



# เคมีอาหารเบื้องต้น

BASIC FOOD CHEMISTRY



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ห้องสมุดสาขาโชติเวช



201020874

ผู้เขียน: ศาสตราจารย์ ดร. นิธิยา รัตนพานนท์



## คำนำ

อาหารทุกชนิดทั้งที่มาจากพืชและสัตว์มีส่วนประกอบหลักเป็นสารประกอบทางเคมี ทั้งที่เป็นสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ ตัวอย่างเช่น น้ำ โปรตีน ลิพิด คาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุ และวิตามินต่างๆ เป็นต้น ซึ่งสารประกอบทางเคมีเหล่านี้จัดเป็นสารอาหารที่ร่างกายจำเป็นต้องได้รับจากการบริโภคอาหาร การจะทราบว่าอาหารชนิดใดมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นอย่างไร เรียนรู้ได้จากวิชาเคมีอาหารเบื้องต้น

หนังสือ **เคมีอาหารเบื้องต้น** เล่มนี้ มีเนื้อหาสาระกล่าวถึงสารประกอบทางเคมีที่เป็นส่วนประกอบหลักในอาหาร ได้แก่ น้ำ กรด ด่าง เกลือ สารละลาย ระบบคอลลอยด์ในอาหาร ลิพิด โปรตีน เอนไซม์ คาร์โบไฮเดรต ไฮโดรคอลลอยด์ วิตามิน แร่ธาตุ สารสี สารให้รส และสารให้กลิ่น รวมทั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร สำหรับหนังสือเคมีอาหารเบื้องต้นเล่มนี้ ผู้เขียนได้ตัดทอนมาจากหนังสือเคมีอาหาร เพื่อให้มีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียนระดับอาชีวศึกษาและคหกรรมศาสตร์ ซึ่งไม่ต้องการความรู้เกี่ยวกับสูตรโครงสร้างและปฏิกิริยาทางเคมีที่อยู่ในอาหารลึกซึ้งเหมือนนักศึกษาศาสาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร จึงได้กล่าวถึงเฉพาะสมบัติทางกายภาพและทางเคมี การเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบทางเคมีที่จำเป็นและเกิดขึ้นในระหว่างการขนย้าย การเก็บรักษา และในกระบวนการแปรรูปอาหาร เพราะการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร จะมีผลกระทบต่อคุณภาพทั้งลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารด้วย นอกจากนี้ ความรู้ทางด้านเคมีอาหารยังสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง และพัฒนาสูตรอาหาร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ๆ ที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น รู้จักเลือกใช้ชนิดของวัตถุดิบให้เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการ ดังนั้นการเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหาร จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยี่ สำหรับนักศึกษาระดับอาชีวศึกษาและคหกรรมศาสตร์ รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องในการแปรรูปอาหารระดับครัวเรือนหรือวิสาหกิจชุมชน

ผู้เขียนจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า นักศึกษาและผู้สนใจทุกท่าน คงจะได้รับประโยชน์จากการอ่านหนังสือเล่มนี้ในระดับหนึ่ง เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเองต่อไป

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นิธิยา รัตนาปนนท์

# สารบัญ

	หน้า
<b>บทที่ 1 น้ำ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญของน้ำ.....	1
1.2 โครงสร้างโมเลกุลของน้ำ.....	2
1.3 สมบัติของน้ำ.....	2
1.4 น้ำกระต่าง.....	10
1.5 ชนิดของน้ำในอาหาร .....	12
1.6 Water Activity ( $a_w$ ).....	13
1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $a_w$ กับอัตราเร็วของปฏิกิริยาทางเคมี.....	15
1.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $a_w$ กับอัตราการเน่าเสียของอาหาร.....	18
เอกสารอ้างอิง .....	20
<b>บทที่ 2 กรด ต่าง และเกลือ</b> .....	<b>21</b>
2.1 กรด .....	21
2.2 ต่าง.....	24
2.3 เกลือ .....	26
2.4 ผงฟู.....	27
เอกสารอ้างอิง .....	30
<b>บทที่ 3 สารละลาย</b> .....	<b>31</b>
3.1 สารละลายคืออะไร.....	31
3.2 ชนิดของสารละลาย .....	32
3.3 หน่วยในระบบเมตริก .....	34
3.4 หน่วยของสารละลาย .....	34
3.5 สมบัติทางกายภาพของสารละลาย.....	35
3.6 สมบัติทางเคมีของสารละลาย .....	39
3.7 พันธะในสารละลาย.....	42
เอกสารอ้างอิง .....	44
<b>บทที่ 4 คอลลอยด์ในอาหาร</b> .....	<b>45</b>
4.1 คอลลอยด์คืออะไร .....	45
4.2 ชนิดของระบบคอลลอยด์.....	45
4.3 สมบัติของอนุภาคคอลลอยด์.....	46

4.4 ระบบคอลลอยต์ในอาหาร.....	46
เอกสารอ้างอิง .....	61

<b>บทที่ 5 ลิพิด .....</b>	<b>62</b>
5.1 ลิพิดคืออะไร.....	62
5.2 การจำแนกชนิดของลิพิด.....	62
5.3 หน้าที่ของลิพิด .....	64
5.4 ลิพิดในอาหาร .....	64
5.5 ความแตกต่างของไขมันและน้ำมัน.....	65
5.6 ไขมันที่มองเห็นและมองไม่เห็นด้วยตา .....	66
5.7 กรดไขมัน .....	66
5.8 ไตรเอซิลกลีเซอรอล .....	71
5.9 มอโน- และไดเอซิลกลีเซอรอล.....	72
5.10 สมบัติของไขมันและน้ำมัน .....	72
5.11 กลไกการเกิดออกซิเดชัน.....	83
5.12 สารต้านออกซิเดชัน .....	83
5.13 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดลิพิดออกซิเดชันในอาหาร .....	84
5.14 แวกซ์.....	86
5.15 ฟอสโฟลิพิด .....	86
5.16 ไกลโคลิพิด .....	87
5.17 สเตอรอยด์ .....	87
5.18 แคโรทีนอยด์และวิตามินที่ละลายในไขมัน .....	89
เอกสารอ้างอิง .....	91

<b>บทที่ 6 คาร์โบไฮเดรต .....</b>	<b>92</b>
6.1 คาร์โบไฮเดรตคืออะไร.....	92
6.2 การจำแนกชนิดของคาร์โบไฮเดรต.....	93
6.3 สตาร์ช.....	102
6.4 เซลลูโลส.....	113
6.5 เดกซ์ทริน .....	114
6.6 ไกลโคเจน.....	114
6.7 อินูลิน.....	115
6.8 เฮมิเซลลูโลส.....	115
6.9 สารประกอบเพกทิน.....	116



6.10	เพนโทแซน	118
6.11	มิวโคพอลิแซ็กคาไรด์	119
6.12	เส้นใย	119
	เอกสารอ้างอิง	121
<b>บทที่ 7</b>	<b>ไฮโดรคอลลอยด์</b>	<b>122</b>
7.1	ไฮโดรคอลลอยด์คืออะไร	122
7.2	การจำแนกชนิดของไฮโดรคอลลอยด์	122
7.3	สมบัติทั่วไปของไฮโดรคอลลอยด์	126
7.4	หน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์	129
7.8	การใช้ประโยชน์ของไฮโดรคอลลอยด์	131
	เอกสารอ้างอิง	134
<b>บทที่ 8</b>	<b>โปรตีน</b>	<b>135</b>
8.1	โปรตีนคืออะไร	135
8.2	กรดแอมิโน	135
8.3	โครงสร้างโมเลกุลของโปรตีน	139
8.4	การจำแนกชนิดของโปรตีน	144
8.5	สมบัติทางกายภาพของโปรตีน	146
8.6	สมบัติทางเคมีของโปรตีน	147
8.7	การเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน	149
8.8	การคืนกลับสู่สภาพธรรมชาติของโปรตีน	154
8.9	การเกิดโฟมของโปรตีน	154
8.10	โปรตีนในอาหาร	155
8.11	โปรตีนในอาหารจากสัตว์	157
8.12	โปรตีนในอาหารจากพืช	160
8.13	Antifreeze Protein	162
8.14	หน้าที่ของโปรตีนในอาหาร	163
	เอกสารอ้างอิง	166
<b>บทที่ 9</b>	<b>เอนไซม์</b>	<b>168</b>
9.1	เอนไซม์คืออะไร	168
9.2	การจำแนกชนิดของเอนไซม์	170
9.3	ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	171
9.4	แหล่งของเอนไซม์จากธรรมชาติ	172
9.5	สารยับยั้งเอนไซม์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ	175

9.6 ความคงตัวของเอนไซม์ .....	176
9.7 บทบาทของเอนไซม์ต่อคุณภาพของอาหาร .....	177
9.8 การใช้ประโยชน์ของเอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหาร .....	180
9.9 อิมโมบิไลซ์เอนไซม์ .....	191
เอกสารอ้างอิง .....	193

## บทที่ 10 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาล .....

10.1 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ .....	194
10.2 การควบคุมปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ในอาหาร .....	196
10.3 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ .....	197
10.4 การจำแนกชนิดของปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ .....	197
เอกสารอ้างอิง .....	204

## บทที่ 11 วิตามิน .....

11.1 วิตามินคืออะไร .....	205
11.2 การจำแนกชนิดของวิตามิน .....	205
11.3 หน้าที่ของวิตามินในร่างกาย .....	205
11.4 วิตามินในอาหาร .....	206
11.5 วิตามินที่ละลายในไขมัน .....	206
11.6 วิตามินที่ละลายในน้ำ .....	213
11.7 ประโยชน์ของวิตามินในกระบวนการแปรรูปอาหาร .....	226
11.8 การเสริมวิตามินในอาหาร .....	232
เอกสารอ้างอิง .....	234

## บทที่ 12 แร่ธาตุ .....

12.1 ชนิดของแร่ธาตุในอาหาร .....	235
12.2 หน้าที่ของแร่ธาตุต่างๆ ในร่างกาย .....	237
12.3 แร่ธาตุต่างๆ ในอาหาร .....	239
12.4 แร่ธาตุต่างๆ ในน้ำนม .....	239
12.5 แร่ธาตุต่างๆ ในเนื้อสัตว์ .....	241
12.6 แร่ธาตุต่างๆ ในพืช .....	242
12.7 แร่ธาตุที่มีปริมาณน้อย .....	244
12.8 ผลของกระบวนการแปรรูปต่อแร่ธาตุ .....	246
เอกสารอ้างอิง .....	249

บทที่ 13 สารสีในอาหาร.....	250
13.1 สารสีคืออะไร .....	250
13.2 สารสีในอาหารจากสัตว์.....	251
13.3 สารสีในอาหารจากพืช .....	253
เอกสารอ้างอิง .....	268
บทที่ 14 สารให้รสและสารให้กลิ่น .....	269
14.1 รสของอาหาร .....	270
14.2 กลิ่นของอาหาร.....	274
14.3 กลิ่นรสผิดปกติ.....	286
เอกสารอ้างอิง .....	290
ดัชนี .....	291
Index .....	304
ประวัติผู้เขียน .....	306

"คำศัพท์เพื่อการศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาเอก"



# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	ปริมาณน้ำในอาหารชนิดต่างๆ .....	1
ตารางที่ 1.2	การเปรียบเทียบสมบัติของน้ำกับสารประกอบอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกัน.....	3
ตารางที่ 1.3	สมบัติทางกายภาพของน้ำและน้ำแข็งที่อุณหภูมิต่างๆ .....	4
ตารางที่ 1.4	อัตราเร็วของปฏิกิริยาและการเจริญของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น ในอาหารตามชนิดของน้ำหรือค่า $a_w$ ที่มีอยู่ในอาหาร .....	16
ตารางที่ 1.5	ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นและค่า $a_w$ ในอาหารบางชนิด.....	19
ตารางที่ 2.1	กรดอินทรีย์บางชนิดที่พบในอาหาร .....	22
ตารางที่ 2.2	ค่า $pK_a$ ของกรดอ่อนบางชนิด.....	24
ตารางที่ 2.3	ค่าที่ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม .....	25
ตารางที่ 2.4	ประโยชน์ของเกลือบางชนิดในอุตสาหกรรมอาหาร .....	27
ตารางที่ 3.1	ชนิดของสารละลายที่พิจารณาตามขนาดของอนุภาคที่แพร่กระจายอยู่ในตัวกลาง .....	32
ตารางที่ 3.2	ค่าพีเอชของสารละลายกรด ต่าง ของเหลวในร่างกาย และอาหารบางชนิด .....	41
ตารางที่ 5.1	การจำแนกชนิดของลิพิด.....	63
ตารางที่ 5.2	ปริมาณของไขมันในอาหารบางชนิด .....	65
ตารางที่ 5.3	กรดไขมันชนิดต่างๆ ที่พบในอาหารประเภทไขมันและน้ำมัน .....	67
ตารางที่ 5.4	ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบในไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ .....	69
ตารางที่ 5.5	จุดหลอมเหลวของกรดไขมันชนิดต่างๆ.....	73
ตารางที่ 5.6	สมบัติทางกายภาพของไขมันและน้ำมันพืชชนิดต่างๆ.....	74
ตารางที่ 5.7	ความหนืดของไขมันและน้ำมันบางชนิด.....	75
ตารางที่ 5.8	ค่าจุดเกิดควัน จุดวาบไฟ และจุดติดไฟของน้ำมันชนิดต่างๆ.....	76
ตารางที่ 5.9	ความสัมพันธ์ของค่าจุดเกิดควันต่อปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันเมล็ดฝ้าย.....	77
ตารางที่ 5.10	ปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีผลต่อค่าจุดเกิดควัน จุดวาบไฟ และจุดติดไฟ .....	77
ตารางที่ 5.11	สมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ.....	80
ตารางที่ 6.1	การจำแนกชนิดและการเรียกชื่อน้ำตาลโมโนแซ็กคาไรด์.....	94
ตารางที่ 6.2	ปริมาณน้ำตาลแอลกอฮอล์ในอาหารบางชนิด.....	96
ตารางที่ 6.3	สมบัติทางกายภาพของน้ำตาลชนิดต่างๆ.....	99
ตารางที่ 6.4	ระดับความหวานของน้ำตาลบางชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลซูโครส.....	99
ตารางที่ 6.5	ชนิดและปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่พบในอาหารบางชนิด.....	102
ตารางที่ 6.6	ปริมาณอะไมโลส อุณหภูมิที่เกิดเจลลาติไนเซชัน และ swelling power ของสตาร์ชชนิดต่างๆ .....	104



ตารางที่ 6.7	สมบัติของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน.....	107
ตารางที่ 6.8	Functional properties ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์สตาร์ช.....	108
ตารางที่ 6.9	การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของสตาร์ชธรรมชาติเมื่อถูกตัดแปรโดยใช้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซียส ความชื้น 27 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมง.....	111
ตารางที่ 6.10	ชนิดของสตาร์ชตัดแปรและการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร.....	111
ตารางที่ 6.11	ปริมาณเพกทินในเนื้อเยื่อพืชบางชนิด.....	116
ตารางที่ 6.12	ปริมาณเส้นใยในอาหารบางชนิด.....	120
ตารางที่ 7.1	หน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์ในผลิตภัณฑ์อาหาร.....	123
ตารางที่ 7.2	การจำแนกชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ตามแหล่งที่มา.....	124
ตารางที่ 7.3	การจำแนกชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ตามลักษณะโครงสร้างของโมเลกุล.....	126
ตารางที่ 7.4	ค่าความหนืดสูงสุดของสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ (higher-grade) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์หลักจาก 24 ชั่วโมง.....	128
ตารางที่ 7.5	สมบัติของไฮโดรคอลลอยด์และภาวะที่เหมาะสมในการเกิดเจล.....	130
ตารางที่ 7.6	ปริมาณการใช้กัมแต่ละชนิดตามหน้าที่ในอุตสาหกรรมอาหาร.....	131
ตารางที่ 7.7	หน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์บางชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร.....	131
ตารางที่ 7.8	ปริมาณการใช้ประโยชน์ของไฮโดรคอลลอยด์ในอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา ...	132
ตารางที่ 7.9	การใช้ประโยชน์ไฮโดรคอลลอยด์ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ.....	133
ตารางที่ 8.1	ชนิดของกรดแอมิโนที่พบในอาหาร.....	136
ตารางที่ 8.2	ชนิดของกรดแอมิโนในร่างกาย ค่าพีเอ และการละลายได้ในน้ำ.....	138
ตารางที่ 8.3	น้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนบางชนิดที่พบในอาหาร.....	147
ตารางที่ 8.4	ความสามารถในการจับกับน้ำของโปรตีนบางชนิด.....	148
ตารางที่ 8.5	อิทธิพลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน.....	150
ตารางที่ 8.6	อุณหภูมิที่ทำให้โปรตีนบางชนิดเกิดการเสียสภาพธรรมชาติเมื่อได้รับความร้อน.....	153
ตารางที่ 8.7	Foaming power ของโปรตีนบางชนิด.....	155
ตารางที่ 8.8	ปริมาณโปรตีนในอาหารบางชนิด.....	156
ตารางที่ 8.9	ชนิดและปริมาณโปรตีนที่พบในน้ำนมวัว.....	158
ตารางที่ 8.10	ชนิดและปริมาณของโปรตีนที่พบในไข่ขาว.....	159
ตารางที่ 8.11	ปริมาณโปรตีนในอาหารประเภทกุ้ง ปู และหอย.....	160
ตารางที่ 8.12	ปริมาณโปรตีนในธัญชาติบางชนิด.....	161
ตารางที่ 8.13	ปริมาณโปรตีนที่พบในแต่ละส่วนของเมล็ดข้าวสาลีและเมล็ดข้าวโพด.....	161
ตารางที่ 8.14	ปริมาณโปรตีนในเมล็ดพืชบางชนิด.....	162
ตารางที่ 8.15	สมบัติของโปรตีนในการทำหน้าที่ต่างๆ.....	164
ตารางที่ 8.16	บทบาทของโปรตีนในอาหารบางชนิด.....	165

