

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

2.1.1 การเน่าเสียในสภาพที่มีอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณผิวหน้าของเนื้อสัตว์ในลักษณะดังนี้

1) การเกิดเมือกบริเวณผิวหน้า (surface slime) การเน่าเสียแบบนี้มักพบในเนื้อสัตว์แช่เย็นที่มีความชื้นสูง เกิดจากแบคทีเรียพวก *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Streptococcus*, *Leuconotoc*, *Bacillus*, *Micrococcus* และ *Lactobacillus* ส่วนการเสียของเนื้อสัตว์ที่แช่เย็นที่มีความชื้นต่ำจะพบเชื้อ *Micrococcus* และยีสต์เติบโตมาก และหากมีความชื้นต่ำมากจะพบการเสียของเนื้อสัตว์โดยเชื้อรา สำหรับเนื้อที่เก็บไว้ในตู้เย็นหุ้มห่อจะพบเชื้อในกลุ่ม มีโซฟายล์เป็นจำนวนมาก (บุษกร อุตริชาติ. 2552)

2) การเปลี่ยนสี เกิดจากแบคทีเรียพวก *Lactobacillus* spp. และ *Leuconotoc* spp. จะสร้างสารพวกเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะทำให้ผิวของเนื้อสัตว์มีสีเขียว สีน้ำตาล หรือซีด การเกิดสีต่างๆบนผิวหน้าของชิ้นเนื้อและผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่สามารถสร้างรงควัตถุที่มีสีเกิดขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโต ทำให้มองเป็นจุดสีต่างๆ เช่น *Serratia marcescens* ทำให้เกิดจุดสีแดง (red spot) หรือจุดสีน้ำเงินแกมเขียว กับน้ำตาลแกมดำ เกิดจากแบคทีเรียพวก *Chromobacterium lividum*

3) เกิดการเรืองสี (phosphorescence) เกิดจากเชื้อ *Photobacterium* เจริญเติบโตบริเวณผิวเนื้อ และเกิดการเรืองสี การเสียแบบนี้จะพบได้น้อยกว่าการเสียของเนื้อแบบอื่นๆ

4) การมีกลิ่นรสผิดปกติ เนื้อหรือผลิตภัณฑ์จากเนื้อที่มีกลิ่นผิดปกติ เนื่องจากมีแบคทีเรียเติบโตที่ผิวหน้าและ มักเกิดขึ้นก่อนที่จะมีรสเปรี้ยวเกิดขึ้น (souring) เนื่องจากแบคทีเรียเติบโตบนเนื้อ และสร้างกรดต่างๆออกมา เช่น กรดฟอร์มิก (formic acid) กรดแอซติก (acetic acid) กรดบิวทีริก (butyric acid) และกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) เป็นต้น (คมแข พิลาสสมบัติ. 2550)

5) การเหม็นหืน (rancidity) การเหม็นหืนเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์จากแบคทีเรีย และปฏิกิริยาของการออกซิไดซ์ของกรดไขมันอิ่มตัว ทำให้เกิดสารที่มีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติไป แบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไขมันเป็นแบคทีเรียพวก *Pseudomonas* และ *Achromobacter*

2.1.2 การเน่าเสียในสภาพไม่มีอากาศ มักจะเป็นแบคทีเรียชนิดที่เจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (facultative bacteria) หรืออาจเกิดจากแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) ทำให้เกิดการเน่าเสียได้หลายลักษณะดังนี้

1) การมีรสเปรี้ยว (souring) เกิดจากการย่อยสลายสารพวกคาร์โบไฮเดรตในเนื้อของแบคทีเรียประเภทที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) หรือแบคทีเรียชนิดที่เจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (facultative bacteria) ทำให้เกิดกรดอินทรีย์ต่างๆเกิดขึ้น เช่น lactic acid, acetic acid และ propionic acid ทำให้เนื้อมี pH ลดลง และเกิดแก๊สขึ้นในเวลาเดียวกัน เนื้อสัตว์ที่บรรจุแบบสุญญากาศมักมีการเน่าเสียในลักษณะนี้มาก (บุษกร อุดรธิตาติ. 2552)

2) กลิ่นเหม็นเน่าของโปรตีน (putrification) เกิดขึ้นจากการย่อยสลายประกอบพวกโปรตีนโดยแบคทีเรียพวก *Proteus* และ *Clostridium perfringens* ทำให้เกิดสารที่ทำให้เนื้อมีกลิ่นเหม็นเน่าขึ้นได้แก่ hydrogen sulphide, mercaptans, indole, ammonia, amine และอื่นๆ (เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536)

2.2 การเสื่อมเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของไขมันในเนื้อสัตว์

2.2.1 การเหม็นหืนจากปฏิกิริยาของเอนไซม์จากจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยไขมันได้ เช่น *Pseudomonas* sp. และ *Achromobacter* sp.

