

หัวข้อวิจัย : การเสื่อมเสียของอาหาร

หลักการการเสื่อมเสียของอาหาร :

การเสื่อมเสียของอาหาร (Food Deterioration) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดการไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย แบ่งออกเป็น 3 ประการ

1.การเสื่อมเสียของอาหารทางกายภาพ

อาหารประเภทพืช เริ่มมีการเสื่อมเสียทางกายภาพตั้งแต่ก่อนเก็บเกี่ยว เช่น โคนแมลงกัดแทะ หรือเสื่อมเสียในช่วงของการเก็บเกี่ยว หรือเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากการใช้อุปกรณ์ในการตัดตกแต่ง ทำให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ อีกทั้งอาจเกิดการเสื่อมเสียในอาหารประเภทเนื้อสัตว์เนื่องมาจากการขนส่งหรือการบรรจุในบรรจุภัณฑ์

2.การเสื่อมเสียของอาหารทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงของอาหารทางเคมี สามารถเกิดได้ตลอดเวลา โดยเฉพาะในอาหารสดจะมีเอนไซม์ที่ยังทำงานอยู่ หรือเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี อาทิเช่น Oxidation reaction Browning reaction เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงทางเคมี แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 การเปลี่ยนแปลงที่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง ในอาหารจำพวกผักผลไม้ เนื่องจากในผักผลไม้มีสารประกอบพวก Phenolic compound โดยมีเอนไซม์ PPO ส่งผลทำให้เกิดสีน้ำตาล หรือ ปฏิกิริยาการเกิดกลิ่นเหม็นหืน เป็นต้น

2.2 การเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีเอนไซม์มาเกี่ยวข้อง เช่น การเกิดสีน้ำตาลในอาหาร(Non-Enzymatic Browning) ที่เกิดจากการรวมตัวกันของกรด อะมิโนกับ reducing sugar เกิดเป็นสาร 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde (HMF) ซึ่งเป็นสารที่ให้สี เรียกว่า Maillard reaction

ตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยา การเสื่อมเสียของอาหารทางเคมี

1) ปฏิกิริยา Lipid Oxidation

ทำให้เกิดการเหม็นหืน โดยส่วนใหญ่จะพบในอาหารประเภทของแห้งหรืออาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ เช่น อบเชยป่น,น้ำมันพืช,น้ำมัน,ขนมมันฝรั่งอบกรอบ,เฟือกอบกรอบ,งาแผ่น และซีเรียล เป็นต้น

วิธีป้องกัน : ทำการกำจัดออกซิเจนออกจากบรรจุภัณฑ์ ด้วยการบรรจุสุญญากาศ (vacuum packaging) การบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศ (modified atmosphere packaging) หรือใช้สารกำจัดออกซิเจน (oxygen scavenger)

ในบรรจุภัณฑ์จะช่วยชะลอการเสื่อมเสียได้ ทั้งนี้การเก็บรักษาอาหารด้วยการแช่เย็นหรือแช่เยือกแข็ง (freezing) จะลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ อีกทั้งการใส่สารต้านออกซิเดชันหรือสารต้านอนุมูลอิสระเช่น วิตามินซี (ascorbic acid) วิตามินอี (Vitamin E) กรดซิตริก เป็นต้น ก็สามารถป้องกัน ปฏิกิริยา Lipid Oxidation ได้

รูปแบบปฏิกิริยา

ขั้นเริ่มต้น (Initiation)



ขั้นดูกลาม (Propagation)



ขั้นสุดท้าย (Termination)

