

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 การเสื่อมคุณภาพและการเสื่อมเสียของอาหาร	
1.1 บทนำ	1
1.2 การเสื่อมเสียจากกระบวนการทางชีวเคมี	2
1.3 การเสื่อมเสียของอาหารจากจุลินทรีย์	4
1.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของจุลินทรีย์	9
1.5 การเสื่อมเสียจากการทำลายของสัตว์ (Vermin)	14
1.6 การเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาเคมี	15
1.7 การเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาของเอนไซม์	16
1.8 การเสื่อมเสียจากสาเหตุทางกายภาพ	17
1.9 วิธีการถนอมอาหาร	18
บทที่ 2 จุลินทรีย์ก่อโรคที่มากับอาหาร	
2.1 บทนำ	23
2.2 ความแตกต่างระหว่าง Food intoxications และ Food infections	24
2.3 แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ	25
2.4 เชื้อรา (Mould) ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ	44
2.5 ไวรัส (Virus) ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ	45
บทที่ 3 การถนอมอาหารโดยการแช่เย็น	
3.1 บทนำ	47
3.2 การแช่เย็นกับการยืดอายุการเก็บรักษา	48
3.3 การแช่เย็นในระดับอุตสาหกรรม	57
3.4 วิธีการและเครื่องมือในการลดอุณหภูมิ	58
3.5 ห้องแช่เย็นอาหาร	67
3.6 การเพิ่มประสิทธิภาพในการถนอมอาหารโดยวิธีแช่เย็น	71
3.7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา	74
3.8 ความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอาหารแช่เย็น	77

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การถนอมอาหารโดยการดัดแปรองค์ประกอบของบรรยากาศ	
4.1 บทนำ	83
4.2 บทบาทของก๊าซ	85
4.3 รูปแบบการเก็บรักษาอาหารในบรรยากาศดัดแปร	91
4.4 การเก็บโดยการควบคุมบรรยากาศ	92
4.5 การเก็บโดยมีการปรับบรรยากาศ	99
4.6 การบรรจุโดยมีการปรับบรรยากาศ	99
บทที่ 5 การถนอมอาหารโดยการแช่เยือกแข็ง	
5.1 บทนำ	107
5.2 หลักการถนอมอาหารโดยการแช่เยือกแข็ง	108
5.3 แผนภาพการแช่เยือกแข็ง	116
5.4 เวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง (Freezing time)	122
5.5 อัตราการแช่เยือกแข็ง(Freezing rate)	122
5.6 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะไปเป็นน้ำแข็ง	124
5.7 การคืนรูปของผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง	126
5.8 การเตรียมอาหารก่อนการแช่เยือกแข็ง	129
5.9 วิธีการและอุปกรณ์ในการแช่เยือกแข็งอาหาร	136
5.10 หลักการเลือกวิธีการแช่เยือกแข็งอาหาร	146
5.11 การเก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็ง	149
5.12 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง	151
5.13 จุลินทรีย์ในอาหารแช่เยือกแข็ง	164

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 การถนอมอาหารโดยการทำแห้ง	
6.1 บทนำ	173
6.2 น้ำในอาหาร	174
6.3 การทำแห้ง	181
6.4 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง	185
6.5 วิธีการอบแห้งและเครื่องอบแห้ง	188
6.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง	212
6.7 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับอาหารอบแห้ง	217
6.8 การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้ง	224
6.9 การผลิตอนุภาคผงชนิดละลายทันที	230
6.10 อาหารที่มีความชื้นปานกลาง	234
บทที่ 7 การถนอมอาหารโดยการฉายรังสี	
7.1 บทนำ	237
7.2 ชนิดและคุณสมบัติของรังสี	238
7.3 แหล่งกำเนิดรังสี	241
7.4 โรงงานฉายรังสี	244
7.5 หน่วยของรังสี	246
7.6 ปฏิกริยาของการแผ่รังสี	249
7.7 กระบวนการฉายรังสี	251
7.8 การใช้รังสีในการถนอมอาหาร	252
7.9 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการฉายรังสี	261
7.10 หลักเกณฑ์ในการเลือกปริมาณรังสี	266
7.11 ความปลอดภัยของอาหารฉายรังสี	268
7.12 กฎหมายอาหาร	268
7.13 อนาคตของอาหารฉายรังสี	271