1) จุลินทรีย์กลุ่มที่สามารถสร้างเอนไซม์ไลเปส (lipase) โดยจะทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (hydrolysis) กับโมเลกุลของไขมันและฟอสโฟลิปิด (phospholipid) เกิดเป็นกรดไขมันอิสระ คีโตน (ketone) อัลดีไฮด์ (aldehyde) แอลกอฮอล์ (alcohol) และเปอร์ออกไซด์ (peroxide)

2) จุลินทรีย์กลุ่มที่สามารถสร้างเอนไซม์ออกซิเดส (oxidase) จะเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับกรดไขมันในเนื้อ เกิดเป็นสารประกอบที่ทำให้กลิ่นรสของอาหารผิดปกติไป

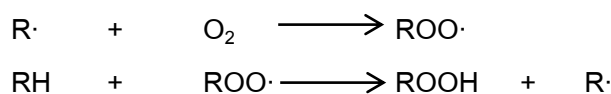
3) การเหม็นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันอิ่มตัว

ปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน (autoxidation) เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันอิ่มตัวที่พบในเนื้อสัตว์ เกิดระหว่างออกซิเจนในบรรยากาศรอบๆ กับพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เกิดเป็น peroxide linkage ระหว่างพันธะคู่ ซึ่งอนุมูลเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นสามารถทำปฏิกิริยาต่อกับโมเลกุลของไขมันอิ่มตัวอื่นเป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์และอนุมูลอิสระตัวอื่นและสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นอาจถูกทำลายต่อไปโดยมีแสง อุณหภูมิ เอนไซม์ โลหะ และจุลินทรีย์เป็นตัวเร่งทำให้เกิดอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นในปฏิกิริยาลูกโซ่ ส่งผลให้เกิดการเหม็นหืนเร็วขึ้น โดยเฉพาะเนื้อที่ผ่านการปรุงสุกจะเกิดง่ายและรวดเร็วมากขึ้น อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นรวมทั้งไฮโดรเปอร์ออกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาต่อไปให้ผลิตภัณฑ์เป็นแอลกอฮอล์ คีโตน อัลดีไฮด์ ไฮโดรคาร์บอน ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของกลิ่น รส เช่น กลิ่นเหม็นเขียว (green) กลิ่นหืน (rancid) กลิ่นไขมัน (fatty) กลิ่นฉุน (pungent) และกลิ่นรสผิดปกติอื่นๆ และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารเปลี่ยนแปลงไป (วาณี ใจวิเสน. 2554) โดยกลไกการเกิดการเกิดปฏิกิริยามีดังนี้ (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2557)

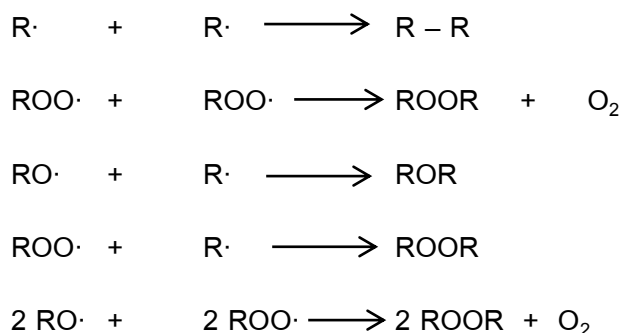
1. ขั้น Initiation เป็นขั้นที่มีอนุมูลอิสระ (free radical) เกิดขึ้น



2. ขั้น Propagation เป็นขั้นที่แรดิคอลอิสระทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเปอร์ออกซิแรดิคอล (peroxy radical) และ เปอร์ออกซิแรดิคอลที่เกิดขึ้นนี้จะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันต่อเกิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) และแรดิคอลอิสระ ซึ่งแรดิคอลอิสระก็จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเป็นลูกโซ่ต่อเนื่องไปเรื่อยๆ



