บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง (precooked frozen foods) แบ่งเป็น 4 ประเภทตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงดังนี้ (วิบูลย์เกียรติ โมพีรตานนท์, 2533)

1. อาหารที่แช่แข็ง เก็บรักษาและละลายน้ำแข็งแล้วไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น พาย ขนมปัง คุกกี้ เค้ก ซุปใส

2. อาหารที่เปลี่ยนแปลงมากโดยการแช่แข็ง เก็บรักษาและเมื่อนำมาหุงต้มใหม่ เช่น ซ้อส เกรวี่ ครีมซุป

3. อาหารที่เตรียมจากวัตถุดิบสด มีคุณภาพเริ่มต้นที่ดี แต่เสื่อมสภาพเร็วหลังการเก็บ ทำให้อายุการเก็บสั้น เช่น ปลาไขมันมากๆ หอยต่างๆ

4. อาหารที่เปลี่ยนสภาพโดยการแช่แข็งหรืออุ่น และปรับปรุงแก้ไขให้กลับดังเดิมไม่ได้ เช่น คัสตาร์ด ไข่ขาวสุก สลัดผักต่างๆ

การเปลี่ยนแปลงเกิดทั้งทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ทำให้การผลิตอาหารสำเร็จรูปมีปัญหามาก ต้องจัดระบบในการทำให้เย็น แช่แข็ง บรรจุ และการอุ่นกลับเพื่อการบริโภค เพราะมีวัตถุดิบหลายชนิดในอาหารชนิดหนึ่งๆ และวัตถุดิบแต่ละชนิดก็มีการเปลี่ยนแปลงที่ต่างกัน เช่นผักเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสีเมื่อได้รับความร้อน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ไปเป็นฟีโอไฟตินในผักนั้นๆ (Lee, 1958) ส่วนเนื้อสัตว์มีการสูญเสียความชื้นหรือน้ำในระหว่างการให้ความร้อน ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแข็งกระด้างมากขึ้น ตลอดจนมีคุณค่าทางโภชนาการลดลงอีกด้วย (Seuss, Pospiech and Honikel, 1986)

สาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพในอาหารแช่แข็ง

ในการผลิตอาหารแช่แข็งให้มีคุณภาพตรงตามที่ผู้บริโภคต้องการ จำเป็นต้องทราบถึงสาเหตุของการเสื่อมเสียที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการป้องกันและชลอการสูญเสียดังกล่าว โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน (Reid, 1991) ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันคือ

1. กระบวนการเริ่มต้นและการเตรียมก่อนการแช่แข็ง การเตรียมวัตถุดิบที่ดีช่วยลดการเสื่อมเสียที่จะเกิดขึ้นระหว่างการแช่แข็งได้ เนื่องจากวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมเสียตลอดเวลา ควรมีการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เช่น การลวก (Lee, 1958) โดยยับยั้งเอนไซม์ที่สามารถทนต่อความร้อนได้สูงสุดในวัตถุดิบนั้นๆ และเก็บรักษาวัตถุดิบในสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดก่อนจะนำเข้ากระบวนการผลิต (วิบูลย์เกียรติ

โมฟีรตานนท์, 2534)

