บทที่ 7
จุลินทรีย์และการเน่าเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

ในการผลิตเนื้อสัตว์ จำเป็นต้องควบคุมให้เนื้อสัตว์สะอาดปราศจากเชื้อโรคหรือเชื้อจุลินทรีย์ กล้ามเนื้อสัตว์ขณะมีชีวิตปกติปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่เมื่อผ่านขั้นตอนการฆ่าและชำแหละ การเคลื่อนย้าย ซาก การแช่เย็น และการตัดชิ้นเนื้อ ทำให้มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ในเวลาต่อมา

สาเหตุของการติดเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

จุลินทรีย์ที่ติดมากับตัวสัตว์ขณะมีชีวิตมีหลายชนิดที่สำคัญ เช่น เชื้อแบคทีเรียซัลโมเนลลา (salmonella) ซึ่งติดมากับสิ่งปฏิกูลที่ติดอยู่ตามผิวหนังและขนของสัตว์ และสามารถปนเปื้อนกับเนื้อสัตว์ด้วยเหตุผลสำคัญ ดังนี้ คือ

1. สภาพร่างกายสัตว์ที่อ่อนแอ หรือเหนื่อยล้าขณะเดินทาง ทำให้จุลินทรีย์จากระบบย่อยอาหารเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆของร่างกายได้ ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์สูงขึ้น

2. การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับมูลสัตว์ที่ติดผิวหนังและขนสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่เลี้ยงแบบขังภายในคอก

3. ขบวนการและการดำเนินการในขั้นตอนการฆ่าและชำแหละซากภายในโรงงานฆ่าสัตว์ เช่น การแทงคอเอาเลือดออก โดยเปิดปากแผลกว้างเกินไป การชำแหละซากที่กระทำบนพื้น พบว่า มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูงกว่าระบบแขวนบนราว

4. สุขภาพของผู้ที่ปฏิบัติงานภายในโรงฆ่าสัตว์ คนงานทุกคนจำเป็นต้องผ่านการตรวจสุขภาพประจำปี และต้องไม่เป็นโรคติดต่อซึ่งอาจมีผลต่อผู้บริโภคได้

5. การปนเปื้อนเนื่องมาจากการจัดการด้านสุขาภิบาลในโรงฆ่าสัตว์ไม่ดีพอ ซึ่งจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตกค้างและสะสมอยู่ในโรงฆ่าสัตว์

เนื้อสัตว์กับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

เนื้อสัตว์จัดเป็นอาหารที่ดีที่สุดต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจาก

1. เนื้อสัตว์มีความชื้นสูง โดยทั่วไปเนื้อสัตว์มีความชื้นร้อยละ 50-57 ซึ่งจุลินทรีย์ทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี

2. เนื้อสัตว์เป็นแหล่งอาหารที่ให้ธาตุอาหารพวกไนโตรเจน แร่ธาตุ และวิตามินที่อุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

3. เนื้อสัตว์มีคาร์โบไฮเดรตที่จุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น กลูโคสในเลือดที่เหลือค้างอยู่ตามเซล์ต่างๆ ซึ่งเกิดจากการหมักได้ง่ายถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม

4. เนื้อสัตว์มีค่า pH ที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ คือ ประมาณ 5.6

5. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อสัตว์ เช่น

5.1 ลักษณะทั่วไปของเนื้อสัตว์จะมีโพรงอากาศอยู่มากมาย ทำให้จุลินทรีย์สามาถอาศัยอยู่ได้

5.2 สภาพต่างๆ ขณะนำไปแปรรูปหรือประกอบอาหาร เช่น การตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาดเล็กลง การบดสับให้ละเอียดทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวของเนื้อ ซึ่งโอกาสที่จุลินทรีย์จะปนเปื้อนได้มาก และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้น เป็นสาเหตุให้เนื้อเน่าเสียในเวลาอันรวดเร็ว

ชนิดของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์มีหลายชนิด เช่น เชื้อแบคทีเรีย (bacteria) เชื้อรา (molds) และยีสต์ (yeasts) ซึ่งจะมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไป เช่น เชื้อแบคทีเรีย มีรูปร่างแบต่างๆ คือ แบบกลม (cocci) แบบเป็นแท่ง (rods) และแบบเป็นเกลียว (spirals) ยีสต์มีรูปร่างแบบกลม ส่วนเชื้อรามีขนาดใหญ่กว่าจุลินทรีย์สองชนิดแรก มีรูปร่างได้หลายแบบ และหลายสี