3. ขั้น Terminal เป็นขั้นที่แรดิคอลอิสระรวมตัวกันในแบบต่างๆ ซึ่งการรวมตัวกันนี้ทำให้ปฏิกิริยาหยุดลงได้

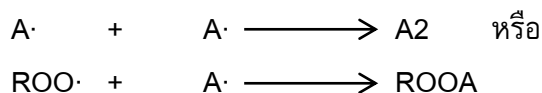


2.3 กลไกการทำงานของวิตามินอี (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2557)

เมื่อเติมวิตามินอีลงไป ในอาหารที่มีไขมันและน้ำมันองค์ประกอบอยู่ด้วย วิตามินอีจะไปทำปฏิกิริยากับแรดิคอลอิสระทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นแบบลูกโซ่จะหยุดชะงักไป ดังสมการ



เมื่อแรดิคอลที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันทำปฏิกิริยากับวิตามินอีที่เติมลงไปจะเหลือแรดิคอลของวิตามินอีซึ่งเกิดปฏิกิริยาได้ช้ากว่าแรดิคอลอิสระมากและเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่คงตัว ดังสมการ



2.4 สารต้านออกซิเดชันที่ใช้ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

สารต้านออกซิเดชันหรือสารกันหืน (antioxidation) หมายถึง สารที่ทำหน้าที่ชะลอ ยับยั้ง หรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยสารกลุ่มนี้มีหน้าที่สำคัญ ได้แก่ การให้อิเลคตรอนแก่อนุมูลอิสระ การจับโลหะที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือการลดการก่อตัวของออกซิเจนที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้อนุมูลอิสระเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบที่มีความคงตัว (Shahidi, F. et al. 1992) โดยปกติสารกันหืนแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.4.1 สารกันหืนสังเคราะห์ (Synthetic antioxidant)

เป็นสารที่ผลิตขึ้นด้วยวิธีทางเคมีมีวัตถุประสงค์หลักในการยับยั้งอนุมูลอิสระ และยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอลิก ทำหน้าที่เป็นตัวให้ออกซิเจนหรืออิเลคตรอนแก่อนุมูลอิสระ ทำให้อนุมูลอิสระเปลี่ยนเป็นสารประกอบคงตัว (Shahidi, F. et al. 1992) แต่หากได้สัมผัสหรือได้รับมากเกินไปที่ร่างกายรับได้จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health effect) ในทางกฎหมายอนุญาตให้ใช้สารกันหืนแตกต่างกันตามปริมาณที่ยอมรับได้ในแต่ละวัน ดังตาราง 2.1

2.4.2 สารกันหืนจากธรรมชาติ (Natural antioxidant)

เป็นสารประกอบได้จากพืชหรือเนื้อเยื่อของสัตว์มีคุณสมบัติด้านการเกิดออกซิเดชัน โดยส่วนใหญ่สารกันหืนจากธรรมชาติที่นิยมเติมในเนื้อสัตว์ ได้แก่ เครื่องเทศและสมุนไพร ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยชะลอการเน่าเสียและเหม็นหืน มักจะยอมรับในเรื่องความปลอดภัยเพราะมาจากธรรมชาติและมีการรับประทานกันอยู่แล้ว มักใช้ในรูปสารสกัดหยาบทำให้มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระต่ำ เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารทำให้มีผลกระทบต่อสี กลิ่น และรสชาติ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท (ไมตรี สุทธิจิตต์ และ ศิริวรรณ สุทธิจิตต์, 2545)

1) เอนไซม์ที่เซลล์ร่างกายผลิตขึ้น ได้แก่ คอะเลส (catalase) ซูเปอร์ออกไซด์เดสมิวเตส (superoxidase mytase) กลูตาไธโอนเพอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) และ เมทไธโอนีนรีดักเทส (methionine reductase)

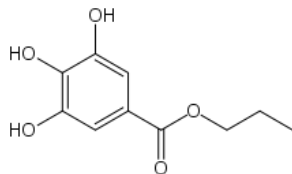
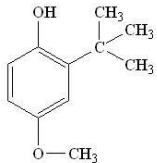
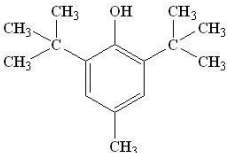
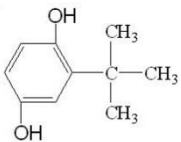
2) วิตามิน ได้แก่ วิตามินอี พบในเมล็ดธัญพืชทุกชนิด ถั่ว รำ ข้าวกล้อง งา วิตามินซีในผัก ผลไม้สด เป็นต้น

3) แร่ธาตุ เช่น ซีลีเนียม และสังกะสี เป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

4) สารพฤกษเคมี (phytochemical) เป็นสารเคมีที่ได้จากพืชซึ่งไม่ใช่วิตามินและสารอาหาร เช่น แคโรทีน ไลโคพีน แซนโทฟิล แทนนิน ฟลาโวนอยด์ และสารประกอบโพลีฟีนอล เป็นต้น

การเติมสารกันหืนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศดังเช่น รายงานของ Kong, B. et al. (2010) ศึกษาความสามารถในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ เครื่องเทศสกัด 6 ชนิด ได้แก่ กานพลู โรสแมรี่ เปลือกอบเชยเทศ ลูกจันทน์เทศ และกระวาน ใน แพตตี้หมูปรุงสุก พบว่า กานพลู โรสแมรี่ และเปลือกอบเชยเทศ มีศักยภาพในการยับยั้งการ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีที่สุด และเครื่องเทศสกัด ทั้ง 6 ชนิดยังมีส่วนช่วยให้แพตตี้หมुकค่า a^* ได้ดีกว่าตัวอย่างควบคุม นอกจากนี้เครื่องเทศแล้วยังมี McCarthy, T.L. et al (2001) ได้ศึกษาพืช 9 ชนิด ในแพตตี้หมูปรุงดิบและสุก ได้แก่ วานหางจรเข้ มัสตาร์ด โรสแมรี่ เสง ฟีนูกรีก โสม โปรตีนถั่วเหลือง คาเทชินจากชา และเวย์โปรตีนเข้มข้น พบว่า ทั้งหมดมีคุณสมบัติต้านการเกิด ออกซิเดชันได้ โดยคาเทชินจากชา 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้ดีที่สุด รองมาได้แก่ โรสแมรี่ 0.10 เปอร์เซ็นต์ และ เสง 0.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวาณิ ใจวิเสน (2554) ศึกษาผลของผงตัว ความเข้มข้น ร้อยละ 0.3 – 0.7 ในการยับยั้งการหืนของแพตตี้หมูปรุงสุก ที่เก็บ 4 องศาเซลเซียส นาน 32 วัน พบว่า ระยะเวลาที่ผลต่อค่าสีของแพตตี้หมูปรุงสุกที่เติม BHT 100 ppm. และตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) ในขณะที่แพตตี้หมูที่เติมผงตัวไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L^* , a^* , b^*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้การเติมผงตัวในแพตตี้หมูทุกระดับความเข้มข้น สามารถยับยั้งการเกิด Thiobarbituric acid reaction substance (TBAR) ในระหว่างการเก็บรักษา แต่แพตตี้หมูที่เติม BHT และตัวอย่างควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อีกทั้ง ยังพบว่า p-anisidine value (p-Av) ของแพตตี้หมูที่เติมผงตัวเพิ่มขึ้นน้อยกว่าแพตตี้หมูที่เติม BHT และตัวอย่างควบคุม นอกจากนี้ Kim, H.S. et al. (2012) ศึกษาการเติมผงมะเขือเทศ (tomato powder) ปริมาณ 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ในเจอร์กีสันนอกหมู (pork loin jerky) ที่บรรจุในสภาวะมี อากาศ เก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่าขณะเก็บรักษาเจอร์กีสันนอกหมูที่เติมผงมะเขือเทศ 2 เปอร์เซ็นต์ ค่า pH และ A_w สูงกว่าชุดควบคุม แต่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่าชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($p>0.05$) และพบว่าเมื่อเติมผงมะเขือเทศเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ลดลง แต่ ค่าสีแดง (redness, a^*) และ ค่าสีเหลือง (yellowness, b^*) เพิ่มขึ้น เมื่อศึกษาทางด้านกายภาพของ เจอร์กีสันนอกหมู พบว่าค่า hardness, cohesiveness สูง แต่ค่า springiness, gumminess และ chewiness ต่ำกว่าชุดอื่นหลังเก็บนาน 40 วัน อย่างไรก็ตามค่า TBAR ของแต่ละทรีตเมนต์ไม่ แตกต่างกัน จึงเสนอว่าเจอร์กีสันนอกหมูที่เติมผงมะเขือเทศ 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถช่วยปรับปรุงคุณ ภาพสีแดง (redness) และยืดอายุการเก็บรักษาเจอร์กีสันได้ทั้งยังมีความปลอดภัยเนื่องจากเป็นสีจาก ธรรมชาติ

