อันตรายทางกายภาพในอาหาร

Physical Hazard in Food

สุคันธา โอศิริพันธุ์*

Sukhuntha Osiriphun*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Food Science and Technology Division, Faculty of Agro Industry, Chiang Mai University

Received : 11 October 2017

Accepted : 22 January 2018

Published online : 24 January 2018

บทคัดย่อ

สิ่งแปลกปลอมชนิดอันตรายทางกายภาพที่พบในอาหารเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญที่ผู้บริโภคร้องเรียนต่อโรงงานอาหาร ทั้งยังสะท้อนถึงข้อบกพร่องด้านคุณภาพที่ส่งผลต่อชื่อเสียง ตราสินค้าของโรงงานอาหาร ความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์และความปลอดภัยอาหาร ซึ่งสิ่งแปลกปลอมที่แข็งและคม เช่น หิน ชิ้นส่วนโลหะมีคม และกระดูก ล้วนก่อให้เกิดการบาดเจ็บที่รุนแรงได้ นอกจากนี้ยังส่งผลต่ออารมณ์และความรู้สึกของผู้บริโภคที่ควรให้ความใส่ใจเป็นพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปที่บริโภคโดยตรงจากบรรจุภัณฑ์ เช่น เครื่องดื่มพร้อมบริโภค ขนมหวาน และไอศกรีม ทั้งนี้แหล่งของอันตรายทางกายภาพที่พบระหว่างกระบวนการผลิตอาหารอาจมาจากวัตถุดิบ เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตอาหาร และความผิดพลาดในโปรแกรมสุขลักษณะพื้นฐานเบื้องต้น ดังนั้น เพื่อป้องกันและลดโอกาสการปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอมลงสู่อาหารเพื่อคุ้มครองผู้บริโภคจึงปฏิบัติได้โดยการประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) และการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) ในการผลิตอาหาร

คำสำคัญ : อันตรายทางกายภาพ วัตถุแปลกปลอม ระบบการจัดการด้านความปลอดภัยอาหาร

Abstract

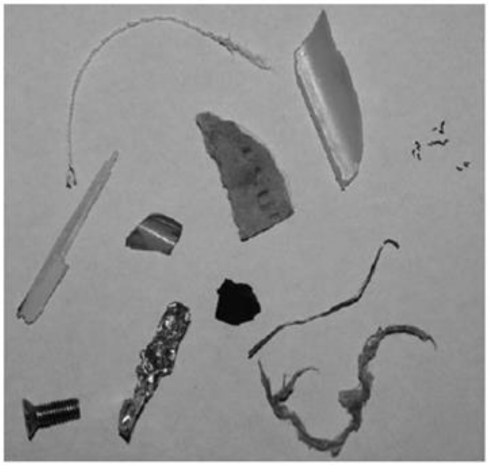
Foreign bodies named Physical hazards contaminated in foods are a major reason for consumer complaints. In food industry, the foreign bodies represent either a quality defect affecting company and brand reputation or a food safety hazard. Hard and sharp foreign bodies such as stones, sharp metal pieces, and bones can lead to serious illness. Moreover, there are an emotive subject for consumers and should be given special attention, especially, product is consumed directly from the packaging (e.g. ready to drink, confectionary, ice cream). The sources of physical hazards during food processing are incoming raw materials, food processing equipment, and failures in prerequisites programs. To prevent and reduce foreign bodies contamination and protect the consumer, it can be established by applying Good Manufacturing Practice (GMP) and Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) in food production.

Keywords: physical hazard, foreign bodies, food safety management system

***Corresponding author. E-mail:** Sukhuntha.o@cmu.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันพบว่าจำนวนความถี่ของเหตุการณ์อันตรายต่อผู้บริโภคจากวัตถุแปลกปลอมในอาหารมีไม่มากเท่ากับอันตรายทางด้านเคมีและอันตรายทางด้านชีวภาพ แต่ถ้าผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีการปนเปื้อนอันตรายทางกายภาพในอาหารก็อาจเกิดอันตรายจนถึงขั้นบาดเจ็บรุนแรงได้ ดังเช่น รายงานการเรียกคืนผลิตภัณฑ์อาหาร (Recall) ของประเทศสหรัฐอเมริกาในปีพ.ศ. 2558 พบว่ามีผลิตภัณฑ์อาหารที่ถูกเรียกคืนสินค้าโดยแบ่งออกตามชนิดของอันตราย ได้แก่ อันตรายทางชีวภาพจำนวน 180 รายการ คิดเป็นร้อยละ 31 อันตรายทางเคมี 358 รายการ คิดเป็นร้อยละ 62 และอันตรายทางกายภาพ 39 รายการคิดเป็นร้อยละ 7 (Gendel, 2016) ซึ่งการพบเจออันตรายทางกายภาพในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมาจากหลายแหล่งด้วยกัน เช่น ปนมากับวัตถุดิบ ใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพต่ำหรือออกแบบไม่ดี เกิดความผิดพลาดขึ้นในระหว่างการผลิต หรือเกิดจากข้อบกพร่องในการปฏิบัติของพนักงาน (Motarjemi & Lelieveld, 2014) อันตรายทางกายภาพเหล่านี้มีผลกระทบต่อสุขภาพผู้บริโภคในระดับที่แตกต่างกัน อาจทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยเล็กน้อยหรืออาจรุนแรงจนถึงขั้นเสียชีวิตได้ขึ้นกับชนิดและรูปแบบของสิ่งแปลกปลอมที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ ทั้งนี้ หน่วยงาน FDA's Health Hazard Evaluation Board ได้ออกระเบียบแนะนำเกี่ยวกับอันตรายทางกายภาพชนิดโลหะและแก้วที่สามารถก่อให้เกิดการบาดเจ็บต่อฟัน ช่องปากและลำคอ หรือทางเดินอาหารในลำไส้จะเป็นสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดความยาวระหว่าง 0.3 นิ้ว (7 มิลลิเมตร) ถึง 1 นิ้ว (25 มิลลิเมตร) (Beckett, 2009) ตัวอย่างชนิดและลักษณะต่างๆ ของสิ่งแปลกปลอมที่พบในโรงงานผลิตอาหารแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างชนิดและลักษณะของสิ่งแปลกปลอมที่พบในโรงงานอาหาร

ที่มา Beckett (2009)

อันตรายทางกายภาพ (Physical Hazard)

อันตรายทางกายภาพ หมายถึง วัตถุแปลกปลอมต่างๆ ที่ปนเปื้อนลงในอาหารซึ่งอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บแก่ผู้บริโภคได้โดยเกิดจากการรับประทานวัตถุแปลกปลอมเหล่านั้น เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วทำให้เกิดการแตกหักของฟัน เกิดการบาดเจ็บ ฉีกขาดของเนื้อเยื่อหรือการอุดตันในอวัยวะภายในระบบทางเดินอาหาร (Motarjemi & Lelieveld, 2014) อันตรายทางกายภาพในอาหารโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1)อันตรายทางกายภาพที่ไม่ได้ตั้งใจเติมลงในอาหาร เช่น เศษโลหะ ตะปู กรวด หิน ลวดเย็บกระดาษ เป็นต้น

2)อันตรายทางกายภาพที่อาจเป็นส่วนที่พบในธรรมชาติ เช่น เศษกระดูกที่ไม่คาดคิดว่าจะปะปนอยู่ในอาหาร

คณะกรรมการด้านการประเมินอันตรายต่อสุขภาพจากหน่วยงานสำนักงานอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (FDA Health Hazard Evaluation Board) ได้รายงานจำนวนผู้ได้รับสัมผัสจากสิ่งแปลกปลอมที่มีความแข็งหรือแหลมคมในอาหารตั้งแต่ปีพ.ศ. 2515 – 2540 พบว่ามีจำนวนโดยประมาณ 190 ราย จำนวนผู้ได้รับสัมผัสเหล่านี้รวมทั้งผู้ที่ได้รับบาดเจ็บและไม่ได้รับบาดเจ็บ โดยพบว่าบาดเจ็บจากสิ่งแปลกปลอมชนิดแก้วมากที่สุด จากรายงานระบุว่าสิ่งแปลกปลอมในอาหารที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 7 มิลลิเมตรมีโอกาสน้อยมากที่จะทำให้เกิดอาการรุนแรงหรือบาดเจ็บรุนแรงในคนปกติ ยกเว้นเป็นกรณีพิเศษในบางกลุ่ม เช่น เด็กทารก ผู้ป่วยพักฟื้นหลังการผ่าตัด และคนสูงวัย (FDA, 1999) ประเทศบราซิลได้รายงานถึงการพบสิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์นมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2559 จากการร้องเรียนจากผู้บริโภคผ่านทางเว็บไซต์ร้องเรียนโดยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ถูกร้องเรียนมากที่สุดได้แก่ โยเกิร์ตและนมพร้อมดื่มคิดเป็นร้อยละ 37 นมยูเอชทีคิดเป็นร้อยละ 14.66 นมผงคิดเป็นร้อยละ 10.7 และผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น เนยแข็งคิดเป็นร้อยละ 0.3-0.4 จากรายงานพบว่าสิ่งแปลกปลอมที่พบ ได้แก่ วัตถุแปลกปลอมคิดเป็นร้อยละ 42.4 แมลงคิดเป็นร้อยละ 23.3 เส้นผมคิดเป็นร้อยละ 15.2 พลาสติกคิดเป็นร้อยละ 11.1 โลหะคิดเป็นร้อยละ 6.2 และเศษด้ายหรือผ้าคิดเป็นร้อยละ 1.8 (Aguiar *et al.*, 2018) ทั้งนี้ในส่วนของสิ่งที่เป็นของแข็งหรือของมีคมที่เป็นส่วนประกอบตามธรรมชาติในอาหาร เช่น กระดูกในอาหารทะเล เปลือกถั่วต่างๆ จะมีโอกาสก่อให้เกิดการได้รับสัมผัสและเกิดการบาดเจ็บได้น้อยเนื่องจากการระมัดระวังจากผู้บริโภคที่ทราบดีว่าเป็นองค์ประกอบพิเศษเฉพาะที่มีในอาหารตามธรรมชาติเหล่านั้น แต่มีข้อยกเว้นเมื่ออาหารดังกล่าวเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์สำเร็จที่มีการระบุฉลากอาหารว่าได้มีการนำชิ้นส่วนที่มีตามธรรมชาติเหล่านั้นออกจากผลิตภัณฑ์แล้วเช่น เมล็ดลูกมะกอก การพบว่ามีชิ้นส่วนของวัตถุแข็งและมีคม เช่น เศษเมล็ดลูกมะกอกนั้นจะเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการเพราะเป็นอันตรายทางกายภาพที่อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บขึ้นได้ ดังนั้นหน่วยงาน FDA จึงได้กำหนดแนวทางต่างๆ เพื่อจัดระดับการจัดการสิ่งแปลกปลอมเหล่านั้น (FDA, 1999 ; Olsen, 2017) โดยได้จำแนกอันตรายทางกายภาพที่สำคัญออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ วัตถุโลหะกลุ่มที่มีธาตุเหล็ก (Ferrous metal objects) ซึ่งมีปฏิกิริยาต่อแม่เหล็ก วัตถุโลหะกลุ่มที่มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้า (Non-ferrous metal objects) เช่น ทองแดง และอะลูมิเนียม เป็นต้น และวัตถุอโลหะ (Nonmetallic objects) เช่น พลาสติก โดยชนิดตัวอย่างของอันตรายทางกายภาพในแต่ละประเภทแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของอันตรายทางกายภาพที่สำคัญ