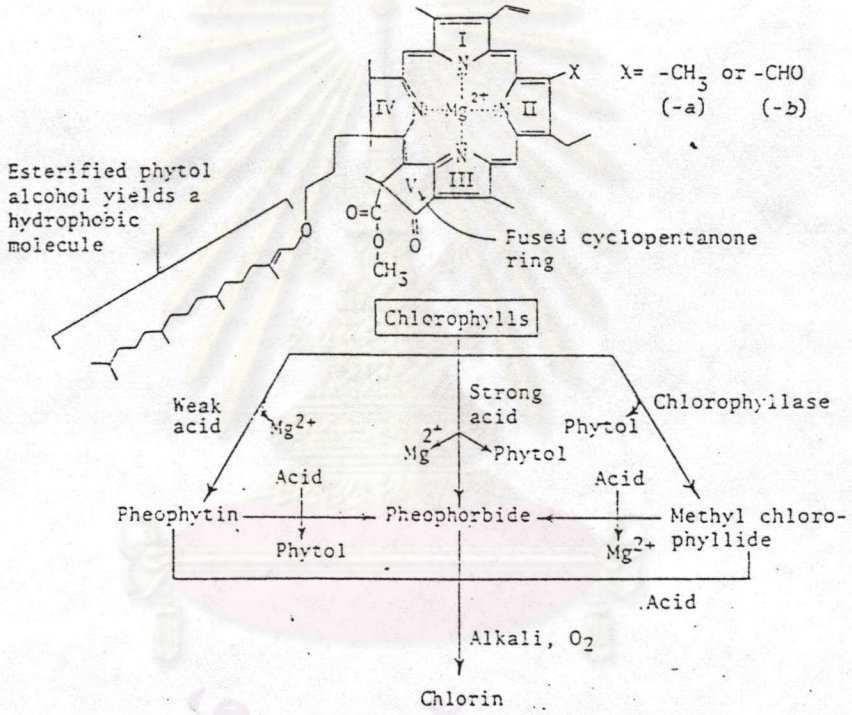
2. ขั้นตอนระหว่างการแช่แข็ง กระบวนการแช่แข็งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ (Reid, 1991) การเปลี่ยนแปลงจะมากหรือน้อยขึ้นกับธรรมชาติและสภาวะของสารที่จะถูกแช่แข็ง ดังนั้นก่อนที่จะนำอาหารมาทำการแช่แข็ง ควรมีการยับยั้งผลจากการทำงานของเอนไซม์ให้เพียงพอหรือควบคุมการผลิตให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการแช่แข็งมากนัก ควรมีระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพและมีอุณหภูมิในการแช่แข็งอาหารที่ต่ำเพียงพอ

3. การเก็บรักษาแบบแช่แข็ง แม้ผลิตภัณฑ์จะถูกนำไปเก็บในสภาวะแช่แข็ง แต่การเปลี่ยนแปลงต่างๆทั้งทางกายภาพและเคมียังสามารถเกิดขึ้นได้ การเปลี่ยนแปลงบางชนิดอาจเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เช่น การเกิด freezer burn เนื่องจากการสูญเสียความชื้นในผลิตภัณฑ์ จากการที่อุณหภูมิในสภาวะการเก็บแช่แข็งแปรปรวน เป็นผลให้โครงสร้างภายในอาหารกับส่วนที่อยู่ระหว่างผิวอาหารมีความหนาแน่นของความชื้นไม่เท่ากัน ทำให้น้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวและออกสู่บรรยากาศรอบๆตัวอาหาร เกิดลักษณะผิวหน้าอาหารแห้งและมีสีคล้ำลง หรือเกิดจากการบรรจุที่ไม่เหมาะสม ป้องกันได้โดยใช้ภาชนะบรรจุที่ทนต่อการสูญเสียความชื้นที่อุณหภูมิต่ำมากๆ ตลอดจนควบคุมอัตราการเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นให้น้อยที่สุดโดยการทำ time-temperature tolerance curve (Olson and Dietrich, 1969) หรือควบคุมให้อาหารมีความคงตัวสูงขึ้นในสภาวะที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิมากๆโดยใช้หลัก glass dynamics (Reid, 1991) เป็นต้น

<u>การเสื่อมเสียของคลอโรฟิลล์ในผัก</u>

คลอโรฟิลล์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดสีเขียวในผัก โดยเป็นโมเลกุลแบนราบขนาดใหญ่ประกอบด้วยวงแหวน pyrrole 4 วง ยึดด้วยมีเธนคาร์บอน ตรงกลางเป็นอะตอมแมกนีเซียมซึ่งจับกับไนโตรเจนด้วยพันธะโคเวาเลนท์ 4 พันธะ มีสมบัติไม่ละลายน้ำเนื่องจากมีหมู่ไฟทอลในโมเลกุลซึ่งใช้ในการตรึงรงควัตถุไวต่อแสงให้กับโครงสร้างส่วนไฮโดรโฟบิคของเยื่อลาเมลลาในคลอโรพลาสต์ คลอโรฟิลล์มี 2 ชนิดคือ คลอโรฟิลล์ a และ b มีอัตราส่วนในพืชคือ 3a:1b โดยต่างกันตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ในคลอโรฟิลล์ a เป็นหมู่เมธิล ($-CH_3$) และคลอโรฟิลล์ b เป็นหมู่ฟอร์มิล (-CHO) คลอโรฟิลล์จัดเป็นโปรตีนคอนจูเกต เมื่อถูกความร้อนจะแปรสภาพไป โดยที่เซลเนื้อเยื่อของพืชถูกทำลายบางส่วน มีผลให้การแพร่ผ่านเยื่อบุรอบๆคลอโรพลาสต์เกิดมากขึ้น และกรดในพืชถูกปล่อยออกมาทำปฏิกิริยากับคลอโรฟิลล์สร้างฟีโอไฟติน เนื่องจากการแทนที่ของไฮโดรเจนในตำแหน่งแมกนีเซียมเกิดเป็นรงควัตถุสีเหลือง (Lee, 1958; Meyer, 1960; Zapsalis and Bech, 1985) นอกจากนี้คลอโรฟิลล์ยังถูกทำลายได้ง่ายในช่วง pH ต่ำ (Meyer, 1960; Zapsalis and Bech, 1985) เมื่ออยู่ในสารละลายกรดอ่อนทำให้

เกิดการสูญเสียอะตอมแมกนีเซียมและเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน ซึ่งเกิดได้เร็วขึ้นเมื่อได้รับความร้อน ส่วนผลของกรดแก่ทำให้เกิด ฟีโอฟอร์ไบด์ เนื่องจากการสูญเสียอะตอมแมกนีเซียมและหมู่ไฟทอล นอกจากนี้อาจถูกไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์คลอโรฟิลเลสไปเป็น เมธิลคลอโรฟิลไลด์ โดยมีการสูญเสียหมู่ไฟทอล ทำให้คลอโรฟิลล์ละลายน้ำได้มากขึ้น คลอโรฟิลล์มีความคงตัวต่อด่างที่ pH 8 หรือสูงกว่า (Meyer, 1960) แต่ถ้าใช้ด่างร่วมกับออกซิเจนมีผลให้เกิดการลดรูปของคลอโรฟิลล์ในส่วนที่เป็นหมู่ไฟทอลเกิดสารเรียกว่า คลอริน ดังแสดงในรูปที่ 2.1



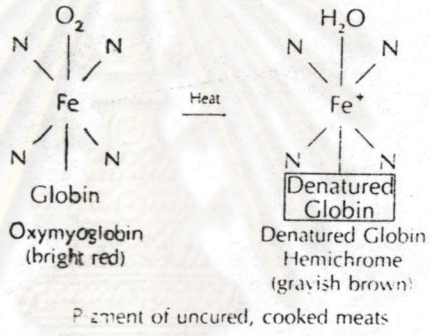
รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนรูปของคลอโรฟิลล์ในสภาวะต่างๆ

และในช่วง pH ที่สูงเกินไปอาจทำให้ผักมีเนื้อสัมผัสไม่ดีเนื่องจากการที่ด่างไฮโดรไลซ์เซลลูโลสได้ การใช้สารเคมีพวกด่างในการลวกผักต่างๆ แม้จะช่วยรักษาความคงตัวของคลอโรฟิลล์และสีได้ แต่จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมทั้งชนิดและปริมาณเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายในการบริโภค (Meyer, 1960 and Zapsalis and Bech, 1985)

<u>การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์ระหว่างการให้ความร้อนในการหุงต้ม</u>

โดยปกติ ก่อนการบริโภคเนื้อสัตว์ จะต้องนำมาทำให้สุก เพื่อให้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ต่างๆที่ปนเปื้อนบริเวณผิว ความร้อนที่ใช้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างส่วนโปรตีนและไขมัน ความสามารถในการอุ้มน้ำ ซึ่งมีผลต่อความนุ่ม สี และกลิ่นรสที่เป็นลักษณะเฉพาะของเนื้อ ดังนี้

