



จุลินทรีย์ในปลากระป๋อง

กนกพรรณ ศรีมโนภาส
กลุ่มพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์

อาหารกระป๋อง (Canned food)

หมายถึงอาหารที่ผ่านการถนอมอาหาร (food preservation) ด้วยการใช้ความร้อน (thermal processing) โดยวิธีการบรรจุกระป๋อง (canning) ซึ่งเป็นการบรรจุอาหารในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกสนิท (hermetically sealed container) ก่อนนำไปฆ่าเชื้อทางการค้า (commercial sterilization) สามารถเก็บรักษาได้นาน (6 เดือน ถึง 3 ปี) ที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เสื่อมสภาพ

ประเภทของอาหารกระป๋อง

อาหารกระป๋องสามารถแบ่งตามค่า pH ได้เป็น 2 ประเภท

1. Low acid canned food หรืออาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ อาหาร หรือ ผลิตภัณฑ์อาหาร ที่มี pH มากกว่า 4.6 และมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity) มากกว่า 0.85 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ได้แก่ เนื้อสัตว์ อาหารทะเล

และนมเป็นต้น อาหารกลุ่มนี้เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์หลายชนิด ทั้ง รา ยีสต์ และ แบคทีเรีย โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (food spoilage microorganisms) จึงเป็นอาหารที่มีความเสี่ยงที่จะเน่าเสียง่าย และมีโอกาสที่จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหากไม่ได้ผ่านกระบวนการถนอมอาหารที่ถูกต้อง

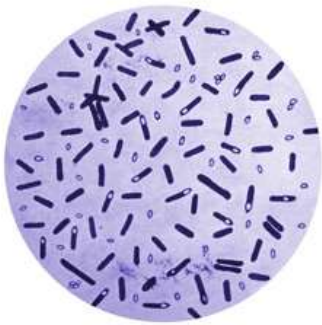


2. Acid canned food หรือ อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดคือ อาหาร หรือ ผลิตภัณฑ์อาหาร ที่มี pH น้อยกว่า 4.6 และมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity) น้อยกว่า 0.85 อาหารที่มีความเป็นกรด ได้แก่ อาหารหมักดอง น้ำผลไม้ และผลไม้ เป็นต้น ในปัจจุบันมีการผลิตอาหารปรับกรด (acidified food) หมายถึงอาหารที่ปรับ pH ด้วยกรด หรือ ผสมกับอาหารที่เป็นกรด (acid food) โดยการสวกหรือแช่ชิ้นอาหารในสารละลายกรด หรือเติมกรด หรือเติมอาหารที่มีความเป็นกรดเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มี pH น้อยกว่า 4.6 และมีวอเตอร์แอกทิวิตี มากกว่า 0.85

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในปลากระป๋อง

1. สภาพสุญญากาศ (Vacuum)

สภาพสุญญากาศจะมีผลกระทบต่อ การเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ ถ้าจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศมีชีวิตรอดภายหลังจากกระบวนการให้ความร้อนจุลินทรีย์ดังกล่าวจะไม่สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนได้ ในช่วงการทำให้กระป๋องเย็นภายหลังจากให้ความร้อน น้ำอาจสามารถเข้าไปภายในกระป๋องได้ ทำให้อาหารกระป๋องมีโอกาสปนเปื้อนจากจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่สร้างสปอร์ (Nonsporeformer) ซึ่งหากเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในสภาพที่ไม่มีอากาศ หรือมีอากาศเพียงเล็กน้อย ก็อาจก่อให้เกิดการเน่าเสียในอาหารกระป๋องได้



2. ชนิดของแบคทีเรีย (Type of bacterium)

สภาพสุญญากาศที่เกิดขึ้นในกระป๋อง จะเกื้อหนุนต่อการเจริญของแบคทีเรียในกลุ่ม Anaerobes หรือ Facultative ซึ่งรอดชีวิต ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหารกระป๋อง

แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับอาหารบรรจุกระป๋องที่สำคัญ ได้แก่ แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ โดยเฉพาะกลุ่มที่มีที่อยู่ในดิน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