วัตถุโลหะกลุ่มที่มีธาตุเหล็ก (Ferrous metal objects)			**วัตถุโลหะกลุ่มที่มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้า** (Non-ferrous metal objects)			**วัตถุกลุ่มอโลหะ** (Nonmetallic objects)		
ชนิด	**อันตราย**	**แหล่ง**	**ชนิด**	**อันตราย**	**แหล่ง**	**ชนิด**	**อันตราย**	**แหล่ง**
ตะขอ	บาดเจ็บ	วัตถุดิบ เช่น เบ็ด	โลหะเฉือน	บาดเจ็บ	การบำรุงรักษา เช่น ซ่อมประปา	กระดูก	บาดเจ็บ	การผลิต เช่น การแยกกระดูก
ลวด	บาดเจ็บ	วัตถุดิบ เช่น ลวดมัด และกระบวนการผลิต เช่น ตะแกรงร่อน	ลวด	บาดเจ็บ	การบำรุงรักษา เช่น สายไฟ/การผลิต เช่น ตะแกรงร่อน	เศษไม้	บาดเจ็บ	วัตถุดิบ เช่น ลังไม้ การผลิตเช่น โต๊ะไม้ เครื่องมือที่มีที่จับเป็นไม้
ลวดเย็บ/ กุญแจ/ เป๊ก	บาดเจ็บ	พนักงาน	เครื่องประดับ	บาดเจ็บ/ บาดเจ็บในช่องปาก	พนักงานผลิต	เศษแก้ว	บาดเจ็บ	การผลิต เช่น ไฟส่องสว่างและเหยือกน้ำ
ตะปู/	บาดเจ็บ	การบำรุงรักษา	สแตนเลสสตีล/ รอยประสานหลวม/ ปะเก็นหลุด	บาดเจ็บในช่องปาก	การบำรุงรักษา	พลาสติกแข็ง	บาดเจ็บ	การผลิต เช่น ถัง หรือ บรรจุภัณฑ์ พนักงาน เช่น เล็บปลอม
ชิ้นส่วนเครื่องจักร	บาดเจ็บในช่องปาก	กระบวนการผลิต	ลูกตะกั่ว/ ลูกปืน	บาดเจ็บในช่องปาก	วัตถุดิบ	ฉนวนกันความร้อน	บาดเจ็บ	เส้นใย asbestos
เครื่องมือ	บาดเจ็บในช่องปาก	การบำรุงรักษา	กระดุม/ เหรียญ	บาดเจ็บ	พนักงานผลิต	เปลือกหอย/ หนาม/หิน/ แมลง/หนามเถาต้นไม้	บาดเจ็บ/ บาดเจ็บในช่องปาก	วัตถุดิบ

ดัดแปลงจาก Alfred (2003)

แหล่งที่มาของอันตรายทางกายภาพในระหว่างกระบวนการผลิตอาหาร (Sources of physical hazards during food processing)

การปนเปื้อนของอันตรายทางกายภาพลงในอาหารเกิดขึ้นได้ตลอดกระบวนการผลิตอาหารตั้งแต่ขั้นตอนการรับวัตถุดิบไปจนถึงขั้นตอนผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จสุดท้าย (Motarjemi & Lelieveld, 2014) โดยแหล่งของอันตรายทางกายภาพที่เกิดในระหว่างกระบวนการผลิตอาหารจึงแบ่งออกได้ตามแหล่งที่มาออกเป็น 3 ประเภท (Leonard, 2011) ได้แก่

1) **วัตถุดิบที่นำเข้ามา** (Incoming raw materials) ได้แก่ สิ่งแปลกปลอมชนิดเศษหิน ดิน กรวด ทราย เศษไม้ เศษแก้ว เปลือกหอย ฝุ่นและทรายที่มักปะปนมาได้กับวัตถุดิบทางด้านการเกษตรต่างๆ และวัตถุเจือปนอาหาร เช่น ถั่ว ธัญพืชต่างๆ และน้ำตาลทรายเป็นต้น เนื่องจากสิ่งแปลกปลอมเช่น เศษหินต่างๆ ทำให้ฟันเกิดการแตกหักได้เมื่อเกิดการเคี้ยวถูก ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องประกันความมั่นใจได้ว่าในขั้นตอนการรับวัตถุดิบทั้งหมดต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมโดยการใช้มาตรการควบคุมการกำจัดสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ที่สถานที่ผลิตของผู้ส่งมอบสินค้า รวมทั้งการประยุกต์ใช้วิธีการต่างๆ แยกสิ่งแปลกปลอมออก เช่น การใช้อากาศเป่า (Air separation) การสั่นสะเทือน (Vibration) การใช้ตะแกรงร่อน (Sieving) และการใช้แม่เหล็ก (Magnets) เป็นต้น