<u>รงควัตถุและสีของเนื้อ</u> เมื่อเนื้อได้รับความร้อน รงควัตถุมีการเปลี่ยนแปลงจากออกซิไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) ซึ่งมีสีแดงไปเป็นสีน้ำตาลอมเทาของ Denatured Globin Hemichrome เนื่องจากการเสื่อมสภาพของโปรตีนในรงควัตถุทำให้ Ferrous Iron ถูกออกซิไดซ์ (Charley,1982) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีในเนื้อสัตว์เมื่อได้รับความร้อน

<u>โปรตีนในเนื้อสัตว์และความนุ่ม</u> การทำให้เนื้อสุก มีผลต่อความนุ่มและความเหนียวของเนื้อซึ่งขึ้นกับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน เนื่องจากความร้อนมีผลต่อเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective Tissue) เส้นใยกล้ามเนื้อ (Fibrillar Protein) และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ เมื่อเนื้อได้รับความร้อน จะเกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอนใหญ่ๆคือ โปรตีนในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ ทั้งส่วนซาโคพลาสมิคและไมโอไฟบิวลาร์เกิดการแข็งตัว รวมทั้งคอลลาเจนเกิดการหดตัวหรือละลายไปบางส่วน ทำให้เนื้อเหนียว ซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่อุณหภูมิภายในของเนื้อสูงกว่า 68 °C และการเกิดไฮโดรไลซิสของโปรตีนส่วน White Connective Tissue รวมทั้งคอลลาเจนเปลี่ยนไปเป็นเจลาตินที่ละลายน้ำได้มากขึ้น ทำให้เนื้อที่ได้นุ่มขึ้น โดยลักษณะความนุ่มชุ่มน้ำของเนื้อขึ้นกับเวลาในการให้ความร้อน ส่วนลักษณะเหนียวหรือแข็งเกิดจากผลของอุณหภูมิในการให้ความร้อน ดังนั้นในการเลือกสภาวะที่จะให้ความร้อน จึงนิยมใช้อุณหภูมิต่ำและเวลานาน (Henrickson,1978;Charley,1982;Suess, Pospiech and Honikel,1986) นอกจากนี้ความร้อนยังมีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ

ของเนื้อ (Water Holding Capacity) ซึ่งเป็นปัจจัยของความนุ่ม เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบหลักของกล้ามเนื้อ คือ มีปริมาณกว่า 75% (Seuss,Pospiech and Honikel,1986) และประกอบด้วยโปรตีน 15-20%

ในส่วนของน้ำมีลักษณะเป็นน้ำอิสระและน้ำที่อยู่ภายในโครงสร้างหรือแทรกอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ จะเกิดการสูญเสียเมื่อโปรตีนเกิดการแข็งตัวหรือเนื้อเยื่อหดตัวเมื่อได้รับความร้อน การสูญเสียจะเกิดมากขึ้นเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้นหรือใช้เวลานาน (Charley,1982;Fjelkner-Modig,1986) รวมทั้งวิธีการให้ความร้อนที่ต่างกันมีผลต่อคุณภาพเนื้อที่แตกต่างกันไปด้วย (Cheng and Baldwin,1985)

ผลของวิธีการให้ความร้อนที่มีต่อคุณภาพของผักและเนื้อสัตว์

เมื่อผักและเนื้อสัตว์ได้รับความร้อน เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นรส ทั้งยังช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ต่างๆลงได้ ปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกวิธีการให้ความร้อนแก่ผักและเนื้อสัตว์ได้แก่ สารอาหารต่างๆที่ละลายน้ำ รงควัตถุ กรด วิตะมินต่างๆ และกลิ่นรสที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งวิธีการที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยได้แก่

1. การต้มในน้ำเดือด ต้องมีการเตรียมปริมาณของวัตถุดิบให้พอเหมาะกับน้ำที่ใช้ ซึ่งนิยมใช้กับเนื้อสัตว์ชิ้นใหญ่ๆและมีความนุ่มน้อย แต่ไม่เหมาะกับผักบางชนิด เช่น บรอคเคอลี่ กะหล่ำปลีชนิดต่างๆ เนื่องจากทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวและสีไม่สวย ผักและเนื้อสัตว์ที่ได้อาจมีการสูญเสียสารอาหารต่างๆที่ละลายน้ำได้ โดยเฉพาะในผักจะสูญเสีย Volatile Acid ไปกับไอน้ำ และส่วน Nonvolatile Acid ละลายไปกับน้ำที่ต้ม (Charley,1982)

