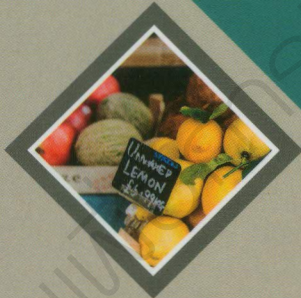


TECHNIQUES IN
SHELF LIFE EVALUATION
OF FOOD PRODUCTS



เทคนิคการประเมินอายุ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

028
ท

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ห้องสมุดสาขาโชติเวช

มลศิริพล

นโยบายการพัฒนาผลิตภัณฑ์
เกษตรกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



201020639

คำนิยม

อุตสาหกรรมอาหารเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่เป็นรากฐานเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เผยข้อมูลภาพรวมอุตสาหกรรมอาหารของไทย ในปี 2560 พบว่าการผลิตอาหาร มีปริมาณ 34.98 ล้านตัน ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ 5.61 การจำหน่ายอาหาร มีปริมาณ 20.70 ล้านตัน ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ 3.99 และการส่งออก มีมูลค่า 926,141.28 ล้านบาท ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี 2559 ร้อยละ 10.72 รวมทั้งแนวโน้มอุตสาหกรรมอาหารไทย ในปี 2561 คาดว่าจะขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากปี 2560 ร้อยละ 7 และมีมูลค่าการส่งออก 1.07 ล้านล้านบาท อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมอาหารยังคงประสบปัญหาและอุปสรรคหลายประการที่ต้องการการแก้ไขและพัฒนาจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งปัญหาและข้อจำกัดเกี่ยวกับการประเมินอายุการเก็บรักษาสถิตภัณฑ์อาหาร โดยเกี่ยวข้องกับการเลือกใช้วิธีการประเมิน และปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน ยังรอการแก้ไข

ความรู้ทางด้านเทคนิคการประเมินอายุการเก็บรักษาสถิตภัณฑ์อาหารยังคงอยู่ในวงจำกัด บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านนี้มีจำนวนไม่มากนัก กอปรกับเอกสารทางวิชาการมีจำกัด หนังสือ “เทคนิคการประเมินอายุการเก็บรักษาสถิตภัณฑ์อาหาร” เล่มนี้ จึงเป็นเอกสารวิชาการอันทรงคุณค่าที่จะช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจ และการนำไปประยุกต์กับผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ที่ต้องการประเมินอายุการเก็บรักษา เพื่อเป็นแนวทางประกอบการจัดการเชิงกลยุทธ์และการจัดการห่วงโซ่คุณค่าต่อไป

ผมขอแสดงความชื่นชมยินดีอย่างจริงใจแก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธนา พิมลศิริผล ที่ได้ใช้ความมุมานะ และความพยายามอย่างมากในการถ่ายทอดประสบการณ์ทั้งหมดจากการสอน การวิจัย การเป็นที่ปรึกษา และการบริการชุมชนในการประเมินอายุการเก็บรักษาสถิตภัณฑ์อาหาร ผ่านหนังสือเล่มนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จักเป็นประโยชน์ต่อทั้งภาคการศึกษาเพื่อใช้เป็นหนังสือวิชาการสำหรับการค้นคว้า หรืออ้างอิง และภาคอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นคู่มือปฏิบัติงานสำหรับการประเมินอายุการเก็บรักษาสถิตภัณฑ์อาหารได้ต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ สรรพกุล

คำนำ

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงจากประสบการณ์ในการสอน การวิจัย การเป็นที่ปรึกษา และการบริการชุมชนในการประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งปัญหาที่พบบ่อยในการประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารคือ จะทราบได้อย่างไรว่า “ควรเลือกใช้วิธีหรือปัจจัยใดในการประเมินอายุการเก็บรักษา” อันเนื่องมาจากผู้ประกอบการ หรือผู้ที่สนใจเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารโดยส่วนใหญ่ไม่ทราบกระบวนการหรือการเลือกปัจจัยที่สำคัญในการประเมินอายุการเก็บรักษา หรืออาจไม่ทราบการคำนวณโดยใช้สมการต่างๆ สำหรับทำนายอายุการเก็บรักษา

หนังสือเล่มนี้จึงประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 5 บทด้วยกัน โดยบทที่ 1 จะกล่าวถึง ความสำคัญและความหมาย บทที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา บทที่ 3 รูปแบบการเสื่อมเสียของอาหาร บทที่ 4 การประเมินคุณภาพและการวางแผน และบทที่ 5 ปฏิบัติทางจลนพลศาสตร์ ซึ่งมีการยกตัวอย่างและแสดงวิธีการคำนวณที่เป็นลักษณะการประยุกต์ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นหลัก และรายละเอียดเกี่ยวกับผลของแก๊สออกซิเจนเป็นบางส่วน นอกจากนี้ ยังมีการยกตัวอย่างจากงานวิจัยจริงที่ได้นำเสนอในวารสารหรือบทความต่างๆ อีกด้วย รวมถึงการเพิ่มเติมตัวอย่างในการคำนวณเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้นในการใช้งานจริง

ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านนี้ และหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนิสิต นักศึกษา อาจารย์ นักพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือผู้ที่สนใจเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยหรือประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารทั้งในภาคการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา พิมลศิริผล
สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

	หน้า
คำนิยม	iii
คำนำ	iv
สารบัญ	v
สารบัญตาราง	viii
สารบัญภาพ	ix
บทที่ 1 ความสำคัญและความหมาย	1
บทที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา	7
2.1 ปัจจัยภายใน	7
2.1.1 วัตถุดิบ	7
2.1.2 สูตรและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์	7
2.1.3 โครงสร้างอาหาร	8
2.1.4 ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมที่แตกต่างกัน	8
2.1.5 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	9
2.1.6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง	11
2.1.7 ค่า Redox potential	11
2.2 ปัจจัยภายนอก	14
2.2.1 กระบวนการแปรรูป	14
2.2.2 สุขลักษณะ	15
2.2.3 วัสดุและระบบทางการบรรจุ	15
2.2.4 การเก็บรักษา ขนส่ง และจัดจำหน่าย	15
2.2.5 การจัดเก็บและการใช้โดยผู้บริโภค	16
บทที่ 3 รูปแบบการเสื่อมเสียของอาหาร	19
3.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	20
3.1.1 การถ่ายเทความชื้นหรือไอน้ำ	20
3.1.2 การถ่ายเทแก๊ส หรือสารประกอบอื่น	22
3.1.3 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอื่น	23

	หน้า
3.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือชีวเคมี	23
3.2.1 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน	23
3.2.2 การสลายตัว	26
3.2.3 การเกิดสีน้ำตาล	27
3.2.4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวเคมีอื่น	30
3.3 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์	31
3.3.1 แบคทีเรีย	32
3.3.2 ยีสต์	33
3.3.3 รา	33
3.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส	36
บทที่ 4 การประเมินคุณภาพและการวางแผน	43
4.1 การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส	44
4.2 การวัดค่าโดยเครื่องมือ	46
4.2.1 การวัดค่าทางกายภาพ	46
4.2.2 การวัดค่าทางเคมี	47
4.2.3 การวัดค่าทางจุลินทรีย์	47
4.3 เทคนิคการวัดค่า	47
4.4 การประมาณค่าอายุการเก็บรักษาเบื้องต้น	51
4.4.1 ค่าที่ได้จากเอกสารต่างๆ	51
4.4.2 ค่าที่ได้จากอินเทอร์เน็ท	52
4.4.3 ค่าจากพื้นฐานของระยะเวลาในการจัดจำหน่าย	52
4.5 การออกแบบการเก็บตัวอย่าง	53
4.5.1 อุณหภูมิ	53
4.5.2 การเก็บตัวอย่างแบบพื้นฐาน	53
4.5.3 การเก็บตัวอย่างแบบย้อนกลับ	56

	หน้า
4.6 การคำนวณจำนวนตัวอย่าง	58
4.6.1 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลกล้วย	59
4.6.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำมันพืช	59
4.6.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาโยเกิร์ต	61
4.7 ข้อเสนอแนะสำหรับการวางแผนการประเมินอายุการเก็บรักษา	61
4.7.1 อาหารที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น	61
4.7.2 อาหารที่มีอายุการเก็บรักษาปานกลาง	62
4.7.3 อาหารที่มีอายุการเก็บรักษานาน	62
บทที่ 5 ปฏิบัติทางจลนพลศาสตร์	65
5.1 ปฏิบัติทางจลนพลศาสตร์	68
5.2 อันดับของปฏิกิริยา	69
5.2.1 ปฏิบัติอันดับศูนย์	70
5.2.2 ปฏิบัติอันดับหนึ่ง	72
5.2.3 ปฏิบัติอันดับสอง	76
5.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา	85
5.3.1 ผลของอุณหภูมิ	85
5.3.2 ผลของความชื้น	95
5.3.3 ผลของแก๊สออกซิเจน	110
บรรณานุกรม	116

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับในอาหารทอดต่างชนิด	8
ตารางที่ 2.2 ค่าวอเตอร์แอกทिवิตีขั้นต่ำที่ควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์	9
ตารางที่ 2.3 ค่าวอเตอร์แอกทिवิตีของอาหารบางชนิด	10
ตารางที่ 2.4 ค่า pH ที่เหมาะสมแก่การเจริญของจุลินทรีย์	12
ตารางที่ 2.5 ค่า pH ของอาหารบางชนิด	12
ตารางที่ 2.6 ชนิดกรดต่างๆ ที่มักเติมลงในอาหารเพื่อลดค่า pH	13
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างอาหารที่มีการเสื่อมเสียจากการถ่ายเทความชื้นหรือไอน้ำ	20
ตารางที่ 3.2 ค่า Overage ของวิตามินในอาหารบางชนิด	26
ตารางที่ 3.3 ช่วงอุณหภูมิในการเจริญของแบคทีเรียกลุ่มต่างๆ	35
ตารางที่ 3.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาและการเสื่อมเสียของอาหารที่เน่าเสียได้ง่าย	37
ตารางที่ 3.5 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาและการเสื่อมเสียของอาหารที่เน่าเสียได้ค่อนข้างง่าย	38
ตารางที่ 3.6 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาและการเสื่อมเสียของอาหารที่เน่าเสียได้ยาก	38
ตารางที่ 4.1 จำนวนผู้ทดสอบและประเภทของผู้ทดสอบในวิธีการทดสอบต่างกัน	46
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างเทคนิคการวัดค่าที่ใช้บ่งชี้คุณภาพต่างๆ	48
ตารางที่ 5.1 ปฏิกริยาหลักที่มีผลต่อคุณภาพอาหาร	66
ตารางที่ 5.2 ส่วนประกอบหลักที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาในอาหาร	67
ตารางที่ 5.3 การไฮโดรไลซ์ของซูโครส	79
ตารางที่ 5.4 ANOVA ของสมการถดถอยตามปฏิกริยาอันดับหนึ่งแบบ Full model	81
ตารางที่ 5.5 ค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยตามปฏิกริยาอันดับหนึ่งแบบ Full model	81
ตารางที่ 5.6 ANOVA ของสมการถดถอยตามปฏิกริยาอันดับหนึ่งแบบ Reduced model	81
ตารางที่ 5.7 ค่าสัมประสิทธิ์ในสมการถดถอยตามปฏิกริยาอันดับหนึ่งแบบ Reduced model	81
ตารางที่ 5.8 ค่าคงที่อัตราของการสูญเสียปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมดและค่าสัมประสิทธิ์	82
ตารางที่ 5.9 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยา	85
ตารางที่ 5.10 ค่าคงที่อัตราของการเกิดกลิ่นหืนในมายองเนสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	88
ตารางที่ 5.11 การแปลงค่าเป็น $\ln k$ และ $1/T$ ของมายองเนส	89
ตารางที่ 5.12 ค่าที่ได้จากการประมาณค่าตามสมการของอาร์เรเนียสของมายองเนสสูตรต่างกัน	90
ตารางที่ 5.13 ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกที่ให้ค่าวอเตอร์แอกทिवิตีต่างกันในแต่ละอุณหภูมิ	98
ตารางที่ 5.14 พื้นที่ผิวของบรรจุภัณฑ์ต่างลักษณะที่มีปริมาตร 450 มิลลิลิตร	102

สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพที่ 1.1	ห้วงโซ่อาหาร	3
ภาพที่ 3.1	อัตราการเสื่อมเสียของอาหารที่เกี่ยวข้องกับค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	22
ภาพที่ 3.2	ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา	24
ภาพที่ 3.3	สูตรโครงสร้างและกลไกการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด	29
ภาพที่ 3.4	การเกิดสารอะคริลาในปฏิกิริยาเมลลาร์ด	31
ภาพที่ 4.1	การเชื่อมโยงของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ของมนุษย์	44
ภาพที่ 4.2	การจำแนกเทคนิคการประเมินค่าทางประสาทสัมผัส	45
ภาพที่ 4.3	การลดลงของค่าคุณภาพในผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น	49
ภาพที่ 4.4	การเพิ่มขึ้นของค่าคุณภาพในผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น	49
ภาพที่ 4.5	การลดลงของการยอมรับของผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด จากการทดสอบผู้บริโภคทั่วไป ที่ขีดจำกัดวิกฤตเท่ากัน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น	50
ภาพที่ 4.6	การลดลงของการยอมรับของผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด จากการทดสอบผู้บริโภคทั่วไป ที่ขีดจำกัดวิกฤตไม่เท่ากัน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น	50
ภาพที่ 4.7	การลดลงของคุณลักษณะ 2 คุณลักษณะที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น	51
ภาพที่ 4.8	อายุการเก็บรักษาของน้ำมันผงปราศจากไขมันที่มีความชื้นต่างกัน	52
ภาพที่ 4.9	การสู่มเก็บตัวอย่างของมายองเนสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แบบพื้นฐาน	55
ภาพที่ 4.10	การสู่มเก็บตัวอย่างของมายองเนสแบบย้อนกลับ	57
ภาพที่ 4.11	การสู่มเก็บตัวอย่างของขนมปังแบบย้อนกลับ	58
ภาพที่ 4.12	สเกลในการประเมินระยะการสุกของผลกล้วย	59
ภาพที่ 5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เปลี่ยนแปลงกับเวลา	69
ภาพที่ 5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้น A และอัตราการเกิดปฏิกิริยา	71
ภาพที่ 5.3	ลักษณะการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารตั้งต้น A เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ตามรูปแบบของปฏิกิริยาอันดับศูนย์	71
ภาพที่ 5.4	การเพิ่มขึ้นของค่า b (a) และการลดลงของค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (b) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งแช่เยือกแข็งเพิ่มขึ้น	72
ภาพที่ 5.5	ลักษณะการลดลงของความเข้มข้นของสารตั้งต้น A เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ตามรูปแบบของปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	73

	หน้า	
ภาพที่ 5.6	ลักษณะการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารตั้งต้น A เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ในปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง เมื่อทำการเปลี่ยนรูปแบบความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง	74
ภาพที่ 5.7	การเพิ่มขึ้นของค่า total volatile based-nitrogen ในกุ้งแช่เยือกแข็ง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น	75
ภาพที่ 5.8	การลดลงของปริมาณวิตามินซีในผักโขม เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น	75
ภาพที่ 5.9	การเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ total aerobic bacteria (●), <i>Pseudomonas</i> spp. (□), <i>Brochothrix thermosphacta</i> (Δ), Enterobacteriaceae (◇) and <i>Shewanella putrefaciens</i> (X) ในการเก็บรักษาปลา Turbot ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส	76
ภาพที่ 5.10	ลักษณะการลดลงของความเข้มข้นของสารตั้งต้น A เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ตามรูปแบบของปฏิกิริยาอันดับสองเปรียบเทียบกับปฏิกิริยาอันดับศูนย์ และปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง	77
ภาพที่ 5.11	ลักษณะการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารตั้งต้น A เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ในปฏิกิริยาอันดับสอง เมื่อทำการเปลี่ยนรูปแบบความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง	77
ภาพที่ 5.12	การลดลงของค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้จากการสกัดสารสีในพริก และการเปลี่ยนรูปแบบความสัมพันธ์เส้นตรงที่อธิบายด้วยปฏิกิริยาอันดับสอง	78
ภาพที่ 5.13	การไฮโดรไลซ์ของซูโครสเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น	80
ภาพที่ 5.14	Plot ระหว่าง $\ln(C/C_0)$ กับเวลาในการไฮโดรไลซ์ซูโครส	80
ภาพที่ 5.15	Plot ระหว่าง $1/(C/C_0)$ กับเวลาในการไฮโดรไลซ์ซูโครส	80
ภาพที่ 5.16	การเปรียบเทียบความแม่นยำของการทำนายค่าจากค่าคงที่ อัตราที่ได้จากปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (a) และจากปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (b)	84
ภาพที่ 5.17	ความสัมพันธ์ตามสมการของอาร์รีเนียส	87
ภาพที่ 5.18	ความสัมพันธ์ตามสมการของอาร์รีเนียสของการสร้างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หลังกระบวนการเก็บรักษาก่อนโตแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิต่างๆ	88
ภาพที่ 5.19	การเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์มายองเนสสูตรต่างๆ จากความสัมพันธ์ของอาร์รีเนียสโดยที่ ◆ 0% propolis and 0% fish oil, □ indicates 0.25% propolis and 0% fish oil, Δ 0.5% propolis and 0% fish oil, ○ 0% propolis and 2% fish oil, * 0.25% propolis and 2% fish oil, ● 0.5% propolis and 2% fish oil	89

	หน้า
ภาพที่ 5.20 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์มาของเนสเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	90
ภาพที่ 5.21 การทำนายอายุการเก็บรักษาจากข้อมูลที่ได้ในสภาวะเร่ง	92
ภาพที่ 5.22 ลักษณะของ Water sorption isotherm ทั่วไป	97
ภาพที่ 5.23 สภาพให้ซึมผ่านได้ของไอน้ำของพอลิเมอร์ต่างชนิด	100
ภาพที่ 5.24 ผลของอุณหภูมิต่อความดันไอน้ำบริสุทธิ์	104
ภาพที่ 5.25 ผลของอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของก้อนโดแซ่เยือกแข็ง	104
ภาพที่ 5.26 ปัญหาที่พบในห้องเย็นที่เก็บรักษาอาหาร	105
ภาพที่ 5.27 การใช้มันเพื่อป้องกันอากาศร้อนเข้าสู่ห้องเย็น	105
ภาพที่ 5.28 ปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิไม่คงที่ในระหว่างการขนส่ง	106
ภาพที่ 5.29 ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิไม่คงที่ในตู้แช่	106
ภาพที่ 5.30 ผลของอุณหภูมิที่เก็บรักษาที่ไม่คงที่ต่อการสูญเสียน้ำหนักของก้อนโดแซ่เยือกแข็ง	107
ภาพที่ 5.31 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกาศในห้องแช่เยือกแข็งแบบ (a) มีคอมเพรสเซอร์ 1 ตัว และ (b) มีคอมเพรสเซอร์ 2 ตัว	108
ภาพที่ 5.32 ลักษณะการอินทิเกรตภายใต้พื้นที่เล็กๆ ของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป	109
ภาพที่ 5.33 ผลของวอเตอร์แอกทีวิตีต่อการสลายตัวของวิตามินซี	109

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

<http://lib.rmutp.ac.th/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00104698>



เทคนิคการประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร / ยุทธนา พิมพ์ศิริผล.

Author ยุทธนา พิมพ์ศิริผล
Published เชียงใหม่ : ศูนย์บริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2561
Edition พิมพ์ครั้งที่ 1
Detail 118 หน้า : ภาพประกอบ ; 25 ซม
Subject ผลิตภัณฑ์อาหาร(+)
ผลิตภัณฑ์อาหาร -- การจัดการ(+)
อาหาร -- การเก็บและการถนอม(+)
อาหาร -- การถนอมอาหาร(+)
อาหาร -- การเก็บรักษา(+)

Added Author มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ศูนย์บริหารงานวิจัย
ISBN 9786163983183
ประเภทแหล่งที่มา Book

"สำหรับเพื่อการศึกษาและวิจัยเท่านั้น"