แบคทีเรียที่พบในเนื้อสัตว์

จุลินทรีย์ที่พบว่าปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่เป็นพวกแบคทีเรีย ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. แบคทีเรียที่หมักกรดแลคติกได้ (lactic acid bacteria)

แบคทีเรียในกลุ่มนี้อาศัยอยู่ตามผิวหน้าของเนื้อ ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต แต่ถ้ามีปริมาณออกซิเจนจำกัดจะทำให้เกิดกรดอินทรีย์ขึ้น ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก แบคทีเรียกลุ่มนี้ เช่น Streptococci, Lactobacilli, Bacillus species และ Clostridium species เป็นต้น

2. แบคทีเรียที่สร้างสารพิษขึ้นในอาหารพวกเนื้อสัตว์ (food borne intoxication)

แบคทีเรียพวกนี้ปนเปื้อนอยู่ในเนื้อสัตว์ โดยมาจากฝุ่นดินและผู้ประกอบการ ทนความร้อนได้สูง เจริญเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้น พร้อมกับผลิตสารพิษออกมา มีอยู่ 3 ประเภท คือ

2.1 Clostridium botulinum เป็นแบคทีเรียที่ผลิตสารพิษชื่อ Botulinum พบว่าหลังจากผู้ป่วยได้รับอาหารที่มีสารพิษนี้ 24-28 ชั่วโมง จะมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนเพลีย ไม่มีแรง สูญเสียความสามารถในการสั่งการของสมองส่วนกลาง ถ้าบริโภคมากอาจถึงตายได้ มักพบในอาหารประเภทโปรตีน อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อและผักบรรจุกระป๋อง แต่พบไม่บ่อยนัก ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่มีการเติมสารไนเตรทจะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดนี้ได้

2.2 Strepphylococcus aureus แบคทีเรียชนิดนี้จะผลิตสารพิษพวก Enterotoxin ซึ่งสร้างขึ้นภายในเซลล์ หลังจากผู้ป่วยได้รับสารพิษนี้ภายใน 2-6 ชั่วโมง จะเกิดการบวมพองของผนังในลำไส้และกระเพาะอาหาร สารนี้สามารถทนความร้อนที่น้ำเดือดได้นานถึง 60 นาที แบคทีเรียนี้มักพบในอาหารเนื้อสัตว์ที่ปิ้งย่าง รมควัน และเนื้อสดซึ่งผ่านความร้อนที่ไม่เพียงพอที่จะทำลายเซลล์ของแบคทีเรียได้

2.3 Clostridium perfringens แบคทีเรียชนิดนี้ส่วนใหญ่จะพบทั้งในเนื้อสด และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้สุก และทิ้งไว้ให้เย็นลงอย่างช้าๆ ผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อปนเปื้อนในอาหารในปริมาณมากจะมีอาการปวดท้องและท้องเสียหลังรับประทานอาหารที่มีเชื้อนี้ 8-22 ชั่วโมง การหุงต้มปกติจะทำลายเชื้อนี้ได้ แต่การทำลายสปอร์ต้องใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้น

3. แบคทีเรียที่ติดเชื้อจากอาหารพวกเนื้อสัตว์ (food borne infection)

ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อ Salmonella ที่ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณมาก แบคทีเรียนี้สามารถเจริญได้ในร่างกายของผู้บริโภคแล้วผลิตสารพิษ endotoxin ขึ้นภายในเซลล์ ให้ผู้ติดเชื้อมีอาการเวียนศีรษะ อาเจียน และท้องเดิน อาการจะปรากฏหลังจากได้รับเชื้อนานกว่า 6 ชั่วโมง

4. จุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เสื่อมเสีย (meat deterioration microorganism)

การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในตู้เย็นนานๆ หรือเก็บที่อุณหภูมิห้องชั่วระยะเวลาหนึ่ง โดยส่วนใหญ่เกิดจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอากาศและน้ำปนเปื้อนขณะทำการฆ่าชำแหละและการตัดแต่งซาก โดยจุลินทรีย์จะเข้าทางรอยมีดที่ตัดซาก หรือสัมผัสกับเสื้อผ้าและร่างกายคนงานจากหนังโค ใบเลื่อยผ่าซาก และปนเปื้อนจากอวัยวะทางเดินอาหาร เป็นต้น

ลักษณะการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื่องจากจุลินทรีย์แยกได้ 2 ลักษณะ คือ

4.1 การเสื่อมเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของรสชาติ อันเกิดเนื่องจาก