2. การใช้ไอน้ำ สามารถใช้ได้กับผักต่างๆ และเนื้อสัตว์บางประเภท เช่น กุ้ง และปลา หรือเนื้อสัตว์ที่มีขนาดไม่ใหญ่เกินไป แต่ต้องพิจารณาเวลาลวกที่เหมาะสม ข้อดีของการลวกด้วยไอน้ำคือ น้ำจากไอที่ระเหยไปสามารถกลั่นตัวกลับเข้าสู่วัตถุดิบได้ รวมทั้งยังมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ เช่น กรดและวิตะมินต่างๆน้อยกว่าเมื่อลวกด้วยน้ำ เนื่องจากสารอาหารต่างๆไม่ละลายไปกับน้ำที่ใช้ลวก (Charley,1982) แต่ในกรณีของผักพบว่า สีของผักที่ได้ไม่สวยเท่ากับเมื่อลวกด้วยน้ำ แต่ถ้าใช้ร่วมกับด่าง เช่น NH_4HCO_3 จะช่วยปรับปรุงด้านสีให้ดีขึ้นโดยไม่ทำให้เนื้อสัมผัสเสียไป (Odland and Eheart,1973)

3. การใช้ไมโครเวฟ ควรคำนึงถึงลักษณะการถ่ายเทและความเข้มของความร้อนที่ใช้ซึ่งมีผลโดยตรงกับลักษณะของอาหารและกลิ่นรสที่ได้ อุณหภูมิของชิ้นอาหารเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอในเวลาสั้น และควรให้ชิ้นอาหารมีความหนาไม่มากเกินไปเนื่องจากไมโครเวฟสามารถลอดผ่าน (Penetrate) ไปได้มากที่สุดเพียง 2.5-3 นิ้วเท่านั้น การใช้ไมโครเวฟกับเนื้อสัตว์ยังมีข้อเสียหลายประการคือ ให้สีและลักษณะปรากฏที่ไม่ดี มีกลิ่นรสแปลกปลอม และไม่สามารถทำให้เกิดสีน้ำตาลบริเวณผิวนอก ส่วนในผักพบว่า การใช้ไมโครเวฟ

สามารถให้สีผักทั้งดีและด้อยกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ แต่ไมโครเวฟทำให้ผักและเนื้อสัตว์มีการสูญเสียความชื้นในปริมาณสูงกว่าเมื่อกับวิธีการอื่นๆ เนื่องจากการแพร่ผ่านของน้ำในไมโครเวฟเกิดจากภายในสู่ภายนอกจนกระทั่งเนื้อสัมผัสแห้งและกระด้าง (Henrickson, 1978; Priestley, 1979; Karmas; 1982; Charley, 1982)

4. การทอดแบบน้ำมันท่วม ควรมีการปรับอุณหภูมิของน้ำมันให้พอเหมาะก่อนการทอด และควรใช้น้ำมันในปริมาณมาก เพื่อให้สีของเนื้อสัตว์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลสม่ำเสมอ และเนื้อสัมผัสแน่น มีความนุ่มชุ่มน้ำและกลิ่นรสดี (Priestley, 1979) ส่วนผักที่นิยมทอดแบบน้ำมันท่วมได้แก่ผักใบต่างๆหรือผักที่มีลักษณะอ่อนนิ่มที่ตัดแบ่งเป็นชิ้นๆได้ เช่น แครอท หัวบีท กะหล่ำปลี เป็นต้น ในขณะทอด ผักและเนื้อสัตว์จะสุกด้วยน้ำที่ซึมออกมาจากเนื้อเยื่อภายในที่ถูกตัด ดังนั้นจึงควรหั่นวัตถุดิบให้มีขนาดเล็กพอเหมาะและสม่ำเสมอเพื่อให้ความร้อนถ่ายเทไปอย่างรวดเร็วและใช้เวลาสั้น ควรให้ความร้อนเริ่มต้นสูงพอที่จะทำให้สุกทันที จากนั้นจึงลดอุณหภูมิลง เพื่อไม่ให้น้ำระเหยไปจากชิ้นอาหารเร็วเกินไป และควรใช้เวลาสั้น (Charley, 1982)