2.1 Thermophilic facultative anaerobic spores

สปอร์ของแบคทีเรียที่สามารถเจริญในที่ที่มีอุณหภูมิสูง ภายใต้อากาศที่ไม่มีอากาศ ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ *Bacillus stearothermophilus* ซึ่งสามารถเจริญในอาหารกระป๋องได้ สปอร์ของแบคทีเรียนี้จะพบได้ในดิน

2.2 Thermophilic and anaerobic spores

สปอร์ของแบคทีเรียที่สามารถเจริญในที่ที่มีอุณหภูมิสูง ภายใต้อากาศที่ไม่มีอากาศ มักพบในอาหารประเภทกรดต่ำซึ่งมี pH > 4.6 และ aw > 0.85 ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ *Clostridium thermosaccharolyticum* ซึ่งพบในดิน แต่พบในปริมาณที่น้อยกว่าแบคทีเรียในกลุ่มที่ 1

2.3 Mesophilic and anaerobic spores

สปอร์ของแบคทีเรียที่สามารถเจริญในที่ที่มีอุณหภูมิปานกลาง ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ *Clostridium sporogenes*, *C. butyricum*, *C. pasteurianum* และ *C. botulinum* ซึ่ง *C. botulinum* เป็นสาเหตุของโรค Botulism ทำให้ผู้บริโภคตายได้ ดังนั้นในอุตสาหกรรมอาหารจึงใช้ *C. sporogenes* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ไม่เป็นพิษแก่ผู้บริโภคเหมือนกับ *C. botulinum* และสามารถทนความร้อนได้สูงกว่า ในการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อในอาหารกระป๋องด้วยความร้อน

3. ความเป็นกรด-ต่าง หรือพีเอช (pH)

ความเป็นกรด-ต่างจะจำกัดการเจริญของจุลินทรีย์ และมีผลต่อการทำลายสปอร์ในระหว่างการให้ความร้อน ความเป็นกรด-ต่างของอาหารยังมีผลต่อการกำหนดอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ เช่น อาหารที่มีความเป็นกรดสูงหรือมี pH ต่ำ จะใช้อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื่อน้อยกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ หรือมี pH สูง อาหารที่มี pH ต่ำกว่า 4.6 สามารถแปรรูปได้ด้วยความร้อนในระดับน้ำเดือด (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) ก็เพียงพอในการที่จะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และในสภาพที่ค่า pH ของอาหารต่ำกว่า 4.6 สปอร์ของจุลินทรีย์จะไม่สามารถงอกและเจริญได้ แม้สปอร์จะไม่ถูกทำลายในระหว่างการให้ความร้อน

4. อุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา (Temperature of storage)

อาหารกระป๋องสามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง หากเก็บรักษาอาหารกระป๋องในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น ไม่มีที่ระบายอากาศ หรืออุณหภูมิสูงเหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์ หรือการงอกของสปอร์แบคทีเรีย สามารถทำให้สปอร์ของแบคทีเรียงอกและเพิ่มจำนวน รวมทั้งเซลล์ที่บาดเจ็บสามารถฟื้นตัว และเพิ่มจำนวน ซึ่งอาจสร้างสารพิษที่ร้ายแรงเป็นอันตรายถึงชีวิต

ลักษณะของการเสื่อมเสียของปลากระป๋อง

1. Flat Sour ลักษณะภายนอกกระป๋องไม่เปลี่ยนแปลง แต่ผลิตภัณฑ์ภายในกระป๋องจะมี pH ลดลง มีรสเปรี้ยวมากขึ้น อาจมีกลิ่นผิดปกติ และบางครั้งมีน้ำขุ่น ซึ่งเกิดจาก *Bacillus stearothermophilus* และ *B. coagulans* จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ มีคุณสมบัติ เป็น Facultative anaerobe ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (Sour) ในผลิตภัณฑ์



ไม่สร้างแก๊สจึงทำให้อาหารบรรจุกระป๋องเกิดการเน่าเสียแบบ Flat sour โดยกระป๋องไม่บวม จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดีภายใต้สภาพสุญญากาศบางส่วนเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ 30 - 45 องศาเซลเซียส แต่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงเหมาะสม 50 - 55 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามอุณหภูมิสูงช่วง 65 - 75 องศาเซลเซียส ก็ยังสามารถเจริญได้