- การเหม็นหืน (rancidity) เกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์จากแบคทีเรียและการออกซิไดซ์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เอนไซม์จากแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเหม็นหืน ได้แก่ ไลเปส (lipase) แบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ พวก Pseudomonas และ Achromobactor

- การเหม็นเน่า (putrification) เกิดแบคทีเรียพวกที่ย่อยสลายโปรตีน (proteus) และเชื้อ Clostridium perfringens เจริญในเนื้อสัตว์ และสามารถย่อยสลายโปรตีนเกิดเป็นสารที่ทำให้เนื้อมีกลิ่นเหม็นเน่าขึ้น ซึ่งได้แก่ สาร hydrogen sulphide, mercaptans, indole, ammonia, amine และสารอื่นๆ

- การเกิดแก๊สและรสเปรี้ยว (gassing and souring) เกิดจากการย่อยสลายสารพวกคาร์โบไฮเดรตในเนื้อโดยแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ เช่น lactic acid bacteria ทำให้เกิดกรดอินทรีย์ขึ้นเนื้อมี pH ลดลง และเกิดแก๊สในเวลาเดียวกัน พบในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก และ ผลิตภัณฑ์แบบสุญญากาศ

4.2 การเสื่อมเสียของเนื้อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ (eye appearance) เช่น ผิวหน้าเมือก (surface slime) การเกิดสีต่างๆ บนผิวหน้าของชิ้นเนื้อหรือการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ ดังนี้

- ผิวหน้าเมือก เกิดจากแบคทีเรียพวก Pseudomonas และ Achromobacter พบในเนื้อสัตว์ที่แขวนไว้ในห้องเย็นที่มีความชื้นสูง ถ้าในห้องเย็นมีความชื้นต่ำ จะพบพวก micrococcus หรือยีสต์ปะปน การปนเปื้อนจากแบคทีเรียหรือยีสต์หรือทั้งสองอย่างในปริมาณมากๆ จะเห็นเป็นเมือกสีขาวๆ หรือสีเหลืองเกิดขึ้น

- การเกิดสีต่างๆ บนผิวหน้าของเนื้อและผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่สามารถสร้างรงควัตถุขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโต ทำให้มองเห็นเป็นจุดสีต่างๆ เกิดขึ้นบนผิวหน้า

จุดสีแดง (red spot) อาจเกิดจากเชื้อชื่อ Serratia marcescens

จุดสีเหลือง (yellow spot) อาจเกิดจากเชื้อชื่อ Pseudomonas syncyanea

จุดสีน้ำเงินแกมเขียว กับจุดดำแกมน้ำตาล อาจเกิดจากเชื้อแบคทีเรียชื่อ chromobacterium lividum

- การเปลี่ยนแปลงสีในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เกิดจากแบคทีเรียพวก Lactobacillus viridescens ซึ่งจะปนเปื้อนมาในส่วนผสมของเนื้อ ขณะเตรียมการและใช้ความร้อนไม่เพียงพอต่อการทำลายเชื้อแบคทีเรีย แบคทีเรียเหล่านี้จะผลิตสาร hydrogen peroxide เข้าทำปฏิกิริยากับโครงสร้างในไมโอโกลบิล ทำให้เกิดเป็นสีเขียว (greening) ขึ้น

5. จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียในเนื้อสด

เนื้อสดปกติจะมีแบคทีเรียพวก Pseudomonas อยู่ และเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียขึ้นในรูปของกลิ่นผิดปกติ (off- order) และรสชาติผิดปกติ (off-flavor)

ในการเคลื่อนย้ายเนื้อ การตัดแต่ง และการบรรจุเนื้อสด จะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียพวก Lactobacillus sp. จากวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่งและจากมือของผู้ปฏิบัติงาน

ในสภาพของเนื้อที่ตัดแบ่งครึ่งที่เก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่อุณภูมิใกล้ 32 องศาฟาเรนไฮต์ เพื่อทำการบ่มเนื้อให้นุ่ม (ageing) ผิวหน้าของเนื้ออาจมีเชื้อราอยู่โดยรอบ โดยทั่วไปเป็นเชื้อราพวก Cladoporium, Thamnidium หรือ mucor การเกิดเชื้อราเหล่านี้ขึ้น จะต้องตัดแต่งเนื้อบริเวณนี้ทิ้งไป

แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคหลังการบริโภคเนื้อสัตว์

พบว่าประมาณ 1 ใน 3 ของการเกิดโรคที่เกิดจากการติดเชื้อจุลินทรีย์จากอาหาร มีสาเหตุจากการบริโภคเนื้อสัตว์ ซึ่งได้แก่

1. โรคที่เกิดจากการบริโภคเนื้อสัตว์ที่ป่วยเป็นโรคติดต่อที่สามารถถ่ายทอดถึงคนได้ (zoonosis) ได้แก่ โรคแอนแทรกซ์ บรูเซลโลซิส เลปโตสไปโรซิส วัณโรค (Tuberculosis) และโรควัวบ้า (Bovine encephalospirolis) เป็นต้น

2. โรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) เกิดจากการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีเชื้อแบคทีเรียซึ่งไปเจริญเติบโตในทางเดินอาหารของผู้บริโภค และเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ ได้แก่ Samonella spp.,

Clostridium spp. และ Yersenia spp. เป็นต้น และโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากสารพิษที่เชื้อแบคทีเรียสร้างขึ้น ได้แก่ Clostridium spp., Stapphyllococcus spp. และ Bacillus spp.

การป้องกันและยับยั้งการปนเปื้อนจากจุลินทีย์ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

1. โรงงานฆ่าสัตว์หรือแปรรูปต้องมีสุขภิบาลที่ดี ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อตามพื้นห้อง ฝาผนัง บริเวณที่แปรรูป วัสดุและอุปกรณ์ที่สัมผัสกับเนื้อหรือผลิตภัณฑ์อาหารอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงตลอดเวลา

2. เนื้อสัตว์หลังการชำแหละ ควรทำให้เย็นลง โดยอุณหภูมิภายในเนื้อเหลือประมาณ 1.7 องศาเซลเซียส

3. ในห้องเย็นที่เก็บเนื้อสด ควรมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่างร้อยละ 90-95 เพื่อป้องกันน้ำหนักสูญหายเนื่องจากการแห้ง ส่วนอุณหภูมิในห้องตัดแต่งเนื้อควรใช้ประมาณ 10 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการกลั่นตัวของความชื้นจากอากาศบนชิ้นเนื้อ ซึ่งจะเป็นผลทำให้แบคทีเรียเจริญได้

4. เนื้อสดที่นำไปแปรรูปทำไส้กรอกหรือนำไปหมัก ไม่ควรนำออกจากอุณหภูมิห้องเก็บไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่า และมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า เพราะจะทำให้เกิดการกลั่นตัวของความชื้นบนชิ้นเนื้อ

5. ผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น แฮม หรือเบคอน ควรฉีดด้วยสารละลายน้ำเกลือในวันเดียวกับที่ชำแหละ หรือควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -3.3 ถึง -2.2 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการผลิตวันต่อไป

ระบบ GMP และ HACCP ในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์

ปัจจุบันเนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้ผลิตอาหารเป็นสินค้าส่งออกมากที่สุดประเทศหนึ่งของโลก จึงถูกผลักดันมาจากนานาประเทศให้ผู้ผลิตอาหารต้องนำระบบมาตรฐานมาใช้ในการควบคุมการผลิต โดยเฉพาะระบบ HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) และการที่ทำให้กระบวนการผลิตที่จะใช้ระบบ HACCP ในการควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคอย่างได้ผลนั้น จะต้องมีสภาพแวดล้อมของการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ ซึ่งจะต้องใช้หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตหรือที่เรียกว่า GMP (Good Manufacturing Practice) ดังนั้นระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัยด้วยระบบ GMP จึงเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่ต้องดำเนินการเพื่อรองรับการจัดทำระบบ HACCP

ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัยด้วยระบบ GMP

GMP (Good Manufacturing Practice) เป็นหลักเกณฑ์วิธีที่ดีในการผลิต ซึ่งเป็นระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัยต่อการบริโภค ซึ่งปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยได้กำหนดเป็นกฎหมายหลักเกณฑ์ว่าด้วย สุขลักษณะทั่วไปในการผลิตอาหาร โดยเป็นการจัดการด้านความพร้อมของสภาวะแวดล้อมในกระบวนการผลิต เช่น กาจัดการด้านอาคารสถานที่การผลิต สุขลักษณะส่วนบุคคล การควบคุมแมลงและสัตว์นำโรค การทำความสะอาดสถานที่