ผลของวิธีการและอุณหภูมิในการหุงต้มที่มีต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์

Cheng และ Baldwin (1985) ศึกษาคุณภาพของเนื้อหมูที่ได้จากการหุงต้มด้วยวิธีการผัด (Stir-frying) การใช้ไมโครเวฟกับจานแก้วทนความร้อน และไมโครเวฟที่ใช้ถาดสีน้ำตาลพบว่า การใช้ไมโครเวฟกับจานแก้วทนความร้อนประหยัดพลังงาน 26% ส่วนการผัดแบบปกติประหยัดพลังงาน 51% เมื่อเทียบกับแบบไมโครเวฟที่ใช้ถาดสีน้ำตาล โดยเนื้อหมูที่ได้จากวิธีการทั้งสามไม่มีความแตกต่างทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส ความชุ่มน้ำ ความเข้มสีหรือความสม่ำเสมอของสี เนื้อหมูจากวิธีไมโครเวฟทั้ง 2 วิธีมีคะแนนด้านกลิ่นและความนุ่มน้อยกว่าเนื้อหมูจากวิธีผัดปกติ แต่ความแตกต่างที่ได้มีค่าน้อยมาก นอกจากนี้ความชื้น ไขมัน ปริมาณไทอะมิน ไรโบฟลาวินของเนื้อหมูที่ได้ไม่แตกต่างกันทั้ง 3 วิธี

Fjelkner-Modig (1986) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมู 3 พันธุ์คือ Hampshire, Swedish Landrace และ Swedish Yorkshire ภายหลังการทอด (frying) จนมีอุณหภูมิสุดท้ายเป็น 60, 68 และ 80 °C โดยศึกษาการยอมรับด้านประสาทสัมผัสเกี่ยวกับความนุ่ม ความชุ่มน้ำ และความยืดหยุ่นของเนื้อ ซึ่งความสัมพันธ์ของคุณสมบัติเหล่านี้ขึ้นกับอุณหภูมิสุดท้ายของการผัด และพบว่าอุณหภูมิในการผัดที่ 68 °C หรือต่ำกว่า ให้ค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด และเนื้อที่อุณหภูมิ 60 °C มีความนุ่มและชุ่มน้ำมาก แต่มีบางส่วนที่ยังไม่สุก นอกจากนี้พันธุ์ของหมูมีผลต่อคุณภาพในการบริโภค โดยที่ Hampshire มีความนุ่มและชุ่มน้ำมากกว่า Swedish Landrace และ Swedish Yorkshire ตามลำดับ แต่ Hampshire มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า 2 พันธุ์ที่เหลือเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าคุณสมบัติความชุ่มน้ำของเนื้อไม่ขึ้นกับ cooking yield ที่ได้

<u>ปัจจัยที่มีผลต่อสีและปริมาณคลอโรฟิลล์ในผักแช่แข็ง</u>

Eheart (1970) อธิบายถึงผลของการเก็บและตัวแปรอื่นๆที่มีต่อองค์ประกอบของbroccoli แช่แข็งว่า เมื่อเก็บ broccoli ดิบที่อุณหภูมิ 3 °C นานขึ้นจาก 0, 2 และ 4 วัน มีผลให้ปริมาณกรดแอสคอร์บิค pH และปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง ส่วนวิธีการลวกที่ต่างกันคือ การลวกด้วยไมโครเวฟและลวกด้วยน้ำพบว่า การลวกด้วยไมโครเวฟแม้จะแช่ broccoli ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 7 ก่อน ก็ยังมี pH และปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำกว่าการลวกด้วยน้ำ ตลอดจนการเก็บแช่แข็งเป็นเวลานานและการหุงต้มหลังการแช่แข็ง มีผลให้องค์ประกอบต่างๆที่กล่าวมาคือ pH และปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเช่นกัน