2. Thermophillic anaerobe กระป๋องจะบวม อาจระเบิดได้ ผลิตภัณฑ์อาหารภายในกระป๋องมีรสเปรี้ยว อาจมีลักษณะคล้ายเนย และมีกลิ่นเหม็น ซึ่งเกิดจาก *Clostridium thermosaccharolyticum* จุลินทรีย์กลุ่มนี้มีสปอร์ ไม่สร้างก๊าซไฮโดรเจนไดซัลไฟด์ ไม่ต้องการออกซิเจน ไม่ย่อยสลายโปรตีน แต่ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต เช่น น้ำตาลเพื่อผลิตกรดทำให้อาหารมีรสเปรี้ยว และสร้างก๊าซ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน ทำให้กระป๋องบวมจนอาจระเบิดได้ มักพบปนเปื้อน *C. thermosaccharolyticum* ใน แป้ง ธัญพืช น้ำตาล และดิน

3. Sulfide spoilage ลักษณะกระป๋องจะแบน มีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทำให้อาหารในกระป๋องมีสีดำ และมีกลิ่นไขเน่า และอาหารมีสีดำซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของเหล็กและซัลไฟด์ โดยกระป๋องภายนอกปกติ จุลินทรีย์กลุ่มนี้ เช่น *C. nigrificans* (*Desulfotomaculum nigrificans*), *C. putrefaciens*, *C. sporogenes* จะย่อยสลายโปรตีนในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ได้สารประกอบพวกอินโดล สเคโตล และได้ก๊าซต่าง ๆ ซึ่งก๊าซที่เกิดขึ้นอาจทำให้กระป๋องบวมจนระเบิดได้

4. Putrefactive anaerobe ทำให้กระป๋องบวม อาจระเบิดได้ อาหารถูกย่อยไปบางส่วน pH สูงขึ้น เล็กน้อย มีกลิ่นเน่าเหม็น ซึ่งเกิดจาก *C. sporogenes*



5. Aerobic sporeformers ลักษณะกระป๋องมัก ไม่บวม ยกเว้นกระป๋องที่บรรจุเนื้อที่มีไนเตรตและ น้ำตาล อาหารในกระป๋องถ้ามีนมเป็นส่วนประกอบจะทำให้เน่าแข็งตัว ซึ่งเกิดจาก *Bacillus spp.*

สาเหตุของการเสื่อมเสียของปลากระป๋อง

1. สาเหตุทางกายภาพ

การขนส่งที่ไม่ถูกวิธี มีการกระแทก หรือจัดเรียงกระป๋องบนแท่นวาง (Pallet) ไม่ดี ทำให้น้ำหนักของ กระป๋องบางส่วนกดทับกระป๋องที่อยู่อันถัดไปมากเกินไป ทำให้กระป๋องบวมบุบหรือมีรอยขีดข่วน ยังรวมทั้งรอย ขูดขีดกระป๋องจากสายพานที่ใช้ลำเลียงในระหว่างกระบวนการผลิต การบรรจุมากเกินไปก็ทำให้กระป๋องบวม

2. สาเหตุทางเคมี

เกิดจากการไล่อากาศออกไม่หมดก่อนใช้ความร้อนฆ่าเชื้อในอาหาร ออกซิเจนที่เหลืออยู่ในกระป๋องจะ ทำปฏิกิริยากับสารเคลือบในกระป๋อง ทำให้อาหารเปลี่ยนสี หรืออาจเกิดจากการที่กรดในอาหารทำปฏิกิริยากับ กระป๋อง ทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจน เป็นเหตุให้กระป๋องบวมได้

3. สาเหตุทางด้านจุลินทรีย์

หากมีสปอร์ของแบคทีเรียที่ทนความร้อนรอดชีวิตอยู่ได้ เมื่ออาหารกระป๋องถูกกระตุ้นให้มีสภาวะที่ เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย จะทำให้สปอร์ของแบคทีเรียงอกและเจริญเพิ่มจำนวนเซลล์แบคทีเรียมาก ขึ้นถึงปริมาณหนึ่งแล้ว จะสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคถึงแก่ชีวิตสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะ เสื่อมสภาพของปลากระป๋องทางจุลินทรีย์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะเสื่อมสภาพของปลากะป๋องทางจุลินทรีย์ (APHA, 2001)

ลักษณะ กระป๋อง	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ	ลักษณะที่พบ				สาเหตุ
			ก๊าซ (CO ₂ &H ₂)	pH	ส่องด้วย กล้องจุลทรรศน์	ลักษณะเชื้อ ที่พบ	
บวม	ปกติ หรือ มีกลิ่นโลหะ	ปกติ อาจมีฟอง (กระป๋องอาจสีกร่อน หรือมีสนิม)	มี H ₂ มากกว่า 20%	ปกติ	ไม่พบ	ไม่เจริญ	ก๊าซ Hydrogen ทำให้กระป๋องบวม
บวม	กลิ่นเปรี้ยว	มีฟอง; น้ำเกลือ อาจเหนียวหนืด	มี CO ₂ จำนวนมาก	ต่ำกว่าปกติ	พบแบคทีเรียชนิดเดียว หรือหลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรียรูปแท่ง, กลมแท่ง, กลม หรือ ยีสต์	เชื้อที่เจริญแบบใช้อากาศ หรือ ไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C และอาจเจริญได้ที่ 55 °C	กระป๋องรั่ว
บวม	กลิ่นเปรี้ยว	มีฟอง; น้ำเกลือ อาจเหนียวหนืด; พบบางส่วนของ อาหารไม่สุก	มี CO ₂ จำนวนมาก	ต่ำกว่าปกติ	พบแบคทีเรียชนิดเดียว หรือหลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรียรูปแท่ง, กลมแท่ง, กลม หรือ ยีสต์	เชื้อที่เจริญแบบใช้อากาศ หรือ ไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C และอาจเจริญได้ที่ 55 °C (ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่าน high exhaust จะพบเฉพาะ เชื้อที่สร้างสปอร์)	ไม่ผ่านกระบวนการ บางอย่าง
บวม	ปกติ หรือ มีกลิ่นเปรี้ยว หรือกลิ่น Cheesy	มีฟอง	มี H ₂ และ CO ₂	ต่ำกว่า ปกติเล็กน้อย	พบแบคทีเรียรูปแท่ง, แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ ที่มีลักษณะกลมแต่ อาจเห็นได้ยาก	เชื้อที่เจริญแบบไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 55°C สร้างก๊าซ และ เจริญได้อย่างช้าๆ ที่ 30°C	ระบบ Cooling ระบาย ความร้อนไม่ดี หรือ เก็บ กระป๋องที่อุณหภูมิสูง

ตารางที่ 1: สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะเสื่อมสภาพของปลากระป๋องทางจุลินทรีย์ (APHA, 2001) (ต่อ)

ลักษณะกระป๋อง	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ	ลักษณะที่พบ				ลักษณะเชื้อที่พบ	สาเหตุ
			ก๊าซ (CO ₂ &H ₂)	pH	ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์			
บวม	ปกติหรือกลิ่น Cheesy	ปกติหรือมีฟอง อาจมีการย่อยสลาย	มี CO ₂ จำนวนมาก และมี H ₂ เล็กน้อย	ปกติหรือต่ำกว่าปกติ เล็กน้อย	พบแบคทีเรียรูปแท่ง อาจมีสปอร์	เชื้อที่เจริญแบบไม่ใช้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 30°C ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น	ให้ความร้อนไม่พอ ทำให้ mesophilic anaerobes เจริญได้ (อาจเป็น <i>C. botulinum</i>)	
บวม	มีกลิ่นแอมโมเนีย เล็กน้อย	ปกติหรือมีฟอง	มี CO ₂	ต่ำกว่าปกติ เล็กน้อย	พบแบคทีเรียรูปแท่ง	เชื้อที่เจริญแบบใช้ออกซิเจน หรือ ไม่ใช้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 30 °C สร้างก๊าซ และพบแผ่นฝ้า เมื่อ บ่มเพาะเชื้อด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว ที่ 55°C หากบ่มเพาะเชื้อด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งอาจพบเชื้อที่สร้างสปอร์	ให้ความร้อนไม่พอ หรือมีกระป๋องรั่ว (อาจเป็น <i>B.subtilis</i>)	
บวม	มีกลิ่นกรด Butyric	มีฟองก๊าซขนาดใหญ่	มี H ₂ และ CO ₂	ต่ำกว่าปกติ เล็กน้อย	พบแบคทีเรียรูปแท่ง อาจพบเชื้อที่สร้างสปอร์	เชื้อที่เจริญแบบไม่ใช้ออกซิเจน สร้างกรด Butyric	ให้ความร้อนไม่พอ (Butyric acid anaerobes)	
ไม่เป็น สุญญากาศ และ/หรือ Buckled	ปกติ	ปกติ	ไม่มี H ₂	ปกติหรือต่ำกว่าปกติ เล็กน้อย	อาจพบหรือไม่พบเชื้อ	ไม่เจริญ	ระบบสุญญากาศ สาเหตุจาก <ul style="list-style-type: none"> ● การนำเสีย ● การไล่อากาศ ● การลวก ● ระบบ Cooling ● Overfill 	

ตารางที่ 1: สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะเสื่อมสภาพของปลากระป๋องทางจุลินทรีย์ (APHA, 2001) (ต่อ)

ลักษณะกระป๋อง	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ	ก๊าซ	pH (CO ₂ &H ₂)	ลักษณะที่พบ		สาเหตุ
					ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์	ลักษณะเชื้อที่พบ	
แบน	เปรี้ยว	ปกติ หรือน้ำเกลือขุ่น	ไม่มี H ₂	ต่ำกว่าปกติเล็กน้อย	พบแบคทีเรียรูปแท่ง อาจมีรูปร่างกลมเล็ก	เชื้อที่เจริญโดยไม่ใช้ก๊าซที่ 55°C และอาจเจริญได้ที่ 30°C	ระบบ Cooling ระบายความร้อนไม่ดี หรือเก็บกระป๋องที่อุณหภูมิสูง (Thermophilic flat sours)
แบน	ปกติ - เปรี้ยว	ปกติ หรือน้ำเกลือขุ่น อาจมีเมือก	ไม่มี H ₂	ต่ำกว่าปกติเล็กน้อย	พบแบคทีเรียชนิดเดียว หรือหลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรียรูปแท่ง, กลมแท่ง, กลม	เชื้อที่เจริญแบบใช้อากาศ หรือไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C และอาจเจริญที่ 55°C	ปนเปื้อนหลังกระบวนการผลิต

สาเหตุของการเสื่อมเสียของปลากระป๋อง



1. กรณีพบกระป๋องบวม เกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1.1 กระป๋องบวม ลักษณะปรากฏภายในกระป๋องปกติ กลิ่นรสปกติ แต่พบว่ามีก๊าซ Hydrogen มากกว่า 20 % สาเหตุเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของโลหะภายในกระป๋องทำให้เกิดการสร้างก๊าซ Hydrogen และทำให้กระป๋องบวม

1.2 กระป๋องบวม ลักษณะปรากฏภายในกระป๋องมีฟอง ถ้าเป็นปลากระป๋องในน้ำเกลือ น้ำเกลืออาจมีลักษณะเหนียวข้น มีกลิ่นเปรี้ยว พบก๊าซ CO₂ จำนวนมาก และพบแบคทีเรียชนิดเดียวหรือหลายชนิด ได้แก่แบคทีเรียรูปแท่ง และกลม เจริญได้โดยใช้อากาศหรือไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C และอาจเจริญได้ที่ 55 °C สาเหตุเกิดจากกระป๋องรั่ว

1.3 กระป๋องบวม ลักษณะปรากฏภายในกระป๋องมีฟอง ถ้าเป็นปลากระป๋องในน้ำเกลือ น้ำเกลืออาจมีลักษณะเหนียวข้น บางส่วนของปลาไม่สุก มีกลิ่นเปรี้ยว พบก๊าซ CO₂ จำนวนมาก และพบแบคทีเรียชนิดเดียวหรือหลายชนิด ได้แก่แบคทีเรียรูปแท่ง และกลม เจริญได้โดยใช้อากาศหรือไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C และอาจเจริญได้ที่ 55 °C สาเหตุเกิดจากผลิตภัณฑ์ไม่ผ่านกระบวนการบางอย่างในขั้นตอนการผลิต

1.4 กระป๋องบวม ลักษณะปรากฏภายในกระป๋องมีฟอง มีกลิ่นเปรี้ยว หรือกลิ่น Cheesy พบก๊าซ Hydrogen และ CO₂ และพบแบคทีเรียรูปแท่ง อาจพบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ที่มีลักษณะกลม เจริญได้โดยไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 55 °C สร้างก๊าซ และเจริญได้อย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C สาเหตุเกิดจากระบบ Cooling ระบายความร้อนไม่ดี หรือ เก็บกระป๋องที่อุณหภูมิสูง

1.5 กระป๋องบวม ลักษณะปรากฏภายในกระป๋องปกติ หรือมีฟอง อาจมีการย่อยสลายของชิ้นปลา มีกลิ่นปกติ หรือกลิ่น Cheesy พบก๊าซ Hydrogen เล็กน้อย และ CO₂ จำนวนมาก พบแบคทีเรียรูปแท่งอาจมีสปอร์ เจริญได้โดยไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น สาเหตุเกิดจากให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ ทำให้ mesophilic anaerobes เจริญได้ (อาจเป็น *C. botulinum*)



1.6 กระป๋องบวม ลักษณะปรากฏภายในกระป๋องปกติหรือมีฟอง มีกลิ่นแอมโมเนียเล็กน้อย พบก๊าซ CO₂ พบแบคทีเรียรูปแท่ง เจริญได้โดยใช้อากาศหรือไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C สร้างก๊าซ และพบแผ่นฝ้าเมื่อปั๊มเพาะเชื้อด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวที่ 55°C หากปั๊มเพาะเชื้อด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งอาจพบเชื้อที่สร้างสปอร์ สาเหตุเกิดจากให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ หรือกระป๋องรั่ว (อาจเป็น *B. subtilis*)

1.7 กระป๋องบวม ลักษณะปรากฏภายในกระป๋องมีฟองก๊าซขนาดใหญ่ มีกลิ่นกรดบิวทิริก พบก๊าซ Hydrogen และ CO₂ พบแบคทีเรียรูปแท่งอาจมีสปอร์ เจริญได้โดยไม่ใช้อากาศ สร้างบิวทิริก สาเหตุเกิดจากให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ (Butyric acid anaerobes)

2. กรณีกระป๋องแบน มีสาเหตุดังนี้

2.1 กระป๋องแบน ลักษณะปรากฏภายในกระป๋องปกติ หรือน้ำเกลือข้น ไม่พบก๊าซ Hydrogen และพบแบคทีเรียรูปแท่ง เจริญได้โดยไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 55 °C และอาจเจริญได้ที่ 30 °C สาเหตุเกิดจากระบบ Cooling ระบายความร้อนไม่ดี หรือ เก็บกระป๋องที่อุณหภูมิสูง (Thermophilic flat sours)

2.2 กระป๋องแบน ลักษณะปรากฏภายในกระป๋องปกติ หรือน้ำเกลือข้นอาจมีเมือก มีกลิ่นปกติถึงเปรี้ยว ไม่พบก๊าซ Hydrogen และพบแบคทีเรียชนิดเดี่ยวหรือหลายชนิด ได้แก่แบคทีเรียรูปแท่ง และกลม เจริญได้โดยใช้อากาศหรือไม่ใช้อากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C และอาจเจริญได้ที่ 55 °C สาเหตุเกิดจากการปนเปื้อนหลังกระบวนการผลิต



เอกสารอ้างอิง

1. นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2541. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 599 - 603.
2. ปรีชา วิบูลย์เศรษฐ์. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 82 - 87.
3. ทนง ภัครัชพันธุ์. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 115 - 121.
4. ทนง ภัครัชพันธุ์. 2524. การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูป. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 158 หน้า.
5. วรารุณี ครุสง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียน สโตร์ , กรุงเทพฯ. 209 หน้า.
6. American Public Health Association (APHA), 2001, The *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 4th Edition.
7. <https://sites.google.com/site/cannedfood15/bth-thi-3-chnid-khxng-xahar-krapxng>
8. <http://cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/faculty/aid/id77/can/can.htm>
9. <http://www.usmilitariaforum.com/forums/index.php?/topic/192038-i-am-done-with-collecting-rations/>