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 8 น้ำตาล น้ำเชื่อม สารให้ความหวาน และ การใช้ใน อุตสาหกรรมอาหาร	
8.1 บทนำ	273
8.2 ชนิดและแหล่งของน้ำตาล	274
8.3 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำตาล	284
8.4 คุณสมบัติทางกายภาพ	291
8.5 คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา	297
8.6 การเตรียมสารละลายน้ำตาล	300
8.7 บทบาทและหน้าที่ของน้ำตาลในอาหาร	305
8.8 การใช้น้ำตาลในการถนอมอาหาร	306
บทที่ 9 เกลือและการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร	
9.1 บทนำ	323
9.2 แหล่งที่มาของเกลือ	323
9.3 ความบริสุทธิ์ของเกลือต่อคุณภาพของอาหาร	324
9.4 คุณสมบัติในการถนอมอาหารของเกลือ	328
9.5 การใช้เกลือในอุตสาหกรรมอาหาร	332
9.6 ผลิตภัณฑ์อาหารที่ถนอมรักษาด้วยเกลือ	337

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	อายุการเก็บรักษาของอาหารชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส	9
1.2	ค่า a_w ต่ำสุดสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์	10
1.3	สภาวะที่เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและทำให้อาหารเสื่อมเสียเจริญ	14
1.4	การทดสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร	21
2.1	ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i>	35
2.2	ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของ <i>Yersinia enterocolitica</i>	37
3.1	อุณหภูมิในการเจริญของจุลินทรีย์	49
3.2	จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียของอาหารแช่เย็น	51
3.3	อุณหภูมิต่ำสุดที่จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคเจริญ	54
3.4	คุณสมบัติของสารทำความเย็น	59
3.5	อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาอาหารโดยการแช่เย็น	69
3.6	ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับอาหารแต่ละชนิด	70
3.7	สภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาอาหาร	72
3.8	ลักษณะผิดปกติของผักผลไม้เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดเยือกแข็ง	80
4.1	อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บในบรรยากาศปกติและ MAP	84
4.2	เปอร์เซ็นต์การหายใจของแอปเปิ้ลที่เก็บในบรรยากาศที่มีออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ระดับต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 3.3 องศาเซลเซียส	86
4.3	การจัดแบ่งกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและเกิดโรคตามความต้องการออกซิเจน	89
4.4	องค์ประกอบของบรรยากาศที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาผักและผลไม้	93
4.5	ความเข้มข้นต่ำสุดของก๊าซออกซิเจนและความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ที่ผักและผลไม้แต่ละชนิดทนทานได้	94
5.1	ปริมาณน้ำในอาหารและจุดเยือกแข็งเริ่มต้นของอาหารชนิดต่าง ๆ	120
5.2	อัตราการแช่เยือกแข็งโดยวิธีการแช่เยือกแข็งแบบต่าง ๆ	123
5.3	มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งเพื่อการส่งออก	171
6.1	ความสำคัญของ a_w ในอาหาร	176

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
6.2	ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับเนื้อสัมผัสอาหาร	178
6.3	ชนิดของเครื่องอบแห้งที่ใช้กับอาหารเหลวและอาหารที่เป็นของแข็ง	189
6.4	เอนไซม์ผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	227
7.1	ชนิดของเครื่องวัดปริมาณรังสี ช่วงของปริมาณรังสีที่วัด และผู้ผลิต	248
7.2	ปริมาณรังสีในระดับทำลายเซลล์	267
7.3	ปริมาณรังสีเฉลี่ยสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร	269
8.1	องค์ประกอบของน้ำตาลในน้ำเชื่อมกลูโคส	278
8.2	ค่า Specific rotation ของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ	290
8.3	ความหวานของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลซูโครส	292
8.4	ความหวานของน้ำเชื่อมข้าวโพดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลซูโครส	292
8.5	จุดเดือดของสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	296
8.6	จุดเยือกแข็งที่ลดต่ำลงของสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	296
8.7	ค่า a_w ของสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	299
8.8	องศาบริกซ์ น้ำหนักของน้ำตาลซูโครสที่จะต้องเติมลงไปต่อหน่วยปริมาตรของน้ำ และปริมาตรของสารละลายน้ำตาลต่อหน่วยปริมาตรของน้ำ (ที่อุณหภูมิ 20 ^o ซ)	309
8.9	สารละลายน้ำตาล เปอร์เซ็นต์ของแข็ง ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ และน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 20 ^o ซ (68 ^o ฟ)	311
9.1	ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยที่ใช้วัดความเข้มข้นของน้ำเกลือ	326
9.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเกลือ ค่า a_w และการยับยั้งจุลินทรีย์	328
9.3	แรงดันออสโมติกของสารละลายเกลือ	329

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ลักษณะของ <i>Pseudomonas</i> ssp.	6
1.2	แผนภาพวิธีการถนอมอาหาร	19
2.1	แผนภาพเชื้อโรคที่มากับอาหาร	24
2.2	ลักษณะของเชื้อ <i>Clostridium botulinum</i>	25
2.3	ลักษณะของเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	26
2.4	ลักษณะของเชื้อ <i>Salmonella</i>	28
2.5	ลักษณะของเชื้อ <i>Clostridium perfringens</i>	30
2.6	ลักษณะของ <i>Bacillus cereus</i>	31
2.7	ลักษณะของเชื้อ <i>Listeria monocytogene</i>	33
2.8	ลักษณะของเชื้อ <i>Yersinia enterocolitica</i>	36
2.9	ลักษณะของเชื้อ <i>Vibrio cholerae</i>	38
2.10	ลักษณะของเชื้อ <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	39
2.11	ลักษณะของเชื้อ <i>Escherichia coli</i>	41
2.12	ลักษณะของเชื้อ <i>Campylobacter jejuni</i>	42
3.1	การทำงานของระบบทำความเย็น	60
3.2	ผลของอุณหภูมิต่อความแน่นเนื้อของขนมปัง	81
5.1	อัตราการเกิดนิ่วเคลือบและอัตราการโตขึ้นของผลึกน้ำแข็ง	110
5.2	ขนาดของผลึกน้ำแข็งในเนื้อวัวแช่เยือกแข็ง ก) หลังการแช่เยือกแข็ง หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 120 ชม. ที่อุณหภูมิ ข) -15° ซ และ ค) -5° ซ	113
5.3	ผลึกน้ำแข็งในเต้าหู้แช่เยือกแข็ง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -5° ซ เป็นเวลา ก) 0 วัน ข) 30วัน ค) 60 วัน และ ง) 80 วัน	114
5.4	ผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นในการแช่เยือกแข็ง (ก) การแช่เยือกแข็งแบบช้า (ข) การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว	115
5.5	แผนภาพการแช่เยือกแข็งของน้ำบริสุทธิ์	117
5.6	แผนภาพการแช่เยือกแข็งของสารละลายอย่างง่าย	118
5.7	แผนภาพการแช่เยือกแข็งของเนื้อวัวส่วนเนื้อสะโพก	119
5.8	เปอร์เซ็นต์น้ำแข็งที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่างๆในอาหาร 4 ชนิด	121

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.9	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการแช่เยือกแข็งและการละลาย 127
5.10	เครื่องแช่เยือกแข็งแบบอากาศเย็นความเร็วสูง 138
5.11	เครื่องแช่เยือกแข็งแบบสัมผัสกับผิวของแผ่นโลหะเย็น (ก) แบบแนวนอน (ข) แบบแนวตั้ง 140
5.12	หลักการแช่เยือกแข็งแบบลอยตัว (ก)และเครื่องแช่เยือกแข็งแบบลอยตัว (ข) 141
5.13	เครื่องแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจนิค 143
6.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับการเปลี่ยนแปลงของอาหาร 178
6.2	ซอร์พชันไอโซเทอม 179
6.3	ซอร์พชันไอโซเทอมของวัสดุที่มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น 1) มาก 2) ปานกลาง 3) ต่ำ 180
6.4	ฮิสเตอร์ซิส 182
6.5	ฮิสเตอร์ซิสของ 1)อาหารที่มีน้ำตาลและเพกทินมาก 2)อาหารพวกโปรตีน 3)อาหารพวกแป้ง 182
6.6	การเคลื่อนที่ของน้ำระหว่างการทำแห้ง 184
6.7	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งและอัตราการอบแห้ง 186
6.8	เครื่องอบแห้งแบบเตาเผา 190
6.9	เครื่องอบแห้งแบบถาด 191
6.10	การเคลื่อนที่ของอากาศร้อนในเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ 192
6.11	การเคลื่อนที่ของลมร้อนแบบผสมในเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์สายพาน 193
6.12	เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกลักษณะต่างๆ 195
6.13	เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด 196
6.14	เครื่องอบแห้งแบบนิวเมติก 197
6.15	เครื่องอบแห้งแบบโฟมเมท 198
6.16	การเคลื่อนที่ของอากาศร้อนและอาหารเหลว 201
6.17	ภาพตัดขวางของหัวฉีดแบบต่าง ๆ (ก) หัวฉีดอัดความดันแบบหัวเดียว (ข) หัวฉีดอัดความดันแบบ สองหัว (ค) หัวฉีดแบบจานหมุน 203

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
6.18 หัวฉืด ขณะทำงานของ: (ก) หัวฉืดอัดความดันแบบหัวเดียว (ข) หัวฉืดแบบจานหมุน	204
6.19 อุปกรณ์แยกอนุภาคผงละเอียดออกจากอากาศร้อน ก) ไชโคลน ข) แผ่นกรอง	206
6.20 ระบบการทำงานของเครื่องอบแห้งอาหารที่อยู่ในสภาวะเยือกแข็ง	209
6.21 phase diagram ของน้ำ	211
6.22 ซอร์พชันไอโซเทอมของน้ำในการทำแห้งมันฝรั่ง	216
6.23 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของมันฝรั่งระหว่างการอบแห้ง	218
6.24 ขั้นตอนการผลิตหางนมผง	229
6.25 เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นม	231
6.26 เส้นแอมป์ซอร์ชันไอโซเทอมของอาหาร	234
7.1 อำนวยการทะลุทะลวงผ่านวัตถุของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา	239
7.2 ดันกำเนิดรังสีเบตาในท่อหลอดสนิมสองชั้น	244
7.3 ดันกำเนิดรังสีแกมมาในบ่อน้ำ	245
7.4 โรงงานฉายรังสีต้นแบบ	245
7.5 เครื่องตรวจวัดปริมาณรังสี	248
7.6 เครื่องหมายการฉายรังสี ก) เดิม ข) ใหม่	271
8.1 โครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลไตแซ็กคาไรด์	285
8.2 การออกซิเดชันของน้ำตาล	286
8.3 การออกซิเดชันของน้ำตาล	287
8.4 การเกิดปฏิกิริยากับกรดของน้ำตาล	287
8.5 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำเชื่อมและปริมาณน้ำในผลไม้	307
8.6 การลดปริมาณน้ำในอาหารโดย Osmotic dehydration	308
9.1 จุลินทรีย์ที่พบในการผลิตชาวเออเครา	334