Eheart และ Odland (1973) รายงานผลการใช้ NH_4HCO_3 ในการลวกผักแช่แข็งที่ 4 ระดับความเข้มข้นว่า การใช้ NH_4HCO_3 0.1% ใน green beans มีความคงตัวของสีดีในระหว่างการหุงต้มโดยที่เนื้อสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลง และการเพิ่มความเข้มข้นเป็น 0.2 และ 0.3% มีผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของ green beans ไม่ดี แม้จะปรับปรุงสีได้ดีมากขึ้นก็ตาม ส่วนการใช้ NH_4HCO_3 0.1% ใน broccoli และ brussel sprouts ให้สีที่ดี แต่การใช้ NH_4HCO_3 ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นไม่มีผลในการปรับปรุงสีให้ดีขึ้น รวมทั้งยังให้เนื้อสัมผัสที่ไม่ดีอีกด้วย และการใช้ NH_4HCO_3 0.2% จะเหมาะกับการลวก peas และ lima beans เนื่องจากช่วยปรับปรุงสีได้ดีที่สุดโดยไม่ทำให้กรดแอสคอร์บิคหรือคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสลดลง

Odland และ Eheart (1975) รายงานผลของวิธีการลวกที่มีต่อคุณภาพของ broccoli แช่แข็งว่าการใช้ไอน้ำร่วมกับก๊าซแอมโมเนียซึ่งได้จาก NH_4HCO_3 0.1% ในการลวก ให้broccoli ที่มีสีดีขึ้น pH และปริมาณกรดแอสคอร์บิคสูงขึ้น ทั้งยังให้คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสที่สูงกว่าการลวกด้วยน้ำและไอน้ำ นอกจากนี้การใช้ไอน้ำร่วมกับก๊าซแอมโมเนียในการลวก broccoli มีผลให้คุณภาพผักด้านต่างๆดังกล่าว มีความคงตัวดี แม้จะเก็บในสภาพแช่แข็งที่อุณหภูมิ-18 °C เป็นเวลานานถึง 6 เดือนโดยผ่านการหุงต้มก็ตาม

Drake และคณะ (1981) รายงานว่า ผักที่ลวกด้วยไมโครเวฟมีปริมาณกรดแอสคอร์บิคและสีต่ำกว่าผักที่ลวกด้วยน้ำและไอน้ำ รวมทั้งค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นรสของผักที่ลวกด้วยไมโครเวฟก็มีค่าต่ำกว่าผักที่ลวกด้วยน้ำและไอน้ำ ในขณะที่การลวกผักด้วยน้ำและไอน้ำให้ผลแตกต่างกันน้อยมาก

Glasscock และคณะ (1982) ศึกษาถึงการลวกผัก 5 ชนิด คือ broccoli carrots cauliflower green beans และ zucchini ด้วยไมโครเวฟขนาด 600 วัตต์ และน้ำเดือดตามเวลาที่กำหนด โดยวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์เพอรอกซิเดสที่เหลืออยู่พบว่า ผักส่วนใหญ่ที่ลวกด้วยไมโครเวฟมีสีไม่ดีเมื่อเทียบกับการลวกด้วยน้ำ เพราะความร้อนจากไมโครเวฟที่ใช้ไม่เพียงพอในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เพอรอกซิเดส

carrots และ cauliflower ที่ผ่านการลวกทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างทางด้านประสาทสัมผัส รวมทั้งการเก็บแช่แข็งเป็นเวลานาน มีผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในผักลดลง ส่งผลให้สีของผักแช่แข็งที่ได้เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าผักนั้นจะลวกด้วยวิธีการใดก็ตาม