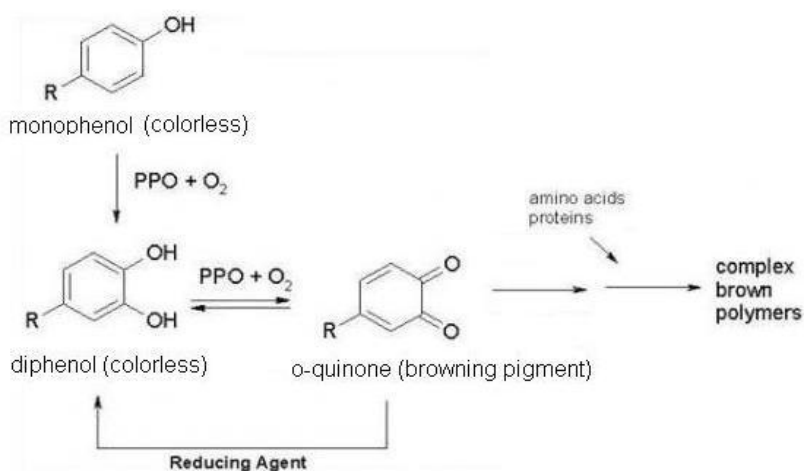


2) ปฏิกิริยา Enzymatic Browning

ทำให้เกิดสีน้ำตาลที่ไม่เป็นที่ยอมรับ พบในอาหารประเภท ผัก ผลไม้ โดยที่พบ เช่นใน ข้าวสาร, Thyme (ไทม์), ลูกจันทร์บด, กัลฉ่าย, Unif ทับทิม, ผิวของกระเทียมและผลของลองกอง เป็นต้น

วิธีป้องกัน : การให้ความร้อน เช่น การลวก, การปรับให้เป็นกรด, การใช้ Chelating agent เช่น EDTA เพื่อจับกับ โลหะที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของเอนไซม์และการใช้สารรีดิวซิงเอเจนต์

รูปแบบปฏิกิริยา



3) Caramelization

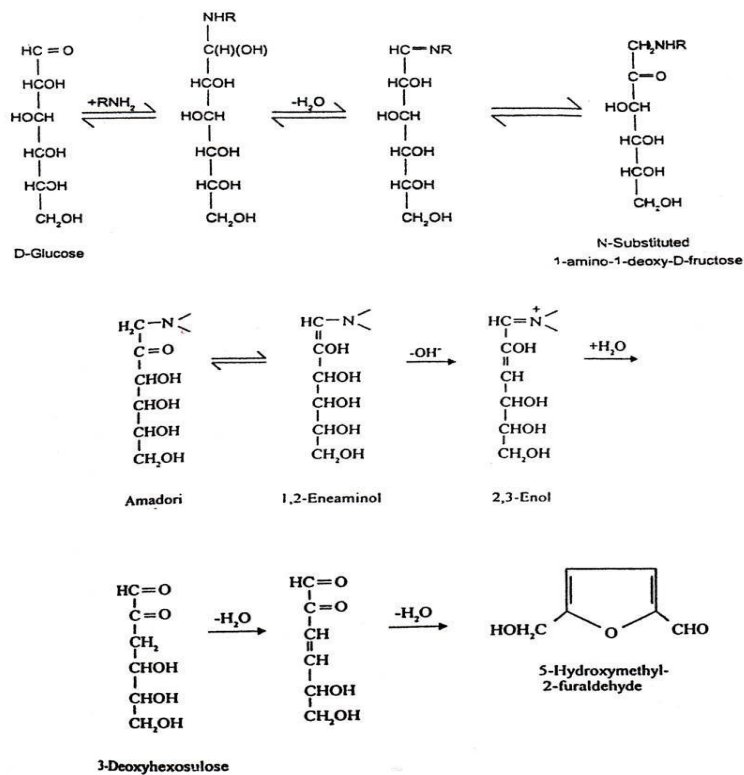
เป็นการนำน้ำตาลมาผ่านความร้อนสูง ทำให้น้ำสูญเสียออกจากโมเลกุลของน้ำตาลและโครงสร้างเปลี่ยนไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสีและกลิ่นเกิดเป็นคาราเมล

4) Maillard

โดยพบในอาหารประเภทที่มีน้ำตาลสูง มีโปรตีน หรือ reducing sugar เป็นต้น

วิธีป้องกัน : ปรับให้เป็นกรด, เก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ

รูปแบบปฏิกิริยา



3. การเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์

การเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ แบคทีเรีย (bacteria) รา (mold) หรือยีสต์ (yeast) ซึ่งเกิดการปนเปื้อนและเพิ่มจำนวนขึ้นในอาหาร จำนวนจุลินทรีย์ที่มีผลต่อการเน่าเสียของอาหารแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของอาหาร แต่โดยทั่วไปจำนวนจุลินทรีย์ ซึ่งตรวจพบทำให้เกิดสี กลิ่น และรสที่ผิดปกติ ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมีจำนวนประมาณ 10^6 - 10^9 cfu/กรัมหรือต่อมิลลิลิตร โดยลักษณะการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ เช่น การเกิดกลิ่นรสผิดปกติ, เกิดฟองแก๊ส, การเปลี่ยนสีโดยแบคทีเรียบางชนิดสร้างรงควัตถุ และการเกิดเมือก

