนมาตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล ทำการวิเคราะห์ และประมวลผลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภคในเขตจังหวัดลำปางนำเสนอด้วย ค่าความถี่ และค่าร้อยละ
2. กระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรดนำเสนอด้วย ค่าความถี่ และค่าร้อยละ
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลลักษณะพื้นฐานของผู้บริโภคต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นเสริมใยอาหารจากสับปะรด โดยใช้สถิติ ไค-สแควร์

**สถานที่ทำการทดลอง**

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง

**ระยะเวลาทำการวิจัย**

ระยะเวลาทำการวิจัยเริ่มตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2547 ถึงเดือน พฤษภาคม 2548