2) **เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตอาหาร** (Food processing equipment) ได้แก่ สิ่งแปลกปลอมชนิดชิ้นส่วนโลหะต่างๆ จากสลัก เกลียว ลูกปืน สกรู ตะแกรงและใยโลหะต่างๆ เป็นต้น โดยสาเหตุมักเกิดจากการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์แปรรูปอาหารที่มีคุณภาพต่ำหรือได้รับการออกแบบที่ไม่ถูกต้องตามสุขลักษณะ รวมทั้งอาจเกิดจากพื้นผิวของอุปกรณ์และเครื่องจักรที่มีลักษณะของโลหะที่กระทบโลหะ (Metal to metal contact) เช่น อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการตัดหรือหั่น (Mechanical cutting) บริเวณปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการผสมต่างๆ (Blending operations) และอุปกรณ์ชิ้นส่วนโลหะที่มีโอกาสหลุดขาดหรือเกิดการหลวมหลุดออกมาได้ เช่น ตะแกรงร่อน เข็มฉีดยา อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการร่อนหรือแยกส่วนขององค์ประกอบอาหารหรือวัตถุดิบต่างๆ และ เหล็กที่ใช้รัดอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น ล้วนเป็นแหล่งที่มาของการปนเปื้อนโลหะต่างๆ ลงสู่อาหารได้ในระหว่างกระบวนการผลิต

3) **ความผิดพลาดที่เกิดจากโปรแกรมสุขลักษณะพื้นฐาน** (Failures in prerequisites programs) ยกตัวอย่างเช่น มาตรฐานอาหาร GMP โดยอันตรายมักพบว่ามีสาเหตุจากการเกิดความผิดพลาดขึ้นในกระบวนการผลิตที่มีข้อบกพร่องจากการปฏิบัติงานของพนักงานในสายการผลิตรวมทั้งการไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานของกระบวนการผลิตอาหารที่เป็นโปรแกรมสุขลักษณะพื้นฐานจึงทำให้พบอันตรายทางกายภาพต่างๆ ได้แก่

- เศษแก้วจากโคมไฟ นาฬิกา เทอร์โมมิเตอร์และฝาครอบเครื่องดักแมลง
- เศษไม้จากโครงไม้ พาเลต
- แมลงจากสิ่งแวดล้อมและส่วนประกอบอาหาร

ในกรณีที่พบสิ่งแปลกปลอมทางกายภาพอื่นๆ ที่ไม่ได้ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคหรือทำให้เกิดการบาดเจ็บแต่อาจทำให้เกิดอันตรายทางชีวภาพขึ้นได้อันเนื่องมาจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนมากับสิ่งแปลกปลอมเหล่านั้น เช่น

- เศษผมหรือขนจากส่วนประกอบประเภทเนื้อสัตว์ พนักงาน เสื้อผ้าและสัตว์ฟันแทะต่างๆ
- ราและคราบเชื้อราจากการสุขาภิบาลโรงงานอาหารที่บกพร่อง

แนวทางการป้องกันอันตรายทางกายภาพในระหว่างกระบวนการผลิตอาหาร (Sources of physical hazards during food processing)

สิ่งแปลกปลอมต่างๆ อาจปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ จึงจำเป็นต้องมีการแยกหรือกำจัดสิ่งแปลกปลอมต่างๆ เช่น ชิ้นส่วนโลหะต่างๆ โดยการผ่านการกรอง การใช้แม่เหล็ก หรือการใช้วิธีการทำให้ตะกอนลอย (floatation tank) เป็นต้น ทั้งนี้ประสิทธิภาพต่างๆ ของแต่ละวิธีล้วนขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ โดยมาตรการควบคุมอันตรายทางกายภาพเหล่านี้พบว่าจะได้ผลดีกับของเหลว แป้งและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันซึ่งชิ้นส่วนโลหะต่างๆ ที่ปนเปื้อนลงมาจะไม่สามารถจับหรือเกาะติดกับอาหารได้

1) **การควบคุมสิ่งแปลกปลอม**

- **ชนิดโลหะ** พบว่ามีวิธีการมากมายที่ใช้ในการควบคุมการปนเปื้อนชิ้นส่วนโลหะต่างๆ ลงสู่อาหารที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้เครื่องตรวจจับโลหะในการควบคุม ทั้งนี้เครื่องตรวจจับโลหะมีความซับซ้อนในการใช้งานรวมทั้งมีข้อจำกัดที่ยากในการตรวจสอบวัตถุที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) นอกจากนี้การจัดเรียงตัวของชิ้นโลหะแปลกปลอมในอาหารก็เป็นสาเหตุของความผิดพลาดในการตรวจจับได้เช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น เครื่องตรวจจับโลหะที่ไม่ได้รับ

การสอบเทียบอย่างเหมาะสมและตั้งให้ตรวจพบวัตถุโลหะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตรเป็นต้นไป อาจจะเกิดความผิดพลาดในการตรวจจับเส้นลวดที่ยาว 24 มิลลิเมตรแต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กมาก

- **ชนิดแก้ว** การปนเปื้อนของเศษแก้วอาจเกิดได้จากทั้งขั้นตอนการรับวัตถุดิบหรือขั้นตอนอื่นๆ ที่ทำให้เกิดเศษแก้วขึ้น ดังนั้นจึงควรใส่ใจบริเวณที่มีการถ่ายเทหรือบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในบรรจุภัณฑ์ชนิดแก้ว เนื่องจากการจัดการและวิธีการบรรจุโดยทั่วไปมักเป็นสาเหตุของการแตกหักของบรรจุภัณฑ์แก้ว ดังนั้นการควบคุมอันตรายจากเศษแก้วจึงทำได้โดยการกำจัดสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ออกจากบรรจุภัณฑ์ในระหว่างการล้างทำความสะอาดก่อนทำการถ่ายอาหารลงบรรจุภัณฑ์ หรือ การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมได้โดยการใช้สายตาตรวจสอบ (Visual inspection) ทั้งก่อนและหลังกระบวนการบรรจุ ทั้งนี้การทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์แก้วนิยมใช้การล้างด้วยน้ำหรือการใช้ลมเป่าจึงช่วยกำจัดสิ่งปลอมปลอมต่างๆ รวมทั้งเศษแก้วออกไปได้ แต่การตรวจสอบด้วยสายตาจะไม่เหมาะสำหรับระบบบรรจุอาหารแบบอัตโนมัติร่วมกับการปิดฝาซึ่งอาจเกิดเศษแก้วขึ้นได้จากแตกหักของบรรจุภัณฑ์ชนิดแก้วแม้จะผ่านขั้นตอนการล้างทำความสะอาด ด้วยเหตุนี้ประสิทธิภาพในการตรวจสอบด้วยสายตาจึงขึ้นกับธรรมชาติ ชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารและกระบวนการผลิต ในทางปฏิบัติการใช้วิธีการตรวจสอบด้วยสายตาภายหลังอาหารผ่านการบรรจุแล้วมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นของเหลวใส เช่น น้ำปลา โดยอาจมีการใช้แสงไฟส่องสว่างผ่านบรรจุภัณฑ์แก้วเพื่อให้มองเห็นสิ่งแปลกปลอมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2) การจัดตั้งระบบการควบคุมอันตรายทางกายภาพในโรงงานอาหาร

ทำได้โดยการประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (Good Manufacturing Practice; GMP) และการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point; HACCP) เพื่อป้องกันการเกิดการปนเปื้อนอันตรายทางกายภาพลงสู่อาหารและคุ้มครองผู้บริโภค ร่วมกับวิธีการและการใช้เครื่องมือตรวจสอบอื่นๆ เช่น การใช้เครื่องตรวจจับโลหะ การใช้เครื่องเอกซเรย์และการตรวจสอบด้วยสายตา เป็นต้น โดยการควบคุมขั้นพื้นฐานต้องมีประสิทธิภาพซึ่งสามารถปฏิบัติได้โดยอาศัยแนวทางการประเมินอันตรายทางกายภาพที่สำคัญในกระบวนการผลิตดังต่อไปนี้

2.1 การประเมินหาอันตรายทางกายภาพที่สำคัญ

โดยการศึกษาหาความเป็นไปได้ของขั้นตอนที่มีโอกาสที่อันตรายทางกายภาพจะปนเปื้อนลงสู่กระบวนการผลิต เช่น ขั้นตอนการรับอาจมีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ หรือในบางขั้นตอนการผลิตอาจก่อให้เกิดสิ่งแปลกปลอมขึ้นได้ โดยอาจมุ่งสังเกตไปที่กระบวนการที่อาจมีชิ้นส่วนโลหะต่างๆ ลงไปในการผลิตเนื่องการเกิดการฉีกตัวหรือแตกหักของอุปกรณ์ที่ใช้ในผลิตต่างๆ รวมทั้งบริเวณที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับภาชนะที่ใช้บรรจุชนิดแก้วต่างๆ ดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2 บริเวณและอุปกรณ์เครื่องจักรที่ควรทำการประเมินอันตรายทางกายภาพที่สำคัญ

สิ่งแปลกปลอมชนิดโลหะ	สิ่งแปลกปลอมชนิดแก้ว
- เครื่องมือสำหรับแยกและดึงเนื้อปู	- บริเวณรับขวดแก้ว
- เส้นลวดบนระบบสายพาน	- บริเวณเก็บรักษาบรรจุภัณฑ์ชนิดแก้วเมื่อมีการเคลื่อนย้ายโดยใช้เครื่องจักร
- ใบเลื่อยที่ใช้ในการตัดหรือหั่นชิ้นเนื้อ	- เครื่องล้างสำหรับบรรจุภัณฑ์ชนิดแก้ว
- เศษชิ้นส่วนจากใบมีดที่ใช้ปั่นผสม	- สายพานลำเลียงบรรจุภัณฑ์ชนิดแก้ว
- ใบมีดจากอุปกรณ์การหั่น แล่หรือผสม	- เครื่องบรรจุ
- วงแหวน ข้อต่อ สกรูต่างๆ จากอุปกรณ์ถ่ายของเหลวและอุปกรณ์แบ่งส่วน	- เครื่องปิดฝา
- เข็มฉีดยา	- เครื่องฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรซ์เซชัน
- โลหะสำหรับรัดอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการติดป้าย	
- ห่วงจากฝากระป๋อง	

