WALAILAK PROCEDIA
Walailak Procedia 2019; 2019(3): ST.176
http://wjst.wu.ac.th/index.php/wuresearch

การทำความสะอาดแบบแห้ง เพื่อกำจัดสารก่อภูมิแพ้อาหาร ชนิด แป้งสาลี นมและไข่ขาว บนพื้นผิวของเครื่องร่อนสแตนเลส

วิศณี สุพรรณกลาง[1,*], อพัชชา จินดาประเสริฐ[1], วริพัสย์ อารีกุล[1], อดิศร เสวตวิวัฒน์[1] และ ประภาพร ขอไพบูลย์[2]

[1]สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

[2]ฝ่ายเกษตร สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

*wissanee.aoh@gmail.com

บทคัดย่อ

การแพ้อาหารของผู้บริโภค เกิดจากการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนสารก่อภูมิแพ้โดยไม่ตั้งใจ มีสาเหตุหนึ่งมาจากการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ร่วมกันในการผลิตอาหารที่มีและไม่มีส่วนผสมของสารก่อภูมิแพ้ ซึ่งผู้ผลิตอาหารจำเป็นต้องหามาตรการต่างๆ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการปนเปื้อนข้ามไปในสินค้า เพื่อช่วยลดปัญหาดังกล่าว การทำความสะอาดเครื่องจักรอุปกรณ์เป็นวิธีการหนึ่งของการลดการปนเปื้อนสารก่อภูมิแพ้อาหาร งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำความสะอาดแบบแห้งสำหรับเครื่องร่อน โดยวิธีการดูดฝุ่น การเช็ดด้วยเอทานอล และการดูดฝุ่นร่วมกับการเช็ดเอทานอล เพื่อกำจัดสารก่อภูมิแพ้อาหารจากวัตถุดิบ แป้งสาลี นม และไข่ขาว ตรวจสอบการทำความสะอาดด้วยสายตา และตรวจสอบหาโปรตีนตกค้างบนพื้นผิว ผลการวิจัยพบว่า การดูดฝุ่นตะแกรงร่อนที่กำลังไฟ 3600 วัตต์ ระยะเวลา 1 นาที ให้ผลที่ดีที่สุด สำหรับนมผงและไข่ขาวผง และระยะเวลาดูดฝุ่นที่ 5 นาที ให้ผลดีที่สุดสำหรับแป้งสาลี ส่วนการดูดฝุ่นถาดรับวัตถุดิบ ให้ผลแตกต่างกันในแต่ละวัตถุดิบ แป้งสาลี ให้ผลดีตั้งแต่การดูดฝุ่นที่ 1 นาที นมผงให้ผลดีที่สุดที่เวลา 1 นาที ส่วนไข่ขาวผง ให้ผลดีที่สุดที่ 10 นาที การเช็ดถาดรับวัตถุดิบด้วยเอทานอล พบว่า แป้งสาลี ให้ผลดีที่ความเข้มข้นเอทานอล 50 และ 70% โดยปริมาตร(v/v) นมผงและไข่ขาว ให้ผลที่ดีที่ระดับความเข้มข้น 20 และ 50% โดยปริมาตร(v/v) ตามลำดับ ผลการศึกษาการใช้วิธีการร่วมกัน โดยการดูดฝุ่นเป็นระยะเวลา 1 นาที ร่วมกับการเช็ดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 50% โดยปริมาตร(v/v) สำหรับทำความสะอาดถาดรับวัตถุดิบ พบว่า สามารถกำจัดโปรตีนได้มากขึ้นกว่าวิธีการเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมกับการทำความสะอาดเครื่องร่อน โดยพิจารณาเลือกวิธีการที่สามารถใช้ร่วมกันได้กับวัตถุดิบทั้ง 3 รายการ นำไปทดลองกับการใช้งานในกระบวนการผลิตสินค้าจริง ตรวจสอบปริมาณสารก่อภูมิแพ้ที่ตกค้างบนพื้นผิวหลังทำความสะอาด พบว่า มีปริมาณสารก่อภูมิแพ้ ได้แก่ ไกลอะดินจากแป้งสาลี นมและไข่ขาวตกค้างบนพื้นผิวเครื่องร่อน 6.43 2.95 และ 3.13 มิลลิกรัม/กิโลกรัมตามลำดับ การทำความสะอาดเครื่องร่อนด้วยวิธีการดังกล่าว สามารถลดปริมาณสารก่อภูมิแพ้อาหารบนพื้นผิวได้ และอยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

คำสำคัญ: การทำความสะอาดแบบแห้ง, สารก่อภูมิแพ้อาหาร, การดูดฝุ่น, การเช็ดด้วยเอทานอล

บทนำ

ปัญหาการแพ้อาหารในปัจจุบัน พบว่า มีเพิ่มมากขึ้นในทุกภูมิภาคของโลก โดยมีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการบริโภคของประชากรแต่ละพื้นที่ ภาวะภูมิแพ้อาหาร (food allergy) เป็นปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายแบบไม่พึงประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันต่อสารอาหารโปรตีนที่รับประทาน โดยผู้ที่เป็นโรคภูมิแพ้อาหารและสารกระตุ้นที่ทำให้เกิดอาการแพ้ และมีปัจจัยร่วมอื่นๆ ได้แก่ พันธุกรรม คุณลักษณะของโปรตีนที่ได้รับ ปริมาณที่ได้รับสัมผัส (วิภา สุโรจนะเมธากุล, 2559) จากรายงานของ U.S. Food and Drug Administration (USFDA) (2017) กล่าวว่า อาหารที่พบว่ามีการแพ้มากที่สุด 8 ชนิด ได้แก่ นม ไข่ ปลา สัตว์น้ำทะเลเปลือกแข็ง (ปู กุ้ง กั้ง) ถั่วเปลือกแข็ง ถั่วลิสง ข้าวสาลี และถั่วเหลือง ส่วนการแพ้อาหารในประเทศไทย พบว่า ประชากรเด็กใน

กรุงเทพมหานคร แพ้อาหารมากที่สุด ประมาณ 10% (ช่วงอายุ 5-11 และ 12-18 ปี) อาหารที่พบว่ามีการแพ้มาก ได้แก่ อาหารทะเล นมวัว ไข่ แป้งสาลี (ดารณี หมู่ขจรพันธ์, 2552)

ผู้ผลิตอาหารต้องตระหนักถึงปัญหาการแพ้อาหารของผู้บริโภคดังกล่าว และต้องหามาตรการป้องกัน มีรายงานจาก Food Standard Australia New Zealand (FSANZ) (2018) ช่วงปี ค.ศ. 2008-2017 พบปัญหาการเรียกคืนสินค้าเนื่องจากการไม่แสดงสารก่อภูมิแพ้บนฉลากสินค้า (undeclared allergens) 37.00% ของการเรียกคืนสินค้าทั้งหมด นอกจากนี้ USFDA (2018) รายงานการเรียกคืนสินค้าในปีค.ศ. 2017 พบสาเหตุจากการไม่แสดงสารก่อภูมิแพ้บนฉลากสินค้า คิดเป็น 40.45% ของการเรียกคืนทั้งหมด ประเทศไทย มีการตรวจพบสารก่อภูมิแพ้ในอาหารโดยไม่แสดงข้อมูลบนฉลาก 38.73% (Surojanametakul, 2012) สาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบปัญหา มาจากการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตจากการใช้เครื่องจักรร่วมกัน และการทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องจักรที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามของสารก่อภูมิแพ้ไปยังผลิตภัณฑ์ได้ ส่งผลให้เกิดการเรียกคืนสินค้า

การทำความสะอาดเครื่องจักร ด้วยการล้างน้ำและสารทำความสะอาด มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารก่อภูมิแพ้อาหารแต่สำหรับอาหารแบบแห้ง การล้างด้วยน้ำอาจส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ จึงต้องใช้การทำความสะอาดแบบแห้ง เช่น การปัดกวาด การดูดฝุ่น การใช้ระบบอัดอากาศ การเช็ดด้วยสารเคมี (Lauren et al. 2008) ดังนั้นงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาวิธีการทำความสะอาดเครื่องร่อน ทั้งส่วนของตะแกรงร่อนและส่วนถาดรับวัตถุดิบพื้นผิวสแตนเลสเรียบ ด้วยวิธีการดูดฝุ่น และการเช็ดด้วยเอทานอล เพื่อทำความสะอาดวัตถุดิบที่มีสารก่อภูมิแพ้ 3 ชนิด ได้แก่ แป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ ได้แก่ แป้งสาลี (เวียดนาม ฟลาว์, เวียดนาม) นมผง (ฟอนเทียร่า, นิวซีแลนด์) และ ไข่ขาวผง (เอสเคเอ็ม ผลิตภัณฑ์ไข่, อินเดีย)

เครื่องจักรสำหรับการทดสอบ คือ เครื่องร่อนแบบสั่น (vibrating sieve) ทำด้วยสแตนเลส เกรด 304 กำลัง 1 แรงม้า เครื่องร่อนประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ชั้นบนเป็นตะแกรงร่อน และชั้นล่างเป็นถาดรับวัตถุดิบหลังร่อน ตะแกรงทำจากลวดสแตนเลสสานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร มี 2 ขนาด คือ ตะแกรงร่อน 18 และ 40 เมช (mesh) (ขนาดรูเปิด 0.92 และ 0.46 มิลลิเมตร ตามลำดับ) ส่วนชั้นถาดรับวัตถุดิบเป็นสแตนเลสเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ก่อนการใช้งาน ทำความสะอาดเครื่องร่อนทุกชิ้นส่วนด้วยการเช็ดเอทานอล 70% โดยปริมาตร(v/v) ทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นประกอบเครื่องเข้าด้วยกันตามคู่มือการทำงานของเครื่องจักร

เครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม (รุ่น IVB 5-M นิวฟิสก์ (Nilfisk), เยอรมนี) ถังทำจากพลาสติกโพลิโพรพิลีน กำลังสูงสุด 3600 วัตต์ หัวดูดแบบแปรงกลม ขนแปรงพลาสติกโพลิโพรพิลีน (polypropylene, PP) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ความยาวขนแปรง 20 มิลลิเมตร

การเตรียมสารเคมี เตรียมแอลกอฮอล์สำหรับการทดลองเช็ดพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบ โดยนำเอทานอล 95% โดยปริมาตร (v/v) (ธนนันท์ เคมิคอล, ไทย) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ให้มีความเข้มข้น ได้แก่ 20 , 50 และ 70% โดยปริมาตร(v/v) ปริมาตร 1 ลิตร

การศึกษาผลการดูดฝุ่นตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบด้วยเครื่องดูดฝุ่น

สร้างการปนเปื้อนของวัตถุดิบบนเครื่องร่อนโดย ร่อนวัตถุดิบ ได้แก่ แป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง จำนวน 50 กิโลกรัมด้วยเครื่องร่อนแบบสั่น กำหนดให้ แป้งสาลี ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ส่วนไข่ผงและนมผง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 18 เมช ใช้เวลาในการร่อนประมาณ 8 - 15 นาทีตามลำดับ เมื่อร่อนเสร็จ ให้ถอดชั้นตะแกรงร่อนออกวางบนโต๊ะสแตนเลส ทำความสะอาดตะแกรงร่อนด้วยเครื่องดูดฝุ่น เริ่มจากดูดฝุ่นบริเวณขอบชั้นตะแกรงด้านข้างจนทั่ว ประมาณ 1 นาที แล้วดูดฝุ่นส่วนตะแกรงสแตนเลสสาน 1 รอบ โดยใช้เวลา 1 นาที เริ่มดูดรอบวงตะแกรง ดูดตามแนวนอนจากซ้ายไปขวาจนทั่วตะแกรง แล้วดูดตามแนวตั้งจากบนลงล่างจนทั่ว ใช้เวลาประมาณ 1 นาที ทำการทดลองดูดฝุ่นตะแกรงร่อนที่ระยะเวลาในการทำความสะอาด 1, 5 และ 10 นาที ตามลำดับ สำหรับถาดรับวัตถุดิบด้านล่าง ทำความสะอาดด้วยการกวาดผงวัตถุดิบออกโดยแปรงไนล่อนขนาดความยาวแปรง 60 มิลลิเมตร จากนั้นดูดฝุ่นด้วยเครื่องดูดฝุ่น ตามวิธีการเดียวกับการดูดฝุ่นตะแกรงร่อน 1 รอบ โดยใช้เวลา 1 นาที ทำการทดลองดูดฝุ่นถาดรับวัตถุดิบที่

ระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำความสะอาดตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบด้วยสายตา จากนั้นเก็บตัวอย่างพื้นผิวตะแกรงร่อน และถาดรับวัตถุดิบ โดยการสวอป (swab) ตรวจสอบหาโปรตีนตกค้าง เพื่อคัดเลือกระยะเวลาในการดูดฝุ่นที่เหมาะสมที่สุด

การศึกษาผลของการเช็ดพื้นผิวสแตนเลสถาดรับวัตถุดิบด้วยเอทานอล

สร้างการปนเปื้อนให้กับพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบ โดยนำวัตถุดิบ ได้แก่ แป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง ปริมาณ 150 กรัม โรยผ่านตะแกรงร่อน 20 เมช เพื่อให้วัตถุดิบกระจายให้ทั่วบนชั้นถาดรับวัตถุดิบ จากนั้นกวาดผงวัตถุดิบที่โรยออกด้วยแปรงไนล่อน ทำการเช็ดพื้นผิวด้วยเอทานอลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยสเปรย์เอทานอล 15 ครั้งจนทั่วถาด ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วเช็ดออกด้วยกระดาษอเนกประสงค์แบบหนา ขนาดกระดาษ 21.5 x 25.5 เซนติเมตร (RiverPRO ริเวอร์โปร์ พัลพ แอนด์ เพเพอร์, ไทย) พับครึ่ง 2 ครั้ง เช็ดตามแนวตั้งจากบนลงล่างจนทั่วถาด 1 รอบ จากนั้นสเปรย์เอทานอลซ้ำปริมาณเท่าเดิม เปลี่ยนกระดาษใหม่ พับเช่นเดียวกับครั้งแรก เช็ดถาดรับวัตถุดิบแนวนอนจากซ้ายไปขวาจนทั่วถาด 1 รอบ เปลี่ยนกระดาษใหม่ และเช็ดซ้ำตามแนวตั้งจากบนลงล่างอีก 1 รอบ จนเอทานอลแห้ง ตรวจสอบการเช็ดพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบหลังทำความสะอาดด้วยเอทานอลด้วยสายตา จากนั้นเก็บตัวอย่าง โดยการสวอปพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบ ตรวจสอบหาโปรตีนตกค้าง เพื่อคัดเลือกความเข้มข้นสารเอทานอลที่เหมาะสม

การศึกษาผลของการดูดฝุ่นร่วมกับการเช็ดด้วยเอทานอลบนถาดรับวัตถุดิบ

สร้างการปนเปื้อนให้กับพื้นผิวด้วยการร่อนวัตถุดิบ ได้แก่ แป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง ปริมาณ 50 กิโลกรัม ด้วยเครื่องร่อนแบบสั่น ตามวิธีการข้างต้น จากนั้นถอดชั้นตะแกรงร่อนออก ทำความสะอาดถาดรับวัตถุดิบด้วยการดูดฝุ่นร่วมกับการใช้เอทานอล เริ่มจาก กวาดถาดรับวัตถุดิบหลังร่อนด้วยแปรงไนล่อน จากนั้นทำการดูดฝุ่นด้วยเครื่องดูดฝุ่น ตามวิธีการดูดฝุ่นและระยะเวลาที่เหมาะสมที่คัดเลือกไว้ข้างต้น จากนั้นสเปรย์เอทานอลตามระดับความเข้มข้นที่คัดเลือกจากการทดลองเช็ด ลงบนพื้นผิว 15 ครั้ง ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เช็ดด้วยกระดาษเอนกประสงค์พับครึ่งตามแนวตั้ง สเปรย์เอทานอลอีกครั้ง เปลี่ยนกระดาษแล้วเช็ดตามแนวนอนอีกครั้งจนเอทานอลแห้ง ตรวจสอบการเช็ดพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบหลังทำความสะอาดด้วยเอทานอลด้วยสายตา จากนั้นเก็บตัวอย่างโดยการสวอปพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบ ตรวจสอบหาโปรตีนตกค้าง เพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม

การศึกษาผลของการทำความสะอาดเครื่องร่อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตจริง

นำวิธีการและสภาวะที่เหมาะสมในการทำความสะอาดตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบของเครื่องร่อน มาใช้ในการทำความสะอาดเครื่องร่อนในกระบวนการผลิตจริง โดยการร่อนวัตถุดิบ ได้แก่ แป้งสาลีร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ส่วนนมผงและไข่ขาวผงร่อนผ่านตะแกรงขนาด 18 เมช ปริมาณ 50 กิโลกรัม ด้วยเครื่องร่อนแบบสั่น ตามวิธีการข้างต้น จากนั้นถอดชั้นตะแกรงร่อนออกแล้วทำความสะอาดโดยการดูดฝุ่นด้วยเครื่องดูดฝุ่นตามวิธีการและระยะเวลาที่เหมาะสมและทำความสะอาดถาดรับวัตถุดิบด้วยการดูดฝุ่นร่วมกับการเช็ดด้วยเอทานอลตามวิธีการและสภาวะที่เหมาะสม จากนั้นเก็บตัวอย่างพื้นผิวตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบหลังทำความสะอาด โดยการสวอปและนำไปตรวจสอบวิเคราะห์ปริมาณสารก่อภูมิแพ้ที่ตกค้างบนพื้นผิวหลังการทำความสะอาด ด้วยวิธี Enzyme - linked immunosorbent assay (ELISA)

การตรวจวิเคราะห์โปรตีนตกค้างบนพื้นผิวตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบ

ทำการทดสอบหาสารโปรตีนตกค้างบนพื้นผิวตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบ โดยการสวอป ด้วยชุดทดสอบ 3M Clean-Trace™ Surface Protein (Allergen) (3 เอ็ม, สหรัฐอเมริกา) หลังจากทำความสะอาดด้วยวิธีการดูดฝุ่น การเช็ดด้วยเอทานอล ดึงก้านสวอบออกจากชุดทดสอบ หยด moisturizer ที่มากับชุดทดสอบประมาณ 4 หยด แล้วสวอป บนพื้นผิวขนาด 10x10 ตารางเซนติเมตร โดยลากหัวสวอป แบบสลับไปมา เก็บพื้นที่ผิวให้ทั่ว แล้วกดที่ด้ามจับให้ปลายก้านสวอป ทะลุสัมผัสสารละลาย เขย่าไปมาประมาณ 5 วินาที จนสารละลายเปลี่ยนจากสีใสเป็นสีเขียว จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที อ่านผลโดยการเปรียบเทียบสีของสารละลายกับแถบสีข้างหลอด การแปลผล สีของปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับปริมาณของโปรตีนที่ตกค้าง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ สีเขียว แสดงว่าผลการทดสอบผ่าน แสดงว่าจุดนั้นมีโปรตีนตกค้างต่ำกว่า 3 ไมโครกรัม ไม่ต้องทำความสะอาดใหม่ สีเทา

ไม่มีผลสรุปที่แน่ชัด แนะนำว่าควรทำความสะอาดใหม่และตรวจสอบซ้ำ และสีม่วง แสดงผลไม่ผ่าน ต้องทำความสะอาดใหม่ (3 เอ็ม ประเทศไทย, 2551)

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารก่อภูมิแพ้บนพื้นผิวหลังการทำความสะอาด

ทำการเก็บตัวอย่างพื้นผิวตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบหลังการทำความสะอาดด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อตรวจสอบปริมาณสารก่อภูมิแพ้ที่ตกค้างบนพื้นผิวหลังทำความสะอาดด้วยวิธี (ELISA) ด้วยชุดทดสอบ R-Biopharm (อาร์-ไบโอฟาร์ม, เยอรมนี) โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด

ผลและอภิปรายผล

ผลการทำความสะอาดตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบด้วยวิธีการเครื่องดูดฝุ่น โดยการดูดฝุ่นพื้นผิวที่มีการปนเปื้อนของวัตถุดิบ แป้งสาลี นมผง และ ไข่ขาวผง ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบการทำความสะอาดพื้นผิวตะแกรงร่อนหลังการดูดฝุ่น ด้วยสายตาและการตรวจสอบโปรตีนตกค้างบนพื้นผิวที่มีการปนเปื้อนของ แป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง

วัตถุดิบ	เวลาดูดฝุ่น	ผลตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบโปรตีนตกค้างบนพื้นผิว* จำนวนผลที่ได้/จำนวนทดสอบทั้งหมด		
	(นาที)	ด้วยสายตาหลังดูดฝุ่น	ผลผ่าน[1]	ไม่มีผลสรุปแน่ชัด[2]	ไม่ผ่าน[3]
แป้งสาลี	1	มีฝุ่นเล็กน้อย	0/3**	2/3	1/3
	5	มีฝุ่นเล็กน้อย	0/3	3/3	0/3
	10	มีฝุ่นเล็กน้อย	0/3	3/3	0/3
นมผง	1	มีฝุ่นเล็กน้อย	0/3	3/3	0/3
	5	มีฝุ่นเล็กน้อย	0/3	1/3	2/3
	10	มีฝุ่นเล็กน้อย	0/3	0/3	3/3
ไข่ขาวผง	1	มีฝุ่นเล็กน้อย	0/3	1/3	2/3
	5	มีฝุ่นเล็กน้อย	0/3	0/3	3/3
	10	มีฝุ่นเล็กน้อย	0/3	2/3	1/3

หมายเหตุ : * ตรวจสอบโปรตีนตกค้างด้วยชุดทดสอบ 3M Clean-Trace™ Surface Protein (Allergen), ** 0 ครั้งในการทดลอง 3 ครั้ง ที่ผลผ่าน; [1] ผลผ่าน คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีเขียว; [2] ไม่มีผลสรุปแน่ชัด คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีเทา; [3] ไม่ผ่าน คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีม่วง

จากตารางที่ 1 ทำการดูดฝุ่นบนตะแกรงร่อนที่ระยะเวลา 1 5 และ 10 นาที เมื่อตรวจสอบด้วยสายตา พบว่าวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มีฝุ่นติดค้างบนตะแกรงร่อน และตรวจพบโปรตีนบนพื้นผิว แป้งสาลีพบว่าที่ระยะเวลาดูดฝุ่น 5 และ 10 นาที นมผงที่ระยะเวลาดูดฝุ่น 1 นาที และไข่ขาวระยะเวลาดูดฝุ่น 10 นาทีสามารถกำจัดวัตถุดิบได้ดีที่สุด แต่พื้นผิวมีโปรตีนตกค้างมากกว่า 3 ไมโครกรัมควรทำความสะอาดใหม่ เนื่องจากแป้งสาลีลักษณะผงละเอียดมาก ไม่ดูดความชื้นแต่จับกันเป็นก้อนได้ ทำให้อุดตันรูตะแกรงร่อน ส่วนนมผงลักษณะเป็นผงร่วนและมีความสามารถในการดูดความชื้น เมื่อเพิ่มเวลาดูดฝุ่นนานขึ้นทำให้นมละลายเกาะติดตะแกรงมากขึ้น และไข่ขาวลักษณะเป็นผงละเอียดมาก จับกันเป็นก้อนเล็กๆ สามารถเข้าไปแทรกในช่องว่างตะแกรง จึงต้องใช้เวลานานในการดูดฝุ่น

จากตารางที่ 2 ผลการทำความสะอาดถาดรับวัตถุดิบด้วยวิธีการดูดฝุ่น เมื่อตรวจสอบด้วยสายตาไม่พบฝุ่นติดบนถาดรับวัตถุดิบ การดูดฝุ่นแป้งสาลี ที่ระยะเวลา 1 3 และ 5 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกัน สามารถกำจัดโปรตีนตกค้างบนพื้นผิวได้ เนื่องจากแป้งสาลีไม่ดูดความชื้น ไม่เกาะพื้นผิวสแตนเลสทำให้สามารถกำจัดออกได้ง่าย ส่วนการดูดฝุ่นนมผงและไข่ขาวผง ไม่สามารถกำจัดวัตถุดิบได้

หมด ยังคงมีโปรตีนตกค้างบนถาด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lauren และ Fadwa (2008) พบว่าการดูดฝุ่นสามารถกำจัดวัตถุดิบนมผง และไข่ผงได้ แต่ไม่สามารถกำจัดโปรตีนตกค้างได้หมดจากพื้นผิว นมผงที่ระยะเวลาดูดฝุ่นนาน 1 นาที สามารถกำจัดโปรตีนได้มากที่สุด เนื่องจากวัตถุดิบ ดูดความชื้นได้เร็ว เมื่อระยะเวลาดูดฝุ่นนานขึ้นทำให้วัตถุดิบเหนียวเกาะติดพื้นผิวและกระจายทั่วถาด ส่วนไข่ขาวผง ระยะเวลาดูดฝุ่นที่ดีที่สุด คือ 1 นาที เนื่องจากไข่ขาวผง มีลักษณะผงละเอียดมาก น้ำหนักเบา จับกันเป็นกลุ่มก้อนเล็กๆ ไม่เกาะพื้นผิวเรียบ ทำให้ดูดฝุ่นออกได้ง่าย

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบการทำความสะอาดพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบหลังการดูดฝุ่น ด้วยสายตาและการตรวจสอบโปรตีนตกค้างบนพื้นผิวที่มีการปนเปื้อนของ แป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง

วัตถุดิบ	**เวลาดูดฝุ่น**	**ผลตรวจสอบ**	**ผลการตรวจสอบโปรตีนตกค้างบนพื้นผิว* จำนวนผลที่ได้/จำนวนทดสอบทั้งหมด**		
	(นาที)	ด้วยสายตาหลังดูดฝุ่น	ผลผ่าน[1]	ไม่มีผลสรุปแน่ชัด[2]	ไม่ผ่าน[3]
แป้งสาลี	1	ไม่มีฝุ่น	3/3**	0/3	0/3
	3	ไม่มีฝุ่น	3/3	0/3	0/3
	5	ไม่มีฝุ่น	3/3	0/3	0/3
นมผง	1	ไม่มีฝุ่น	1/3	2/3	0/3
	3	ไม่มีฝุ่น	1/3	0/3	2/3
	5	ไม่มีฝุ่น	0/3	2/3	1/3
ไข่ขาวผง	1	ไม่มีฝุ่น	0/3	2/3	1/3
	3	ไม่มีฝุ่น	0/3	0/3	3/3
	5	ไม่มีฝุ่น	0/3	1/3	2/3

หมายเหตุ : * ตรวจสอบโปรตีนตกค้างด้วยชุดทดสอบ 3M Clean-Trace™ Surface Protein (Allergen), ** 0 ครั้งในการทดลอง 3 ครั้ง ที่ผลผ่าน; [1] ผลผ่าน คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีเขียว; [2] ไม่มีผลสรุปแน่ชัด คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีเทา; [3] ไม่ผ่าน คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีม่วง

ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบการทำความสะอาดพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบหลังการเช็ดด้วยเอทานอล ด้วยสายตาและการตรวจสอบโปรตีนตกค้างบนพื้นผิวที่มีการปนเปื้อนของ แป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง

วัตถุดิบ	**ความเข้มข้น**	**ผลการตรวจ**	**ผลการตรวจสอบโปรตีนตกค้างบนพื้นผิว* จำนวนผลที่ได้/จำนวนทดสอบทั้งหมด**		
	เอทานอล(%)	**ด้วยสายตาหลังเช็ด**	**ผลผ่าน[1]**	**ไม่มีผลสรุปแน่ชัด[2]**	**ไม่ผ่าน[3]**
แป้งสาลี	20	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	0/4**	4/4	0/4
	50	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	4/4	0/4	0/4
	70	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	4/4	0/4	0/4
นมผง	20	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	1/4	3/4	0/4
	50	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	0/4	4/4	0/4
	70	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	0/4	4/4	0/4
ไข่ขาวผง	20	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	1/4	3/4	0/4
	50	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	0/4	3/4	1/4
	70	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	0/4	0/4	4/4

หมายเหตุ : * ตรวจสอบโปรตีนตกค้างด้วยชุดทดสอบ 3M Clean-Trace™ Surface Protein (Allergen), ** 0 ครั้งในการทดลอง 4ครั้ง ที่ผลผ่าน; [1] ผลผ่าน คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีเขียว; [2] ไม่มีผลสรุปแน่ชัด คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีเทา; [3] ไม่ผ่าน คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีม่วง

ผลการทำความสะอาดถาดรับวัตถุดิบด้วยการเช็ดด้วยเอทานอลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อกำจัดสารก่อภูมิแพ้อาหาร ได้แก่ แป้งสาลี นม และไข่ขาว ดังตารางที่ 3 เมื่อตรวจสอบด้วยสายตาหลังเช็ดถาดรับวัตถุดิบด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้น 20, 50 และ 70% โดยปริมาตร(v/v) ไม่พบฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบบนพื้นผิว พบว่าการใช้เอทานอลที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 70% โดยปริมาตร(v/v) สามารถเช็ดแป้งสาลีออกได้หมด และตรวจไม่พบโปรตีนตกค้าง เนื่องจากแป้งสาลีไม่เกาะติดพื้นผิวการละลายน้ำต่ำและโปรตีนในแป้งสาลีสามารถละลายในแอลกอฮอล์ได้ที่ระดับความเข้มข้น 50-90% โดยปริมาตร(v/v) (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549) นมผงและไข่ผง พบว่าที่ความเข้มของแอลกอฮอล์ 20% โดยปริมาตร(v/v) สามารถกำจัดสารโปรตีนได้มากกว่าความเข้มข้นสูง แต่ไม่สามารถกำจัดได้หมด เนื่องจากฝุ่นนมผงและไข่ผงที่เกาะอยู่บนพื้นผิวหลังกวาด ละลายน้ำได้ เมื่อเช็ดทำให้เกิดการกระจายทั่วพื้นผิวถาด ทำให้ยากต่อการเช็ดทำความสะอาด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lauren and Fadwa (2008) รายงานว่าการเช็ดด้วยสารผสมแอลกอฮอล์และควอท สามารถกำจัดวัตถุดิบนมผง และไข่ผง ออกจากพื้นผิวสแตนเลสได้

เมื่อทำความสะอาดพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบด้วยการดูดฝุ่นและการเช็ดด้วยเอทานอลร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาด โดยสร้างการปนเปื้อนให้กับพื้นผิวด้วยการร่อนวัตถุดิบ แป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง ด้วยเครื่องร่อน จากนั้นทำความสะอาดพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบด้วยการดูดฝุ่นที่ระยะเวลา 1 นาที แล้วเช็ดด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้น 50% โดยปริมาตร(v/v) ผลดังตารางที่ 4 พบว่าเมื่อตรวจสอบด้วยสายตาไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดบนพื้นผิว และสามารถกำจัดโปรตีนตกค้างบนถาดรับวัตถุดิบได้ดีกว่าการดูดและการเช็ดเอทานอลเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง เนื่องจากการดูดฝุ่นช่วยกำจัดฝุ่นบนพื้นผิวถาดออกได้มาก ทำให้เมื่อเช็ดด้วยเอทานอล มีวัตถุดิบติดพื้นผิวน้อย จึงเช็ดออกได้มากขึ้น

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบการทำความสะอาดพื้นผิวถาดรับวัตถุดิบ หลังการดูดฝุ่นและเช็ดด้วยเอทานอล ที่ความเข้มข้น 50% โดยปริมาตร(v/v) ด้วยสายตาและการตรวจสอบโปรตีนตกค้างบนพื้นผิวที่มีการปนเปื้อนของ แป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง

วัตถุดิบ	**ผลตรวจสอบ**	**ผลการตรวจสอบโปรตีนตกค้างบนพื้นผิว* จำนวนผลที่ได้/จำนวนทดสอบทั้งหมด**		
	ด้วยสายตาหลังเช็ด	**ผลผ่าน[1]**	**ไม่มีผลสรุปแน่ชัด[2]**	**ไม่ผ่าน[3]**
แป้งสาลี	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	3/3	0/3	0/3
นมผง	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	2/3	1/3	0/3
ไข่ขาวผง	ไม่มีฝุ่นหรือคราบวัตถุดิบ	2/3	1/3	0/3

หมายเหตุ : * ตรวจสอบโปรตีนตกค้างด้วยชุดทดสอบ 3M Clean-Trace™ Surface Protein (Allergen), ** 0 ครั้งในการทดลอง 3 ครั้ง ที่ผลผ่าน; [1] ผลผ่าน คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีเขียว; [2] ไม่มีผลสรุปแน่ชัด คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีเทา; [3] ไม่ผ่าน คือ สารละลายในหลอดทดสอบเป็นสีม่วง

จากนั้นนำวิธีการทำความสะอาดเครื่องร่อนทั้งส่วนตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบที่เหมาะสม มาทำการทดลองโดยการร่อนวัตถุดิบในกระบวนการผลิตสินค้าจริง ทำความสะอาดเครื่องร่อนด้วยสภาวะที่เหมาะสมกับวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด คือ ทำความสะอาดตะแกรงร่อนด้วยการดูดฝุ่นที่ระยะเวลา 1 นาที และทำความสะอาดถาดรับวัตถุดิบด้วย การดูดฝุ่น ที่ระยะเวลา 1 นาที แล้วเช็ดเอทานอลความเข้มข้น 50% โดยปริมาตร(v/v) เก็บตัวอย่างพื้นผิวตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบหลังการทำความสะอาด และตรวจสอบหาปริมาณสารก่อภูมิแพ้ที่ตกค้างบนพื้นผิว ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณสารก่อภูมิแพ้ในแป้งสาลี นมผง และไข่ขาวผง ที่ตกค้างบนพื้นผิวตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบหลังการทำความสะอาดเครื่องร่อน

วัตถุดิบ	ส่วนของเครื่องร่อน	วิธีการทำความสะอาด	ปริมาณสารก่อภูมิแพ้ที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม ต่อพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร)
แป้งสาลี	ตะแกรงร่อน	การดูดฝุ่น	1.42
	ถาดรับวัตถุดิบ	การดูดฝุ่น และเช็ดเอทานอล	5.01
นม	ตะแกรงร่อน	การดูดฝุ่น	2.69
	ถาดรับวัตถุดิบ	การดูดฝุ่น และเช็ดเอทานอล	0.26
ไข่ขาว	ตะแกรงร่อน	การดูดฝุ่น	1.70
	ถาดรับวัตถุดิบ	การดูดฝุ่น และเช็ดเอทานอล	1.43

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารก่อภูมิแพ้ที่ตกค้างบนพื้นผิวหลังการทำความสะอาดเครื่องร่อน พบการตกค้างของสารก่อภูมิแพ้บนพื้นผิวตะแกรงร่อนและถาดรับวัตถุดิบหลังการทำความสะอาด โดยแป้งสาลีในรูปของไกลอะดินตกค้างบนผิวตะแกรงร่อน 1.42 มิลลิกรัม/กิโลกรัมและบนถาดวัตถุดิบ 5.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สารก่อภูมิแพ้ในนมพบมีการตกค้างบนตะแกรงร่อน 2.69 มิลลิกรัม/กิโลกรัมและบนถาดวัตถุดิบ 0.26 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนสารก่อภูมิแพ้ในไข่ขาวตกค้างบนผิวตะแกรงร่อน 1.70 มิลลิกรัม/กิโลกรัมและบนถาดวัตถุดิบ 1.43 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 384) พ.ศ. 2560 เรื่อง การแสดงฉลากอาหารไม่มีกลูเตน ระบุปริมาณกลูเตนทั้งหมดในผลิตภัณฑ์สุดท้าย ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2560) ส่วนสารก่อภูมิแพ้ชนิดนมและไข่ ตามมาตรฐานการแสดงฉลากสารก่อภูมิแพ้ของประเทศญี่ปุ่นกำหนดให้ปริมาณสารก่อภูมิแพ้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (Shoji, Adashi & Akiyama, 2018) และค่าแนะนำจาก The European Academy of Allergy and Clinical Immunology(EAACI) ได้แก่ นม 1-10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และไข่ที่ปริมาณ 0.3-5.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในอาหารที่บริโภค 100 กรัม (Walker, Burns, Elliott, Gowland & Mills, 2016)

สรุปผลการวิจัย

การทำความสะอาดแบบแห้งที่เหมาะสมสำหรับเครื่องร่อนแบบสั่น ต้องใช้วิธีการร่วมกัน ส่วนของตะแกรงร่อน เหมาะกับการดูดฝุ่นที่ระยะเวลา 1 นาที ส่วนของถาดรับวัตถุดิบ เหมาะกับการดูดฝุ่นที่ระยะเวลา 1 นาที แล้วเช็ดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 50% โดยปริมาตร (v/v) ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถกำจัดวัตถุดิบสารก่อภูมิแพ้อาหารชนิด แป้งสาลี นม และ ไข่ขาวผง ได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และเมื่อนำวิธีการดังกล่าวไปทำความสะอาดเครื่องร่อนวัตถุดิบในกระบวนการผลิตสินค้าจริง ตรวจพบสารก่อภูมิแพ้แต่ละชนิดตกค้างบนพื้นผิวเครื่องร่อนต่ำกว่า 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำมากและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค จากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำความสะอาดเครื่องจักรอื่นๆที่มีลักษณะพื้นผิวเหมือนกันได้

ข้อเสนอแนะ

เครื่องร่อนสามารถใช้ในการร่อนวัตถุดิบที่หลากหลายและมีลักษณะที่แตกต่างกัน ควรทำการศึกษาและตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดให้เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละชนิดก่อนใช้งานจริง

บรรณานุกรม

3เอ็ม ประเทศไทย. (2551). 3M Clean-Trace™ Surface Protein(Allergen) A swab for the detection protein residues. กรุงเทพมหานคร: 3 เอ็ม ประเทศไทย.

Food Standard Australia New Zealand (FSANZ). (2018). Food recall statistics. Retrieved from http://www.foodstandards.gov.au/industry/foodrecalls/recallstats/Pages/default.aspx

Lauren, S.J, Fadwa, M.A., Mark, M., Jonathan, D., Roger, T., Katherine, M.J.S., & Steven, G. (2008). Cleaning and other control and validation strategies to prevent allergen cross-contact in food-processing operations. Journal of Food Protection 71(2), 445-458.

Lauren, S.J. & Fadwa, A. (2008). Efficacy of difference dry cleaning methods for removing allergenic foods from food-contact surfaces. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/267548651_Efficacy_of_Different_Dry_Cleaning_Methods_for_Removing Allergenic_Foods_from_Food-Contact_Surfaces

Shohi, M., Adashi, R., Akiyama, H., (2018). Japanese food allergen labeling regulation: An update. Journal of AOAC International 101(1), 8-13.

Surojanametakul, V., Khaiprapai, P., Jithan, P., Varanyanond, W., Shoji M., Ito, T., & Tamura,H. (2012). Investigation of undeclared food allergens in commercial Thai food products. Food Control 23, 1-6.

U.S. Food and Drug Administration (USFDA). (2018). Summary of Recall Cases in Calendar Year 2017. Retrieved from https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/recalls-and-public-health-alerts/recall-summaries

U.S. Food and Drug Administration. (2017). Food Allergies: What You Need to Know. Retrieved from https://www.fda.gov/downloads/food/resourcesforyou/consumers/ucm220117

Walker, M.J., Burns, D.T., Elliott, C.T., Gowland, M.T., & Mills, E.N. (2016). Is food allergen analysis flawed? Health and supply chain risks and a proposed framework to address urgent analytical needs. Analyst 141, 24-35.

ดารณี หมู่ขจรพันธ์. (2552). กฎระเบียบของอาหารก่อภูมิแพ้ (Food Allergen) ที่ต้องรู้. วารสารเพื่อคุณภาพ 144, 69-71.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). เคมีอาหาร. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

วิภา สุโรจนะเมธากุล. (2559). การพัฒนาโปรแกรมการควบคุมสารก่อภูมิแพ้อาหาร. วารสารอาหาร 46(3), 21-28.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2560). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 384) เรื่อง การแสดงฉลากอาหารไม่มีกลูเตน. สืบค้น พฤศจิกายน 2561 จาก http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P384.PDF