3.1 การเกิดกลิ่นรสผิดปกติ (off-flavour) เช่น เกิดสารระเหยที่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวและรสเปรี้ยวจากกรดอินทรีย์ กลิ่นแอลกอฮอล์ กลิ่นเหม็นเน่าเหมือนอุจจาระจากสาร indole กลิ่นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

3.2 เกิดฟองแก๊ส

3.3 การเปลี่ยนสีโดยแบคทีเรียบางชนิดสร้างรงควัตถุ (pigment) ได้ เช่น แคโรทีนอยด์ (carotenoids) และแบคทีเรียโอคโลโรฟิลล์ (bacteriochlorophyll)

3.4 การเกิดเมือก (slime or rope formers) การเกิดเมือกที่ผิวเกิดจากแบคทีเรียที่มีแคปซูล (capsule) ซึ่งเป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เมื่อแบคทีเรียเจริญเพิ่มจำนวนมากขึ้นในอาหาร ทำให้อาหารเกิดลักษณะเป็นเมือก (slime) เหนียวยืด

ตัวอย่างการเสื่อมเสียของอาหารแต่ละประเภท :

ประเภทอาหาร	การเสื่อมเสีย	สาเหตุ
ปลาเส้นกรอบ	-เนื้อสัมผัสนุ่ม และมีความเหนียว	-เนื่องจากอุณหภูมิปิดไม่สนิท ทำให้เกิด moisture migration
มันฝรั่งรสบาร์บีคิว	-มีกลิ่นเหม็นหืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม และมีความเหนียว	-เกิดปฏิกิริยา lipid oxidation -เนื่องจากอุณหภูมิลักษณะแพบ มีรอยร้าว ทำให้เกิด moisture migration
เครื่องดื่มธัญญาหารออร์แกนิก	-ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	-มีการบรรจุที่ปิดสนิท
มันฝรั่งรสซ็อกโกแลต	-มีกลิ่นเหม็นหืน -เนื้อสัมผัสนุ่ม และ มีความเหนียว	-เกิดปฏิกิริยา lipid oxidation -เนื่องจากอุณหภูมิลักษณะแพบ มีรอยร้าว ทำให้เกิด moisture migration
กาแฟผสมน้ำผึ้ง	-เนื้อสัมผัสของอาหารมีความเหนียว -มีกลิ่นเหม็นหืน	-เนื่องจากอุณหภูมิรอยร้าว ทำให้เกิด moisture migration -เนื่องจากงาไม่กรดไขมันจำเป็นร้อยละ

		44 ทำให้สามารถเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ได้
บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป	-มีกลิ่นเหม็นหืน	-เกิดปฏิกิริยา lipid oxidation
ซีเรียล	-มีกลิ่นเหม็นหืน	-เกิดปฏิกิริยา lipid oxidation
เฟือกอบกรอบ	-มีกลิ่นเหม็นหืน	-เกิดปฏิกิริยา lipid oxidation
Sriracha Chilli Garlic Sauce	-มีลักษณะเหลว ไม่มีความหนืด -มีสีเข้มขึ้นไปจากเดิม	-เนื่องจากหมดอายุเป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ ลักษณะเนื้อสัมผัสและสีที่ปรากฏโดยเกิดปฏิกิริยา Maillard
เวทพวงศัน้ำผึ้ง	-พบมดขึ้นในบรรจุภัณฑ์น้ำผึ้ง -น้ำผึ้งมีสีเข้มขึ้นไปจากเดิม	-บรรจุภัณฑ์ชำรุด ทำให้มดสามารถเข้าไปได้ -สีที่เข้มขึ้นเกิดจากปฏิกิริยา Maillard
แฮมสับประรด	-สีมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองเปลี่ยนเป็นสีดำ	-เนื่องจากหมดอายุเป็นเวลานานส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ ลักษณะเนื้อสัมผัสและสีที่เข้มขึ้นเกิดจากปฏิกิริยา Maillard
น้ำส้ม sunquick	-มีการเปลี่ยนแปลงสี สีเข้มขึ้น	-สีที่เข้มขึ้นเกิดจากปฏิกิริยา Maillard
น้ำเชื่อมกลิ่นวานิลลา	-มีเชื้อจุลินทรีย์เจริญบนผิวหน้าของน้ำเชื่อม -มีสีที่เข้มขึ้น	-เก็บไว้เป็นเวลานาน ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติสามารถทนแรงดันออสโมซิสและต้องการออกซิเจนเจริญได้ -สีที่เข้มขึ้นเกิดจากปฏิกิริยา Maillard

