

เนื้อหารายวิชา Eco เบเกอรี่: หน่วยที่ 1 งานผลิตเบเกอรี่เพื่อสุขภาพ

1.3 คู่มือความปลอดภัยอาหารสำหรับธุรกิจผลิตคุกกี้และเบเกอรี่เพื่อสุขภาพ

การเติบโตของอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ (Eco Bakery) สะท้อนให้เห็นถึงความตระหนักของผู้บริโภคที่มีต่อโภชนาการและความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม การใช้วัตถุดิบทางเลือก เช่น ธัญพืชไม่ขัดสี โปรตีนสกัดจากพืช สารทดแทนความหวาน และบรรจุภัณฑ์ชีวภาพ นำมาซึ่งความท้าทายใหม่ทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหารและการควบคุมคุณภาพ การออกแบบเนื้อหาการเรียนการสอนสำหรับรายวิชางานผลิตเบเกอรี่เพื่อสุขภาพจึงจำเป็นต้องบูรณาการองค์ความรู้ด้านนิเวศศาสตร์อาหารและหลักวิศวกรรมกระบวนการผลิตเข้าด้วยกัน รายงานฉบับนี้ได้รับการเรียบเรียงขึ้นเพื่อเป็นแกนกลางทางวิชาการสำหรับการสอนระยะสั้นในรูปแบบออนไลน์ โดยครอบคลุมข้อกำหนดทางกฎหมายของประเทศไทยและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องอย่างครบถ้วน

1.3.1 หลักสุขาภิบาลอาหารและหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GHPs)

รากฐานของการผลิตอาหารที่ปลอดภัยเริ่มต้นจากการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์สุขลักษณะทั่วไป ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยได้บังคับใช้ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 420) พ.ศ. 2563 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร ประกาศฉบับนี้เป็นการยกระดับมาตรฐาน GMP (Good Manufacturing Practices) เดิม ไปสู่ระบบ GHPs (Good Hygiene Practices) เพื่อให้ทัดเทียมกับมาตรฐานสากลของ Codex Alimentarius การบังคับใช้กฎหมายฉบับนี้ครอบคลุมสถานที่ผลิตอาหารเพื่อจำหน่ายทุกแห่ง โดยมีการจัดโครงสร้างข้อกำหนดใหม่ให้มีความกระชับและเน้นผลสัมฤทธิ์ด้านความปลอดภัยทางอาหารมากยิ่งขึ้น

การปรับปรุงข้อกำหนดพื้นฐานในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 420) มีการยุบรวมและจัดหมวดหมู่ใหม่ โดยนำเนื้อหาของหมวดการบำรุงรักษาและการทำความสะอาด ไปรวมกับหมวดสถานที่ตั้งและหมวดเครื่องมือเครื่องจักร และนำเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการสารเคมีไปรวมกับหมวดการสุขาภิบาล ทำให้เหลือข้อกำหนดพื้นฐานเพียง 5 หมวดหลัก ได้แก่ สถานที่ตั้งและอาคารผลิต เครื่องมือและเครื่องจักร การควบคุมกระบวนการผลิต การสุขาภิบาล และสุขลักษณะส่วนบุคคล นอกจากนี้ ยังมีข้อกำหนดที่บังคับให้สถานประกอบการต้องจัดให้มีการตรวจประเมินตนเอง (Internal Quality Audit; IQA) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจในระบบประกันคุณภาพอาหาร

สำหรับการประเมินและให้คะแนนเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องตามกฎหมาย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้กำหนดระดับการตัดสินใจออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี (2 คะแนน) ระดับพอใช้ (1 คะแนน) และระดับปรับปรุง (0 คะแนน) โดยการตัดสินใจจะพิจารณาจากผลกระทบโดยตรงต่อความปลอดภัยของอาหารที่ผลิต หากพบข้อบกพร่องแต่มีมาตรการอื่นที่ป้องกันการปนเปื้อนได้ สถานประกอบการอาจยังคงได้รับคะแนนในระดับพอใช้ ทั้งนี้ สถานประกอบการจะต้องได้คะแนนรวมแต่ละหมวดไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และ

ต้องไม่พบข้อบกพร่องรุนแรง จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

โครงสร้างหมวดหมู่ตามประกาศฯ (ฉบับที่ 420)	จุดเน้นและการเปลี่ยนแปลงหลักที่สำคัญ
1. สถานที่ตั้ง อาคารผลิต การทำความสะอาด	ควรรวมเรื่องการทำความสะอาดและบำรุงรักษาอาคารไว้ด้วยกัน กำหนดให้ต้องมีมาตรการจัดการพื้นที่บรรจุอย่างเข้มงวดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนซ้ำหลังการอบ
2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต	เน้นการออกแบบที่ง่ายต่อการทำความสะอาด ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร และต้องสอบเทียบเครื่องมือวัดที่จุดควบคุมวิกฤต
3. การควบคุมกระบวนการผลิต	เพิ่มข้อกำหนดการจัดการผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน (Non-conforming) และการประเมินตนเอง (IQA) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
4. การสุขาภิบาล	ครอบคลุมการจัดการน้ำ น้ำแข็ง ขยะ สัตว์พาหะ และรวมการจัดเก็บสารเคมีทำความสะอาดไว้ในหมวดนี้
5. สุขลักษณะส่วนบุคคล	ควบคุมพฤติกรรม สุขภาพ และการปฏิบัติตัวของพนักงานที่สัมผัสอาหารโดยตรง

1.3.2 อันตรายทางชีวภาพ เคมี กายภาพ สารก่อภูมิแพ้ และการควบคุม

การวิเคราะห์และควบคุมอันตรายในห่วงโซ่การผลิตเบเกอรี่เพื่อสุขภาพมีความซับซ้อน เนื่องจากผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้มักใช้วัตถุดิบที่มีความหลากหลาย การออกแบบมาตรการควบคุมจึงต้องอาศัยความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกการเกิดอันตรายแต่ละประเภท

อันตรายทางชีวภาพ (Biological Hazards) แม้คูกี้และเบเกอรี่อบแห้งจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีความชื้นต่ำ แต่ความเสี่ยงจากจุลินทรีย์ก่อโรคมักยังคงปรากฏให้เห็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียกลุ่มที่สามารถสร้างสปอร์ทนความร้อนได้ เช่น *Bacillus cereus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ และวัตถุดิบทางการเกษตรจำพวกแป้ง สปอร์ของแบคทีเรียชนิดนี้สามารถรอดพ้นจากอุณหภูมิการอบที่ไม่สูงพอหรือใช้ระยะเวลาไม่นานพอ และอาจกลับมาเจริญเติบโตสร้างสารพิษได้เมื่ออาหารมีความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม นอกจากนี้ ยังมีความเสี่ยงจาก *Listeria monocytogenes* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์แต่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่รุนแรงได้ดี เช่น ทนกรด ทนเกลือ และสามารถเจริญเติบโตได้แม้ในอุณหภูมิศูนย์รวมถึงมีความสามารถในการสร้างไบโอฟิล์ม (Biofilms) บนพื้นผิวเครื่องจักร ทำให้ยากต่อการล้างทำความสะอาด