ดัดแปลงจาก Leonard (2011)

การควบคุมหรือลดอันตรายทางกายภาพได้ โดยทำการประเมินอันตรายทางกายภาพดังกล่าวที่พบในขั้นตอนเริ่มต้นของกระบวนการผลิตสามารถกำจัดหรือควบคุมให้ลดน้อยลงได้จนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สำหรับสิ่งแปลกปลอมชนิดโลหะสามารถพิจาณาให้เป็นอันตรายที่มีนัยสำคัญที่จุดผลิตใดก็ตาม จุดนั้นจะต้องสามารถจัดตั้งมาตรการควบคุมเพื่อใช้ในการป้องกันหรือกำจัดอันตรายทางกายภาพต่างๆ ลงได้จนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยอาศัยมาตรการ เช่น การตรวจสอบชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์การผลิตที่อาจหายไปหรือเกิดการแตกหักเสียหายได้ในระหว่างกระบวนการผลิตอย่างสม่ำเสมอ และการทดสอบนำผลิตภัณฑ์ผ่านเข้าเครื่องตรวจจับโลหะหรืออุปกรณ์คัดแยกสิ่งแปลกปลอมต่างๆ เป็นต้น

2.2 **การระบุขั้นตอนที่เป็นจุดเสี่ยงการปนเปื้อนอันตรายทางกายภาพ**

เพื่อเป็นการทบทวนข้อแนะนำต่างๆ ที่ได้รับจากขั้นตอนการประเมินหาอันตรายทางกายภาพที่สำคัญจะสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการจัดตั้งขั้นตอนที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Critical Control Point; CCP) โดยแนวทางเพื่อการจัดตั้งจุด CCP จะต้องอาศัยการพิจารณาดังต่อไปนี้

- เป็นขั้นตอนที่มีการผ่านผลิตภัณฑ์เข้าเครื่องตรวจจับโลหะ หรืออุปกรณ์การคัดแยกสิ่งแปลกปลอม เช่น การคัดเลือกด้วยสายตาหรืออุปกรณ์ การใช้แม่เหล็ก หรือการใช้วิธีตกตะกอนลอย จะต้องระบุว่าเป็นจุดอันตรายอย่างมีนัยสำคัญหรือควรระบุเป็นจุด CCP ถ้าขั้นตอนดังกล่าวนั้นถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่มีการผ่านผลิตภัณฑ์สำเร็จเพื่อคัดแยกสิ่งแปลกปลอม แต่สำหรับกระบวนการผลิตที่มีขั้นตอนการตรวจสอบอันตรายทางกายภาพในลักษณะเดียวกันหลายจุดแต่ไม่ใช่ขั้นตอนสุดท้ายของการตรวจสอบทางกายภาพจะยังไม่ถือว่าต้องระบุเป็นจุด CCP

- กระบวนการผลิตที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องมือในการคัดแยกสิ่งแปลกปลอมทางกายภาพ จำเป็นที่จะต้องมีขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจสอบความเสียหายหรือชิ้นส่วนที่ขาดหายไปของอุปกรณ์และเครื่องจักรในการผลิตอย่างสม่ำเสมอ เช่น การตรวจนับจำนวนฟันของเลื่อยหั่นชิ้นส่วนเนื้อว่ายังอยู่ครบทุกๆ 4 ชั่วโมง เป็นต้น ดังนั้น ในกรณีเช่นนี้ ขั้นตอนการปฏิบัติงานดังกล่าวจะถือว่าเป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

2.3 การจัดตั้งกระบวนการควบคุมอันตรายทางกายภาพ

การจัดตั้งมาตรการควบคุมอันตรายทางกายภาพในอาหารเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องเลือกมาตรการควบคุมที่ถูกต้องซึ่งอาจแตกต่างออกไปจากข้อแนะนำที่มีอยู่ในข้อกำหนดหรือกฎหมายอาหารต่างๆ โดยจะต้องจำแนกชนิดของอุปกรณ์ว่าเป็นชนิดใด เช่น เครื่องตรวจจับโลหะ เครื่องเอกซเรย์หรือเครื่องคัดแยกสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ตามกระบวนการของการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม โดยเริ่มจากการระบุอันตรายชนิดสำคัญ (Significant hazard) การตั้งค่าวิกฤตที่ต้องควบคุม (Critical limits) การจัดตั้งขั้นตอนวิธีการปฏิบัติเพื่อการตรวจติดตาม (Monitoring) โดยหัวข้อต่างๆ ได้แก่ สิ่งที่จะตรวจติดตาม (What) วิธีการ (How) ความถี่ในการตรวจติดตาม (Frequency) ผู้รับผิดชอบ (who) การปฏิบัติการเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง (Corrective action) การจัดทำบันทึก (Records) และการทวนสอบ (Verification) แสดงดังตัวอย่างในตารางที่ 3 มาตรการควบคุมเครื่องตรวจจับโลหะ (Metal detector) หรือเครื่องแยก (Separator) ตารางที่ 4 มาตรการควบคุมสำหรับการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ (Equipment check) และตารางที่ 5 มาตรการควบคุมสำหรับการตรวจสอบขั้นตอนการล้างหรือการตรวจสอบด้วยสายตาสำหรับบรรจุภัณฑ์

ตารางที่ 3 มาตรการควบคุมเครื่องตรวจจับโลหะ (metal detector) หรือเครื่องแยก (separator)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Critical Control	Significant Hazard	Critical Limits for each Preventive Measure	Monitoring				Corrective Action (s)	Records	Verification
			What	How	Frequency	Who			
Metal detection	ชิ้นส่วนโลหะ (Metal inclusion)	1) ผลิตภัณฑ์สำเร็จทุกชิ้นต้องผ่านเครื่องตรวจจับโลหะ	เครื่องตรวจจับโลหะ	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทุกวันก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	พนักงานผลิต	1) ถ้าพบว่าผลิตภัณฑ์สำไม่ได้ผ่านเครื่องตรวจจับโลหะให้ทำการพักสินค้า (hold) ไว้เพื่อผ่านเครื่องตรวจจับโลหะ 2) ปฏิบัติตามข้อกำหนดในการปฏิบัติงาน (procedure) อย่างถูกต้องเพื่อประกันว่าผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นต้องผ่านเครื่องตรวจจับโลหะ 3) ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นที่ถูกคัดทิ้ง (reject) จากเครื่องตรวจจับโลหะต้องนำกลับไปทำซ้ำ (rework) เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม 4) จำแนกแหล่งที่มาของชิ้นส่วนโลหะที่พบในผลิตภัณฑ์และซ่อมแซมส่วนที่เสียหายของอุปกรณ์ต่างๆ	แบบฟอร์มบันทึกสำหรับเครื่องตรวจจับโลหะ	1) ทำการติดตามศึกษาการค่ายืนยันการใช้งาน (validation) เพื่อการประเมินตั้งค่าที่เหมาะสมสำหรับเครื่องตรวจจับโลหะ 2) ปรับปรุงค่ามาตรฐานความไวของเครื่องตรวจจับโลหะ 3) ทดสอบเครื่องตรวจจับโลหะด้วยตัวมาตรฐานที่มีความไว (sensitivity standards) ต่อเครื่องตรวจจับโลหะทุก 4 ชั่วโมงในระหว่างผลิต และทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ และจุดสุดท้ายของการผลิต 4) ทบทวน ตรวจติดตามและการปฏิบัติการเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและบันทึกการทวนสอบภายในทุก 1 อาทิตย์ของการเตรียมปฏิบัติงาน
		2) ต้องไม่พบชิ้นส่วนโลหะใดๆ ในผลิตภัณฑ์สำเร็จหลังผ่านเครื่องตรวจจับโลหะ	ผลิตภัณฑ์ที่พบว่ามีการปนเปื้อนชิ้นส่วนโลหะต่างๆ	เครื่องตรวจจับโลหะ	โดยต่อเนื่อง	โดยตัวของเครื่องอุปกรณ์เองและโดยผู้ที่มีความชำนาญ			

ดัดแปลงจาก Leonard (2011)

ตารางที่ 4 มาตรการควบคุมสำหรับการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ (equipment check)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Critical Control	Significant Hazard	Critical Limits for each Preventive Measure	Monitoring				Corrective Action (s)	Records	Verification
			What	How	Frequency	Who			
ขั้นตอนการหั่นปลา	ชิ้นส่วนโลหะ	ต้องไม่พบความเสียหายหรือชิ้นส่วนสูญหายจากคมใบเลื่อย	ตรวจสอบใบเลื่อย	ตรวจสอบด้วยสายตา	ก่อนเริ่มผลิต ระหว่างการผลิตทุกๆ 4 ชั่วโมง และหลังการผลิตในแต่ละวัน และภายหลังจากมีการเกิดการติดขัดกันของอุปกรณ์	พนักงานผู้ควบคุมเครื่องหั่นปลา	1) หยุดกระบวนการผลิต 2) ปรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ 3) ทำการพักผลิตภัณฑ์ (hold) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบด้วยสายตาทั้งหมดจนถึงชิ้นสุดท้ายก่อนที่จะนำไปผ่านเครื่องตรวจจับโลหะ 4) ทำลายผลิตภัณฑ์ที่ถูกคัดทิ้งทั้งหมด (reject)	แบบฟอร์มบันทึกสำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์	1) ทบทวน ตรวจติดตามและการปฏิบัติการเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและบันทึกการทวนสอบภายในทุก 1 อาทิตย์ของการเตรียมปฏิบัติงาน

ดัดแปลงจาก Leonard (2011)