น้ำตาลทรายแดง มิตรผล	-มีการจับตัวกันเป็นก้อน -มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น	-เนื่องจากอาจมีรอยร้าวของบรรจุภัณฑ์ ส่งผลทำให้เกิด moisture migration -สีที่เข้มขึ้นเกิดจากปฏิกิริยา Maillard
ข้าวโพดอ่อนในน้ำเกลือ (UFC)	-กระป๋องมีสนิมเกิดขึ้นบริเวณฝากระป๋อง	-เกิดปฏิกิริยาออกซิไดส์ เนื่องจากอะตอมของโลหะที่ถูกออกซิไดส์แล้วรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นออกไซด์ของโลหะนั้น เช่น สนิมเหล็ก ดังสมการ $4\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
ทูน่ากระป๋อง	-กระป๋องบุบ มีสนิมเกิดขึ้นที่ขอบฝา -มีการเปลี่ยนแปลงของสีอาหาร (สีของทูน่าออกเป็นสีเหลือง)	-เกิดปฏิกิริยาออกซิไดส์ เนื่องจากอะตอมของโลหะที่ถูกออกซิไดส์แล้วรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นออกไซด์ของโลหะนั้น เช่น สนิมเหล็ก ดังสมการ $4\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ และเกิดการตกหรือกระแทกกับกระป๋องทำให้กระป๋องบุบ -เนื่องจากหมดอายุเป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีที่ปรากฏ
ผลิตภัณฑ์สาธิต Muslim Halal Foods	-มีกลิ่นเหม็น -กระป๋องเกิดสนิมที่บริเวณฝา	-เกิดปฏิกิริยาออกซิไดส์ เนื่องจากอะตอมของโลหะที่ถูกออกซิไดส์แล้วรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ

	กระป๋อง -สีของแกงมีสีที่เข้มขึ้น	เกิดเป็นออกไซด์ของโลหะนั้น เช่น สนิมเหล็ก ดังสมการ $4\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -เนื่องจากหมดอายุเป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ ลักษณะ เนื้อสัมผัสและสีที่ปรากฏ
ข้าวกล้องผัดกระเพรา	-เนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวมีลักษณะ แข็งและร่วน	-เนื่องจากหมดอายุเป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดข้าว โดยมีการคายน้ำออกทำให้มีลักษณะ เนื้อสัมผัสที่แข็งและร่วน
Tomato Paste (MICA)	-มีเชื้อราเจริญเติบโตอยู่ที่ขอบบรรจุภัณฑ์ โดยลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ที่พบ มีลักษณะดังนี้ คือ เป็นราสีเขียว มีเส้นใยเป็นสีขาวปุยล้อมรอบ และมีจุดสีน้ำตาลเกิดขึ้น	-เนื่องจากกระป๋องถูกเปิด มีอากาศ มีสารอาหารและอุณหภูมิที่เหมาะสมทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้
เค้กช็อกโกแลต	-ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	-อาจมีการใส่วัตถุกันเสียลงไปในอาหาร
เค้กส้ม	-มีเชื้อราเจริญเติบโตที่ผิวหน้าของเนื้อเค้ก โดยลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ที่พบ เป็นราสีเขียว มีเส้นใย	-เกิดจากความชื้นและอาหาร(น้ำตาล) ที่เหมาะสมทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้
Hokkaidao (S&P)	-มีเชื้อราเจริญเติบโตที่เนื้อเค้ก โดยลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ที่พบ เป็นราสีดำ ล้อมรอบด้วยเส้นใยสีขาว	-เกิดจากความชื้นและอาหาร(น้ำตาล) ที่เหมาะสมทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้
โยเกิร์ต	-เนื้อโยเกิร์ต มีลักษณะเหลวขึ้น	-เนื่องจากหมดอายุเป็นเวลานาน ส่งผล

	-มีการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ โยเกิร์ตเป็นสีเหลือง	ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากกิจกรรม ของเชื้อจุลินทรีย์ในโยเกิร์ต -สีเหลืองเกิดขึ้นจากปฏิกิริยา Maillard
Thai Den Mark (รสหวาน)	-มีการเปลี่ยนแปลงสีเป็นสีเหลือง	-เกิดปฏิกิริยา Maillard
Thai Den Mark (รสจืด)	-มีการเปลี่ยนแปลงของสีนํ้านมที่ เข้มข้นไปจากเดิม -มีฟองแก๊สเล็กน้อย	-เกิดปฏิกิริยา Maillard -เนื้อด้วยมีจุลินทรีย์ปนเปื้อน
ไวตามิลค์	-มีตะกอนเกิดขึ้นที่นํ้านม -นํ้านมมีสีที่เข้มข้นไปจากเดิม	-อาจเนื่องจากเชื้อ <i>Lactic acid bacteria</i> -เกิดปฏิกิริยา Maillard
Unif ทับทิม	-สีของนํ้าทับทิม มีสีที่เข้มข้น	-เกิดปฏิกิริยา Enzymatic Browning
นม Carnation	-มีสีของนํ้านมที่เข้มข้นไปจากเดิม -กระป๋องมีสนิมเกิดขึ้นที่บริเวณฝา กระป๋อง -บรรจุภัณฑ์มีรอยร้าว -มีกลิ่นเหม็น	-เกิดปฏิกิริยา Maillard -เกิดปฏิกิริยาออกซิไดส์ เนื่องจากอะตอมของโลหะที่ถูกออกซิ ไดส์แล้วรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นออกไซด์ของโลหะนั้น เช่น สนิมเหล็ก ดังสมการ $4\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -เกิดจากการโดนกระแทก -มีกลิ่นเหม็นเกิดจากกิจกรรมของ จุลินทรีย์โดยมีอากาศซึมเข้าสู่กระป๋อง ที่บริเวณรอยร้าวกระแทก
ลองกอง	-บริเวณที่ผิวเปลือกลองกองมีสีดำ	-เกิดปฏิกิริยา Enzymatic Browning

	-ลองกองมีลักษณะซ้ำ มีบาดแผล -มีเชื้อราเจริญเติบโตบริเวณที่ผิวเปลือกลองกอง โดยลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ที่พบ เป็นเส้นใยสีขาว เกาะอยู่บริเวณขั้วผลลองกอง	-เนื่องจากถูกทำลายด้วยแมลง -เกิดจากโรคราสีขาว
กล้วย	-บริเวณที่ผิวเปลือกกล้วยมีสีดำ -ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความนุ่ม	-เกิดปฏิกิริยา Enzymatic Browning -เนื่องจากเอนไซม์ pectinase หลั่งออกมาย่อย pectin ทำให้เนื้อผลไม้ไม่นุ่ม
ฝรั่ง	-บริเวณที่ผิวเปลือกฝรั่งมีจุดสีดำ มีลักษณะเป็นโรคพืช -มีเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นที่ผิวเปลือกของฝรั่ง โดยลักษณะเชื้อราที่พบเป็นโคโคนีสีดำ -มีลักษณะของเนื้อสัมผัสที่นุ่ม	-เกิดจากจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ -เกิดจากจุลินทรีย์ที่มีเอนไซม์ Pectinase (ตัวอย่างแบคทีเรียที่พบ คือ Pseudomonas ย่อยสลายสารเพกติน) -มีรอยเกาะของแมลง
มะกรูด	-บริเวณผิวมะกรูดมีสีน้ำตาล/ดำเข้ม -มีเชื้อราเจริญที่ผิวของเปลือกมะกรูด -มีกลิ่นเหม็น	-เกิดปฏิกิริยา Enzymatic Browning -เกิดการหายใจโดยการคายน้ำของผลมะกรูดทำให้มีจุลินทรีย์เจริญเติบโต และมีกลิ่นที่เปลี่ยนไป
มะนาว	-ลักษณะเปลือกมะนาวแข็ง แห้ง -บริเวณที่ผิวเปลือกมะนาวมี สีน้ำตาล	-เกิดการการสูญเสียน้ำจากการหายใจของผลมะนาว -เกิดจากโรคราสนิม
ปอกไก่สด	-ปอกไก่มีสีขาวซีด ไม่สด	-เกิดการทำงานของเอนไซม์ทำให้สีและกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป

	-มีกลิ่นเหม็น -มีเมือกเกิดขึ้นที่บนผิวของปีกไก่	-มีเชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโต
Sandwich Ham (Betago)	-เนื้อแฮมมีสีที่เข้มขึ้นไปจากเดิม -มีเมือกเกิดขึ้นที่ผิวของแฮม	-เกิดปฏิกิริยา Maillard -มีเชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโต
ปูอัดสติก	-เนื้อปูอัดมีสีเหลืองเกิดขึ้น -มีกลิ่นเหม็น	-เกิดปฏิกิริยา Maillard
กระเทียม	-มีการรอกของกระเทียม -มีการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยลักษณะเชื้อราที่พบ มีสปอร์สีดำเล็กๆ กระจายอยู่ที่ผิวเปลือกของกระเทียม -เปลือกกระเทียมมีสีน้ำตาล	-เกิดจากความชื้นบริเวณภาชนะบรรจุกระเทียมเพียงพอต่อการรอกของราก -เชื้อรากลุ่ม <i>Aspergillus flavus</i> และ <i>Aspergillus parasiticus</i> ที่สร้างสารพิษอะฟลาท็อกซิน ซึ่งเชื้อราที่พบในกระเทียม คือ <i>Aspergillus alliaceus</i> ทำให้เกิด Black rot -เกิดปฏิกิริยา Enzymatic Browning
ชี้อ้วนมาตรฐาน 1	-มีกลิ่นเหม็นฉุน -สีของชีอ้วนมีสีที่เข้มขึ้นไปจากเดิม	-เกิดปฏิกิริยา Maillard
ไข่ห่านแป้น	-ไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ	-ตัวอย่างมีค่า A_{420} ต่ำ ทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นน้อยหรือไม่เกิดขึ้นเลย
ลูกจันทร์บด	-สีของลูกจันทร์บดมีสีที่เข้มขึ้น	-เกิดปฏิกิริยา Enzymatic Browning
น้ำมันพืช	-มีกลิ่นเหม็นหืน	-เกิดปฏิกิริยา lipid oxidation

Thyme (ไทม์)	-มีสีเข้มขึ้นจากเดิม	-เกิดปฏิกิริยา Enzymatic Browning
น้ำพริกปลาย่าง (แม่ประนอม)	-ลักษณะสีของน้ำพริกมีสีดำเข้ม -มีกลิ่นเหม็นหืน	-เกิดปฏิกิริยา Maillard -เกิดปฏิกิริยา lipid oxidation
ซอสพริก (ภูเขาทอง)	-มีลักษณะเหลว ไม่มีความหนืด -มีกลิ่นฉุน	-เกิดปฏิกิริยา Maillard -เกิดปฏิกิริยา lipid oxidation
Oregano	-ไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ	-ตัวอย่างมีค่า A_w ต่ำ ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้น้อยหรือไม่เกิดขึ้นเลย
น้ำปลาพริก หอยนางรม (ฝาแดง)	-มีกลิ่นเหม็น -มีสีเข้มขึ้นไปจากเดิม	-เกิดปฏิกิริยา Maillard
อบเชยป่น	-มีกลิ่นเหม็นหืน	-ในอบเชยมีส่วนประกอบของไขมัน ทำให้เกิดปฏิกิริยา lipid oxidation
ข้าวสาร	-มีมอดขึ้นในถุงข้าวสาร -เมล็ดข้าวมีสีเข้มขึ้นไปจากเดิม	-บรรจุภัณฑ์เกิดชำรุดฉีกขาด -เกิดปฏิกิริยา Enzymatic Browning

นางสาว อภิญา สุขวิจิตร

ผู้ชำนาญการ 4 วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนจากเนื้อสัตว์

ผู้จัดทำและรวบรวมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นิธิยา รัตนานนท์ .การเสื่อมเสียของอาหาร . สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2560 ,

แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1232/food-spoilage>

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ . การเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ . สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2560 ,

แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1856>

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ . การเสื่อมเสียของผักและผลไม้ . สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2560 , แหล่งที่มา :

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2879>

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ .ปฏิกิริยาเมลลาร์ด . สืบค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2560 , แหล่งที่มา :

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0397/maillard-reaction>

ผศ.ดร. พจนา สีมันตร ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร กำแพงแสน. การถนอมอาหารและการเก็บรักษา .

สืบค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2560 , แหล่งที่มา : file:///C:/Users/Admins/Downloads/Documents/2556-09-

24-01999011.pdf