ผลิต เครื่องจักรรวมทั้งอุปกรณ์การผลิต การควบคุมน้ำใช้ในโรงงาน การควบคุมสารเคมี และการเรียกคืนผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ในขณะที่ HACCP เป็นการจัดการด้านการควบคุมกระบวนการผลิต (process control) โดยเน้นการจัดการจุดที่ได้มีการวิเคราะห์แล้วว่าเป็นจุดสำคัญหรือวิกฤตในการควบคุมอันตรายไม่ให้ไปสู่ผู้บริโภค

การใช้ระบบ GMP ซึ่งมุ่งเน้นการจัดการด้านสภาพแวดล้อมของกระบวนการผลิตอาหารให้ถูกสุขลักษณะ ประกอบด้วยการจัดการที่สำคัญด้านต่างๆ ดังนี้

1. อันตายจากความปลอดภัยของอาหาร (Food safety hazard)

อันตรายจากอาหารที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพ แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1.1 อันตรายชีวภาพ (biological hazard) คืออันตรายที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ก่อให้เกิดโรคหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส และพาราไซต์ ซึ่งอาจมาจากวัตถุดิบหรือจากขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิต ผู้ผลิตอาหารจะต้องมีความรู้ความเข้าใจถึงแหล่งและสาเหตุของการปนเปื้อนจากอันตรายเหล่านี้ และหาแนวทางควบคุมให้เหมาะสม

1.2 อันตรายเคมี (chemical hazard) การปนเปื้อนจากสารเคมีอาจเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของกระบวนการแปรรูปอาหาร สารเคมีบางชนิดจะไม่มีอันตรายถ้าหากมีการใช้และการควบคุมอย่างถูกต้อง แต่ถ้าไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้ จะเป็นการเสี่ยงต่อผู้บริโภคอันตรายเคมีมาจากแหล่งต่างๆ ได้ 4 แหล่ง คือ สารเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (จากพืช สัตว์ จุลินทรีย์บางชนิด) สารเคมีที่เติมลงไปโดยเจตนา (คือพวกวัตถุเจือปนอาหาร เช่น สีผสมอาหาร โซเดียมไนไตรท์ เป็นต้น) สารเคมีที่อาจปนเปื้อนมาโดยไม่เจตนา (เช่น สารปฏิชีวนะที่ตกค้างในอาหาร สารฆ่าแมลง สารฆ่าเชื้อ เป็นต้น) และสารเคมีที่ใช้ในโรงงาน (ได้แก่สารหล่อลื่น สารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด เป็นต้น)

1.3 อันตรายกายภาพ (physical hazard) หมายถึง สิ่งหรือสารแปลกปลอมซึ่งปกติจะไม่พบในอาหารนั้นๆ เมื่อผู้บริโภครับประทานสิ่งเหล่านี้เข้าไป จะก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรืออันตราต่อสุขภาพได้ เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ เศษไม้ เศษหิน เป็นต้น

2. สถานที่ตั้ง อาคารการผลิตและอุปกรณ์การผลิตอาหาร (Food plant location establishments and food equipment)

ในการสร้างโรงงานผลิตอาหาร จำเป็นต้องพิจารณาทำเลที่ตั้งโรงงาน การออกแบบโครงสร้าง เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตให้ถูกสุขลักษณะ ซึ่งนอกจากจะช่วยในการป้องกันการปนเปื้อนจากอันตรายต่างๆแล้ว ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคได้

3. การควบคุมน้ำใช้ น้ำแข็ง ไอน้ำ (Water, ice, steam control)

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการผลิตอาหาร ตามกฎหมายและข้อกำหนดเกี่ยวกับอาหาร น้ำที่สัมผัสกับอาหารจะต้องมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำบริโภค คือ จะต้องปราศจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค หรือสารเคมีที่เป็นอันตราย รวมทั้งกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ด้วย

อุตสาหกรรมอาหารบางชนิดจำเป็นต้องใช้น้ำแข็งในการลดอุณหภูมิของวัตถุดิบระหว่างกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์สุดท้าย ดังนั้น น้ำแข็งที่ใช้ต้องมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำบริโภคด้วย

ไอน้ำที่ใช้ในการให้ความร้อนเพื่อทำให้อาหารสุกหรือเพื่อการฆ่าเชื้อในอาหารและเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ น้ำที่ใช้ในการผลิตไอน้ำ ต้องเป็นน้ำอ่อนเพื่อป้องกันการเกิดตะกรันในหม้อ ไอน้ำ และเป็นน้ำที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ แต่ไม่ต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ

4. สุขลักษณะส่วนบุคคล (Personal hygiene)

เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษมักเกิดจากคน โดยมีสาเหตุมาจากพนักงานสุขภาพไม่ดี สุขลักษณะส่วนบุคคลไม่ดี และวิธีปฏิบัติต่ออาหารไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงควรมีการควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคลในเรื่อง

4.1 สุขภาพของพนักงาน พนักงานต้องมีสุขภาพที่แข็งแรง ไม่เป็นโรคติดต่อ และไม่เป็นพาหะนำโรคที่เป็นโรคติดต่อทางอาหาร เช่น ไทฟอยด์ ท้องร่วง ไวรัสตับอักเสบ เป็นต้น พนักงานจำเป็นต้องได้รับการตรวจติดตามสุขภาพอย่างน้อยปีละครั้ง

4.2 สุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน เช่น กฎระเบียบเกี่ยวกับการแต่งกาย การล้างมือ ตลอดจนข้อกำหนดอื่นๆ เกี่ยวกับการปฏิบัติงาน

4.3 การเคลื่อนที่ของพนักงาน ควรมีการจัดแบ่งพื้นที่ที่ระดับความสะอาดต่างกัน เช่น จุดรับวัตถุดิบย่อมมีความสะอาดน้อยกว่าบริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกฎระเบียบในแต่ละพื้นที่ย่อมแตกต่างกัน และต้องมีกฎระเบียบในการเคลื่อนที่ของพนักงาน เพื่อป้องกันไม่ให้พนักงานในส่วนที่ไม่สะอาดไปปนเปื้อนกับพนักงานในพื้นที่ส่วนสะอาด

4.4 การตรวจติดตาม ควรจัดให้มีการตรวจติดตามการปฏิบัติตามกฎระเบียบของพนักงาน เช่น ความสะอาดของเครื่องแต่งกาย รองเท้า หมวก มือ เล็บ การล้างมือ เป็นต้น เพื่อให้พนักงานตระหนักถึงความสำคัญและปฏิบัติอยู่เสมอ

4.5 ข้อกำหนดสำหรับลูกค้าและผู้เข้าเยี่ยมชมโรงงาน รวมทั้งผู้ส่งของ ควรมีกฎระเบียบที่เหมาะสมสำหรับลูกค้า ผู้เข้าเยี่ยมชม และผู้ส่งของที่ต้องเข้าสู่บริเวณผลิต แม้ว่าบุคคลเหล่านี้จะไม่ได้สัมผัสกับอาหารโดยตรง แต่ก็มีโอกาสที่จะก่อปัญหาด้านสุขลักษณะขณะเยี่ยมชมหรือส่งของได้

4.6 การฝึกอบรมพนักงาน ควรมีการฝึกอบรมพนักงานใหม่ และมีการฝึกอบรมใหม่ทุกปีอเพื่อให้พนักงานตระหนักในเรื่องสุขลักษณะส่วนบุคคลอยู่เสมอ

4.7 สิ่งอำนวยความสะดวกของพนักงาน ต้องจัดให้มีล็อกเกอร์ ห้องสุขาที่สะอาด อุปกรณ์การล้างมือ สบู่ล้างมือ น้ำยาฆ่าเชื้อ น้ำสะอาด และอุปกรณ์ทำให้มือแห้งอย่างถูกสุขลักษณะ เหมาะสมและเพียงพอกับจำนวนของพนักงาน

5. การควบคุมแมลงและสัตว์นำโรค (Pest control)

แมลงและสัตว์หลายชนิดก่อให้เกิดความรำคาญและเป็นพาหะนำโรค รวมทั้งเป็นปัญหาต่ออุตสาหกรรมอาหารอย่างมาก ได้แก่ หนู แมลงวัน แมลงสาบ แมลงหวี่ มด นก แมว สุนัข เป็นต้น แม้ว่า

กระบวนการผลิตอาหารบางประเภทจะมีการฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพ แต่การปนเปื้อนของซาก เศษขน สิ่งขับถ่ายจะทำให้เกิดภาพที่น่ารังเกียจ เกิดกลิ่นแปลกปลอมที่ไม่เป็นที่ยอมรับ หากมีเกินกำหนด ก็จะถูกปฏิเสธจากลูกค้าหรือผู้บริโภคได้

6. การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อโรค (Cleaning and sanitizing)

การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อโรค เป็นกิจกรรมที่สำคัญในการผลิตอาหาร ซึ่งมีผลต่อคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ โดยโรงงาน เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิตต้องได้รับการทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออย่างสม่ำเสมอตามระยะเวลาที่เหมาะสม ต้องมีแผนการที่ตรวจเช็คเชื้อจุลินทรีย์ (Swap test) ตามระยะเวลาที่กำหนด

7. การควบคุมการจัดเก็บผลิตภัณฑ์อาหาร วัสดุหีบห่อและสารเคมี (Food, Packing and chemical storage control)

ในการผลิตอาหารทุกประเภทจะต้องมีขั้นตอนการจัดเก็บ ซึ่งนับตั้งแต่การจัดเก็บวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์สุดท้าย วัสดุหีบห่อ จนกระทั่งการจัดเก็บสารเคมีที่เป็นอันตราย การจัดเก็บอาจเป็นการจัดเก็บช่วงระยะเวลาสั้นๆ หรือเก็บเป็นระยะเวลานาน ในการจัดเก็บนั้น สภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นต้องเหมาะสมกับการจัดเก็บผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนั้นๆ เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียทางด้านคุณภาพ โภชนาการของอาหาร รวมทั้งป้องกันปัญหาการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหารด้วย

8. การชี้บ่งและสอบกลับได้ของผลิตภัณฑ์ (Product identification and traceability)

การชี้บ่งผลิตภัณฑ์เป็นการแสดงสถานะที่มา รุ่นของผลิตภัณฑ์นั้นๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นจัดอยู่ในที่ที่เหมาะสม เป็นระเบียบ เป็นที่รู้และเข้าใจกันระหว่างผู้ปฏิบัติงาน ป้องกันไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดจากการหยิบผิด การชี้บ่งอาจระบุที่ตัวสิ่งของหรือผลิตภัณฑ์ หรืออาจระบุป้ายในบริเวณที่วางสิ่งของหรือปลิตภัณฑ์นั้นได้

9. โปรแกรมการกักและปล่อยผลิตภัณฑ์ (Hold and release program)

ในการควบคุมการผลิตอาหารให้มีความปลอดภัย ผู้ผลิตจำเป็นต้องจัดทำระบบการกัก (hold) วัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้รับการตรวจประเมิน หรือผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหาในระหว่างกระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ไม่ให้ถูกนำไปใช้หรือปะปนกับวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตรวจประเมินแล้ว

10. การเรียกคืนผลิตภัณฑ์ (Product recall)

ต้องมีการจัดทำแนวทางในการสามารถเรียกคืนผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหาทางด้านความปลอดภัยของอาหารคืนจากลูกค้า หรือจากท้องตลาดได้หมดในระยะเวลาอันรวดเร็ว พร้อมทั้งค้นหาสาเหตุและหาแนวทางในการป้องกันไม่ให้ปัญหาดังกล่าวเกิดซ้ำอีก

11. การจดบันทึกและการจัดเก็บบันทึก (Record making and record keeping)

การบันทึกและการายงานผล เป็นสิ่งสำคัญของระบบการควบคุมด้านความปลอดภัยของอาหาร ซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญเพื่อใช้แสดงผลการปฏิบัติจริง และทำให้ผู้ควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยของโรงงานทราบ กำหนดให้มีการจดบันทึกปัจจัยสำคัญต่างๆที่เกี่ยวกับสุขภิบาลในแต่ละขั้นตอนการผลิตตามระยะเวลาที่กำหนด จะทำให้ผู้ผลิตสามารถค้นหาสาเหตุของการปนเปื้อนและความบกพร่องได้ง่าย สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที ผลกระทบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ก็จะเกิดน้อย

12. การควบคุมการขนส่งผลิตภัณฑ์อาหาร (Food transport control)

การควบคุมการขนส่งวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์สุดท้าย เป็นขั้นตอนสำคัญในการควบคุมอาหารให้มีคุณภาพและความปลอดภัย เพราะถึงแม้ว่าโรงงานจะมีมาตรการควบคุมกระบวนการผลิตที่ดีก็ตาม แต่หากไม่มีการควบคุมการขนส่งที่เหมาะสม อาหารก็จะถูกปนเปื้อนได้ หรืออาจถึงปลายทางในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการบริโภค

13. การกำจัดขยะ (Waste disposal)

ขยะที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอาหารมีหลายประเภท ได้แก่ เศษวัตถุดิบ เศษผลิตภัณฑ์อาหาร เศษภาชนะบรรจุ เศษเถ้าถ่านจาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง และขยะมีพิษ เป็นต้น ผู้ผลิตต้องมีแนวทางจัดการกับขยะทั้งในบริเวณที่ผลิต และขยะที่นำออกนอกบริเวณการผลิต เพื่อไม่ให้ขยะเหล่านี้เป็นแหล่งปนเปื้อนของอันตรายต่างๆในอาหารที่ผลิตได้

การวิเคราะห์อันตรายและการควบคุมจุดวิกฤตที่มีผลต่อคุณภาพผลผลิต (Hazard Analysis and Critical Control Point, HACCP)

HACCP เป็นระบบการป้องกันที่ใช้ในการผลิตอาหารที่จะนำไปสู่การควบคุมคุณภาพและการรับประกันคุณภาพของผลผลิตที่ได้ ระบบนี้เริ่มเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1959 จากโครงการผลิตอาหารสำหรับมนุษย์อวกาศบริโภคบนยานอวกาศขององค์การนาซา (NASA) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีเงื่อนไขว่าอาหารนั้นจะต้องสามารถบริโภคได้ในสภาวะไร้น้ำหนักและต้องประกันความปลอดภัยได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้เสนอแนะให้ประเทศต่างๆทั่วโลกนำระบบ HACCP ไปใช้อย่างแพร่หลาย เพื่อให้สามารถผลิตอาหารที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ประเทศไทยได้นำระบบนี้มาใช้ในโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานเพื่อการส่งออก ซึ่งควบคุมโดยหน่วยงานของสัตวแพทย์สาธารณสุข กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Hazard Analysis คือ การวิเคราะห์กระบวนแบบต่างๆในขั้นตอนการผลิต ว่ามีขั้นตอนใดที่อาจเกิดผลกระทบต่อคุณภาพเนื้อ

Critical Control Point คือ จุดสำคัญหรือจุดวิกฤตในขั้นตอนต่างๆของการผลิตที่จะต้องมีการควบคุม จุดที่สามารถจะควบคุมเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นได้อย่างได้ผลที่สุดเรียกว่า CCP_1 ส่วนจุดที่ไม่สามารถใช้วิธที่จะมาควบคุมเพื่อป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพแต่สามารถจะลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้บ้างเรียกว่า CCP_2

ดังนั้น HACCP จึงใช้เป็นวิธีการในการวิเคราะห์และควบคุมอันตรายต่างๆที่จะเป็นผลเสียต่อคุณภาพของผลผลิตขั้นสุดท้าย (final products) ไม่ว่าจะเป็นอันตรายด้านชีววิทยา ด้านกายภาพ ด้านเคมี อันตรายด้านชีววิทยาที่สำคัญในกระบวนการผลิตเนื้อในโรงงานฆ่าสัตว์ ได้แก่ อันตรายจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ (microbiological hazard) อันตรายจากการเกิดเนื้อ PSE และ DFD เป็นต้น

ขั้นตอนการจัดระบบ HACCP

1. ร่างแผนผังเกี่ยวกับขั้นตอนของการผลิต (Define the process and product) ระบุรายละเอียดของทุกขั้นตอนของการผลิต ตั้งแต่สัตว์ถูกขนส่งจากฟาร์ม ขบวนการฆ่า การเก็บรักษา การขนส่งเนื้อ

2. ระบุอันตรายต่างๆที่อาจเกิดขึ้น (Identification of hazard) การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ หรือการเกิดเนื้อ PSE และอื่นๆ

3. วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิด (Risk analysis) ระบุจุดหรือขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่จะเกิดอันตราย พร้อมระบุลำดับความสำคัญมากหรือน้อย

4. ระบุควบคุมจุดวิกฤตและจัดระดับการควบคุม (Identification and classification of CCP) ระบุจุดหรือขั้นตอนที่จะต้องมีการควบคุม ซึ่งสามารถควบคุมในระดับ CCP_1 หรือ CCP_2

5. เฝ้าระวังปัญหาที่จุดวิกฤต (Monitor the critical control point) เพื่อตรวจสอบว่า จุดวิกฤตที่ได้มีการปฏิบัตินั้นถูกต้อง และอยู่ภายใต้การควบคุม โดยวิธีการ เช่น เฝ้าสังเกต การตรวจสอบ และการบันทึก

6. การทวนสอบประสิทธิภาพของระบบ HACCP (Verify that is working) จัดทำมาตรการ การตรวจสอบที่จะทำให้การควบคุมจุดวิกฤตมีประสิทธิภาพ เช่น การตรวจสอบโดยผู้ชำนาญ การประเมิน การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีและอื่นๆ ที่กระทำเป็นครั้งคราวเพื่อการตรวจสอบ