การควบคุมอันตรายทางชีวภาพสำหรับผลิตภัณฑ์อบแห้งจึงต้องพึ่งพาการควบคุมค่า Water Activity (a_w) ให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าความต้องการของจุลินทรีย์เป้าหมาย และการป้องกันการปนเปื้อนข้ามภายหลังกระบวนการให้ความร้อน (Post-lethality contamination)

อันตรายทางเคมี (Chemical Hazards) อันตรายทางเคมีในกระบวนการผลิตเบเกอรี่มักเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทางอุณหพลศาสตร์ระหว่างกระบวนการแปรรูป และการเลือกใช้วัตถุดิบที่ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดของกฎหมาย สารเคมีที่ต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษ ได้แก่ สารอะคริลาไมด์ (Acrylamide) ซึ่งเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดโรคมะเร็ง สารชนิดนี้เกิดขึ้นจากกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) อันเป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนแอสพาจีนและน้ำตาลรีดิวซ์ เมื่ออาหารสัมผัสกับความร้อนสูงเกินกว่า 120 องศาเซลเซียส การอบคุกกี้จนมีสีน้ำตาลเข้มจัด หรือการทอดด้วยความร้อนสูง ล้วนส่งเสริมให้เกิดสารอะคริลาไมด์สะสมในผลิตภัณฑ์ การควบคุมสามารถทำได้โดยการปรับสมดุลอุณหภูมิและเวลาในการอบ (Time-Temperature Optimization) รวมถึงการปรับลดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในสูตรตำรับ

อีกหนึ่งความเสี่ยงทางเคมีที่สำคัญคือการปนเปื้อนของไขมันทรานส์ (Trans Fats) ซึ่งเชื่อมโยงกับการอักเสบระดับเซลล์และโรคหลอดเลือดหัวใจ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 388 (พ.ศ. 2561) ประเทศไทยได้กำหนดห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่ายน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน (Partially Hydrogenated Oils) และอาหารที่มีน้ำมันดังกล่าวเป็นส่วนประกอบ 13 ดังนั้น ในการพัฒนาสูตรเบเกอรี่เพื่อสุขภาพ ผู้ผลิตต้องเปลี่ยนไปใช้ไขมันจากแหล่งอื่น เช่น น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะกอก หรืออะโวคาโด เพื่อทดแทนเนยขาวหรือมาร์การีนสูตรดั้งเดิม

อันตรายทางกายภาพ (Physical Hazards) อันตรายประเภทนี้ครอบคลุมถึงสิ่งแปลกปลอมที่อาจหลุดร่วงลงสู่อาหาร เช่น เศษโลหะจากการสึกหรอของเครื่องผสมแป้ง เศษกระจกจากหลอดไฟ พลาสติกแข็งจากบรรจุภัณฑ์วัตถุดิบ หรือเศษไม้ การควบคุมต้องอาศัยการกรองและการร่อนส่วนผสมที่เป็นผง การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับโลหะ (Metal Detectors) บริเวณจุดสิ้นสุดของสายการผลิตก่อนการบรรจุ และการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ของเครื่องจักรอย่างเป็นระบบ

อันตรายจากสารก่อภูมิแพ้ (Allergens) ภาวะภูมิไวเกินต่ออาหารเป็นปฏิกิริยาของระบบภูมิคุ้มกันที่ตอบสนองต่อโปรตีนบางชนิดอย่างรุนแรง ซึ่งในกรณีที่ร้ายแรงอาจนำไปสู่ภาวะช็อกแบบอนาฟิแล็กซิส (Anaphylaxis) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 383) พ.ศ. 2560 ได้กำหนดให้ผู้ผลิตต้องแสดงข้อมูลสารก่อภูมิแพ้บนฉลากอาหารอย่างชัดเจน โดยแบ่งออกเป็น 9 กลุ่มหลัก ซึ่งครอบคลุมร้อยละ 80 ของสาเหตุการแพ้อาหารทั้งหมด 16 การจัดการสารก่อภูมิแพ้ในโรงงานจำเป็นต้องมีการประเมินจุดเสี่ยงตลอดกระบวนการ และกำหนดมาตรการแยกจัดเก็บ แยกสายการผลิต หรือจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) โดยเริ่มจากการผลิตสินค้าที่ไม่มีสารก่อภูมิแพ้ก่อน เพื่อจัดความเสี่ยงในการเกิดการปนเปื้อนข้าม (Cross-contact)

กลุ่มสารก่อภูมิแพ้ตามกฎหมาย (ฉบับที่ 383)	ตัวอย่างและข้อยกเว้นที่สำคัญ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข
1. ธัญพืชที่มีกลูเตน	ข้าวสาลี ข้าวไรย์ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต (ยกเว้น กลูโคสไซรัปหรือแอลกอฮอล์จากการกลั่นที่ปราศจากโปรตีน)
2. สัตว์น้ำที่มีเปลือกแข็ง	กุ้ง ปู กุ้ง ล็อบสเตอร์
3. ไข่	ไข่และผลิตภัณฑ์จากไข่ทุกชนิด
4. ปลา	ปลาและผลิตภัณฑ์จากปลา (ยกเว้นเจลาตินจากปลาที่ใช้เป็นสารช่วยพาวิตามิน)
5. ถั่วลิสง	ถั่วลิสงและผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากถั่วลิสง
6. ถั่วเหลือง	ถั่วเหลือง (ยกเว้น น้ำมันถั่วเหลืองที่ทำให้บริสุทธิ์หรือสเตอรอลที่สกัดจากถั่วเหลือง)
7. นมและผลิตภัณฑ์จากนม	นม รวมถึงน้ำตาลแลคโตสที่สกัดจากนม (ยกเว้นแลคทิทอล)
8. ถั่วเปลือกแข็ง (Tree nuts)	อัลมอนด์ วอลนัท พีแคน แมคคาเดเมีย และผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง
9. ซัลไฟต์	สารกลุ่มซัลไฟต์ที่มีปริมาณตกค้างตั้งแต่ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมขึ้นไป

1.3.3 สุขลักษณะส่วนบุคคล และการล้างมือและการแต่งกายที่ถูกต้อง

พฤติกรรมและสุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงานเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของการปนเปื้อนทางจุลชีววิทยาและกายภาพ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 420 หมวดที่ 5 ได้กำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานส่วนบุคคลไว้อย่างละเอียด องค์ประกอบที่สำคัญคือความตระหนักรู้ของพนักงานเกี่ยวกับหน้าที่ของตนในการรักษาสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย

การจัดการสุขภาพเบื้องต้น กำหนดให้พนักงานต้องได้รับการตรวจสุขภาพอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้งเพื่อยืนยันว่าไม่เป็นพาหะของโรคติดต่อทางเดินอาหาร หากพนักงานมีบาดแผลติดเชื้อ หรือมีอาการเจ็บป่วยต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบทันทีเพื่อปรับเปลี่ยนหน้าที่ไม่ให้สัมผัสกับอาหารโดยตรง บาดแผลเล็กน้อยต้องได้รับการปิดทับด้วยพลาสติกชนิดกันน้ำและสวมถุงมือยางอนามัยทาบอย่างมิดชิด

กระบวนการล้างมือ เป็นกลไกเชิงกลและเคมีในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่ชั่วคราวบนผิวหนัง (Transient flora) การล้างมือที่ถูกต้องต้องปฏิบัติตามหลัก 7 ขั้นตอน โดยใช้สบู่เหลวและน้ำสะอาด และต้องล้างมือทุกครั้งก่อนเข้าสู่พื้นที่ผลิต หลังการใช้ห้องน้ำ หลังสัมผัสวัตถุดิบดิบ หรือหลังการจัดการกับขยะมูลฝอย การปฏิบัตินี้ช่วยสกัดกั้นห่วงโซ่การแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่อาหาร

การแต่งกาย พนักงานต้องสวมใส่ชุดคลุมปฏิบัติงานที่สะอาด ซึ่งควรออกแบบให้ไม่มีกระเป๋ابริเวณเหนือเอวขึ้นไป เพื่อป้องกันวัตถุส่วนตัวร่วงหล่นลงในสายการผลิต ต้องสวมหมวกหรือตาข่ายคลุมผมที่

สามารถกักเก็บเส้นผมได้ทั้งหมด และที่สำคัญที่สุดคือข้อห้ามในการสวมใส่เครื่องประดับทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นนาฬิกา แหวน หรือสร้อยคอ เนื่องจากพื้นผิวที่ซับซ้อนของเครื่องประดับเป็นแหล่งหลบซ่อนตัวชั้นดีของเศษอาหารและความชื้น ซึ่งสนับสนุนการสร้างไบโอฟิล์มของแบคทีเรียที่ทนทานต่อน้ำยาฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ยังห้ามการทาเล็บหรือต่อเล็บ เนื่องจากสารเคมีจากยาทาเล็บอาจหลุดร่อนลงสู่อาหารได้

1.3.4 การจัดพื้นที่และลำดับขั้นตอนการผลิต

การออกแบบและวางผังสถานที่ผลิตอาหาร (Facility Layout) มีความสำคัญต่อสุขลักษณะและความปลอดภัยของอาหาร การจัดพื้นที่ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 420) ข้อ 1.7 และ 1.8 ควรคำนึงถึงลำดับขั้นตอนการผลิตที่ต่อเนื่อง (Linear Workflow) และการแบ่งพื้นที่ให้เป็นสัดส่วน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามระหว่างกระบวนการผลิต

เส้นทางการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ บุคลากร อากาศ และของเสีย ควรจัดให้เป็นไปในทิศทางเดียว (Forward Flow) ตามลำดับของกระบวนการผลิต โดยไม่เคลื่อนย้อนกลับหรือตัดผ่านกัน (No Cross-flow) โดยเฉพาะเส้นทางของวัตถุดิบดิบ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนแล้ว และของเสีย ทั้งนี้สามารถแบ่งพื้นที่ตามระดับความเสี่ยงได้ 2 พื้นที่หลัก ดังนี้

1. พื้นที่ความเสี่ยงต่ำ (Low Risk Area)

เป็นพื้นที่สำหรับรับและจัดเก็บวัตถุดิบ ซึ่งตรงส่วนผสม และผสมแบ่งดิบ วัตถุดิบในบริเวณนี้ยังไม่ผ่านกระบวนการใช้ความร้อน จึงอาจมีฝุ่น สิ่งสกปรก หรือจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ตามธรรมชาติ ดังนั้น จึงต้องควบคุมความสะอาดและแยกพื้นที่ออกจากบริเวณที่จัดการผลิตภัณฑ์ซึ่งผ่านความร้อนแล้ว

2. พื้นที่ความเสี่ยงสูง (High Risk Area)

เป็นพื้นที่สำหรับทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นหลังการอบ (Cooling Area) และพื้นที่บรรจุ ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้ผ่านกระบวนการใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคแล้ว (Lethality Step) หากเกิดการปนเปื้อนซ้ำภายหลังการผลิต (Post-processing Contamination) จากพนักงาน อุปกรณ์ อากาศ หรือสิ่งแวดล้อม อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ปลอดภัย เนื่องจากไม่มีขั้นตอนการใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์อีกครั้ง จึงควรจัดพื้นที่ทำให้เย็นและพื้นที่บรรจุให้เป็นสัดส่วน พร้อมกำหนดมาตรการด้านสุขลักษณะอย่างเคร่งครัด

นอกจากนี้ ควรควบคุมคุณภาพอากาศในพื้นที่ความเสี่ยงสูง โดยอาจใช้ระบบปรับอากาศหรือระบบระบายอากาศที่เหมาะสม ในสถานประกอบการที่มีความพร้อมอาจใช้ระบบความดันอากาศเป็นบวก (Positive Pressure) เพื่อให้อากาศสะอาดเคลื่อนออกจากพื้นที่ความเสี่ยงสูงไปยังพื้นที่โดยรอบ ช่วยป้องกันไม่ให้อากาศที่มีฝุ่นละออง สปอร์ของเชื้อรา หรือสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกไหลย้อนเข้าสู่พื้นที่ทำให้เย็นและพื้นที่บรรจุ

1.3.5 การทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ และการป้องกันการปนเปื้อนข้าม

การรักษาสภาพแวดล้อมที่ปราศจากจุลินทรีย์ก่อโรคต้องอาศัยหลักการทางเคมีและชีววิทยาควบคู่กัน กระบวนการนี้แบ่งออกเป็นสองขั้นตอนที่แยกจากกันโดยเด็ดขาด คือ การทำความสะอาด (Cleaning) ซึ่งมุ่งกำจัดเศษอาหาร น้ำตาล และไขมัน โดยอาศัยแรงเชิงกลและสารลดแรงตึงผิว และการฆ่าเชื้อ (Sanitizing)

ซึ่งมุ่งลดปริมาณประชากรจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ อุปกรณ์มักต้องสัมผัสกับส่วนผสมที่มีความหนืดสูง เช่น เนย หรือกัมอะราบิก (Gum Arabic) ซึ่งทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ การเลือกใช้อุปกรณ์ที่ออกแบบตามหลักสุขอนามัย (Hygienic Design Equipment) ที่มีพื้นผิวเรียบเนียน ไร้รอยต่อ และไม่มีซอกมุมอับ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งยวดในการลดความเสี่ยงจากการสะสมของแบคทีเรียที่สร้างไบโอฟิล์ม เพื่อยืนยันว่ากระบวนการทำความสะอาดมีประสิทธิภาพ ผู้ประกอบการต้องดำเนินการทวนสอบ (Verification) อย่างเป็นระบบ การประเมินด้วยสายตาไม่เพียงพอต่อการตรวจจับแบคทีเรียระดับไมโครเมตร เทคนิคการตรวจวิเคราะห์พื้นผิว (Swab Test) จึงถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เครื่องมืออย่าง ATP Hygiene Monitor สามารถวัดปริมาณสารอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การมีอยู่ของเซลล์สิ่งมีชีวิตและเศษอาหารอินทรีย์ ทำให้ทราบผลได้แบบเรียลไทม์ นอกเหนือจากนั้น การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์รวม (Total Plate Count) ยังมีเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับกันในอุตสาหกรรม ดังตารางต่อไปนี้:

ระดับการประเมินประสิทธิภาพ	ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบจากการทำ Swab Test (ต่อพื้นที่ 51.8 ตารางเซนติเมตร)
ดีเยี่ยม (Excellent)	พบจุลินทรีย์น้อยกว่า 100 โคโลนี
ใช้ได้ (Acceptable)	พบจุลินทรีย์น้อยกว่า 300 โคโลนี
ไม่ผ่าน (Fail)	พบจุลินทรีย์มากกว่า 300 โคโลนี (ต้องดำเนินการทำความสะอาดซ้ำทันที)

สำหรับการป้องกันการปนเปื้อนข้าม (Cross-contamination Prevention) นอกจากการแบ่งโซนพื้นที่ตามโครงสร้างอาคารแล้ว ยังต้องประยุกต์ใช้ระบบการบริหารจัดการเชิงสัญลักษณ์ เช่น การแบ่งแยกสี (Color Coding) ของอุปกรณ์ทำความสะอาด ถังขยะ และภาชนะบรรจุวัตถุดิบ ให้สอดคล้องกับโซนปฏิบัติงานหรือชนิดของวัตถุดิบ (เช่น ของดิบ ของสุก หรือวัตถุดิบที่มีสารก่อภูมิแพ้) พนักงานที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในโซนของดิบจะต้องไม่ได้รับอนุญาตให้ข้ามเข้าไปยังโซนสะอาดโดยเด็ดขาด เว้นแต่จะผ่านกระบวนการเปลี่ยนชุดปฏิบัติงานและล้างมือฆ่าเชื้อใหม่ทั้งหมดตามมาตรฐานที่กำหนด

1.3.6 การควบคุมวัตถุดิบ ผู้จำหน่าย การบันทึกข้อมูลการผลิตและการสอบกลับสินค้า

ระบบประกันคุณภาพอาหารยุคใหม่ให้ความสำคัญกับการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) เป็นอย่างยิ่ง ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายเริ่มต้นจากคุณภาพของวัตถุดิบต้นทาง

การควบคุมผู้จำหน่าย (Supplier Control): ผู้ผลิตต้องมีการประเมินศักยภาพและขึ้นทะเบียนผู้จำหน่ายวัตถุดิบ (Approved Vendor List) โดยพิจารณาจากระบบมาตรฐานที่ผู้จำหน่ายได้รับการรับรอง เช่น ISO 22000, HACCP รวมถึงการเรียกดูใบรับรองผลการตรวจวิเคราะห์ (Certificate of Analysis: COA) เพื่อยืนยันว่าวัตถุดิบปราศจากสารเคมีตกค้าง จุลินทรีย์ก่อโรค หรือสารก่อภูมิแพ้ที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อวัตถุดิบเดินทางมาถึงโรงงาน พนักงานฝ่ายรับสินค้าต้องตรวจพินิจสภาพบรรจุภัณฑ์ ฉลาก อุณหภูมิการขนส่ง

และอายุการใช้งานอย่างเข้มงวด

การบันทึกข้อมูลและการสอบกลับสินค้า (Traceability): ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 420 (ข้อ 3.10) บังคับให้สถานประกอบการต้องจัดทำบันทึกเกี่ยวกับชนิด ปริมาณการผลิต ข้อมูลการจำหน่าย และจัดเตรียมมาตรการสำหรับการเรียกคืนสินค้า (Recall Procedure)⁴ เอกสารเหล่านี้ต้องได้รับการจัดเก็บรักษาไว้อย่างน้อย 1 ปี นับจากวันที่ผลิตภัณฑ์พ้นระยะเวลาที่ระบุไว้บนฉลาก (หมดอายุ)⁴ ระบบสอบกลับที่มีประสิทธิภาพต้องสามารถทำงานได้ทั้งสองทิศทาง:

1. **การสอบกลับเดินหน้า (Forward Traceability):** เป็นกลไกที่ช่วยให้ผู้ผลิตทราบว่าวัตถุดิบล็อตที่ระบุ ถูกนำไปผสมในผลิตภัณฑ์รุ่นใด และถูกจัดจำหน่ายไปยังจุดใดบ้าง

2. **การสอบกลับถอยหลัง (Backward Traceability):** เมื่อมีรายงานความผิดปกติของสินค้าจากผู้บริโภค ผู้ผลิตต้องสามารถใช้รหัสรุ่นผลิตภัณฑ์ในการสืบค้นข้อมูลย้อนหลังกลับไปยังบันทึกกระบวนการผลิต (Batch Record) บันทึกการควบคุมอุณหภูมิ และแหล่งที่มาของวัตถุดิบได้อย่างแม่นยำภายในระยะเวลาอันสั้น

1.3.7 การจัดเก็บแบบ FIFO และ FEFO

คลังสินค้าของธุรกิจเบเกอรี่ประกอบไปด้วยวัตถุดิบหลากหลายประเภทที่มีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะวัตถุดิบกลุ่มไขมันเปลือกแข็ง น้ำมัน และเนย ซึ่งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบสูง วัตถุดิบเหล่านี้มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Lipid Oxidation) เมื่อสัมผัสกับออกซิเจน แสง และความร้อน ส่งผลให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน (Rancidity) และการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ การบริหารจัดการคลังสินค้าจึงต้องดำเนินงานบนระเบียบวิธีที่เคร่งครัด:

- **FIFO (First In, First Out):** การบริหารจัดการโดยจ่ายวัตถุดิบหรือสินค้าที่รับเข้ามาก่อนออกไปใช้ก่อน หลักการนี้มักใช้กับบรรจุภัณฑ์ หรือวัตถุดิบที่ไม่มีวันหมดอายุชัดเจนเพื่อป้องกันปัญหาสินค้าค้างคลัง

- **FEFO (First Expire, First Out):** การบริหารจัดการโดยยึดวันหมดอายุเป็นเกณฑ์ วัตถุดิบหรือสินค้าใดที่ใกล้จะหมดอายุก่อน จะต้องถูกนำออกมาใช้หรือจำหน่ายก่อนเสมอ แม้ว่าจะรับเข้ามาในคลังที่หลังก็ตาม หลักการนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อลดความสูญเสียจากของเสียทางอาหาร (Food Waste) และรับประกันว่าผู้บริโภคจะได้รับผลิตภัณฑ์ที่สดใหม่เสมอ

1.3.8 การเลือกบรรจุภัณฑ์สำหรับสัมผัสอาหาร (Eco-Packaging Focus)

นวัตกรรมด้านบรรจุภัณฑ์เป็นหนึ่งในประเด็นที่อุตสาหกรรม Eco Bakery ให้ความสำคัญ เพื่อตอบสนองต่อนโยบายความยั่งยืน อย่างไรก็ตาม บรรจุภัณฑ์สัมผัสอาหารต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 435 พ.ศ. 2565 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก ซึ่งปัจจุบันอนุญาตให้สามารถนำพลาสติกรีไซเคิล (rPET) มาใช้ผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์สัมผัสอาหารได้ ภายใต้เงื่อนไขกระบวนการจัดสรรปนเปื้อนที่ได้รับการประเมินความปลอดภัยอย่างถูกต้อง

ความท้าทายหลักของการใช้บรรจุภัณฑ์รักษ์โลกกับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบแห้งคือ อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water Vapor Transmission Rate: WVTR) คุณก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความต้านทานต่อไอน้ำจากสิ่งแวดล้อมเพื่อรักษาความกรอบและป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ บรรจุภัณฑ์แบบดั้งเดิมที่มาจากปิโตรเคมีมีคุณสมบัติป้องกันความชื้นและออกซิเจนที่ดีเยี่ยม แต่บรรจุภัณฑ์ชีวภาพมักมีข้อจำกัดด้านโครงสร้างโพลิเมอร์

ชนิดของบรรจุภัณฑ์ชีวภาพ	กลไกเชิงโครงสร้างและข้อจำกัดทางกายภาพ	แนวทางการปรับปรุงคุณสมบัติ (Modification)
Polylactic acid (PLA)	เป็นโพลิเมอร์ชีวภาพที่ได้จากการหมักแป้งข้าวโพด สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradable) แต่ PLA มีโครงสร้างที่ทำให้เกิดความเปราะบาง ทนความร้อนต่ำ และมีค่า WVTR สูงกว่าพลาสติกทั่วไป ทำให้ไอน้ำซึมผ่านได้ง่าย	การใช้สารประสาน (Cross-linking) หรือการเติมเส้นใยนาโนเซลลูโลส (Cellulose Nanocrystals) เพื่อสร้างโครงข่ายที่หนาแน่นขึ้น ช่วยลดอัตราการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซ
เยื่อกระดาษขานอ้อย / เยื่อไผ่ (Bagasse / Bamboo)	วัสดุจากเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติ ขึ้นรูปด้วยกระบวนการกดร้อน (Hot Pressing) สามารถย่อยสลายได้ 100% แต่มีรูพรุนสูง ไม่สามารถกันความชื้นและไขมันได้ด้วยตัวเอง	การเคลือบผิว (Coating) ด้วยพอลิเมอร์ชีวภาพ ขี้ผึ้ง (Beeswax) โพรตีนหรือกรดซิตริก เพื่อปิดรูพรุนของกระดาษและเพิ่มความสามารถในการต้านทานน้ำและไขมัน (Hydrophobicity)

การออกแบบและประเมินคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์เหล่านี้จะต้องพิจารณาสมดุลระหว่างจุดประสงค์ด้านความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และความสามารถในการรักษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เพื่อมิให้เกิดปัญหาการเสื่อมสภาพของอาหารก่อนเวลาอันควร

1.3.9 การกำหนดวันผลิต เลชรุ่นผลิต และอายุการเก็บ

การกำหนดอายุการเก็บรักษา (Shelf-life) ของผลิตภัณฑ์ต้องดำเนินงานภายใต้หลักฐานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่การประมาณการอย่างเลื่อนลอย

ความสำคัญของค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water Activity: a_w): คุณภาพและความเสถียรของคุณก็ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นทั้งหมด (Moisture content) แต่ขึ้นอยู่กับค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ซึ่งหมายถึงสัดส่วนของน้ำอิสระ (Free water) ในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ 25 ค่า a_w เป็นจุดควบคุม

วิกฤต (CCP) โดยแบบที่เรียส่วนใหญ่ต้องการ a_w สูงกว่า 0.9 ในขณะที่เชื้อราทนทานกว่าและสามารถเจริญเติบโตได้ที่ a_w ประมาณ 0.73 ผลิตภัณฑ์คุกก็ทั่วไปก็มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 จึงจัดว่ามีความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา อย่างไรก็ตาม หากบรรจุภัณฑ์ไม่มีประสิทธิภาพในการต้านทาน WVTR ผลิตภัณฑ์จะดูดซับความชื้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอก (Moisture migration) ทำให้ค่า a_w เพิ่มขึ้น สูญเสียความกรอบ และอาจเหนียวนำไปให้เกิดเชื้อราได้ในท้ายที่สุด

อุณหภูมิศาสตร์และการทดสอบอายุการเก็บรักษาแบบเร่ง (ASLT): ในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ผู้ผลิตไม่สามารถทดสอบอายุการเก็บรักษาที่สภาวะจริง (Real-time testing) ได้ จึงต้องใช้เทคนิคการทดสอบอายุการเก็บรักษาแบบเร่ง (Accelerated Shelf Life Testing: ASLT) โดยการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิหรือความชื้นสูงกว่าปกติ เพื่อเร่งกระบวนการเสื่อมสภาพทางเคมี (เช่น การเกิดออกซิเดชันของไขมัน)³⁸ ข้อมูลจากการทดสอบแบบเร่งจะถูกนำมาคำนวณผ่านโมเดลจลนศาสตร์เคมี ที่เรียกว่า ค่าคงที่ Q_{10} ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอัตราการเสื่อมสภาพที่เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส สมการพื้นฐานสามารถแสดงได้ดังนี้:

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1} \right)^{\frac{10}{T_2 - T_1}}$$

โดยที่ k_1 และ k_2 คืออัตราการเสื่อมสภาพที่อุณหภูมิ T_1 และ T_2 ตามลำดับ หากผลการศึกษาทางห้องปฏิบัติการพบว่า ปฏิกริยาการเกิดกลิ่นหืนในคุกก็มีค่า Q_{10} เท่ากับ 2.0 นั้นหมายความว่า หากเราเก็บคุกก็ไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส คุกก็จะเสื่อมสภาพเร็วกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ถึง 2 เท่า หากคุกก็ในตู้อบเกิดกลิ่นหืนที่ระยะเวลา 40 วัน เราสามารถอนุมานได้ว่าที่สภาวะการเก็บรักษาจริง คุกก็จะมีอายุการเก็บรักษายาวนานถึง 80 วัน การสร้างแบบจำลองนี้ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถตัดสินใจเลือกใช้บรรจุภัณฑ์และกำหนดวันหมดอายุได้อย่างแม่นยำ

การระบุเลขรุ่นผลิต (Lot / Batch Number): ข้อมูลบนฉลากต้องประกอบด้วยวันเดือนปีที่ผลิตและเลขรุ่นการผลิต ซึ่งอาจเข้ารหัสจากกะการทำงาน สายการผลิต หรือวันที่ เพื่อให้สามารถใช้เป็นดัชนีในการสืบค้นประวัติย้อนหลังได้หากมีความจำเป็นต้องเรียกคืนสินค้าจากท้องตลาด

1.3.10 ข้อความที่ต้องแสดงบนฉลากอาหารและการกล่าวอ้างทางโภชนาการหรือสุขภาพอย่างถูกต้อง

ฉลากอาหารเป็นเอกสารทางกฎหมายที่สื่อสารข้อมูลระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค การแสดงข้อมูลบนฉลากต้องเป็นความจริง ไม่ทำให้ผู้บริโภคเกิดความเข้าใจผิด และสอดคล้องกับระเบียบข้อบังคับของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอย่างเข้มงวด

ข้อมูลบังคับพื้นฐานและสารก่อภูมิแพ้

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 367 และฉบับที่ 383 (พ.ศ. 2560) ฉลากอาหารต้องแสดงชื่ออาหารที่สื่อถึงประเภทของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน ส่วนประกอบที่สำคัญจัดเรียงตามเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเลขสารบบอาหาร (อย.) ชื่อและที่ตั้งผู้ผลิต ปริมาณสุทธิ (หน่วยเมตริก) และค่าเตือนที่บังคับตามกฎหมาย¹⁸

นอกจากนี้ ข้อมูลสารก่อภูมิแพ้เป็นประเด็นความปลอดภัยระดับวิกฤต หากผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของสารก่อภูมิแพ้ 9 ชนิดตามกฎหมาย ผู้ผลิตจะต้องแสดงข้อความด้วยตัวอักษรหนาที่ติดกับพื้นหลังในรูปแบบ

"ข้อมูลสำหรับผู้แพ้อาหาร: มี..." (เช่น มีข้าวสาลี นม และไข่) และหากโรงงานมีการประเมินพบความเสี่ยงของการปนเปื้อนข้ามจากสายการผลิตอื่นที่ใช้สารก่อภูมิแพ้ แม้จะไม่ได้ใส่ลงในสูตรของผลิตภัณฑ์นั้นโดยตรง ก็จำเป็นต้องระบุข้อความ "ข้อมูลสำหรับผู้แพ้อาหาร: อาจมี..." เพื่อแจ้งเตือนผู้บริโภคที่มีความไวต่อสารนั้นๆ อย่างเคร่งครัด

นวัตกรรมทางกฎหมาย: ฉลากโภชนาการแบบใหม่ เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2567 กระทรวงสาธารณสุข ได้ปรับปรุงกฎหมายด้านฉลากโภชนาการเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางระบาดวิทยาของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) และจะมีผลบังคับใช้อย่างเต็มรูปแบบในวันที่ 2 กรกฎาคม 2567 45 กฎหมายชุดใหม่นี้ประกอบด้วย:

1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 445) เรื่อง ฉลากโภชนาการ: มีการปรับปรุงโครงสร้างกลุ่มประชากรอ้างอิง โดยแยกกลุ่มทารกและเด็กเล็ก (อายุ 0-3 ปี) ออกจากประชากรทั่วไป มีการปรับค่าสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทย (Thai RDIs) ใหม่ ที่สำคัญที่สุดคือการบังคับให้ต้องระบุ "ปริมาณน้ำตาลที่เติมลงไป (Added Sugar)" แยกออกมาจากน้ำตาลทั้งหมด เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถตระหนักถึงปริมาณน้ำตาลสังเคราะห์ที่แฝงอยู่ในผลิตภัณฑ์

2. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 446) เรื่อง ฉลากแบบจีดีเอ (GDA): ขยายขอบข่ายให้ผลิตภัณฑ์กลุ่มอาหารขบเคี้ยว ลูกอม และผลิตภัณฑ์ขนมอบ ต้องแสดงข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการในรูปแบบกราฟิกทรงกระบอกด้านหน้าบรรจุภัณฑ์ (Front-of-pack) ซึ่งแสดงค่าพลังงาน น้ำตาล ไขมัน และโซเดียม พร้อมคำนวณสัดส่วนร้อยละของปริมาณสูงสุดที่แนะนำต่อวัน เพื่อให้ผู้บริโภคเปรียบเทียบข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

เกณฑ์การกล่าวอ้างทางโภชนาการ (Nutrient Content Claims) ธุรกิจ Eco Bakery มักใช้การกล่าวอ้างปริมาณสารอาหารเพื่อสร้างจุดขาย การกล่าวอ้างเหล่านี้ต้องอ้างอิงจากหลักเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่รัฐกำหนดเท่านั้น เพื่อป้องกันการโฆษณาเกินจริง ตัวอย่างหลักเกณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่:

ประเภทการกล่าวอ้าง	เงื่อนไขเชิงปริมาณสารอาหารที่ต้องเป็นไปตามเกณฑ์
ไขมันต่ำ (Low Fat)	มีไขมันทั้งหมดไม่เกิน 3 กรัม ต่อปริมาณอาหาร 100 กรัม
ปราศจากไขมัน (Fat Free)	มีไขมันทั้งหมดไม่เกิน 0.5 กรัม ต่อปริมาณอาหาร 100 กรัม
โซเดียมต่ำ (Low Sodium)	มีโซเดียมไม่เกิน 140 มิลลิกรัม ต่อ 1 หน่วยบริโภคอ้างอิง (และต่อ 100 กรัม)
แหล่งของใยอาหาร (Source of Fiber)	มีใยอาหารไม่น้อยกว่า 3 กรัม ต่อปริมาณอาหาร 100 กรัม
ปราศจากไขมันทรานส์ (Trans-fat free)	มีปริมาณกรดไขมันทรานส์น้อยกว่า 0.5 กรัม ต่อ 1 หน่วยบริโภค (และต้องระบุปริมาณไขมันอิ่มตัวด้วย)

ประเภทการกล่าวอ้าง	เงื่อนไขเชิงปริมาณสารอาหาร ที่ต้องเป็นไปตามเกณฑ์
การควบคุมน้ำตาล (Low Sugar)	หากสื่อสารว่า "น้ำตาลน้อย" ในอาหารสูตรปรับปรุง ควรมีน้ำตาลไม่เกิน 5 กรัม ต่อปริมาณอาหาร 100 กรัม

การกล่าวอ้างทางสุขภาพ (Health Claims) กฎหมายที่ก้าวหน้าที่สุดในปัจจุบันคือ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 447) พ.ศ. 2566 เรื่อง การกล่าวอ้างทางสุขภาพของอาหารบนฉลาก ซึ่งจัดระบบระเบียบการสื่อสารสรรพคุณของอาหารฟังก์ชัน (Functional Foods) อย่างเป็นรูปธรรม โดยแบ่งการกล่าวอ้างออกเป็น 3 ระดับ:

1. การกล่าวอ้างหน้าที่ของสารอาหาร (Nutrient function claims): เป็นการสื่อสารถึงบทบาททางชีวเคมีขั้นพื้นฐานของสารอาหารที่มีต่อร่างกาย ประกาศนี้ได้ระบุรายชื่อสารอาหาร 27 ชนิด พร้อมข้อความเชิงบวก (Positive list) ที่อนุญาตให้ใช้ได้ทันที เช่น "แคลเซียมมีส่วนช่วยในกระบวนการสร้างกระดูกและฟันที่แข็งแรง" หรือ "โปรตีนจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรบของร่างกาย"

2. การกล่าวอ้างหน้าที่อื่น (Other function claims): เป็นการกล่าวถึงคุณสมบัติของสารอื่นที่ไม่ใช่สารอาหารหลัก แต่ส่งผลดีต่อสรีรวิทยา เช่น การทำงานของพรีไบโอติกส์ ตัวอย่างข้อความที่อนุญาต เช่น "เบต้า-กลูแคนจากข้าวโอ๊ต มีส่วนช่วยลดการดูดซึมคอเลสเตอรอล"

3. การกล่าวอ้างการลดความเสี่ยงของการเกิดโรค (Reduction of disease risk claims): เป็นการกล่าวอ้างขั้นสูงสุดที่ระบุว่าอาหารนั้นๆ สามารถช่วยลดปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้ ตัวอย่างเช่น "อาหารที่มีไขมันอิ่มตัวต่ำ อาจช่วยลดความเสี่ยงของภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูง ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ"

ทั้งนี้ มีเงื่อนไขที่เข้มงวดว่าผลิตภัณฑ์ที่ต้องการใช้ข้อความในระดับที่ 2 และ 3 จะต้องมีข้อมูลผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการยืนยัน และที่สำคัญที่สุดคือ โครงสร้างทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นั้นๆ จะต้องมีปริมาณไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล โซเดียม และน้ำตาล ต่ำกว่าเกณฑ์วิกฤตที่ประกาศกำหนดไว้ เพื่อไม่ให้ผู้บริโภคได้รับสารก่อโรคในขณะที่มุ่งหวังประโยชน์ทางสุขภาพ นอกจากนี้ กฎหมายห้ามมิให้ใช้ถ้อยคำที่ทำให้ผู้บริโภคเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าผลิตภัณฑ์อาหารมีสรรพคุณในการรักษา บรรเทา หรือป้องกันโรคได้เทียบเท่ากับยารักษาโรคโดยเด็ดขาด

การบูรณาการองค์ความรู้ทางกฎหมายและวิทยาศาสตร์การอาหารเข้าด้วยกัน ถือเป็นหัวใจสำคัญของการออกแบบระบบผลิตเบเกอรี่เพื่อสุขภาพที่ยั่งยืน การศึกษาเนื้อหาในคู่มือนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้หลักการควบคุมอันตรายทางอุณหพลศาสตร์และจุลชีววิทยา ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบอาคาร การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีเสถียรภาพ ไปจนถึงการสื่อสารคุณค่าของผลิตภัณฑ์ผ่านฉลากอาหารที่โปร่งใสและถูกต้องตามกฎหมาย เพื่อส่งมอบความปลอดภัยและสุขภาพที่ดีแก่ผู้บริโภคอย่างแท้จริง

ผลงานที่อ้างอิง

1. ประชาสัมพันธ์ GHPs ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 420) - Compact Worth,
<https://www.unisys-th.com/17271180/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%A1%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%98%E0%B9%8C-ghps-%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%A7%E0%B8%87%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%98%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%82-%E0%B8%89%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88-420>
2. Update ประกาศกระทรวงฉบับใหม่ล่าสุด - FoSTAT
สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย – Food Science and Technology Association of Thailand, <https://fostat.org/communication/FSCM049/>
3. GMP 420 - กองอาหาร - กระทรวงสาธารณสุข, <https://food.fda.moph.go.th/gmp-head/420/>
4. ข้อกำหนดพื้นฐาน ของ GMP 420 มีข้อกำหนดใดบ้างที่เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากข้อกำหนด GMP 193 และ GMP 342 - กองอาหาร, <https://food.fda.moph.go.th/faqs/gmp-04>
5. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา - กระทรวงสาธารณสุข,
https://exfood.fda.moph.go.th/law/data/announ_fda/P420.pdf
6. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข - ราชกิจจานุเบกษา,
https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2564/E/031/T_0024.PDF
7. อาหารและผลิตภัณฑ์อาหาร - Food Wiki | Food Network Solution,
<https://www.foodnetworksolution.com/wiki>
8. เทคโนโลยีอาหาร - มหาวิทยาลัยแม่โจ้,
<http://mdc.library.mju.ac.th/article/90984/337912/276154.pdf>
9. ผักน้ำคืออะไร? รวมชื่อผักน้ำที่กินได้ + วิธีล้าง/ปรุงให้ปลอดภัย (พร้อมไขข้อสงสัยผักไหม้) - Lemon8,
<https://www.lemon8-app.com/@vegancalendar/7464583138312782353?region=th>
10. น้ำมันทอดซ้ำเสี่ยงมะเร็งจริงไหม? พร้อมแนวทางกินผัก-ผลไม้ให้เหมาะกับผู้ป่วยมะเร็ง - Lemon8 App,
https://www.lemon8-app.com/@horizon_ty/751862586118532353?region=th
11. รุมตอยด์ โรคข้ออักเสบที่ไม่ควรมองข้าม,
<https://www.happyoppy.com/18231729/%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B8%94%E0%B9%8C-%E0%B9%82%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%82%E0%B8%89%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88-420>

[B5%E0%B9%88%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A1](#)

12. ภัย ใกล้ ตัว กิน ของ ทอด จน มี ภาวะ เสี่ยง ไขมัน พอก ตับ - Lemon8, https://www.lemon8-app.com/@jip__review/7292002927777022466?region=th
13. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (เลขที่ 388) พ.ศ. 2561 เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย, <https://food.fda.moph.go.th/food-law/prohibited-p388>
14. อาหารที่ควรหลีกเลี่ยงในผู้ป่วยมะเร็ง - Nize Seasonings, <https://nizeseasonings.com/%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%A3%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%87/>
15. บันทึกและรายงานผล ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข - fdakorat, <https://fdakorat.com/wp-content/uploads/2023/11/recordreportgmp420.pdf>
16. สารก่อภูมิแพ้ในอาหาร (Allergen) เรื่องที่ผู้บริโภคและภาคธุรกิจไม่ควรมองข้าม - AMARC, <https://www.amarc.co.th/allergen-knowledge-1/>
17. สารก่อภูมิแพ้ | ITO Thailand Hygiene Blog, <https://www.itohygiene.com/th/blog/2022/03/199/>
18. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 367) พ.ศ. 2557 เรื่อง, https://exfood.fda.moph.go.th/law/data/complilation/Compi_367.pdf
19. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข - ราชกิจจานุเบกษา, <https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2557/E/102/32.PDF>
20. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง - กระทรวงสาธารณสุข, https://exfood.fda.moph.go.th/law/data/announ_fda/600727_367_383.pdf
21. คำถามที่พบบ่อย - กองอาหาร - กระทรวงสาธารณสุข, <https://food.fda.moph.go.th/faqs/category/faq-label-container?page=7>
22. อัปเดตประกาศใหม่เรื่องการกล่าวอ้างทางสุขภาพของอาหารฟังก์ชัน | ITO Thailand Hygiene Blog, <https://www.itohygiene.com/th/blog/2024/09/892/>
23. ชุดทดสอบ SWAB TEST กรมนามัย ความสะอาดมือ-ภาชนะ, <https://www.bsmartsci.com/product/3/swab-test-kit-food-contact-hygiene>
24. FAQ. Frequently Asked Questions - FIC - สถาบันอาหาร, <https://fic.nfi.or.th/faq.php>
25. Shelf Life: What Drives Food Deterioration? | Medallion Labs, <https://www.medallionlabs.com/blog/shelf-life-what-drives-food-deterioration/>
26. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุที่ทำจากพลาสติก, <https://bcg.in.th/news/plastic-containers-standard/>

27. (PDF) Comparative Evaluation of Natural and Acid-Based Plasticisers for Biodegradability, Compatibility, and Functional Enhancement of PLA/Wheat Gluten Bioplastic for Packaging Applications - ResearchGate, https://www.researchgate.net/publication/395089813_Comparative_Evaluation_of_Natural_and_Acid-Based_Plasticisers_for_Biodegradability_Compatibility_and_Functional_Enhancement_of_PLA_Wheat_Gluten_Bioplastic_for_Packaging_Applications
28. Sustainable biodegradable coatings for food packaging: challenges and opportunities - The Royal Society of Chemistry, <https://pubs.rsc.org/gc/article/26/9/4934/810506/Sustainable-biodegradable-coatings-for-food>
29. Renewable fibers and bio-based materials for packaging applications – A review of recent developments - BioResources, <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/renewable-fibers-and-bio-based-materials-for-packaging-applications-a-review-of-recent-developments/>
30. Gas and Water Vapor Barrier Performance of Cellulose Nanocrystal–Citric Acid-Coated Polypropylene for Flexible Packaging | ACS Applied Polymer Materials - ACS Publications, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsapm.0c00483>
31. Biodegradable Packaging from Agricultural Wastes: A Comprehensive Review of Processing Techniques, Material Properties, and Future Prospects - MDPI, <https://www.mdpi.com/2073-4360/17/16/2224>
32. Innovations in Food Packaging: From Bio-Based Materials to Smart Packaging Systems - Preprints.org, <https://www.preprints.org/manuscript/202409.1036>
33. The Ultimate Guide to Environmentally Friendly Packaging - Intrecore, <https://intrecore.com/blog/environmentally-friendly-packaging/>
34. Advances in Bio-based Barrier Materials for Active Food Packaging - ResearchGate, https://www.researchgate.net/publication/388581965_Advances_in_Bio-based_Barrier_Materials_for_Active_Food_Packaging
35. (PDF) Shelf life of cookies made from baru (Dipteryx alata Vog.) pulp under different storage conditions - ResearchGate, https://www.researchgate.net/publication/342649385_Shelf_life_of_cookies_made_from_baru_Dipteryx_alata_Vog_pulp_under_different_storage_conditions
36. Water Activity สำคัญยังไง - MIT, <https://www.mit.in.th/water-activity-%E0%B8%AA%E0%B8%B3%E0%B8%84%E0%B8%B1%E0%B8%8D%E0%B8%A2%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%87/>
37. สวพ. มทร.สุพรรณภูมิ, <https://research.rmutsb.ac.th/fullpaper/2555/25552391441025.pdf>

38. Q10 Value | Principles of Food Science - Fiveable, <https://fiveable.me/principles-food-science/key-terms/q10-value>
39. Shelf-Life Prediction and Thermodynamic Properties of No Added Sugar Chocolate Spread Fortified with Multiple Micronutrients - PMC, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9368434/>
40. What is Accelerated Aging Testing and Why is it important - Saint-Gobain Medical, <https://www.medical.saint-gobain.com/resources/blog/accelerated-aging-testing>
41. Experimental accelerated shelf life determination of a ready-to-eat processed food - PMC, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6379691/>
42. Shelf life-study-webinar-slides-102815 | PDF - Slideshare, <https://www.slideshare.net/slideshow/shelf-lifestudywebinarslides102815/72075467>
43. Development of ready-to-cook Cambodian Korko soup base - Chula Digital Collections, <https://digital.car.chula.ac.th/cgi/viewcontent.cgi?article=1335&context=chulaetd>
44. Chula Digital Collections การควบคุมการปิดฉลากสารก่อภูมิแพ้ใน, <https://digital.car.chula.ac.th/cgi/viewcontent.cgi?article=14051&context=chulaetd>
45. ฉลากโภชนาการ หลักการและสาระสำคัญจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข - AMARC, <https://www.amarc.co.th/nutrition-fact-knowledge/>
46. ประชาสัมพันธ์การบังคับใช้ประกาศกระทรวงสาธารณสุขจำนวน 4 ฉบับ - กองอาหาร, <https://food.fda.moph.go.th/press-release/law-new-7>
47. การแสดงฉลากโภชนาการ - กองอาหาร - กระทรวงสาธารณสุข, <https://food.fda.moph.go.th/local-economy/detail-nutrition-label>
48. ฉบับที่445 เรื่อง ฉลากโภชนาการ, <https://fdasamutsongkhram.org/wp-content/uploads/2024/03/01-%E0%B8%8A%E0%B8%B5%E0%B9%89%E0%B9%81%E0%B8%88%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8-445-448-140267.pdf>
49. บริการตรวจวิเคราะห์อาหารเพื่อแสดงฉลากโภชนาการ และค่าพลังงาน น้ำตาล ไขมัน และโซเดียม แบบจีดีเอ - BDS, <https://bds.sme.go.th/Service/Detail/1589>
50. ประชาสัมพันธ์การบังคับใช้ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย อาหารที่ต้องแสดงฉลากโภชนาการ และค่าพลังงาน น้ำตาล ไขมัน และโซเดียม แบบจีดีเอ (ฉบับที่ 3) และว่าด้วย ฉลากโภชนาการ (ฉบับที่ 2), <https://food.fda.moph.go.th/press-release/law-labeling466-7/>
51. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข - ราชกิจจานุเบกษา, <https://ratchakitcha.soc.go.th/documents/17062630.pdf>
52. ไอศกรีมสุขภาพ จะเคลมต้องมีคุณสมบัติอะไรบ้าง? (สรุป Nutrition Claim ฉบับเข้าใจง่าย), <https://missicecream.com/article/42/ice-cream-nutrition-claim-thai-fda>
53. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองจากข้าวกล้องงอก 43 และสเปรตถั่วลูกไก่ - TU e-Thesis (Thammasat

University),

http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2025/TU_2025_6309036116_20772_32118.pdf

54. ประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมสร้างทักษะการกำกับตนเองโดยการเยี่ยมบ้าน ทางไกล
สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่2 ที่ควบคุมโรคไม่ได้ ในอำเภอแก่งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ - STOUIR at
Sukhothai Thammathirat Open University,
<https://ir.stou.ac.th/bitstream/123456789/13000/1/FULLTEXT.pdf>
55. การกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร,
<https://www.kanpho.go.th/new/downloads/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%AD%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%87.pdf>
56. (ส าเนา) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ.2541,
https://exfood.fda.moph.go.th/law/data/compilation/Compi_182.pdf
57. กรมราชทัณฑ์, <http://www.correct.go.th/infosaraban66/letter/filepdf/1688699170.pdf>
58. การกล่าวอ้างทางสุขภาพ - Oryor,
<https://filesys.oryor.com/data/printing/printing/173137963631545.pdf>