ตารางที่ 5 มาตรการควบคุมสำหรับการตรวจสอบขั้นตอนการล้างหรือการตรวจสอบด้วยสายตาสำหรับบรรจุภัณฑ์ (Cleaning or Visual Inspection of containers)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Critical Control	Significant Hazard	Critical Limits for each Preventive Measure	Monitoring				Corrective Action (s)	Records	Verification
			What	How	Frequency	Who			
ขั้นตอนการล้างบรรจุภัณฑ์	เศษแก้ว	บรรจุภัณฑ์ทุกชิ้นต้องผ่านกระบวนการล้าง ทุกบรรจุภัณฑ์ต้องไม่พบเศษแก้วปรากฏในบรรจุภัณฑ์ชนิดแก้วเมื่อผ่านกระบวนการล้างและทำความสะอาดแล้ว	ขั้นตอนการล้างและทำความสะอาด การพบเศษแก้วในบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการล้าง	ตรวจสอบด้วยสายตา ทำการทดสอบการตรวจสอบด้วยสายตาโดยการนำตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของบรรจุภัณฑ์แก้วภายหลังการล้าง	ก่อนเริ่มผลิต ระหว่างการผลิต และเมื่อมีการเปลี่ยนกะหรือช่วงเวลาการทำงาน สุ่มบรรจุภัณฑ์ชนิดแก้วจำนวน 12 ขวดภายหลังการล้างและทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์ทุกวัน ตั้งแต่เริ่มกระบวนการระหว่างกระบวนการทุกๆ 4 ชั่วโมง และหลังการผลิตในแต่ละวัน และตรวจสอบทุกครั้งเมื่อพบว่ามีการแตกหักเกิดขึ้น	พนักงานควบคุมคุณภาพ	1) หยุดกระบวนการผลิตเพื่อระบุตำแหน่งและแหล่งที่มาของเศษแห้ว 2) ปรับขั้นตอนการปฏิบัติงานให้ถูกต้องเพื่อประกันว่าบรรจุภัณฑ์จะไม่มีการผ่านไปโดยไม่ได้ล้างและทำความสะอาด 3) ทำการพักผลิตภัณฑ์ (hold) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบด้วยสายตาทั้งหมดจนถึงชิ้นสุดท้ายก่อนที่จะนำไปผ่านเครื่องตรวจจับโลหะ 4) ทำลายผลิตภัณฑ์ที่ถูกคัดทิ้งทั้งหมด (reject)	แบบฟอร์มบันทึกสำหรับการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์แก้ว	1) ทบทวน ตรวจติดตามและการปฏิบัติการเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและบันทึกการทวนสอบภายในทุก 1 อาทิตย์ของการเตรียมปฏิบัติงาน

ดัดแปลงจาก Leonard (2011)

สรุป

อันตรายทางกายภาพแม้จะมีความถี่ในการก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคไม่มากนักและเป็นอันตรายที่เกิดกับผู้บริโภคที่ได้รับสัมผัสอันตรายทางกายภาพดังกล่าวนั้นโดยตรง จึงทำให้ความตระหนักในอันตรายดังกล่าวลดน้อยลงไป แต่เพื่อการคุ้มครองผู้บริโภคและการยกระดับด้านความปลอดภัยอาหารเพื่อลดอันตรายต่างๆ ในอาหาร การนำหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) และการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) มาใช้ควบคุมการผลิต รวมถึงความเข้าใจในลักษณะของอันตรายทางกายภาพและแหล่งที่มาต่างๆ ของอันตรายทางกายภาพซึ่งจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตอาหาร รวมทั้งการเลือกวิธีการ เครื่องมือและการจัดการจะช่วยให้การควบคุมอันตรายทางกายภาพเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง (References)

Aguiar, R. S. , Esmerino, E. A, Rocha, R.S., Pimentel, T.C., Alvarenga, V.O., Freitas M.Q., Silva, M.C., Sant'Ana, A.S., Silva, A.C.O., & Cruz, A.G. (2018). Physical hazards in dairy products: Incidence in a consumer complaint website in Brazil. *Food Control*. *86*, 66-70.

Alfred, J. ST. CYR. (2003). Food Plant Inspection. In Y.H. Hui, B. Bruinsma, J.R. Borham, W.K. Nip, P.S. Tong, & P. Ventresca. (Eds), *Food Plant Sanitation*. (page 64). New York: Marcel Dekker.

Beckett, S.T. (2009). Food Safety in Chocolate Manufacture and Processing. In S.T.G. Beckett.(Ed), Industrial *Chocolate Manufacture and Use*. (pp. 511-533). New York: John Wiley & Sons.

FDA. (1999). *Foods - Adulteration Involving Hard or Sharp Foreign Objects*. Retrieved October 6, 2017, from http://www.fda.gov/ora/compliance_ref/cpg/cpgfod/cpg555-425.htm.

Gendel, S.M. (2016). *Food Recalls—2015 Was Another Busy Year* Retrieved August 17, 2016, from http://www.foodqualityandsafety.com/article/food-recalls-2015-another-busy-year.

Leonard, B. (2011). Fish and Fishery Products: Hazards and Controls Guidance. Retrieved October 6, 2017, from https://www.fda.gov/downloads/food/ guidanceregulation/ucm251970.pdf.

Motarjemi, J. & Lelieveld, H. (2014). *Detection of Physical Hazards*. In G. Demaurex. (Eds.), *Food Safety Management: A Practical Guide for the Food Industry*. (pp. 511-533). London: Elsevier.

Oslen, A.R. (2017). *Hard or Sharp Objects*. Retrieved October 6, 2017, from http://seafood.oregonstate.edu/.pdf%20Links/Compendium/Chapter-28-Hard-or-Sharp-Objects.pdf.