Lane และคณะ (1984) พบว่า วิธีการลวก green beans, yellow squash, purple hull peas และ mustard greens ก่อนการแช่แข็งที่ต่างกัน มีผลต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสที่ต่างกันไปด้วยคือ วิธีการลวกที่ต่างกันไม่มีผลต่อกลิ่นรสของผักที่ได้ ส่วนด้านความกรอบของผักพบว่า การลวกด้วยไอน้ำให้ผักที่กรอบกว่าการลวกด้วยน้ำและไมโครเวฟ โดยผักที่ลวกด้วยน้ำมีเนื้อสัมผัสนิ่มที่สุด นอกจากนี้ผักที่ลวกด้วยไมโครเวฟมีการเสื่อมเสียของคลอโรฟิลล์มากที่สุดซึ่งมีผลให้ผักที่ลวกด้วยไมโครเวฟมีสีไม่ดีเมื่อเทียบกับการลวกด้วยน้ำและไอน้ำ

Bhobe และ Pai (1986) ศึกษาการลวก okra, gherkin, giant capsicum, coriander leaves และ fenugreek leaves ก่อนบรรจุถุงโพลีเอธิลีนและแช่แข็งที่อุณหภูมิ -30 °C และเก็บแช่แข็งที่ -18 °C นาน 105 วัน โดยการลวกด้วยน้ำเดือดเป็นเวลาต่างๆกันคือ okra 2 นาที gherkin 2.5 นาที capsicum 1.5 นาที fenugreek leaves 20 วินาที ส่วน coriander leaves ไม่ต้องลวก พบว่ามีการสูญเสียคลอโรฟิลล์ระหว่างการลวก 3-7 % และช่วงเก็บแช่แข็งนาน 3 เดือน 17-24 % ส่วนกรดแอสคอร์บิคที่เหลือในระหว่างการเก็บแช่แข็งมีค่า 63-81 % นอกจากนี้ปริมาณจุลินทรีย์ลดลงอย่างรวดเร็วภายหลังการลวกและระหว่างการเก็บแช่แข็ง E.coli ไม่ปรากฏภายหลังการเก็บแช่แข็งนาน 2 เดือน สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของผักที่ได้ เป็นที่ยอมรับแม้จะเก็บแช่แข็งนานถึง 105 วัน coriander leaves มีสีเปลี่ยนไปอย่างเห็นได้ชัดหลังเก็บแช่แข็งที่ -18 °C นาน 1 เดือน

Muftugil (1985) ศึกษาวิธีการลวกต่างๆที่มีผลต่อสี กรดแอสคอร์บิค และปริมาณคลอโรฟิลล์ใน green beans พบว่า การลวกด้วยเตาลมร้อนที่ 200 °C 8 นาที ให้ green beans ที่มีสีคล้ำและมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำสุด ส่วนการลวกด้วยไมโครเวฟขนาด 650 วัตต์ 1 นาที ให้ green beans ที่มีสีเขียวสด มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุด ในขณะที่ green beans จากการลวกด้วยน้ำเดือด 2 นาที และไอน้ำ 1.5 นาทีให้ผลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

Muftugil (1985) อธิบายถึงปริมาณเอนไซม์เพอรอกซิเดสในผักและความสามารถในการทนต่อความร้อนของเอนไซม์พบว่า cabbage และ green beans มีเอนไซม์เพอรอกซิเดสในปริมาณสูง ในขณะที่ onions มีอยู่ในปริมาณเล็กน้อย โดยผักที่ผ่านการลวกด้วยน้ำอุณหภูมิ 75, 85 และ 95 °C สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เพอรอกซิเดสได้มากขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งการลวก green beans, potatoes และ squash ที่อุณหภูมิ 75 °C นาน 30นาที ไม่เพียงพอในการยับยั้งเอนไซม์ได้สมบูรณ์ นอกจากนี้ชนิดและขนาดของผักยังมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อีกด้วย

<u>วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย</u>

งานวิจัยเรื่อง การผลิตแกงส้มกุ้งผักรวมและถั่วฝักยาวผัดพริกขิงสำเร็จรูปแช่แข็งนี้ ได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัตถุดิบ เพื่อผลิตเป็นแกงส้มกุ้งผักรวมและถั่วฝักยาวผัดพริกขิงสำเร็จรูปแช่แข็งที่มีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพด้านการยอมรับของผู้บริโภค และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งที่ผลิตได้ ได้แก่ วิธีการบรรจุ (Packing) วิธีการละลายภายหลังการเก็บแช่แข็ง (Thawing) และอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย