

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(i)
คำนำ	(iii)
บทที่ 1 ความสำคัญของการแข่งขันต่ออุตสาหกรรมอาหาร	1
1.1 บทนำ	1
1.2 การถนอมอาหารโดยการแช่แข็ง	1
1.3 พัฒนาการของการแช่แข็งอาหาร	3
1.4 ความเป็นมาและพัฒนาการของอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งของประเทศไทย	12
1.5 บทสรุป	14
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการแช่แข็ง	17
2.1 บทนำ	17
2.2 ความแตกต่างระหว่างน้ำและน้ำแข็ง	17
2.2.1 โครงสร้างของน้ำ	18
2.2.2 โครงสร้างของน้ำแข็ง	20
2.2.3 สมบัติด้านความร้อนของน้ำและน้ำแข็ง	21
2.3 การเกิดผลึกน้ำแข็ง	23
2.3.1 การก่อนิวเคลียสน้ำแข็ง	23
2.3.2 การโตของผลึกน้ำแข็ง	24
2.4 กราฟการแช่แข็ง	25
2.5 อัตราเร็วในการแช่แข็ง	27
2.6 แผนภาพแสดงวิภูภาคของน้ำ	28

	หน้า
2.7 แผนภาพแสดงสถานะของสารละลาย	29
2.7.1 การเปลี่ยนสถานะในสภาวะสมดุล	30
2.7.2 การเปลี่ยนสถานะในสภาวะไม่สมดุล	32
2.7.3 อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วของอาหารแช่แข็ง	34
2.7.4 การประยุกต์แนวคิด T_g' กับคุณภาพอาหารแช่แข็ง	35
2.8 บทสรุป	38
บทที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของอาหารจากการแช่แข็ง	41
3.1 บทนำ	41
3.2 การเปลี่ยนแปลงของอาหารระหว่างการแช่แข็ง	41
3.2.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติด้านความร้อนของอาหาร	41
3.2.2 การเกิดผลึกน้ำแข็งในอาหาร	42
3.2.3 การแตกของชิ้นอาหาร	49
3.2.4 การสูญเสียความชื้น	52
3.3 การเปลี่ยนแปลงของอาหารแช่แข็งในขณะที่เก็บรักษา	54
3.3.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	54
3.3.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	65
3.4 บทสรุป	71
บทที่ 4 วิธีการแช่แข็ง	77
4.1 บทนำ	77
4.2 ประเภทของวิธีการแช่แข็ง	77
4.2.1 การแช่แข็งด้วยระบบทำความเย็นเชิงกล	78
4.2.2 การแช่แข็งด้วยสารโครโอเจน	78
4.3 ระบบทำความเย็นเชิงกล	79
4.3.1 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นเชิงกล	79
4.3.2 ส่วนประกอบของระบบทำความเย็นเชิงกล	79
4.3.3 สารทำความเย็นที่ใช้ในระบบทำความเย็นเชิงกล	81

4.4	วิธีการแช่แข็งด้วยระบบทำความเย็นเชิงกล	86
4.4.1	การแช่แข็งโดยใช้อากาศเย็นสัมผัสกับอาหาร	86
4.4.2	การแช่แข็งโดยไม่ใช้อากาศเย็นสัมผัสกับอาหาร	94
4.5	วิธีการแช่แข็งด้วยสารโครโอเจน	98
4.6	การแช่แข็งด้วยสารโครโอเจนร่วมกับการใช้ระบบทำความเย็นเชิงกล	101
4.7	การเปรียบเทียบวิธีการแช่แข็ง	102
4.8	บทสรุป	106
บทที่ 5 การทำละลายอาหารแช่แข็ง		111
5.1	บทนำ	111
5.2	การทำละลายอาหารแช่แข็ง	112
5.2.1	กราฟการทำละลาย	112
5.2.2	การสูญเสียน้ำจากการละลาย	113
5.2.3	ผลของการใช้เวลาทำละลายมากหรือน้อยเกินไป	114
5.3	การเปรียบเทียบการทำละลายและการแช่แข็ง	115
5.4	การทำละลายบางส่วน	117
5.5	วิธีการทำละลาย	119
5.5.1	การทำละลายโดยใช้อากาศนิ่ง	121
5.5.2	การทำละลายโดยใช้ลมเป่า	121
5.5.3	การทำละลายโดยใช้น้ำ	122
5.5.4	การทำละลายโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ	124
5.5.5	การทำละลายโดยใช้คลื่นวิทยุ	127
5.5.6	การทำละลายโดยใช้เทคนิคโอห์มมิก	128
5.5.7	การทำละลายโดยใช้ความดันสูง	130
5.5.8	การทำละลายในสภาวะสุญญากาศ	131
5.6	การเลือกวิธีการทำละลาย	132
5.7	การแช่แข็งและทำละลายซ้ำ	133
5.8	บทสรุป	134

บทที่ 6 การแข่งขันสัตว์ปีกและเนื้อสัตว์	139
6.1 บทนำ	139
6.2 ประโยชน์ของการแข่งขันสัตว์ปีกและเนื้อสัตว์	139
6.3 สัตว์ปีกแข่งขัน	141
6.3.1 การผลิตไก่แข่งขัน	141
6.3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสัตว์ปีกแข่งขัน	146
6.4 ผลิตภัณฑ์ไก่แปรรูปแข่งขัน	148
6.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไก่แปรรูปแข่งขัน	150
6.5 เนื้อสัตว์แข่งขัน	152
6.5.1 การผลิตเนื้อสัตว์แข่งขัน	152
6.5.2 วิธีการแข่งขันเนื้อสัตว์	153
6.5.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์แข่งขัน	157
6.6 อายุการเก็บรักษาสัตว์ปีกและเนื้อสัตว์แข่งขัน	160
6.7 บทสรุป	161
บทที่ 7 การแข่งขันสัตว์น้ำ	167
7.1 บทนำ	167
7.2 ประโยชน์ของการแข่งขันสัตว์น้ำ	168
7.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสัตว์น้ำหลังตาย	169
7.3.1 การเกร็งตัวหลังตาย	171
7.3.2 กระบวนการไกลโคไลซิส	172
7.3.3 กระบวนการสลายตัวของโปรตีน	172
7.3.4 กระบวนการสลายตัวของนิวคลีโอไทด์	173
7.3.5 กระบวนการสลายไขมันและการเกิดออกซิเดชันของไขมัน	174
7.3.6 กระบวนการสลายตัวของสารประกอบไตรเมทิลเอมีนออกไซด์	175
7.3.7 การเกิดฮีสตามีน	175
7.3.8 การเกิดจุดดำตามตัวกุ้ง	176
7.3.9 การเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์	176

7.4	การผลิตสัตว์น้ำแช่แข็ง	177
7.4.1	การผลิตปลาแช่แข็ง	177
7.4.2	การผลิตกุ้งแช่แข็ง	181
7.5	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสัตว์น้ำแช่แข็ง	186
7.5.1	การสูญเสียความชื้นและการเกิดฟรอสเจอร์เบิร์น	187
7.5.2	การสลายตัวของไขมันและการเกิดออกซิเดชันของไขมัน	187
7.5.3	การเสียดสภาพธรรมชาติของโปรตีน	190
7.5.4	การสลายตัวของไตรเมทิลเอมีนออกไซด์	192
7.6	อายุการเก็บรักษาสัตว์น้ำแช่แข็ง	192
7.7	บทสรุป	193
บทที่ 8 การแช่แข็งผักและผลไม้		201
8.1	บทนำ	201
8.2	ประโยชน์ของการแช่แข็งผักและผลไม้	202
8.3	ผลของการแช่แข็งต่อผักและผลไม้เปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์	202
8.4	ผักแช่แข็ง	204
8.4.1	การผลิตผักแช่แข็ง	204
8.4.2	วัตถุดิบ	205
8.4.3	การลวกผัก	206
8.4.4	วิธีการแช่แข็งผัก	211
8.4.5	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผักแช่แข็ง	212
8.5	ผลไม้แช่แข็ง	213
8.5.1	การผลิตผลไม้แช่แข็ง	214
8.5.2	วัตถุดิบ	215
8.5.3	การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลไม้แช่แข็ง	216
8.5.4	การลดการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้แช่แข็ง	223
8.5.5	วิธีการแช่แข็งผลไม้	224
8.5.6	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลไม้แช่แข็ง	225

	หน้า
8.6 อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้แช่แข็ง	227
8.7 บทสรุป	228
บทที่ 9 การแช่แข็งผลิตภัณฑ์เบเกอรี่	235
9.1 บทนำ	235
9.2 ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แช่แข็ง	236
9.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แช่แข็ง	236
9.3.1 โดแช่แข็ง	236
9.3.2 ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบแช่แข็ง	237
9.3.3 ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบบางส่วนแช่แข็ง	237
9.4 โดแช่แข็ง	238
9.4.1 ปัจจัยจากวัตถุดิบที่มีผลต่อคุณภาพของโดแช่แข็ง	239
9.4.2 ปัจจัยจากขั้นตอนการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพของโดแช่แข็ง	245
9.5 ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบแช่แข็ง	249
9.5.1 การเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบแช่แข็ง	250
9.5.2 การผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบแช่แข็ง	254
9.6 ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบบางส่วนแช่แข็ง	256
9.6.1 การผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบบางส่วนแช่แข็ง	257
9.6.2 ปัญหาในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบบางส่วนแช่แข็ง	258
9.7 อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แช่แข็ง	259
9.8 บทสรุป	260
บทที่ 10 การแช่แข็งอาหารพร้อมบริโภค	267
10.1 บทนำ	267
10.2 สถานการณ์ตลาดอาหารพร้อมบริโภคแช่แข็ง	268
10.3 อาหารที่เหมาะสมสำหรับผลิตเป็นอาหารพร้อมบริโภคแช่แข็ง	269
10.4 การผลิตอาหารพร้อมบริโภคแช่แข็ง	270
10.4.1 สุขลักษณะในการผลิตอาหารพร้อมบริโภคแช่แข็ง	270

	หน้า
10.4.2 การจัดการด้านวัตถุดิบ	271
10.4.3 การหมักเนื้อ	271
10.4.4 การปรุงสุก	272
10.4.5 การทำซอสและน้ำกะทิ	273
10.4.6 การบรรจุและบรรจุภัณฑ์	273
10.4.7 การแช่แข็งและเก็บรักษา	275
10.4.8 ตัวอย่างการผลิตอาหารพร้อมบริโภคแช่แข็ง	275
10.5 ข้าวแช่แข็งและการปรับปรุงคุณภาพข้าวแช่แข็ง	279
10.5.1 พันธุ์ข้าว	279
10.5.2 ความเก่าใหม่ของข้าว	281
10.5.3 อัตราการแช่แข็ง	284
10.5.4 การแช่แข็งและทำละลายซ้ำ	285
10.6 เจลแบ่งแช่แข็งและการปรับปรุงคุณภาพเจลแบ่งแช่แข็ง	285
10.6.1 ผลของชนิดแบ่งต่อคุณภาพของเจลแบ่งหลังแช่แข็งและทำละลาย	286
10.6.2 ผลของอัตราการแช่แข็งต่อคุณภาพของเจลแบ่งหลังแช่แข็งและทำละลาย	287
10.6.3 การปรับปรุงคุณภาพของเจลแบ่งแช่แข็ง	289
10.7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารพร้อมบริโภคแช่แข็ง	293
10.8 อายุการเก็บรักษาอาหารพร้อมบริโภคแช่แข็ง	294
10.9 บทสรุป	295
ดัชนี	301

ประวัติผู้เขียน

เทคโนโลยีการแช่แข็งอาหาร

(Freezing Technology of Foods)

เลขหมู่ 664.0285
ส142
2558
เลขทะเบียน 20168
วันที่ - 6/ก.ค. 2559

116253

รองศาสตราจารย์สงวนศรี เจริญเหรียญ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดัชนี

- ก
- กรดแล็กติก, 143, 157, 172
- กราฟการแช่แข็ง, 25, 26, 27, 50
- กราฟการทำละลาย, 112, 117, 122, 123
- กลิ่นหืน, 66, 71, 146, 150, 151, 160, 174, 180,
187, 192, 269, 272, 293
- การก่อกวนเคลียสน้ำแข็ง
ที่เป็นเนื้อเดียวกัน, 23, 24, 44
ที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน, 23, 27, 44
นิวเคลียสน้ำแข็ง, 6, 8, 23, 24, 25, 27, 38, 42,
43, 44, 48, 58
- การเกร็งตัวหลังตาย/การเกร็งตัว, 158, 159, 171,
172
- การเกิดผลึกน้ำแข็ง, 17, 23, 37, 42, 44, 45, 47,
48, 54, 212, 216, 225, 227, 239, 245,
289
ภายนอกเซลล์, 44, 45
ภายในเซลล์, 245, 246
- การเกิดสึ้นน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์, 67, 207, 208,
209, 223
- การเกิดออกซิเดชันของไขมัน, 66, 150, 174, 182,
187, 188
- การเคลื่อนที่ของความชื้น, 52, 53, 250
- การเชื่อมข้าม, 68, 192
- การแช่แข็ง
ด้วยสารโครโอเจน, 49, 78, 82, 98, 100, 101,
106, 145, 156, 181, 185, 186
โดยการจุ่มในของเหลวเย็น, 78, 97, 145, 185
โดยการเพิ่ม-ลดความดัน, 6, 8, 29, 130
โดยใช้เทคนิคฟลูอิดเบด, 78, 90, 211
โดยใช้แผ่นสัมผัส, 78, 94, 95, 156, 177, 180,
185
- โดยใช้ลมเย็นพ่น, 7, 78, 86, 87, 98, 145, 153,
156, 177, 180, 181, 185, 186, 211, 255
- โดยใช้ลากลมเย็นพ่นปะทะ, 8, 9, 78, 86, 92, 93
- โดยใช้อากาศเย็นนิ่ง, 78, 86
- การแช่แข็งแบบช้า, 4, 43, 44, 47, 49, 62, 155,
158, 211, 212, 216, 225, 245, 284, 287,
288, 289
- การแช่แข็งแบบรวดเร็วรายหน่วย (IQF), 5, 87, 88,
89, 91, 180, 182, 185, 201, 214
- การแช่แข็งแบบเร็ว, 43, 44, 46, 47, 49, 59,
61, 62, 102, 146, 155, 185, 211, 212,
225, 248, 287, 288, 289
- การแช่แข็งที่ผิว, 93, 140
- การแช่แข็งและทำละลายซ้ำ, 133, 134, 216, 249,
251, 279, 285
- การตกผลึกน้ำแข็งซ้ำ, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64,
71, 123, 133, 186, 187, 219, 249
- แบบการหลอมเหลว-การแพร่และการแช่แข็งซ้ำ,
60
- แบบไมเกรทอรี, 60
- แบบออสต์วาลด์โรเพนนิ่ง, 60, 123
- แบบแอกเครทีฟ, 59, 123
- แบบไอโซแมส, 59, 61
- การแตกของชั้นอาหาร, 49, 51, 98
- การแตกที่เปลือกนอก, 258
- การโตของผลึกน้ำแข็ง, 23, 24, 38, 42, 123, 160
- การทำละลาย
โดยใช้คลื่นไมโครเวฟ, 120, 124, 125, 126,
127, 128
- โดยใช้คลื่นวิทยุ, 127, 128
- โดยใช้ความดันสูง, 119, 120, 130, 131
- โดยใช้เทคนิคโอห์มมิก, 120, 128, 129, 130

โดยใช้น้ำ, 119, 120, 122, 123, 126, 127
 โดยใช้ลมเป่า, 121
 โดยใช้อากาศ, 119, 120, 121, 122, 123, 127,
 128, 129
 ในสภาวะสุญญากาศ, 119, 120, 131
 การทำลายบางส่วน, 111, 117, 118, 127, 133,
 134
 การบ่มเนื้อ, 143, 159
 การบรรจุ
 แบบปกติ, 144, 151
 แบบสุญญากาศ, 58, 123, 144, 151, 160,
 180, 188
 การเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว, 30, 35, 38, 44, 288
 สถานะคล้ายแก้ว, 32, 33, 34, 36, 38, 44, 63,
 64, 65, 219, 288
 สถานะคล้ายยาง, 32, 34, 35, 37, 38, 64,
 อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว, 32, 33,
 34, 36, 63, 123, 219
 การแยกตัวของน้ำ, 285, 286, 287, 289, 290,
 291, 292, 293, 295
 การระเหิด, 28, 54, 99, 100
 การลวก, 4, 35, 66, 67, 143, 201, 206, 207,
 208, 209, 210, 211, 212, 214, 223, 226,
 227, 272, 275, 277
 การสลายตัวของสารให้สี, 66
 การสูญเสียความชื้น, 52, 53, 54, 71, 87, 93, 100,
 101, 151, 153, 159, 187, 188, 250, 255,
 258
 การเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน, 65, 67, 68,
 69, 70, 71, 175, 187, 190
 การหดตัวเนื่องจากความเย็น, 153, 158
 การหมัก, 148, 150, 236, 238, 239, 241, 242,
 243, 244, 245, 249, 258, 271, 272
 กิจกรรมของยีสต์, 242, 245, 246, 248, 249
 กุ้งแช่แข็ง, 12, 14, 167, 181, 182, 185, 188
 กุ้งกุลาดำ, 12, 133, 186

กุ้งขาว, 12, 181, 191
 ไข่แช่แข็ง, 12, 97, 111, 127, 141, 142, 143,
 144, 145, 146, 147, 148, 275
 การฆ่าหละและบรรจุ, 144
 การเชื่อมและถอนขน, 143
 การลดอุณหภูมิ, 143, 144
 การเอาเครื่องในออก, 143
 ไกลโคไลซิส, 143, 159, 169, 172

ข

ข้าวแกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง, 275
 ข้าวผัดแช่แข็ง, 275, 277
 ข้าวหุงสุกแช่แข็ง, 279, 281, 282, 284, 285, 293

ค

คลอโรฟิลเลส, 206, 212
 คลื่นไมโครเวฟ, 10, 120, 124, 125, 126, 127,
 128, 129
 ความร้อนแฝง, 6, 8, 24, 25, 26, 27, 84, 100,
 112, 117, 120, 132
 ความร้อนสัมผัส, 25, 112
 ความแรงไอออน, 67, 186, 190
 ความสามารถในการอุ้มน้ำ, 52, 68, 133
 148, 157, 158, 190
 ค่าที่ทดสอบด้วยกรดไทโอบาร์บิทริก, 147, 181
 ค่าปริมาณสารที่ทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทริก,
 151, 189
 ค่าเพอร์ออกไซด์, 151, 188
 คาร์บอนไดออกไซด์เหลว, 5, 78, 98, 99, 100,
 181, 185
 เครื่องแช่แข็ง
 ด้วยสารโครโอเจน, 5, 182
 แบบจุ่มในของเหลวเย็น, 5
 แบบลมเย็นพัด, 53, 101, 182, 275
 แบบแผ่นสัมผัสในแนวตั้ง, 96, 180

แบบแผ่นสัมผัสในแนวนอน, 95, 180
 แบบฟลูอิดโกซ์เบด, 101
 แบบสายพาน, 88, 91, 98
 แบบสายพานเวียนเป็นเกลียว, 89, 92
 แบบอุโมงค์, 87, 153, 275
 แคลเซียมแล็กเตต, 222

จ

จุดเดือด, 28, 80, 84, 98, 100, 131, 145
 จุดเยือกแข็ง, 1, 6, 20, 23, 25, 27, 28, 29, 31, 32,
 65, 112, 117, 123, 130, 134, 159, 245
 จุดเยือกแข็งเริ่มต้น, 25, 27, 117
 จุดร่วมสาม, 29
 จุดหลอมเหลว, 28, 29, 33, 130,
 เจลแข็ง, 133, 134, 250, 284, 285, 286, 287,
 288, 289, 293, 295
 เจลาทีโนส/เจลาทีโนเซน, 36, 37, 239, 250,
 282, 288

ช

ซึบสเตรต, 206, 223, 226
 ซัสเซปเตอร์, 9, 10
 โซเดียมไตรพอลิฟอสเฟต, 52, 190, 191

ด

ดัชนีความสด, 174
 โดแซแซ็ง, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243,
 244, 245, 246, 248, 249, 256, 260

ต

เตาไมโครเวฟ, 5, 10, 237, 267, 274
 ไตรเมทิลเอมีน, 169, 175, 185

ถ

ถั่วแขก, 62, 204, 208, 210, 212

ท

ทรานส์กลูทามีน, 52
 โทโคฟีรอล, 141, 146, 147

น

น้ำไหลเยิ้มจากการละลาย, 49, 53, 61, 63, 68,
 93, 113, 114, 117, 123, 125, 128, 129,
 130, 133, 134, 145, 155, 157, 160, 181,
 185, 190, 205, 212, 215, 216, 218, 221,
 226
 เนื้อโคแซ็ง, 4, 63, 128, 129, 130, 139, 159,
 160
 เนื้อแดง, 150, 151
 เนื้อสุกรแซ็ง, 111, 118
 ไนโตรเจนเหลว, 5, 78, 98, 99, 100, 145, 146,
 156, 185, 186, 245

บ

บีตาแคโรทีน, 2, 213

ป

ปริมาตรของขนมปัง, 239, 248
 ปลาสด, 123, 133, 181
 ปลาเรนโบว์เทราท์, 188, 202
 แป้งสาลี, 235, 236, 239, 251, 273
 โปรตีนชนิดทรงกลม, 68, 69

ผ

ผั่งเซลล์, 24, 44, 47, 64, 114, 134, 202, 212,
 216, 218, 221, 222, 225, 226
 ผลไม้แซ็ง, 12, 47, 61, 67, 134, 201, 202,
 213, 214, 215, 216, 218, 221, 223, 224,
 225, 226, 227, 228
 ผลิตภัณฑ์ไก่แปรรูปแซ็ง, 139, 141, 148, 150, 151

ผลิตภัณฑ์ไก่ปรุงสุกด้วยการทอดแช่แข็ง, 148

ผลิตภัณฑ์ไก่ปรุงสุกด้วยการนึ่งแช่แข็ง, 148,
149

ผลิตภัณฑ์ไก่ปรุงสุกด้วยการย่างแช่แข็ง, 148,
150

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แช่แข็ง, 10, 235, 236, 237,
249, 254, 255, 256, 259, 260

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบแช่แข็ง, 237, 249, 250, 251,
254, 255, 256, 257

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อบบางส่วนแช่แข็ง, 237, 256,
257, 258, 259, 260

ผักแช่แข็ง, 4, 47, 66, 67, 201, 204, 205, 206,
208, 209, 210, 211, 212, 214, 215, 227

แผนภาพแสดงวัฏภาค, 17, 28, 29, 38

แผนภาพแสดงสถานะ, 17, 29, 30, 38

พ

พอลิฟินอลออกซิเดส, 67, 176, 206, 207, 212,
213, 223, 224

พืชชา, 10, 269

เพกทิน, 47, 134, 216, 217, 218, 221, 222, 225

เพกทินที่ละลายน้ำได้, 47, 216, 217, 221

เพกทินเมทิลเอสเทอร์, 216, 221

เพอร์ออกซิเดส, 206, 208, 210, 211

ฟ

ฟริสเซอร์เบียร์, 53, 54, 56, 58, 71, 145, 153,
160, 187, 188, 293

ฟอร์มาลดีไฮด์, 175, 190, 192

ฟอสโฟไลเปส, 66, 174

ม

มะม่วงน้ำดอกไม้สุก, 1, 2, 47, 93

มะละกอ, 50, 51, 134, 216

มาโลนแอลดีไฮด์, 67, 187, 190

มิดเดิลลามลลา, 134, 216, 218, 221, 225

เมล็ดถั่วลิสงเตา, 34, 35, 91, 204, 208, 210

เมลานิน, 176, 223, 224

ไมโอซิน, 67, 171, 190

ย

ยีสต์, 236, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245,
246, 248, 249

ยูเทกติก

ของผสมยูเทกติก, 26, 30, 31, 32

อุณหภูมิยูเทกติก, 26, 31, 32

เยื่อหุ้มเซลล์, 44, 114, 133, 202, 212, 226, 242,
248

ร

ร่างแหกลูเทน, 238, 239, 243, 249

ราสพ์เบอร์รี่, 101, 221

รีโทรเกรดชัน, 36, 37, 44, 133, 250, 251, 256,
273, 280, 282, 284, 285, 287, 288,
289, 291, 292, 293

ล

ลักษณะสีซีด เหลือง มีน้ำไหลเอี่ยม, 114, 152, 157

ไลซีน, 52, 176

ไลโซโซม, 206, 226

ไลพอกซีจีเนส, 66, 210, 211, 212

ไลเปส, 66, 174, 212

ว

วอเตอร์แอคติวิตี, 1, 248

วัฏภาค, 6, 17, 28, 29, 38, 291, 293

แควิวโอล, 206, 226

ส

สตรอบอรี่, 2, 61, 91, 100, 101, 215, 221, 226

สตาร์ช,

ข้าว, 36, 37, 44, 287, 289, 290, 291, 292

ข้าวเหนียว, 36, 37

มันสำปะหลัง, 287, 291, 292

สภาพเย็นยวดยิ่ง, 6, 8, 23, 24, 25, 27, 44

สมบัติด้านความร้อน,

ความร้อนจำเพาะ, 21, 28, 41, 42

สภาพนำความร้อน, 21, 22, 28, 41, 42, 115,

119

สภาพแพร่ความร้อน, 21, 22, 28, 41, 42, 115

สารป้องกันการเสียสภาพธรรมชาติเนื่องจากการแช่แข็ง,

68, 69, 70, 71

อ

ออกซิเดชัน, 65, 66, 67, 133, 134, 141, 145,

146, 147, 149, 150, 151, 153, 160, 169,

174, 175, 176, 182, 187, 188, 190, 207,

209, 223, 226, 293

ออสโมซิส, 218, 245, 246

ออสโมติไซเตรชัน, 218, 219

อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP), 158, 159, 171,

172, 173, 174

อัตราการแช่แข็ง

แบบช้า, 43, 45, 101, 245, 284, 287

แบบเร็ว, 42, 45, 245, 284, 287

อาหารพร้อมบริโภคแช่แข็ง, 3, 5, 12, 13, 111,

124, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273,

274, 275, 279, 285, 286, 293, 294, 295

อิมัลชัน, 244, 273

แอกทิน, 171, 190

แอกโทไมโอซิน, 171

แอมิโลเพกทิน, 37, 273, 279

แอมิโลส, 273, 279, 281, 291

แอสคอร์บิกแอซิดออกซิเดส, 206, 209

โอ-ควิโนน, 223, 224

ไอศกรีม, 4, 24, 48, 61, 63, 64

ฮ

ฮีสทามีน, 169, 175, 176

ฮีสทีดิน, 175

ฮีสทีดินดีคาร์บอกซิเดส, 175, 176

ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส, 259

ไฮโดรคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (HCFC), 81, 83, 84,

85

ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC), 81, 83, 84, 85

ไฮโดรคอลลอยด์, 64, 257, 292

เทคโนโลยีการแช่แข็งอาหาร

(Freezing Technology of Foods)

เลขหมู่ 664.0285
ส142
2558
เลขทะเบียน 20168
วันที่ - 6/ก.ค. 2559
116253

รองศาสตราจารย์สงวนศรี เจริญเหรียญ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์