ตารางที่ 9.1	น้ำหนักโมเลกุลของเอนไซม์บางชนิด.....	168
ตารางที่ 9.2	ปริมาณเอนไซม์ที่พบในพืชอาหารบางชนิด.....	174
ตารางที่ 9.3	การใช้ประโยชน์ของเอนไซม์ในการบ่งชี้คุณภาพของอาหารบางชนิด.....	181
ตารางที่ 9.4	เอนไซม์ที่ใช้ประโยชน์ในการทำขนมปัง.....	185
ตารางที่ 9.5	เอนไซม์ที่ใช้ประโยชน์ในการหมัก.....	186
ตารางที่ 9.6	การผลิตสารให้ความหวานโดยใช้เอนไซม์.....	189
ตารางที่ 9.7	เอนไซม์ที่ใช้ตัดแปรรูปผลิตภัณฑ์บางชนิด.....	189
ตารางที่ 9.8	ตัวอย่างเอนไซม์ที่ใช้ในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม.....	191
ตารางที่ 11.1	ความคงตัวของวิตามินในภาวะต่างๆ.....	207
ตารางที่ 11.2	ปริมาณวิตามินเอและแคโรทีนในอาหารบางชนิด.....	208
ตารางที่ 11.3	ปริมาณวิตามินดีในอาหารบางชนิด.....	209
ตารางที่ 11.4	ปริมาณวิตามินอีในน้ำมันพืชบางชนิดและผลิตภัณฑ์ไขมัน.....	211
ตารางที่ 11.5	ปริมาณวิตามินอีในอาหารจากพืชและสัตว์.....	211
ตารางที่ 11.6	ปริมาณวิตามินเคในอาหารบางชนิด.....	212
ตารางที่ 11.7	ปริมาณวิตามินบีหนึ่งในอาหารบางชนิด.....	213
ตารางที่ 11.8	การสูญเสียวิตามินบีหนึ่งระหว่างการเก็บรักษาอาหารบรรจุกระป๋อง.....	215
ตารางที่ 11.9	ปริมาณวิตามินบีสองในอาหารบางชนิด.....	216
ตารางที่ 11.10	ปริมาณวิตามินบีหกในอาหารบางชนิด.....	218
ตารางที่ 11.11	ปริมาณไนอะซินในอาหารบางชนิด.....	219
ตารางที่ 11.12	ปริมาณกรดแพนโททีนิกในอาหารบางชนิด.....	221
ตารางที่ 11.13	ปริมาณไบโอตินในอาหารบางชนิด.....	221
ตารางที่ 11.14	ปริมาณวิตามินบีสิบสองในอาหารบางชนิด.....	223
ตารางที่ 11.15	ปริมาณกรดโฟลิกในอาหารบางชนิด.....	224
ตารางที่ 11.16	ผลของการหุงต้มต่อความคงตัวของโฟเลตในผักบางชนิด.....	224
ตารางที่ 11.17	ปริมาณวิตามินซีในอาหารบางชนิด.....	225
ตารางที่ 11.18	ประโยชน์ของวิตามินในกระบวนการแปรรูปอาหาร.....	227
ตารางที่ 12.1	ปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ที่พบในอาหารบางชนิด.....	236
ตารางที่ 12.2	ปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในอาหารบางชนิด.....	237
ตารางที่ 12.3	ปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ที่พบในร่างกาย.....	238
ตารางที่ 12.4	แร่ธาตุหลักที่พบในน้ำนม.....	240
ตารางที่ 12.5	ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในน้ำนม.....	241
ตารางที่ 12.6	แร่ธาตุต่างๆ ที่พบในเนื้อวัว.....	242
ตารางที่ 12.7	ปริมาณแร่ธาตุชนิดต่างๆ ที่พบมากในเมล็ดข้าวสาลี.....	243

ตารางที่ 12.8	ปริมาณแร่ธาตุที่พบในถั่วเหลือง.....	243
ตารางที่ 12.9	ปริมาณแร่ธาตุในผลไม้บางชนิด.....	244
ตารางที่ 12.10	ปริมาณแร่ธาตุบางชนิดที่พบอยู่ในแต่ละส่วนของเมล็ดข้าวสาลี.....	247
ตารางที่ 12.11	ปริมาณโปรตีน แคลเซียม และฟอสเฟตในเนยแข็งบางชนิด.....	248
ตารางที่ 13.1	แอนโทไซยานินในผักและผลไม้บางชนิด.....	256
ตารางที่ 13.2	ค่า Provitamin A ในผักและผลไม้บางชนิด.....	260
ตารางที่ 13.3	แคโรทีนอยด์ในอาหารบางชนิด.....	261
ตารางที่ 13.4	การเปลี่ยนแปลงชนิดของแคโรทีนอยด์ระหว่างการสุกของผลไม้.....	261
ตารางที่ 13.5	คุณลักษณะของสารสีที่ได้จากธรรมชาติ.....	266
ตารางที่ 13.6	สารสีบางชนิดที่ได้จากธรรมชาติและได้รับอนุญาตให้ใช้เป็นสีอาหาร.....	267
ตารางที่ 14.1	สมบัติของกรดบางชนิดเรียงตามระดับสเปรี้ยวเมื่อเทียบกับกรดทาร์ทาริก.....	272
ตารางที่ 14.2	การเปรียบเทียบระดับความหวานของสารประกอบที่ให้รสหวานชนิดต่างๆ.....	273
ตารางที่ 14.3	ตัวอย่างพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยที่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร.....	277
ตารางที่ 14.4	ตัวอย่างอาหารที่ใช้ไขมันหอมระเหยเป็นสารให้กลิ่น.....	278
ตารางที่ 14.5	ปริมาณกรดแอมิโนกลูตามิกที่เป็นองค์ประกอบในโปรตีนชนิดต่างๆ.....	289

คำทับศัพท์เพื่อการศึกษาค้นคว้า



# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1	โครงสร้างโมเลกุลของน้ำและการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของน้ำ.....	2
รูปที่ 1.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในอาหารและค่า $a_w$ .....	14
รูปที่ 1.3	อัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอาหาร และการเจริญของจุลินทรีย์ ที่ผันแปรตามค่า $a_w$ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส.....	16
รูปที่ 4.1	ลักษณะของ two-phase emulsions (A) และ multiple emulsions (B).....	53
รูปที่ 4.2	ลักษณะของอนุภาคคอลลอยด์ในอิมัลชันชนิดต่างๆ ที่มีอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์.....	55
รูปที่ 6.1	การละลายของน้ำตาลบางชนิดที่ผันแปรตามอุณหภูมิ.....	100
รูปที่ 6.2	ลักษณะและรูปร่างของเม็ดสตาร์ชที่ได้จากพืชบางชนิด.....	103
รูปที่ 8.1	โครงสร้างทุติยภูมิของโปรตีนแบบ sheet structure.....	141
รูปที่ 8.2	รูปร่างของโปรตีนโมเลกุลแบบต่างๆ .....	141
รูปที่ 8.3	พันธะชนิดต่างๆ ในโครงสร้างโมเลกุลของโปรตีน.....	142
รูปที่ 8.4	ลักษณะโครงสร้างตติยภูมิของโปรตีนไมโอโกลบิน.....	143
รูปที่ 8.5	การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของโปรตีนเมื่อเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ.....	152
รูปที่ 10.1	ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ PPO.....	195
รูปที่ 10.2	สารประกอบที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน เมื่อน้ำตาลซูโครสได้รับ ความร้อนสูงในระยะเวลาต่างๆ กันที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส .....	198
รูปที่ 10.3	การสูญเสียกรดแอมิโนไลซีนในอาหารบางชนิด.....	200
รูปที่ 14.1	บริเวณพื้นที่ลันที่รับรู้รสได้แตกต่างกัน.....	271

## เอกสารอ้างอิง

1. DeMAN, J.M. (1990). *Principles of Food Chemistry*. 2<sup>nd</sup> ed., Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 242-292.
2. LINDSAY, R.C. (1996). Flavors. In *Food Chemistry*. 3<sup>rd</sup> ed. (FENNEMA, O.R. ed.) Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 723-765.
3. STAHL, W.H. (1978). Essential Oils. In *Encyclopedia of Food Science*. (PETERSON, M.S. and JOHNSON, A.H. eds.), The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, pp. 239-243.
4. PANGBORN, R.M. and RUSSELL, G.F. (1976). Flavors. In *Principles of Food Science. Part I : Food Chemistry*. FENNEMA, O.R. ed.), Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 427-464.
5. NIL, I. (1978). Off-Flavours. In *Encyclopedia of Food Science*. (PETERSON, M.S. and JOHNSON, A.H. eds.) The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, pp. 575-577.

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

<http://lib.rmutp.ac.th/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00105455>



เคมีอาหารเบื้องต้น = Basic food chemistry / นิธิยา รัตนานนท์.

Author	นิธิยา รัตนานนท์
Published	กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2563
Detail	305 หน้า : ภาพประกอบ ; 25 ซม
Subject	อาหาร -- การวิเคราะห์(+) อาหาร -- องค์ประกอบ(+) วิทยาศาสตร์การอาหาร(+)
ISBN	9786165383165
ประเภทแหล่ง ที่มา	Book

"สำหรับเพื่อการศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาโท"