บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้าว

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรในแถบเอเชีย โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งมีการปลูกข้าวมากพอที่ส่งออกเป็นสินค้าที่สำคัญ ชนิดของข้าวที่นิยมปลูกมีอยู่ 2 ชนิด คือ ข้าวเจ้า และข้าวเหนียว ข้าวเป็นธัญชาติที่มีหลายพันธุ์สามารถเจริญเติบโตได้ในลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แตกต่างกันทั้งในเขตร้อน (tropical zone) และเขตอบอุ่น (temperate zone) ตั้งแต่พื้นที่น้ำท่วมสูงไปจนถึงพื้นที่สูงตามไหล่เขาทำให้เกิดความหลากหลายของข้าวชนิดต่าง ๆ ที่แพร่กระจายไปทั่วโลก อย่างน้อย 23 ชนิด จึงมีองค์ประกอบและลักษณะทางเคมีที่แตกต่างกันอย่างมากเมื่อเทียบกับธัญชาติชนิดอื่น ๆ ข้าวที่รับประทานกันอยู่มีอยู่ 2 ประเภท คือ ข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima* Steud) ซึ่งนิยมปลูกในทวีปแอฟริกาฝั่งตะวันตก และข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* Linn) ที่นิยมปลูกในทวีปต่าง ๆ ทั่วโลก (ณรงค์, 2538)

1.1 สายพันธุ์ของข้าวที่ปลูกในทวีปเอเชีย แบ่งได้ 3 สายพันธุ์ (อรอนงค์, 2547) คือ

1.1.1 จาปอนิกา (Japonica) โดยการนำข้าวจากเอเชียจากบริเวณเนปาล-อัสสัม-พม่า ยูนาน เข้าไปปลูกบริเวณลุ่มน้ำเหลืองของจีน และจากอินโดจีนไปตามชายฝั่งเข้าสู่บริเวณตอนล่างของแม่น้ำแยงซีเกียง จนได้สายพันธุ์เฉพาะที่เหมาะสมในการปลูกเขตอบอุ่น มีชื่อว่า "Keng" หรือ "Japonica" ต่อมาจึงแพร่กระจายไปยังเกาหลี และญี่ปุ่น เมื่อประมาณ 300 ปี ก่อนคริสตศักราช ข้าวสายพันธุ์นี้มีลักษณะเมล็ดสั้น ทนต่ออากาศหนาว และมีปริมาณอะไมโลสต่ำ ต่อมาได้มีการนำข้าวนี้ไปปลูกทางตอนใต้ของยุโรป รัสเซีย และอเมริกาใต้

1.1.2 อินดิกา (Indica) โดยแพร่กระจายลงมาจากทางตอนใต้ของอินเดียสู่ศรีลังกา และหมู่เกาะมลายู แล้วแพร่กระจายกลับไปทางตอนเหนือยังภาคกลางและภาคใต้ของจีน มีชื่อว่า "Hsien"สันนิษฐานว่ามีการปลูกข้าวสายพันธุ์ "อินดิกา" นี้ในบริเวณภาคกลางของลุ่มแม่น้ำแยงซีเกียงเมื่อประมาณ ค.ศ.200 และเชื่อว่าจากสมัยอินเดียโบราณ มนุษย์ได้นำข้าวสายพันธุ์นี้ไปสู่โลกซีกตะวันตก แถวตะวันออกกลาง ยุโรป แอฟริกา อเมริกาใต้ และอเมริกากลาง ส่วนอเมริกาเหนือในประเทศสหรัฐอเมริกามีรายงานว่า ได้นำข้าวสายพันธุ์อินดิก้านี้มาจากหมู่เกาะมะละกาไปปลูกเมื่อประมาณคริสตศตวรรษที่ 17 ข้าวสายพันธุ์นี้มีลักษณะเมล็ดยาว ขึ้นได้ดีในเขตร้อน ซึ่งประเทศไทยนิยมปลูกข้าวสายพันธุ์นี้

1.1.3 จาวานิกา (Javanica) สันนิษฐานว่าข้าวสายพันธุ์นี้เป็นผลการคัดเลือกจากข้าวสายพันธุ์อินดิก้า มีการปลูกในอินโดนีเซีย เมื่อประมาณ 1,800 ปี ก่อนคริสตกาล ต่อมาได้แพร่กระจายไปยังประเทศฟิลิปปินส์ ไต้หวัน กลุ่มหมู่เกาะรุกุ (Ryukyu) และญี่ปุ่น ข้าวสายพันธุ์นี้มีลักษณะเมล็ดใหญ่ป้อม ต้นสูง

1.2 องค์ประกอบของข้าว

องค์ประกอบทางเคมีหรือสารอาหารหลักที่มีในข้าว คือ คาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ในข้าวยังประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ และเถ้า องค์ประกอบทางเคมีของข้าวจะแตกต่างกันทั้งนี้มีผลมาจากสายพันธุ์ สภาวะการปลูกซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อปริมาณโปรตีนในข้าว เช่น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระยะต่างๆ ขณะที่ข้าวเจริญเติบโตจะมีผลต่อการสร้างโปรตีนในเมล็ดข้าว

นอกจากนี้ระยะเวลาในการปลูกที่สั้น สภาพอากาศที่มีเมฆปกคลุมมากในขณะที่ข้าวสร้างเมล็ด เช่น ฤดูฝนจะมีผลให้เมล็ดข้าวมีโปรตีนในเมล็ดข้าวสูงขึ้น สภาพแวดล้อมที่ผิดปกติบางช่วง เช่น ดินมีสภาพเบสหรือมีเกลือสูง อุณหภูมิสูงหรือต่ำมากทำให้เมล็ดข้าวมีโปรตีนสูงขึ้นได้ และเมื่อปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณสตาร์ชในเมล็ดข้าวลดลง (อรอนงค์, 2547) นอกจากนี้กระบวนการแปรรูปข้าวยังมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของข้าวด้วย โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวแดงกับข้าวเปลือก พบว่าข้าวเปลือกจะมีเยื่อใยและเถ้าสูงกว่า แต่มีโปรตีนต่ำกว่าที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากรำข้าวจะมีเยื่อใยและเถ้าสูง และมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ได้ต่ำ (Juliano, 1971)

พืชแต่ละชนิดมีปริมาณอะไมโลสในเม็ดสตาร์ชแตกต่างกัน ซึ่งอัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ทำให้จุดประสงค์ในการนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน Juliano (1992) ได้แบ่งข้าวตามปริมาณอะไมโลสไว้ 5 ระดับ คือ

1.2.1 ข้าวอะไมโลสสูง มีปริมาณอะไมโลสเป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 25.0 ของน้ำหนักแห้ง

1.2.2 ข้าวอะไมโลสปานกลาง มีปริมาณอะไมโลสเป็นองค์ประกอบเท่ากับร้อยละ 20.1-25.0 ของน้ำหนักแห้ง

1.2.3 ข้าวอะไมโลสต่ำ มีปริมาณอะไมโลสเป็นองค์ประกอบเท่ากับร้อยละ 12.1-20.0 ของน้ำหนักแห้ง

1.2.4 ข้าวอะไมโลสต่ำมาก มีปริมาณอะไมโลสที่เป็นองค์ประกอบเท่ากับร้อยละ 5.1-12.0 ของน้ำหนักแห้ง

1.2.5 ข้าวเหนียว มีปริมาณอะไมโลสที่เป็นองค์ประกอบเท่ากับร้อยละ 0-5.0 ของน้ำหนักแห้ง

1.3 ประเภทและวิธีการโม่แป้ง

กระบวนการขัดสีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสารนั้น จะเกิดข้าวหักขึ้นในระหว่างการขัดสี ซึ่งข้าวหักนี้จะถูกนำไปแปรรูปเป็นแป้งข้าว โดยนำมาทำความสะอาดแล้วนำไปโม่ให้เป็นแป้ง ทำได้ 3 วิธี คือ

1.3.1 การโม่แบบเปียกหรือการโม่น้ำ เป็นวิธีการที่ใช้ในการผลิตแป้งข้าวเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย เนื่องจากใช้วัตถุดิบเป็นข้าวหักซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวจึงยังมีสิ่งเจือปนอยู่มาก ต้องทำความสะอาดในระบบด้วยเครื่องแยกชนิดต่างๆ แล้วนำมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด แช่ข้าวหักจนนิ่ม จึงทำการโม่ด้วยเครื่องโม่แบบหินจานซึ่งใช้ไฟฟ้าในการทำงานพร้อมกับน้ำในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้ได้แป้งที่ละเอียดสม่ำเสมอ ต่อจากนั้นจึงผ่านน้ำแป้งเข้าเครื่องแยกน้ำออกจากแป้ง โรงงานขนาดใหญ่นิยมใช้เครื่องกรองด้วยแรงอัดสูง (Filter Press) ได้ก้อนแป้งที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 40 นำก้อนแป้งไปตีป่นให้เป็นผงก่อนจึงผ่านเข้าเครื่องอบแป้งให้แห้ง อาจใช้วิธีเป่าด้วยลมร้อน จนแป้งเป็นผงแห้ง หลังจากนั้นนำมาเข้าเครื่องบดและร่อนจนได้แป้งที่มีขนาดสม่ำเสมอประมาณ 180 ไมโครเมตร และมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 13

1.3.2 การโม่แบบแห้ง เป็นการนำข้าวหักที่ผ่านระบบการทำความสะอาดแบบแห้งแล้วเข้าสู่เครื่องโม่หรือบดแห้งเป็นแป้งผง แล้วผ่านเข้าเครื่องร่อนจนได้แป้งที่มีขนาดสม่ำเสมอประมาณ 180ไมโครเมตร

1.3.3 การโม่แบบผสม มีขั้นตอนการโม่คล้ายคลึงกับวิธีการโม่แบบเปียกในช่วงล้างข้าวหักและแช่ข้าวจนนิ่ม ต่อจากนั้นนำข้าวหักขึ้นจากน้ำมาสะเด็ดให้แห้ง แล้วผ่านไปยังเครื่องอบข้าวให้ข้าวแห้งในระดับหนึ่ง (ประมาณร้อยละ 15-17) จึงนำข้าวหักเข้าบดหรือโม่แบบแห้ง ตามวิธีการโม่แบบแห้งจนได้แป้งแห้งผ่านเข้าเครื่องร่อนจนได้แป้งที่มีขนาดสม่ำเสมอประมาณ 180 ไมโครเมตร ในประเทศไทยมีการผลิตแป้งข้าววางขายตามท้องตลาดอยู่ 2 ชนิด คือแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียว โดยสตาร์ชข้าวสามารถผลิตได้จากการนำแป้งข้าวไปผ่านกระบวนการแยกสตาร์ช (starch isolation) โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือใช้เอนไซม์ร่วมด้วย เพื่อกำจัดส่วนของโปรตีนที่ติดอยู่กับเม็ดสตาร์ชออกไปจนได้สตาร์ชข้าวที่มีความบริสุทธิ์ (Lumdubwong and Seib, 2000) แป้งข้าวเหนียวมีความแตกต่างจากแป้งหรือสตาร์ชข้าวชนิดอื่นๆ คือ เพสต์ของแป้งข้าวเหนียวสามารถทนต่อการแช่เยือกแข็งและทำละลายได้ดีกว่า เนื่องมาจากแป้งข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลสต่ำ เมื่อทำการผสมแป้งข้าวเหนียวกับแป้งสาลีในอัตราส่วน 40-60 พบว่าสามารถเพิ่มความคงตัวของซอส (sauces) และน้ำเกรวี่ (gravies) ที่เก็บรักษาที่ 0 องศาเซลเซียสได้นาน 5-6 เดือน และหากใช้เป็นแป้งข้าวเหนียวเพียงชนิดเดียวจะสามารถเก็บรักษาได้นานมากขึ้น ซึ่งแป้งประเภทข้าวเหนียวจากธัญพืชชนิดอื่น เช่น แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน การที่แป้งข้าวเหนียวสามารถทนต่อการแช่เยือกแข็งได้ดีกว่าสตาร์ชหรือแป้งชนิดอื่นอาจเป็นผลมาจากโครงสร้างทางเคมีหรือเม็ดสตาร์ชที่มีขนาดเล็ก (Luh และ Liu, 1991)

2. แป้งมันสำปะหลัง

ในทางพฤกษศาสตร์มันสำปะหลังเป็นพืชในวงศ์ (Class) ใบเลี้ยงคู่ (Dicotyledoneae) ตระกูล (Family) Euphobiaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta Crantz*

2.1 คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว ลักษณะเด่นของแป้งมันสำปะหลังคือมีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งปนเปื้อนต่ำ โดยมีสตาร์ชอยู่มากกว่าร้อยละ 95 และมีปริมาณโปรตีนและไขมันอยู่ค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ1) มีฟอสฟอรัสน้อยกว่าร้อยละ 0.04 ลักษณะของเม็ดแป้ง เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีรูปร่างเป็นเม็ดกลมหรือรูปไข่และอาจมีรอยบุ๋มที่ปลายด้านหนึ่งของเม็ด แป้งเม็ดโดยส่วนใหญ่จะมีขนาดปานกลางคืออยู่ในช่วง 3-40 ไมครอน และมีขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 12-15 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเม็ดแป้งมันฝรั่ง (5-100 ไมครอน) แต่ใหญ่กว่าแป้งข้าวเจ้าแป้งมันสำปะหลังมีปริมาณ ผลึกสูงถึงร้อยละ 38

แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีปริมาณอะไมเลสค่อนข้างต่ำคือร้อยละ 18-23 และมีขนาดแตกต่างกันโดยมีค่า degree of polymerization (DP) ตั้งแต่ 1.000 -3.200 ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้ในการวัดขนาดโครงสร้างของอะไมเลสจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นเส้นตรงและส่วนที่เป็นกิ่งด้วย อัตราส่วนของโครงสร้างที่เป็นเส้นตรงต่อโครงสร้างที่เป็นกิ่งจะมีค่าเท่ากับ 0.58 ต่อ 0.42 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับแป้งข้าวโพด (0.56 :0.44)

คุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการนำแป้งไปใช้ประโยชน์ เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเมื่อได้รับความร้อนพลังความร้อนจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของเม็ดแป้งทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถเข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระของเม็ดแป้งได้ เม็ดแป้งจะเริ่มพองขึ้นซึ่งกำลังการพองตัวของเม็ดแป้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของแป้ง ปริมาณ และโครงสร้างของอะไมโลส และอะไมโลเพคติค สารอื่นๆ ที่มีอยู่ในแป้ง เช่น ไขมัน หมู่ฟอสเฟต เป็นต้น แป้งที่มีอะไมโลสที่เป็นเส้นตรงจะทำให้เกิดพันธะระหว่างโมเลกุลได้ดี และอะไมโลสอาจจับตัวกับไขมันทำให้ขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้งได้แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีอะไมโลสต่ำจึงมีกำลังการพองตัวดี และมีค่าความสามารถในการละลายได้ซึ่งสัมพันธ์กับกำลังการพองตัวสูง โดยค่ากำลังการพองตัวซึ่งวัดได้จากน้ำหนักของเม็ดแป้งที่พองตัวอย่างอิสระในน้ำต่อน้ำหนักแห้งของแป้ง จะมีค่าประมาณร้อยละ 50 และการละลายได้ประมาณร้อยละ 35 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่ามากกว่าแป้งข้าวโพด แต่ต่ำกว่าแป้งมันฝรั่งมีหมู่ฟอสเฟตที่สามารถแตกตัวและจับกับน้ำได้ดี จึงช่วยให้แป้งมันฝรั่งมีค่ากำลัง การพองตัวสูง

ในระหว่างที่ให้ความร้อนแก่เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ และเม็ดแป้งเริ่มดูดซึมน้ำจากภายนอกนั้นเม็ดแป้งจะเริ่มพองตัวพร้อมๆ กับที่เม็ดแป้งสูญเสียความสามารถในการเปลี่ยนแปลงโพลาไรซ์ ลักษณะเช่นนี้จะทำให้การพองตัวของเม็ดแป้งเป็นแบบผันกลับไม่ได้ และเม็ดแป้งเกิดการเจลลาติไนซ์ขึ้น แป้งแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิเริ่มต้นและช่วงของอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์แตกต่างกันในกรณีของมันสำปะหลัง อุณหภูมิในการเกิดเจลลาติไนซ์ จะอยู่ในช่วง 58-70 องศาเซลเซียส และพลังงานที่ใช้ในกระบวนการเจลลาติไนซ์ จะประมาณ 14-17 จูล/กรัม

โดยทั่วไปเมื่อเม็ดแป้งที่พองตัวได้รับความร้อนเม็ดแป้งจะเปลี่ยนไปอยู่สภาพของแป้งเปียก (paste) ที่มีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมาก และเมื่อแป้งเปียกเย็นลงจะเกิดเป็นเจลขึ้น อย่างไรก็ตามลักษณะความหนืดของแป้งเปียกและการเกิดเจลในแป้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ลักษณะความหนืดของแป้งมันสำปะหลังที่เปลี่ยนแปลงไปภายใต้สภาวะที่มีการเปลี่ยนอุณหภูมิและมีการกวนอยู่ตลอดเวลา สามารถตรวจสอบได้โดยใช้เครื่องวัดความหนืด Rapid Visco Analyzer ของแป้งมันสำปะหลัง เมื่อได้รับความร้อนจะมีค่ากำลังการพองตัวสูง จึงให้ความหนืดลดลงอย่างรวดเร็ว (trough) ดังนั้นแป้งเปียกของแป้งมันสำปะหลังจะไม่คงตัวมากนัก (ค่า breakdown สูง) ซึ่งลักษณะเช่นนี้เป็นข้อจำกัดในการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารให้ความหนืดในผลิตภัณฑ์บางชนิด จึงจำเป็นต้องมีการดัดแปรแป้ง เพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวของแป้งเปียก เมื่อแป้งเปียกของแป้งมันสำปะหลังเย็นตัวลง ความหนืดจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (final viscosity) ทั้งนี้เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังมีอะไมโลสค่อนข้างต่ำทำให้เกิดการจับกันของหมู่ไฮดรอกซิลของอะไมโลสในระหว่างเย็นตัวต่ำ (retrogradation) แป้งมันสำปะหลังจึงเป็นแป้งที่เกิดการคืนตัวต่ำ และให้ลักษณะของแป้งเปียกที่ใส ไม่ทึบแสง เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งชนิดอื่น (กล้าณรงค์, 2542)

3. ปลา

ปลาเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญของคนและสัตว์ โปรตีนจากเนื้อปลาเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี ย่อยสลายได้ง่าย รวมทั้งมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายอย่างครบถ้วน เป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย โดยทั่วไปสามารถแบ่งปลาออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ปลาน้ำจืด และปลาทะเล ซึ่งปลาทะเลจะมีแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และไอโอดีน สูงกว่าในเนื้อสัตว์อื่น ๆ (ลักขณา และนิธิยา, 2540) ปลาทั้งตัวจะมีปริมาณเนื้อปลาที่ใช้บริโภคได้ประมาณร้อยละ 20–40 และปลาที่ตัดหัว หาง ครีบ และเกล็ดออกแล้ว โดยเฉลี่ยมีเนื้ออยู่ประมาณร้อยละ 73 กระดูกร้อยละ 21 และหนังร้อยละ 6 (วรรณวิบูลย์, 2539)

3.1 องค์ประกอบของเนื้อปลา

องค์ประกอบทางเคมีของปลาจะแตกต่างกันไปตามชนิด พันธุ์ อายุ ขนาด และฤดูกาลที่จับ องค์ประกอบทางเคมีของปลาประกอบไปด้วยน้ำประมาณร้อยละ 66-84 โปรตีนร้อยละ 15-24 ไขมันร้อยละ 0.1–22 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1–3 และสารอนินทรีย์ร้อยละ 0.8–2.0 (Suzuki, 1981) โปรตีนในเนื้อปลามีคุณสมบัติและลักษณะเช่นเดียวกับโปรตีนที่ได้จากแหล่งอื่น Fennema (1996) และ Vickie (1998) แบ่งโปรตีนตามลักษณะของการละลายเป็น 4 ชนิด คือ

3.1.1 โปรตีนที่สามารถละลายได้ในน้ำ ได้แก่ ซาร์โคพลาสมิคโปรตีน (Sarcoplasmic protein) หรือที่เรียกว่าไมโอเจน (Myogen) มีอยู่ประมาณร้อยละ 10-20 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด

3.1.2 โปรตีนที่ไม่ละลายน้ำแต่สามารถละลายในสารละลายเกลือเจือจางที่มี ionic strength ประมาณ 0.15 ในเนื้อปลามีโปรตีนชนิดนี้ประมาณร้อยละ 8–22 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด ซึ่งเรียกว่า โกลบูลินเอกซ์ (Globulin-x)

3.1.3 โปรตีนที่สามารถละลายในสารละลายเกลือที่มี ionic strength สูงกว่า 0.5 ได้แก่ ไมโอไฟบริลลาโปรตีน (Myofibrillar protein) เช่น แอคติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) เป็นต้น ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 65-75 ของปริมาณโปรตีนที่พบทั้งหมด

3.1.4 โปรตีนที่ไม่ละลายน้ำหรือสารละลายเกลือแต่สามารถละลายในกรดและด่างเข้มข้น หรือ สโตรมาโปรตีน (Stroma protein) ได้แก่ โปรตีนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจน (Collagen) อิลาสติน (Elastin) เรติคิวลิน (Reticulin) พบประมาณร้อยละ 3–10 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด

โปรตีนในกล้ามเนื้อปลาคล้ายกับโปรตีนที่พบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ประกอบด้วย ไมโอไฟบริลลาโปรตีน ซาร์โคพลาสมิคโปรตีน และสโตรมาโปรตีน โดยเนื้อปลาจะมีส่วนที่เป็นสโตรมาโปรตีนน้อย เพียงร้อยละ 1–3 เท่านั้น ในขณะที่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีส่วนที่เป็นสโตรมาโปรตีนสูงถึงร้อยละ 10–17 ทำให้เนื้อปลาถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารได้ง่ายกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น (นิธิยา, 2545)

อย่างไรก็ตามเนื้อปลาเป็นวัตถุดิบที่มีการเสื่อมเสียง่าย ดังนั้นจึงมีการพัฒนาปรับปรุงและแปรรูปปลา ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาให้นานขึ้น ในปัจจุบันมีการแปรรูปปลาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย เช่น ปลาส้มหรือปลาส้มฟัก ลูกชิ้นปลา ซูริมิ ปลากระป๋อง ปลาป่น และอาหารขบเคี้ยวประเภทปลาเส้น เป็นต้น ส่วนการผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชันที่ใช้ปลาเป็นส่วนประกอบ ได้มีการศึกษาวิจัยโดย Choudhury and Gautam (2003) เกี่ยวกับอิทธิพล

ของเนื้อปลาที่ไม่ผ่านการไฮโดรไลซ์และเนื้อปลาที่ผ่านการไฮโดรไลซ์ต่อลักษณะของเอกซ์ทรูเดตจากข้าวเจ้า พบว่า การใช้เนื้อปลาที่ไม่ผ่านการไฮโดรไลซ์เป็นส่วนผสมในการผลิตในปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 5 ทำให้อัตราการพองตัวตามแนวรัศมีของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อปลาที่ไม่ผ่านการไฮโดรไลซ์เป็นร้อยละ 5-15 อัตราการพองตัวของเอกซ์ทรูเดตจะลดลง ส่วนการใช้เนื้อปลาที่ผ่านการไฮโดรไลซ์ร้อยละ 5-15 ทำให้อัตราการพองตัวของเอกซ์ทรูเดตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิจัยของ Suknark *et al.* (1999) ได้ผลิตอาหารขบเคี้ยวจากมันสำปะหลังผสมปลาในอัตราส่วนเนื้อปลาต่อแป้งมันสำปะหลังเป็น 40:60 ปรับส่วนผสมให้มีความชื้นร้อยละ 40 โดยผ่านกระบวนการเอกซ์ทรูชัน จากการศึกษาพบว่าสภาวะการผลิตที่เหมาะสมคืออุณหภูมิช่วงสุดท้ายของบาร์เรลเป็น 94–100 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบสกรูเป็น 220–240 รอบต่อนาที เมื่อได้เอกซ์ทรูเดตออกมาแล้วจึงนำไปอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปแล้วจึงทอดได้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะพองกรอบ

3.2 ปลาป่น

อุตสาหกรรมปลาป่นในประเทศไทยได้เริ่มต้นเมื่อปี พ.ศ. 2497 โดยประชาชนใช้ปลาป่นเป็นส่วนผสมในการเลี้ยงสัตว์ โดยโรงงานที่ผลิตเป็นแบบครอบครัว คือ ต้มปลาในกระทะแล้วบีบเอาน้ำและน้ำมันออก นำปลาที่ต้มไปตากแห้งแล้วบด ซึ่งปลาป่นชนิดนี้มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานสากลที่ถือเอาปริมาณโปรตีนต่ำสุดร้อยละ 61 จนกระทั่งได้เปลี่ยนกรรมวิธีมาเป็นอบแห้ง จึงทำให้โปรตีนของปลาป่นสูงขึ้น คือ มีโปรตีนร้อยละ 58-65 มีไขมันไม่มากกว่าร้อยละ 10 ความชื้นร้อยละ 8 ความเค็มร้อยละ 2 และมีปริมาณเถ้าเล็กน้อย ผลผลิตปลาป่นของภาคใต้รวมเป็นร้อยละ 77.42 ของผลผลิตรวมทั้งประเทศ (ศูนย์พัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรมภาคใต้, 2530)

ปลาป่น เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบซึ่งเป็นผลพลอยได้จากประมงทะเล คือ พวกปลาเบญจพรรณขนาดเล็กที่คนไม่นิยมบริโภค สำหรับในประเทศไทยปลาที่นำมาทำปลาป่นได้จาก 2 แหล่งใหญ่ คือ ปลาเป็ด ซึ่งเป็นปลาหน้าดินที่จับได้โดยเรือประมงที่ใช้เครื่องมือประเภทอวนลากซึ่งปลาที่ได้มี โคลนตม เปลือกหอย เศษกุ้งและปูปนมา ทำให้ปลาป่นที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำ และปลาผิวน้ำ ซึ่งเป็นปลาที่จับได้โดยใช้เครื่องมือประเภทอวนล้อม เช่น ปลาหลังเขียว ปลาทู ปลาลัง และปลาโอ เป็นต้น อาจมีสิ่งอื่นปะปนบ้างแต่ไม่มากนัก ทำให้ปลาป่นที่ผลิตได้มีคุณภาพดี (อรุณี และณัฐชาติ, 2528) นอกจากนี้เศษเหลือจำพวก หัวปลา ไส้ปลา และก้างปลา จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานปลากระป๋อง โรงงานทำลูกชิ้น โรงงานอาหารทะเล และโรงงานผลิตซูริมิก็มีการนำมาผสมในการผลิตปลาป่นด้วย (กรสุรางค์, 2545)

4. อาหารขบเคี้ยว (Snack food)

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวหรืออาหารว่าง หมายถึง อาหารที่ใช้รับประทานเล่นระหว่างมื้ออาหารหลัก ลักษณะเด่นของขนมขบเคี้ยวในปัจจุบัน คือ น้ำหนักน้อย เก็บรักษาง่าย นำติดตัวไปในที่ต่างๆได้สะดวก ขนมขบเคี้ยวจัดเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง เนื่องจากมีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรตเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแป้ง จึงช่วยให้อิ่มท้องได้ นอกจากนี้ยังอาจใช้ส่วนผสมอื่นๆ เช่น ไขมัน และน้ำตาลเพิ่มก็ได้ (Gordon, 1990; Harper, 1981) อาหารขบเคี้ยวเป็นกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่มีหลายชนิดและเป็นกลุ่มที่อยู่ระหว่างการพัฒนาจึงทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ออกมาอยู่

ตลอดเวลา การให้ความหมายหรือแม้แต่การจัดแบ่งประเภทจึงยังไม่มีการกำหนดที่ชัดเจน การจัดแบ่งประเภทของอาหารขบเคี้ยวมีหลายลักษณะ ทั้งนี้ได้แบ่งลักษณะของอาหารขบเคี้ยวไว้ดังนี้

4.1 ลักษณะของอาหารขบเคี้ยว แบ่งได้ดังนี้

4.1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวตามระยะเวลาและชนิดของผลิตภัณฑ์ดังนี้ (Harper, 1981)

4.1.1.1 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวรุ่นที่ 1 (First generation snacks) อาหารขบเคี้ยวรุ่นนี้จะใช้วัตถุดิบธัญชาติหรือวัตถุดิบอื่นที่ผ่านกระบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนนัก เช่น มันฝรั่งทอด แครกเกอร์ เป็นต้น

4.1.1.2 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวรุ่นที่ 2 (Second generation snacks) เป็นอาหารขบเคี้ยวประเภทสุกพองทันที (direct-expanded product) ส่วนใหญ่ทำจากวัตถุดิบประเภทธัญชาติ เช่น ข้าวโพดเกล็ด ข้าว อาหารขบเคี้ยวประเภทนี้มักใช้เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ซึ่งใช้แรงเฉือนสูง เช่น คอลเลตเอกซ์ทรูเดอร์ (collet extruder) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นต่ำ (ต่ำกว่าร้อยละ 15) นำมาอบเพื่อลดความชื้นลงให้ต่ำกว่าร้อยละ 4 เคลือบด้วยน้ำมันและกลิ่นรสต่างๆ กมลวรรณ (2541) กล่าวว่า การพองของผลิตภัณฑ์เกิดจากการทำให้ส่วนผสมของโด (dough) ร้อนจนอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส และความดันภายในเครื่องสูงกว่าความดันบรรยากาศ เมื่อโดเคลื่อนที่ออกจากเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์โดยผ่านช่องเปิดของหน้าแปลนจะเกิดการระเหยของน้ำเป็นไอน้ำ ในขณะที่ความดันลดลงอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการพองตัวของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะพองกรอบ ความหนาแน่นต่ำ มีรูปร่างต่าง ๆ ตามแบบพิมพ์ หรือช่องเปิดของหน้าแปลนของเครื่องทำการผลิต มีการเคลือบกลิ่นรสต่าง ๆ บนผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง เช่น ข้าวโพดพองกรอบ (corn curls) คาราด้า ขนมอบกรอบรูปร่างเลียนแบบหัวหอม (onion rings) และชีโต้ส เป็นต้น

4.1.1.3 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวรุ่นที่ 3 (Third generation snacks) อาหารขบเคี้ยวยุคที่สาม (third generation snacks) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีหลายรูปแบบและมีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์แรงเฉือนสูง เริ่มจากการผสมธัญชาติ และ/หรือ สตาร์ชที่ดัดแปรหรือไม่ก็ได้ น้ำมันพืช และอิมัลซิไฟเออร์ กมลวรรณ (2541) กล่าวว่า อาหารขบเคี้ยวประเภทสุกแต่ไม่พองทันที (indirectexpanded products) บางครั้งเรียกว่าเป็นอาหารขบเคี้ยวกึ่งสำเร็จรูปโดยมีชื่อเรียกดังนี้ halfproduct, semi-product หรือ intermediate product อาหารขบเคี้ยวชนิดนี้เมื่อผลิตออกมาครั้งแรกจะมีความชื้นอยู่ค่อนข้างสูง หลังจากนำไปอบไล่ความชื้นจนมีความชื้นในผลิตภัณฑ์ประมาณร้อยละ 8-12 จะอยู่ในรูปของกึ่งสำเร็จรูปมีรูปร่างต่าง ๆ ตามแบบพิมพ์หรือช่องเปิดของหน้าแปลนของเครื่องที่ทำการผลิต มีลักษณะเนื้อแข็งแน่นโปร่งแสง เป็นมันวาวที่เรียกว่า เพลเลต (pellet) จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการทอด หรือการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่พองกรอบและทำการเคลือบกลิ่นรสต่าง ๆ บนผลิตภัณฑ์ ข้อดีของเพลเลตคือเก็บได้นาน ไม่เสีย ถ้าเก็บภายใต้สภาพที่แห้งจะมีอายุการเก็บประมาณ 1 ปี สะดวกในการขนถ่าย สามารถขนส่งไปยังที่ไกล ๆ ได้ไม่ต้องกังวลเรื่องผลิตภัณฑ์แตกหัก

4.1.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวตามกรรมวิธีการผลิต ดังนี้ (Matz, 1984)

4.1.2.1 Deep fat fried เป็นการแบ่งทอดในน้ำมัน จะใช้เวลานานในการทอด ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีทั้งแบบแผ่น แท่ง วงแหวน และรูปแบบอื่นๆ

4.1.2.2 Quick fried ใช้เวลาในการทอดรวดเร็ว ใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 200 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาสั้น 10-15 วินาที ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง

4.1.2.3 Extrusion cooked ใช้ธัญพืชทั้งเมล็ด หรือใช้แป้งมันฝรั่งผสมน้ำ นวดจนเกิดโด (Dough) ทำให้สุกภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง ทำให้แห้ง แล้วนำเข้าเครื่องเอ๊กซ์ทรูเดอร์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรูปร่างเป็นแผ่นบาง สามารถปรับขนาดตามความต้องการได้

4.1.2.4 Roasted เป็นการอบ นิยมใช้กาบผลิตภัณฑ์ประเภทถั่ว

4.1.3 ประเภทอาหารขบเคี้ยวตามอุณหภูมิของอาหารขณะเสิร์ฟ เช่น เป็นประเภทร้อน (hot snack) ได้แก่ พิซซ่าขนาดเล็ก ปอเปี๊ยะทอด ครัวซองสอดไส้ หรือที่เป็นประเภทเย็น ได้แก่ คุกกี้ ผลไม้อัดเป็นแท่ง และช็อกโกแลต เป็นต้น (เพ็ญขวัญ และทัศนีย์, 2541)

4.2 การตลาดของขนมขบเคี้ยว

ตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเป็นตลาดที่มีแนวโน้มการขยายตัวค่อนข้างสูง เนื่องจากมีรูปแบบและรสชาติที่แปลกใหม่อยู่เสมอ รวมทั้งการมีกิจกรรมทางตลาดอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในตลาดอยู่ตลอดเวลา (Moira, 2001)

สำหรับตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในประเทศไทย Market Intelligence Division (2000) จำแนกตามวัตถุดิบได้เป็น 7 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

4.2.1 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทแป้ง เป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุดมีสัดส่วนในตลาดรวมประมาณร้อยละ 30 ของตลาดรวมทั้งหมด เช่น คาราด้า มโนห์รา และปาร์ตี้ เป็นต้น

4.2.2 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทถั่ว มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 15 ของตลาดรวมทั้งหมด เช่น โก๋แก่ มารูโจ้ และเจดีย์คู่ เป็นต้น

4.2.3 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทมันฝรั่ง มีสัดส่วนอยู่ในตลาดร้อยละ 15-19 เป็นตลาดที่ค่อยๆ เติบโต มีความเคลื่อนไหวและการแข่งขันรุนแรงมากกว่าตลาดอื่นๆ เช่น เลย์ เทสโต ก๊อบ-กอบ เป็นต้น

4.2.4 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทข้าวเกรียบกุ้ง มีสัดส่วนในตลาดรวมประมาณร้อยละ 12-15 เช่น ฮานามิ และคาลบี เป็นต้น

4.2.5 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทปลาหมึก มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ของตลาดผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวรวม เช่น เต่าทอง และสควิดดี้ เป็นต้น

4.2.6 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทข้าวโพด ตลาดที่มีสัดส่วนอยู่ประมาณร้อยละ 10 ของตลาดรวม โดยมี คอร์นพัฟฟ์ เป็นเจ้าตลาดผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทนี้ นอกจากนี้ยังมี คอร์นเน่ เป็นต้น

4.2.7 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทปลา มีสัดส่วนอยู่ประมาณร้อยละ 10 ของตลาดรวม เช่น ทาโร ฟิชโช และเบนโตะ เป็นต้น

4.3 กรรมวิธีผลิตขนมขบเคี้ยวแบบทอด (Deep Fat Frying)

สำหรับกรรมวิธีการผลิตขนมขบเคี้ยวแบบทอด (deep fat frying) นั้น (Blenford,1982) กล่าวว่า น้ำมันที่ใช้ในการทอดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากน้ำมันที่ใช้เป็นชอทเทนนิ่ง (shortening) หรือใช้ในการเคลือบ (coating) คือ มีจุดเกิดควันที่สูงและมีความคงตัวต่อการไฮโดรไลซีส (hydrolysis) และการเกิดออกซิเดชั่น (oxidation) ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น (Matz, 1984)

4.3.1 ความแตกต่างของกรรมวิธีการทอดกับกระบวนการให้ความร้อนอื่นๆ ดังนี้ คือ

4.3.1.1 การปรุงให้สุกสามารถทำให้สำเร็จได้ในช่วงระยะเวลาสั้น โดยทั่วไปแล้วจะภายใน 5 นาที ขึ้นกับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของแหล่งให้ความร้อน (น้ำมัน) กับขนาดของอาหารแต่ละชิ้นที่จะทำให้สุก

4.3.1.2 น้ำมันที่ใช้ทอดจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในผลิตภัณฑ์สุดท้าย (end-product) โดยคิดเป็นน้ำหนักต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย ตั้งแต่ร้อยละ 10 ในผลิตภัณฑ์แท่งปลาชุปขนมปังจนกระทั่งถึงร้อยละ 40 หรือมากกว่าในมันฝรั่งแผ่น (potato chip)

4.3.1.3 ผลิตภัณฑ์ที่ทอดแล้วที่บริเวณผิวรอบนอกจะมีความกรอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนอย่างอื่น

4.3.1.4 ตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน คือ น้ำมันที่ใช้ทอด จะเป็นตัวกระทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบของอาหารและมีผลเกี่ยวกับคุณลักษณะที่เกิดขึ้นขณะเก็บรักษา

4.3.1.5 มีปัญหาทางกลอย่างเดียวที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานกรรมวิธีการทอดในระดับการค้า

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการทอดมีดังนี้ คือ สภาพพื้นที่ผิงของอาหาร ลักษณะและโครงสร้างของอาหาร ความชื้นเริ่มต้น เวลาที่ใช้ในการทอด อุณหภูมิที่ใช้ในการทอด สาเหตุการอมน้ำมันมาจากอุณหภูมิที่ใช้ในการทอด หากใช้อุณหภูมิต่ำไป การอมน้ำมันจะมาก การทอดนานเกินไปจนเกิดการสุกเกินไป (over cook) เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการอมน้ำมัน ความชื้นของผลิตภัณฑ์ก่อนทอด ถ้ามีปริมาณสูง การอมน้ำมันก็จะเพิ่มตามไปด้วย (Hoover และ Miller, 1973) สำหรับสภาวะในการทอดจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่จะได้มาก โดยการทอดจะทำให้เกิดการพองตัวของแป้ง (starch gel) ขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ การพองตัวขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ ความดัน และความต้านทาน ความดันเกิดจากการให้พลังงานเข้าไปในอาหาร จะโดยวิธีใดก็ตาม เนื่องจากน้ำที่แทรกอยู่ในอาหารเกิดการขยายตัว ดันให้เนื้ออาหารเป็นโพรง หรือรูพรุน เพื่อให้ความชื้นหลุดออกจากเนื้ออาหารได้ ในขณะเดียวกันก็จะเกิดแรงต้าน หรือแรงยึดมิให้น้ำขยาย หรือหลุดไป ถ้าใช้พลังงานพอเหมาะจะทำให้ความดันเท่ากับความต้านทาน การพองตัวที่ได้จะมีการพองตัวสม่ำเสมอทั่งทั้งชิ้นอาหาร ทำให้ความชื้นที่เหลืออยู่พอเหมาะที่จะทำให้มีความกรอบพอเหมาะพอดี มีโครงสร้างเนื้อสัมผัสดีไปด้วย แต่ถ้าความดันน้อยกว่าความต้านทาน ลักษณะเนื้อสัมผัสจะไม่ดี มีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ ส่วนที่ไม่เป็นรูพรุนก็จะแห้ง จอกจากนี้อัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินจะมีอิทธิพลต่อคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มากกล่าวคือ อะไมโลเพคตินจะช่วยในการพองตัวมีน้ำหนักเบา ส่วนอะไมโลสถ้ามีมากจะลดการพองตัวหรือทำให้ค่าปริมาตรจำเพาะลดลง แต่จะไม่ลดการดูดซับน้ำมันระหว่างทอด ดังนั้น ผลิตภัณฑ์อาหารว่างแต่ละชนิดจะต้องมีอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในแห้งอยู่ในอัตราส่วนที่เมาะสมแตกต่างกันไป แป้งที่มีอะไมโลสร้อยละ 5-20 จะให้คุณสมบัติตามต้องการ คือ มีการพองตัวดีแต่ไม่ดูดซับน้ำมันมากเกินไป (Charles, 1969)

