

ตำรา
ชีวเคมีพื้นฐาน
สำหรับ
วิทยาศาสตร์การแพทย์
เล่ม 1



10045348

ห้องสมุด วพบ. สุรินทร์



ภาควิชาชีวเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	I
รายนามผู้พิมพ์	II
คำนิยม	III
บทที่ 1 เคมีในสิ่งมีชีวิต	1
วัตถุประสงค์	1
บทนำ	1
1.1 พันธะเคมีในสิ่งมีชีวิต	1
1.1.1 การจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอน	2
1.1.1.1 การจัดเรียงในระดับพลังงานหลัก	2
1.1.1.2 การจัดเรียงในระดับพลังงานย่อย	2
1.1.2 พันธะโควาเลนต์	2
1.1.2.1 อิเล็กโตรเนกาติวิตี	3
1.1.2.2 ความมีขั้วของสารประกอบโควาเลนต์	3
1.1.3 พันธะไอออนิก	4
1.1.4 พันธะไฮโดรเจน	5
1.1.5 พลังงานสลายพันธะ	5
1.2 หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์และสารชีวโมเลกุล	6
1.2.1 หมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์	6
1.2.2 หมู่ฟังก์ชันของสารชีวโมเลกุล	8
1.2.2.1 น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว	8
1.2.2.2 กรดอะมิโน	9
1.2.2.3 กรดไขมัน	9
1.3 ไอโซเมอร์ของสารอินทรีย์และสารชีวโมเลกุล	9
1.3.1 ไอโซเมอร์เชิงโครงสร้าง	9
1.3.1.1 ไอโซเมอร์เชิงโครงร่าง	9
1.3.1.2 ไอโซเมอร์เชิงตำแหน่ง	10
1.3.1.3 ไอโซเมอร์เชิงหมู่ฟังก์ชัน	10
1.3.2 ไอโซเมอร์เชิงสเตอริโอ	10
1.3.2.1 ไอโซเมอร์เชิงเรขาคณิต	10
1.3.2.2 ไอโซเมอร์เชิงแสง	10
1.4 ปฏิกริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต	12
1.4.1 การเกิดปฏิกริยาเคมี	12
1.4.2 อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี	13

1.4.3 สมดุลเคมี	14
1.5 สารละลาย กรด-เบส เกลือ และ บัฟเฟอร์	14
1.5.1 สารละลาย	14
1.5.2 กรด เบส และ เกลือ	15
1.5.3 บัฟเฟอร์	17
1.6 พื้นฐานการเกิดปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต	18
1.6.1 ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการสลายและการสร้างพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอม	19
1.6.2 ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการย้ายกลุ่ม	19
1.6.3 ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการให้และรับอิเล็กตรอน	20
1.7 อุณหพลศาสตร์พื้นฐานของปฏิกิริยาชีวเคมี	23
1.7.1 กฎของอุณหพลศาสตร์	24
1.7.1.1 กฎข้อที่ 1	24
1.7.1.2 กฎข้อที่ 2	24
1.7.2 ค่ามาตรฐานและค่าแท้จริงของการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานอิสระ	25
บทสรุป	27
เอกสารอ้างอิง	28
บทที่ 2 เซลล์และองค์ประกอบของเซลล์	29
วัตถุประสงค์	29
บทนำ	29
2.1 ลักษณะพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	29
2.1.1 ทฤษฎีเซลล์	30
2.1.2 การจัดเรียงตัวของเซลล์	31
2.2 ชนิดของเซลล์	31
2.2.1 เซลล์ชนิดโปรคาริโอติก	31
2.2.2 เซลล์ชนิดยูคาริโอติก	32
2.3 โครงสร้างและหน้าที่ของออร์แกเนลล์ในเซลล์สัตว์	33
2.3.1 เยื่อหุ้มเซลล์	34
2.3.2 นิวเคลียส	36
2.3.3 ไรโบโซม	38
2.3.4 เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม	38
2.3.4.1 เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดเรียบ	39
2.3.4.2 เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดขรุขระ	39
2.3.5 กอลจิแอฟฟาราตัส	39
2.3.6 ไมโครบอดีส์	40
2.3.6.1 เพอรอกซิโซม	40

2.3.6.2	ไลโซโซม	41
2.3.7	ไซโตสเกลิตัน	41
2.3.7.1	ไมโครฟิลาเมนต์	41
2.3.7.2	อินเตอร์มีเดียฟิลาเมนต์	42
2.3.7.3	ไมโครทิวบูลส์	43
2.3.8	ไมโทครอนเดรีย	44
บทสรุป		45
เอกสารอ้างอิง		46
บทที่ 3	คาร์โบไฮเดรต	47
วัตถุประสงค์		47
บทนำ		47
3.1	โมโนแซคคาไรด์	47
3.1.1	ชนิดและการเรียกชื่อ	47
3.1.1.1	อัลโดส	47
3.1.1.2	คีโทส	48
3.1.2	ไอโซเมอร์ของน้ำตาล	49
3.1.3	การจัดเรียงตำแหน่งอะตอมและโครงสร้างของน้ำตาล	50
3.1.4	ปฏิกิริยาเคมีของน้ำตาล	52
3.1.4.1	ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน	52
3.1.4.2	ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน	54
3.1.4.3	ปฏิกิริยาอะมิเดชัน	54
3.2	ไดแซคคาไรด์	55
3.3	พอลิแซคคาไรด์	56
3.3.1	พอลิแซคคาไรด์สะสมพลังงาน	57
3.3.2	พอลิแซคคาไรด์เชิงโครงสร้าง	58
3.4	คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน	60
3.4.1	เพปทิโดไกลแคน	60
3.4.2	ไกลโคโปรตีน	61
3.4.3	ไกลโคลิพิด	63
บทสรุป		65
เอกสารอ้างอิง		66
บทที่ 4	กรดอะมิโน เพปไทด์ และโปรตีน	67
วัตถุประสงค์		67
บทนำ		67

4.1	กรดอะมิโน	67
4.1.1	ไอโซเมอร์ของกรดแอลฟาอะมิโน	68
4.1.2	การแบ่งประเภทกรดอะมิโน	69
4.1.2.1	กรดอะมิโนมาตรฐาน	69
4.1.2.2	กรดอะมิโนชนิดพิเศษ	72
4.1.2.3	กรดอะมิโนจำเป็น	73
4.1.3	หน้าที่สำคัญของกรดอะมิโน	73
4.1.4	คุณสมบัติของกรดอะมิโน	74
4.1.4.1	การแตกตัวของกรดอะมิโน	75
4.1.4.2	การดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ต	75
4.2	เพปไทด์	76
4.2.1	ตัวอย่างของสารประกอบเพปไทด์ขนาดเล็กที่สำคัญ	77
4.2.2	การเรียกชื่อเพปไทด์	77
4.2.3	หน้าที่ทางชีวภาพของเพปไทด์	78
4.3	โปรตีน	79
4.3.1	หน้าที่ทางชีวภาพของโปรตีน	79
4.3.1.1	เอนไซม์	79
4.3.1.2	โปรตีนโครงสร้าง	79
4.3.1.3	โปรตีนขนส่งและสะสม	79
4.3.1.4	โปรตีนช่วยในการหดตัวและเคลื่อนไหว	79
4.3.1.5	โปรตีนป้องกัน	79
4.3.1.6	โปรตีนตัวรับ	79
4.3.1.7	โปรตีนควบคุม	80
4.3.1.8	โปรตีนที่มีหน้าที่พิเศษ	80
4.3.2	ขนาดของโปรตีน	80
4.3.3	โครงสร้างของโปรตีน	80
4.3.3.1	โครงสร้างปฐมภูมิ	80
4.3.3.2	โครงสร้างทุติยภูมิ	81
4.3.3.3	โครงสร้างตติยภูมิ	82
4.3.3.4	โครงสร้างจตุรภูมิ	83
4.3.4	คุณสมบัติของโปรตีน	84
4.3.4.1	การเป็นแอมโฟไลท์	84
4.3.4.2	การละลาย	84
4.3.4.3	การเกิดแรงดันออสโมติก	85
4.3.4.4	การเสียสภาพธรรมชาติ	85
4.3.4.5	ความสามารถในการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ต	85

4.3.5 บทบาทของโครงสร้างโปรตีนต่อการทำหน้าที่ทางชีวภาพ	85
4.3.5.1 โปรตีนก้อนกลม	86
4.3.5.2 โปรตีนเส้นใย	87
4.3.6 การม้วนของโครงสร้างโปรตีน	88
บทสรุป	89
เอกสารอ้างอิง	89
บทที่ 5 ลิพิด	90
วัตถุประสงค์	90
บทนำ	90
5.1 การจำแนกชนิดของลิพิด	90
5.1.1 การจำแนกตามองค์ประกอบ	90
5.1.1.1 ลิพิดที่มีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบ	90
5.1.1.2 ลิพิดที่มีหน่วยย่อยเป็นอโซพรีน	90
5.1.2 การจำแนกทางปฏิกิริยาการเกิดสบู่	90
5.1.2.1 ลิพิดที่สามารถเกิดปฏิกิริยาการเกิดสบู่	90
5.1.2.2 ลิพิดที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาการเกิดสบู่	91
5.2 กรดไขมัน	91
5.2.1 กรดไขมันอิ่มตัว	92
5.2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัว	92
5.2.2.1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	92
5.2.2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	93
5.2.3 กรดไขมันชนิดอื่น	95
5.2.3.1 กรดไขมันไซคลิก	95
5.2.3.2 อนุพันธ์ไฮดรอกซี	96
5.2.3.3 กรดไขมันที่มีโครงสร้างแบบแตกกิ่ง	96
5.2.4 เมแทบอลิท์ของกรดไขมัน	96
5.2.4.1 พรอสตาแกลนดิน	97
5.2.4.2 ทรอมบอกเซน	98
5.2.4.3 ลิวโคไตรอิน	98
5.2.5 ปฏิกิริยาของกรดไขมัน	98
5.2.5.1 ปฏิกิริยากับต่างแก่	98
5.2.5.2 ปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์	98
5.2.5.3 ปฏิกิริยาการเพิ่มไฮโดรเจน	99
5.2.5.4 ปฏิกิริยาการเพิ่มฮาโลเจน	99
5.2.5.5 การหีน	99

5.3	กลีเซอโรลิพิด	100
5.3.1	โมโนกลีเซอไรด์	100
5.3.2	ไดกลีเซอไรด์	100
5.4.3	ไตรกลีเซอไรด์	100
5.4	ฟอสโฟลิพิด	101
5.4.1	ฟอสโฟลิพิดของเยื่อหุ้มเซลล์	103
5.4.2	คาร์ดิโอไลพิน	103
5.4.3	พลาสมาไลเจน	103
5.5	สฟิงโกลิพิด	104
5.5.1	สฟิงโกมายอีลิน	104
5.5.2	ไกลโคสฟิงโกลิพิด	105
5.6	ลิพิดที่มีโครงสร้างเป็นเทอร์ปีน	105
5.6.1	วิตามินที่ละลายในไขมัน	105
5.6.1.1	วิตามินเอ	106
5.6.1.2	วิตามินอี	107
5.6.1.3	วิตามินดี	108
5.6.1.4	วิตามินเค	109
5.6.2	คอเลสเตอรอล	109
5.6.2.1	กรดน้ำดี	109
5.6.2.2	ฮอว์โมนชนิดสเตียรอยด์	110
	บทสรุป	111
	เอกสารอ้างอิง	111
บทที่ 6	นิวคลีโอไทด์ และกรดนิวคลีอิก	112
	วัตถุประสงค์	112
	บทนำ	112
6.1	องค์ประกอบหลักของนิวคลีโอไทด์	112
6.1.1	ไนโตรจีนัสเบส	112
6.1.1.1	เบสไพริมิดีน	112
6.1.1.2	เบสเพียวรีน	113
6.1.2	น้ำตาลเพนโทส	114
6.1.3	หมู่ฟอสเฟต	115
6.2	นิวคลีโอไซด์และนิวคลีโอไทด์	115
6.3	พอลินิวคลีโอไทด์	117
6.3.1	การจัดเรียงของเบส	117
6.3.2	สิ่งที่มีผลกระทบต่อการจัดเรียงของสายกรดนิวคลีอิก	119

6.3.3	กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก	121
6.3.3.1	โครงสร้างของดีเอ็นเอ	121
6.3.3.2	โครโมโซม	122
6.3.3.3	สมบัติของดีเอ็นเอ	123
6.3.4	กรดไรโบนิวคลีอิก	123
6.3.4.1	เมสเซนเจอร์อาร์เอ็นเอ	124
6.3.4.2	ทรานส์เฟอร์อาร์เอ็นเอ	124
6.3.4.3	ไรโบโซมอลอาร์เอ็นเอ	125
6.3.4.4	อาร์เอ็นเอชนิดอื่นๆ	126
6.4	บทบาทและหน้าที่ของนิวคลีโอไทด์และกรดนิวคลีอิก	127
	บทสรุป	129
	เอกสารอ้างอิง	130
บทที่ 7	เอนไซม์	131
	วัตถุประสงค์	131
	บทนำ	131
7.1	คุณสมบัติทางอุณหพลศาสตร์ของปฏิกิริยาเคมี	132
7.2	คุณสมบัติของเอนไซม์	135
7.2.1	การจับกันระหว่างซับสเตรทกับเอนไซม์	135
7.2.2	การจัดแบ่งกลุ่มของเอนไซม์	137
7.2.2.1	ออกซิโดรีดักเทส	137
7.2.2.2	ทรานสเฟอเรส	137
7.2.2.3	ไฮโดรเลส	138
7.2.2.4	ไลเอส	138
7.2.2.5	ไอโซเมอเรส	138
7.2.2.6	ไลเกส	138
7.2.3	การเรียกชื่อเอนไซม์	138
7.3	กลไกการทำงานของเอนไซม์	139
7.3.1	วิธีการลดพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาโดยเอนไซม์	140
7.3.1.1	อิทธิพลความใกล้ชิด	140
7.3.1.2	การสร้างความสะดวกของสภาวะทรานสิชัน	140
7.3.2	กลไกการเร่งปฏิกิริยาเคมีของเอนไซม์	141
7.3.2.1	การเร่งปฏิกิริยาโดยอาศัยหมู่กรด-เบส	142
7.3.2.2	การเร่งปฏิกิริยาโดยการสร้างพันธะโคเวเลนต์	142
7.4	จลนศาสตร์พื้นฐานของเอนไซม์	143
7.5	ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์	147

7.5.1 ความเข้มข้นของเอนไซม์และยับยั้ง	147
7.5.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง	147
7.5.3 อุณหภูมิ	148
7.5.4 ตัวยับยั้ง	148
7.5.4.1 การยับยั้งแบบผันกลับได้	148
(A) ตัวยับยั้งแบบแข่งขัน	149
(B) ตัวยับยั้งแบบไม่แข่งขันชนิด non-competitive inhibitor	149
(C) ตัวยับยั้งแบบไม่แข่งขันชนิด uncompetitive inhibitor	150
7.5.4.2 การยับยั้งแบบผันกลับไม่ได้	150
7.5.5 โคแฟกเตอร์และโคเอนไซม์	151
7.5.5.1 สารอินทรีย์	152
7.5.5.2 สารอินทรีย์ที่ไม่ใช่โปรตีน	152
(A) หมู่พรอสเทติก	153
(B) โคเอนไซม์จับอยู่กับเอนไซม์แบบหลวม	153
7.6 การควบคุมการทำงานของเอนไซม์	155
7.6.1 อัลโลสแตียริก เอนไซม์	155
7.6.2 การดัดแปลงโควาเลนต์	157
7.6.3 การสร้างเอนไซม์ขึ้นมาให้อยู่ในรูปที่ยังไม่สามารถทำงานได้	159
7.6.4 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเอนไซม์ด้วยการทำอันตรกิริยาระหว่างโปรตีน	159
7.6.5 การควบคุมการทำงานของเอนไซม์โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเอนไซม์	160
7.7 ความสำคัญของเอนไซม์ทางคลินิกและการประยุกต์ใช้เอนไซม์ในทางการแพทย์	161
7.7.1 โรคที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์ (หรือโคเอนไซม์) บกพร่อง	161
7.7.2 การวัดปริมาณเอนไซม์ในพลาสมาเพื่อการตรวจวินิจฉัยโรค	162
7.7.2.1 ไอโซเอนไซม์	163
7.7.2.2 เอนไซม์ตรวจวินิจฉัยโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย	164
7.7.3 บทบาทของเอนไซม์ในการรักษาโรค	165
7.7.4 การใช้เอนไซม์เพื่อการตรวจวัดระดับสารอื่น	166
บทสรุป	167
เอกสารอ้างอิง	168
ดัชนี (ภาษาไทย)	169
ดัชนี (ภาษาอังกฤษ)(Index)	171