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีและปริมาณที่ยอมรับได้ในแต่ละวันของสารกันหืนสังเคราะห์

ชนิดของสารกันหืน	โครงสร้างเคมี	Acceptable Daily Intake (ADI) (mg/kg)
Propyl gallate (PG)		1.4
Butylated hydroxyanisole (BHA)	 Butylated hydroxy anisole (BHA)	0.5
Butylated hydroxytoluene (BHT)	 Butylated hydroxy toluene (BHT)	0.3
Tertiary butylhydroquinone (TBHQ)	 TBHQ	0.7

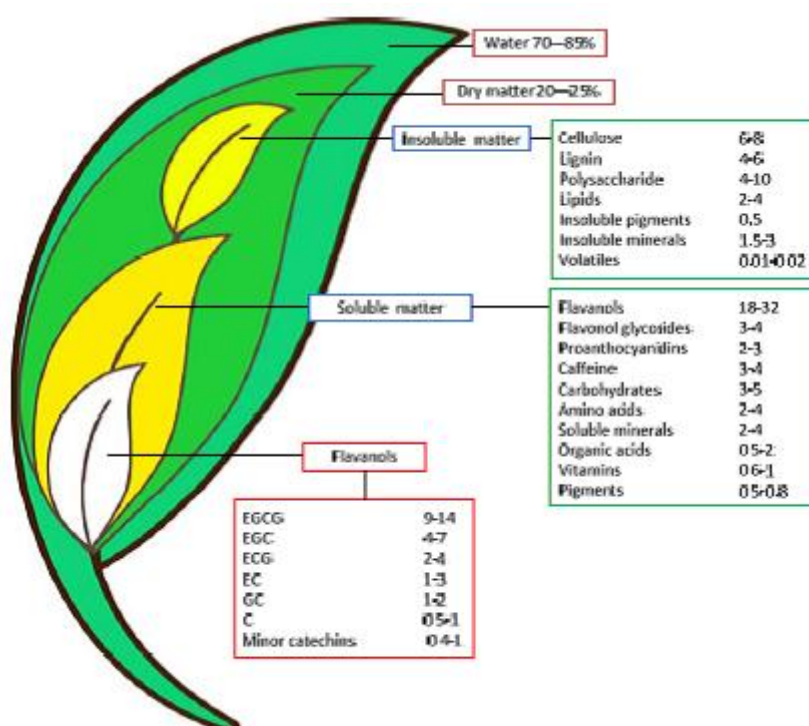
ที่มา : JECFA (2003)

2.5 ชาเขียว



ภาพที่ 2.1 ลักษณะใบชาเขียว

ที่มา : นรินาม (2557)



ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีในใบชาสด (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)

ที่มา : ชีรพงษ์ เทพภรณ์ (2555)

ชื่อสามัญ : Tea

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Camellia sinensis* (L)

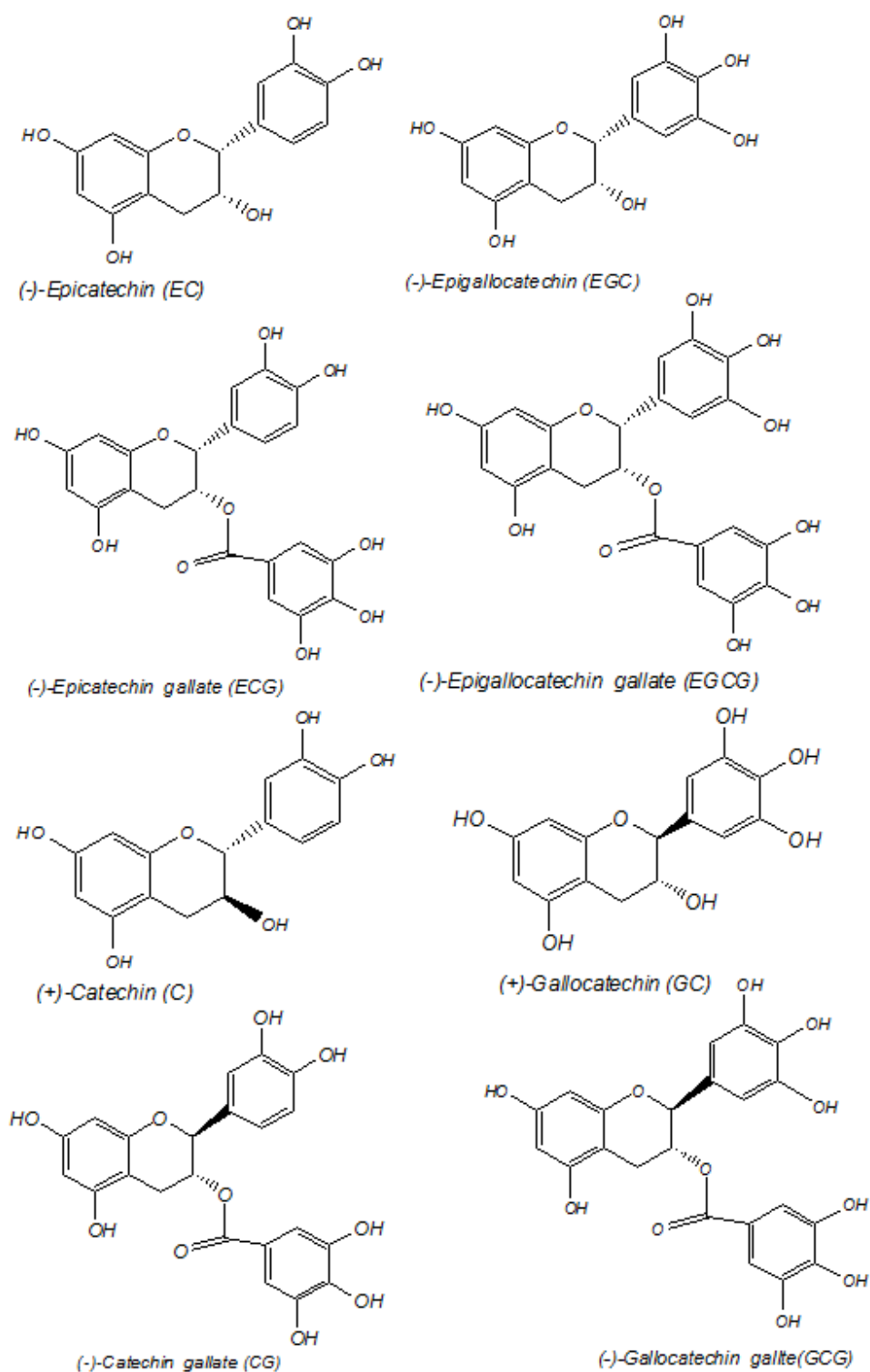
ต้น เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ทรงต้นรูปกรวย สูงประมาณ 30 ฟุต
 ใบ ใบเดี่ยวเรียงตัวแบบสลับ มี 1 ใบใน 1 ช่อ ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย ปลายใบแหลม แผ่นใบหนา ด้านบนใบมัน ใต้ใบมีขนอ่อนปกคลุม ใบยาว 7 - 30 ซม.
 (ภาพที่ 2.1)

ดอก มีทั้งดอกเดี่ยวและดอกช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกสรตัวผู้มีจำนวนมาก ยอดเกสร ตัวเมียมี 3-5 ช่อ กลีบดอกประดับสีขาว 5-8 กลีบ กลีบเลี้ยงสีเขียว 5-6 กลีบ ดอกมีกลิ่นหอมเล็กน้อย (กรมวิชาการเกษตร, 2557)

สรรพคุณ มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดมะเร็ง (Isemura, M. et al. 2000 ; Nurulain, T.Z. 2006) โรคหลอดเลือดหัวใจ ลดคลอเรสเตอรอล (Junko, S. et al. 2004) และยังสามารถต้านอนุมูลอิสระ (Bozkurt, H. 2006) นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านเชื้อแบคทีเรีย (antimicrobial) เช่น *Escherichai coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Staptococcus aureus*, *Campylobacter jejuni* (Hamilton-Miller, J.M. 1995 : Wu, et al. 2007) และยังสามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์ เช่น *Candida albicans* (Masatomo, H. and Kazuko, T. 2004)