4.3.2 น้ำมันที่ใช้ในการทอด

น้ำมันที่ใช้ทอดอาหารมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับความนิยมของผู้บริโภค ในการทอดอาหารน้ำมันจะเป็นตัวน้ำความร้อนทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดกับภาชนะที่ใช้ทอด

ทำให้อาหารมีสี และเพิ่มรสชาติ คุณสมบัติของไขมันหรือน้ำมันทอดอาหารที่ดีต้องมีความคงตัว มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทนทานต่อความร้อนได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 163-190 องศาเซลเซียสและต้องมีคุณสมบัติสัมพันธ์กับอาหารที่ใช้ทอด เพราะกลิ่นรสของไขมันหรือน้ำมันจะติดไปกับอาหารด้วย

ไขมัน หรือน้ำมันที่มีโมโน หรือ ได-กลีเซอไรด์ หรือกรดไขมันอิสระเป็นส่วนประกอบ จะทำให้เกิดควันได้ง่าย จะทำให้อาหารที่ทอดมีกลิ่นที่ไม่ต้องการติดไปด้วย ไขมันหรือน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนจะมีความคงตัวเพิ่มขึ้น แต่ทำให้จุดหลอมเหลวสูงขึ้นด้วย ไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร โมเลกุลควรประกอบด้วย กรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยเพื่อให้มีจุดหลอมเหลวต่ำ มีความคงตัวดีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจน

ไขมันและน้ำมันแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีเฉพาะและแตกต่างกัน ซึ่งมีประโยชน์ในการใช้คุณสมบัติดังกล่าวเป็นตัวบ่งในการวิเคราะห์หาชนิดหรือศึกษาคุณภาพของไขมันและน้ำมันนั้น เช่น ค่าไอโอดีน (iodine value) จะเป็นค่าบ่งชี้ว่าไขมันหรือน้ำมันมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบอยู่เป็นปริมาณมากนั้นยังเป็นตัวบ่งคุณค่าทางโภชนาการของไขมันหรือน้ำมันชนิดนั้นๆ ด้วย ค่าไอโอดีนของไขมันหรือน้ำมันแต่ละชนิดจะคงที่ ยกเว้นเมื่อไขมันหรือน้ำมันเกิดการหืนแบบปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidative rancidity) จะทำให้ค่าไอโอดีนลดลง ค่าความเป็นกรด (acid value) เป็นตัวบ่งชี้ว่าไตรกลีเซอไรด์ที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน ถูกทำลายด้วยเอนไซม์ไลเปสเป็นกรดไขมันอิสระมากน้อยเพียงใด ถ้าค่าความเป็นกรดสูง แสดงว่าไตรกลีเซอไรด์ถูกทำลายได้เป็นกรดไขมันอิสระมาก ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) เป็นการวัดปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน เมื่อน้ำมันถูกเก็บไว้ให้สัมผัสกับอากาศจะเกิดการหืนอันเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นขึ้นที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ดังนั้นไขมันหรือน้ำมันที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกุลมากหรือมีค่าไอโอดีนสูง จะเกิดการหืนแบบปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ง่าย (oxidative rancidity) (นิธิยา, 2545)

น้ำมันปาล์ม เป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดี มีกลิ่นและรสที่ดี สีมีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนไปจนถึงสีส้มเข้ม ค่าความถ่วงจำเพาะ (ที่ 250 องศาเซลเซียส) มีค่าเท่ากับ 0.921-0.925 จุดหลอมเหลวที่ 27-50 องศาเซลเซียส การหักเหของแสง (ที่ 25 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 1.453-1.456 ค่าไอโอดีนเท่ากับ 44-45 ค่าเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 0.2-0.3 ปริมาณโทโคเฟอรอล ร้อยละ 0.03-0.05 โทโคเฟอรอล หรือ วิตามินอีละลายได้ดีในไขมันและน้ำมัน มีประโยชน์ช่วยทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชั่นของน้ำมันได้ น้ำมันที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ วิตามินอีจะถูกทำลายประมาณร้อยละ 6 เท่านั้น (นิธิยา, 2545)

5. การพัฒนาผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เก่าที่มีอยู่เดิมแล้ว การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้งสองรูปแบบเป็นการสร้างให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่ๆ ผลิตภัณฑ์จะมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตและการวางจำหน่ายในท้องตลาดเป็นครั้งแรกหรือได้จากการคิดค้นประดิษฐ์สิ่งที่แปลกใหม่ของนักพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนักวิจัย และปรับให้เข้ากับความต้องการของสังคมและความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ (ไพโรจน์, 2545)

6. การทดสอบผู้บริโภค

เป็นการทดสอบความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภค เป็นการวัดความชอบจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีระบบจะมีการทดสอบผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคเป็นระยะๆ ผู้บริโภคจะมีบทบาทในการเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (product concept) การเลือกผลิตภัณฑ์จากสูตรตามที่นิยม การประเมินผลผลิตภัณฑ์ขั้นทดลองในระดับนำร่อง (pilot plant) และการทดลองผลิตขั้นโรงงาน (process line) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคถือว่ามีความสำคัญ เพราะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมาได้รับความสำเร็จในเชิงพาณิชย์ ในการทดสอบต้องใช้ผู้บริโภคจำนวนมากพอเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์เป็นที่น่าพอใจ (ไพโรจน์, 2545) การเก็บรวบรวมข้อมูลจำเป็นต้องใช้แบบสอบถาม (questionnaire) เป็นเครื่องมือสำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูล (ศิริวรรณและคณะ, 2540)