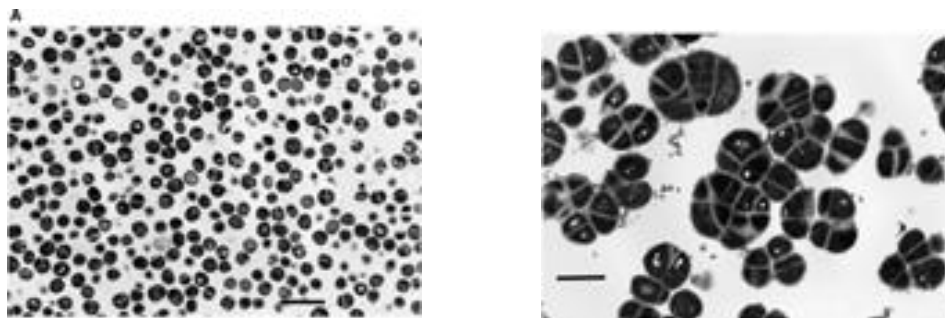
ชาเขียวมีองค์ประกอบมากมาย (ภาพที่ 2.2) โดยสารพอลิฟีนอลหลักที่พบในชาเขียวคือ คาเทชิน (Catechins) สูตรทางเคมี คือ $C_{15}H_{14}O_6$ สามารถพบได้ทุกส่วนในต้นชา แต่จะพบในปริมาณมากตรงส่วนยอดของใบชารวมไปถึงใบที่สองและที่สามถัดมาจากยอด ใบชาเขียวมีปริมาณคาเทชินประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักใบชาสดแห้ง (Wheeler, D.S. and Wheeler, W.J. 2004 ; Nihal, M. et al., 2005) คาเทชินที่พบในชาเขียว มี 8 อนุพันธ์ (ภาพที่ 2.3) ได้แก่ คาเทชิน (Catechin, C) อีพิกาคเทชิน (Epicatechins, EC) แกลโลคาเทชิน (Gallocatechin, GC) อีพิกัลโลคาเทชิน (Epigallocatechin, EGC) คาเทชินแกลเลต (Catechin gallate, CG) แกลโลคาเทชินแกลเลต (Gallocatechin gallate, GCG) อีพิกาคเทชินแกลเลต (Epicatechin gallate, ECG) และ อีพิกัลโลคาเทชินแกลเลต (Epigallocatechin gallate, EGCG) (Dulluge, J.J. and Nelson, B.C. 2000)

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ทดสอบคุณสมบัติของชาเขียวด้านการยับยั้งจุลินทรีย์ โดยคาเทชินในชาเขียวจะไปรบกวนขั้นตอนการแบ่งเซลล์ทำให้ลักษณะของเซลล์ที่ได้หลังจากการแบ่งเซลล์ผิดปกติไป (ภาพที่ 2.4) นอกจากนี้คาเทชินยังไปรบกวนหรือเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเซลล์ช่วงกำลังแบ่งตัวทำให้กลไกการแบ่งตัวผิดปกติและเกิดมีสารเหนียวข้นรอบๆ เกาะกันเป็นกลุ่ม (ภาพที่ 2.5)



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของคาเทชินที่พบในชา

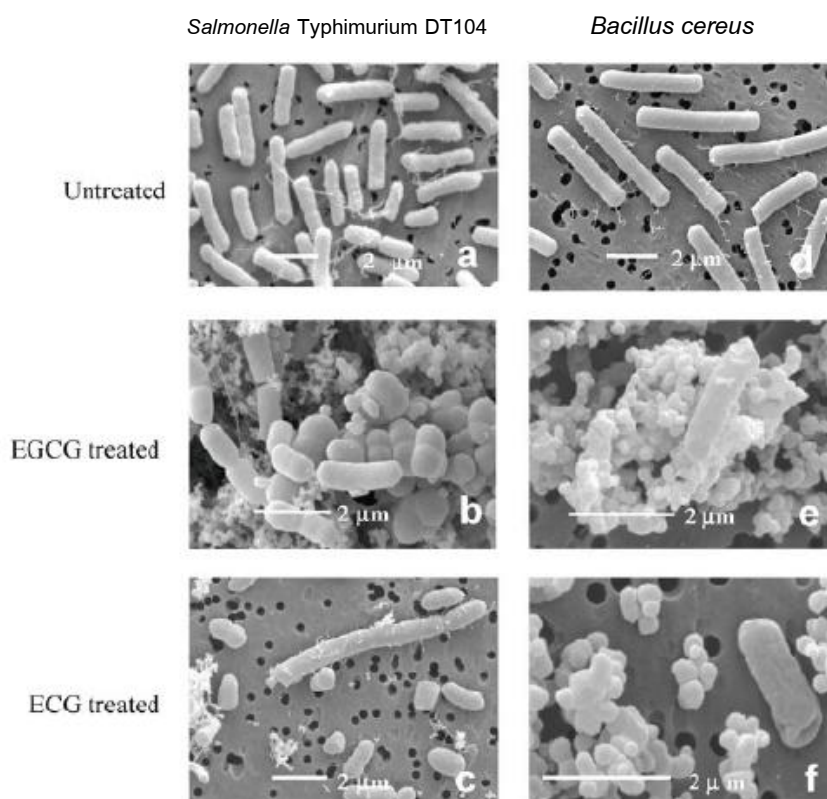
ที่มา : สถาบันชา มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง (2557)



ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะของเซลล์ *Staphylococcus aureus* US12 (methicillin-resistant)

(A) ที่ไม่ใส่คาเทชิน (control) (B) ที่ใส่คาเทชิน

ที่มา : Hamilton, M. and Shah, H. (1999)



ภาพที่ 2.5 ผลของ EGCG และ ECG ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเซลล์ของ

Salmonella Typhimurium DT104 และ *Bacillus cereus*

ที่มา : อรอุไร เอื้อศิริพันธ์ (2550)

นอกจากนี้สุภารัตน์ น้อยผาและอุบลรัตน์ สิริภัทรวรรณ (2009) แปรปริมาณความเข้มข้นชาเขียว 4 ระดับ คือ 2 5 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของชาเขียวเพิ่มขึ้น ปริมาณฟีนอลิกจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การวัดอนุมูลอิสระ โดยวัดค่า DPPH Scavenging (%) พบว่าที่ความเข้มข้น 10% มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด เมื่อทดสอบความสามารถในการต้านจุลินทรีย์ โดยวิธี agar diffusion พบว่า สามารถยับยั้ง *S.aureus* ได้ดีที่สุด รองลงมา คือ *E.coli* และสามารถยับยั้งการเจริญของ *P.fluorescens* และ *S.Enteritidis* ได้เล็กน้อย ส่วนการศึกษาของสารสกัดชาเขียวในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ คมแข พิลาสสมบัติและคณะ (2553) ศึกษาผลของการเสริมสารสกัดชาเขียว ระยะเวลาต่อการออกซิเดชันของไขมันและคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ โดยจัดกลุ่มการทดลองเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0 0.1 0.2 0.3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ต่อ กิโลกรัมของเนื้อ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0 2 4 6 และ 8 สัปดาห์ วิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา ค่า water activity (A_w) ค่าการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อ (TBAR) และทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองพบว่า สารสกัดชาเขียวไม่มีผลต่อการลดจำนวนยีสต์และรา ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นพบการเพิ่มขึ้นของจำนวนยีสต์และรา การใช้สารสกัดชาเขียวมีผลทำให้ค่า A_w ในเนื้อเจอร์กี้ลดลง ($p > 0.05$) และเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นพบการลดลงของค่า A_w เมื่อระดับความเข้มข้นของชาเขียวเพิ่มขึ้นพบการลดลงของค่าการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อ (TBAR) การทดสอบการชิม พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Maneenin, N. et al. (2010) ศึกษาการเติมสารสกัดชาเขียวระดับความเข้มข้น 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อในผลิตภัณฑ์เจอร์กี้เนื้อโค พบว่า สารสกัดชาเขียวไม่มีผลต่อการลดจำนวนจุลินทรีย์รวม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และค่าการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของชาเขียว ด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เติมสารสกัดชาเขียว ส่วน ดาวใจ ตันท์สุระ และคณะ (2555) ศึกษาผลของการใช้สารสกัดชาเขียวในชาลามี พบว่า สัปดาห์ที่ 3 และ 6 ชาลามีที่เติมชาเขียวมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกสูง แต่มีจำนวนยีสต์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้การเติมสารสกัดชาเขียว 10 กรัมต่อกิโลกรัมเนื้อ ในชาลามียังมีคุณสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชันโดยมีค่า TBARs ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม