

ชีวเคมี

Biochemistry

Mary K. Campbell
Shawn O. Farrell



033352


ห้องสมุด วพบ.สุรินทร์

ผู้แปลและเรียบเรียง

คณาจารย์ภาควิชาชีวเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



 CENGAGE
Learning™

สารบัญ

บทที่ 1	ชีวเคมีและการจัดเรียงของเซลล์	1
1.1	ชีวเคมีอธิบายกระบวนการของสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร	1
1.2	พื้นฐานทางเคมีของวิชาชีวเคมี	3
1.3	จุดเริ่มต้นของวิชาชีววิทยา: จุดกำเนิดของสิ่งมีชีวิต	6
1.4	ความแตกต่างทางชีวภาพที่ชัดเจนที่สุด-โพรแคริโอตและยูแคริโอต	15
1.5	เซลล์ของโพรแคริโอต	17
1.6	เซลล์ของยูแคริโอต	18
1.7	ทำอณาจักรของสิ่งมีชีวิตและสามโดเมน	24
1.8	พื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด	26
1.9	สภาพพลังงานทางชีวเคมี	29
1.10	พลังงานและการเปลี่ยนแปลง	31
1.11	ลักษณะที่เกิดขึ้นเองของปฏิกิริยาชีวเคมี	32
1.12	ชีวิตและเทอร์โมไดนามิกส์	33

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

เหตุใดสูตรโครงสร้างจึงมีความสำคัญ

เอ็กซ์ตรีโมไฟล์: พลังของอุตสาหกรรม

การทำนายปฏิกิริยา

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 2	น้ำ: สารละลายสำหรับปฏิกิริยาทางชีวเคมี	35
2.1	น้ำและสภาพมีขั้ว	35
2.2	พันธะไฮโดรเจน	41
2.3	กรด เบส และ pH	45
2.4	กราฟการไทเทรต	50
2.5	บัฟเฟอร์	51

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

เคมีพื้นฐานส่งผลต่อชีวิตอย่างไร: ความสำคัญของพันธะไฮโดรเจน

การคำนวณค่า pH

การคำนวณค่า pH สำหรับกรดอ่อนและเบสอ่อน

บัฟเฟอร์ทำงานอย่างไร

การใช้สมการของเฮนเดอร์สัน-แฮสเซลเบลช

การเลือกบัฟเฟอร์

ผลพวงทางสรีรวิทยาบางอย่างของบัฟเฟอร์เลือด

กรดแลคติก-ไม่ได้เป็นผู้ร้ายเสมอไป

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท



บทที่ 3	กรดอะมิโนและเปปไทด์	59
3.1	โครงสร้างสามมิติของกรดอะมิโน	59
3.2	กรดอะมิโน: โครงสร้างและสมบัติ	61
3.3	กรดอะมิโนสามารถเป็นได้ทั้งกรดและเบส	67
3.4	พันธะเปปไทด์	70
3.5	เปปไทด์ขนาดเล็กและฤทธิ์ทางชีวภาพ	72

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

กรดอะมิโน: โครงสร้างและสมบัติ

กรดอะมิโนที่ทำให้สงบและร่าเริง

การไทเทรตกรดอะมิโน

กรดอะมิโนพบในที่ต่างๆ มากมาย

ลำดับของเปปไทด์

แอลพาร์แทม: เปปไทด์ที่ให้ความหวาน

พินิลคีไธนูเรีย-โมเลกุลขนาดเล็กที่ส่งผลกระทบต่อที่ยิ่งใหญ่

เปปไทด์ฮอร์โมน-โมเลกุลขนาดเล็กอีกชนิดหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อที่ยิ่งใหญ่

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท



บทที่ 4	โครงสร้างสามมิติของโปรตีน	77
4.1	โครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน	77
4.2	โครงสร้างปฐมภูมิของโปรตีน	78
4.3	โครงสร้างทุติยภูมิของโปรตีน	79
4.4	โครงสร้างตติยภูมิของโปรตีน	90
4.5	โครงสร้างจตุรภูมิของโปรตีน	98
4.6	พลศาสตร์ของการม้วนพับโปรตีน	106

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

โปรตีนบริบูรณ์และโภชนาการ

การตอบสนองของออกซิเจนต่อ pH ในฮีโมโกลบิน
พรีออนและโรค



สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 5	การทำโปรตีนให้บริสุทธิ์และเทคนิคในการศึกษาลักษณะเฉพาะ	113
	5.1 การสกัดโปรตีนให้บริสุทธิ์จากเซลล์	113
	5.2 โคโรมาโตกราฟีแบบคอลัมน์	115
	5.3 อิเล็กโทรโฟรีซิส	122
	5.4 การหาโครงสร้างปฐมภูมิของโปรตีน	124

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

การหาลำดับกรดอะมิโนของเปปไทด์

การตั้งโปรตีนพร้อมๆ กันหมด



สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 6	พฤติกรรมของโปรตีน: เอนไซม์	131
	6.1 เอนไซม์เป็นตัวเร่งชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ	131
	6.2 จลนพลศาสตร์และเทอร์โมไดนามิกส์	132
	6.3 สมการทางจลนพลศาสตร์ของเอนไซม์	134
	6.4 การจับกันระหว่างเอนไซม์กับซับสเตรท	137
	6.5 ตัวอย่างของปฏิกิริยาที่เร่งโดยเอนไซม์	139
	6.6 การศึกษาจลนพลศาสตร์ของเอนไซม์ด้วยวิธีของมิเคลลิส-เมนเทน	142
	6.7 การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์	150

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

เอนไซม์เป็นตัวบ่งชี้การเกิดโรค

การคำนวณค่า K_M และ V_{max} จากกราฟของไลน์วีเวอร์-เบอร์ก

ข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากค่าตัวแปรทางจลนพลศาสตร์



ลักษณะการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แบบไม่แข่งขัน
การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในการรักษาโรคเอดส์

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 7	พฤติกรรมของโปรตีน: เอนไซม์ กลไกการทำงาน และการควบคุม	155
7.1	พฤติกรรมของเอนไซม์แอลโลสเทอริก	155
7.2	แบบจำลองแบบพร้อมเพรียงและแบบจำลองแบบ เรียงลำดับสำหรับเอนไซม์แอลโลสเทอริก	161
7.3	การควบคุมกิจกรรมของเอนไซม์โดยการเติมหมู่ฟอสเฟต	165
7.4	ไซโมเจน	167
7.5	ลักษณะของบริเวณเร่ง	169
7.6	ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องในกลไกการทำงานของเอนไซม์	175
7.7	บริเวณเร่งและสถานะแทรนซิชัน	179
7.8	โคเอนไซม์	181

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

เอนไซม์เร่งปฏิกิริยาทางเคมีอินทรีย์ที่คุ้นเคย

กลุ่มของเอนไซม์: โปรตีเอส

แอนติบอดีเร่งปฏิกิริยาที่จำเพาะต่อโคเคน

ตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับเคมีสีเขียว

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 8	ลิพิด และโปรตีนพบในเยื่อหุ้มชีวภาพ	185
8.1	คำจำกัดความของลิพิด	185
8.2	ธรรมชาติทางเคมีของลิพิดชนิดต่างๆ	186
8.3	เยื่อหุ้มชีวภาพ	194
8.4	ชนิดของโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์	199
8.5	แบบจำลองฟลูอิด-โมเซอิกของโครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์	201
8.6	หน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์	201
8.7	วิตามินที่ละลายในลิพิดและหน้าที่ของวิตามินนั้น	208

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

ลิวโคทรินมีส่วนเกี่ยวข้องกับโรคปอดอักเสบ

เนยและเนยเทียม-อะไรดีต่อสุขภาพกว่ากัน

การขนส่งยาผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

หยดลิวโคทรินไม่เป็นเพียงลูกบอลของไขมันขนาดใหญ่

การมองเห็นเป็นเคมีที่ยิ่งใหญ่

ทำไมเราจึงควรกินปลาแซลมอนมากขึ้น

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท



บทที่ 9	กรดนิวคลีอิก: จากโครงสร้างถึงข้อมูลพันธุกรรม	217
9.1	โครงสร้างระดับต่างๆ ของกรดนิวคลีอิก	217
9.2	โครงสร้างโคเวเลนต์ของพอลินิวคลีโอไทด์	218
9.3	โครงสร้างของดีเอ็นเอ	223
9.4	การเสถียรภาพของดีเอ็นเอ	233
9.5	ชนิดและโครงสร้างของอาร์เอ็นเอ	235

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

แผนภูมิต้นไม้ของดีเอ็นเอ

อะไรทำให้โครงสร้างของดีเอ็นเอชนิดเกลียวสามมีความสำคัญต่อการออกแบบยา

โครงการจีโนมของมนุษย์: ทึบสมบัติ หรือ กล่องแห่งความชั่วร้าย

เหตุใดฝาแฝดแท้จึงไม่เหมือนกัน

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท


เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท



บทที่ 10	การสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก: การถ่ายแบบ	245
10.1	การถ่ายโอนข้อมูลทางพันธุกรรม	245
10.2	การถ่ายแบบดีเอ็นเอ	246
10.3	ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส	250
10.4	โปรตีนที่จำเป็นต่อกระบวนการถ่ายแบบดีเอ็นเอ	255

10.5	การตรวจสอบความถูกต้องและการซ่อมแซมดีเอ็นเอ	259
10.6	การถ่ายแบบดีเอ็นเอในยูแคริโอต	265




ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

โครงสร้างดีเอ็นเอ
 เพราะเหตุใดดีเอ็นเอจึงมีไขมันเป็นองค์ประกอบแทนที่จะเป็นยูราซิล
 การตอบสนองแบบเอสไอเอสใน *E. coli*
 เทโลเมอเรสและมะเร็ง

สรุปท้ายบท
แบบฝึกหัดท้ายบท
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท
บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 11	การถอดรหัสสารพันธุกรรม: การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ	273
11.1	การถอดรหัสโดยสังเขป	273
11.2	การถอดรหัสในโพรแคริโอต	274
11.3	การควบคุมการถอดรหัสในโพรแคริโอต	283
11.4	การถอดรหัสในยูแคริโอต	295
11.5	การควบคุมการถอดรหัสในยูแคริโอต	304
11.6	โครงสร้างมอทิฟของโปรตีนที่จับดีเอ็นเอ	310
11.7	การตัดแปรรีมเลกุลอาร์เอ็นเอหลังการถอดรหัส	315
11.8	ไรโบโซม	323



ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

TFIIH-การใช้ประโยชน์ให้สูงที่สุดจากจีโนม
 CREB-โปรตีนที่สำคัญที่สุดที่คุณอาจยังไม่เคยรู้
 ลูบัส: ความสัมพันธ์ของโรคมะเร็งกับบกพร่องและ
 กระบวนการตกแต่งโมเลกุลอาร์เอ็นเอ
 การตรวจสอบความถูกต้องในการถอดรหัส: อาร์เอ็นเอเป็นตัวแปรที่หายไปใช่หรือไม่

สรุปท้ายบท
แบบฝึกหัดท้ายบท
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท
บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 12	การสังเคราะห์โปรตีน: การแปลรหัสของข้อความทางพันธุกรรม	327
12.1	การแปลรหัสข้อความทางพันธุกรรม	327
12.2	รหัสพันธุกรรม	328
12.3	การกระตุ้นกรดอะมิโน	336

10A	12.4	การแปลรหัสในไฟร์แคร์ไอต์	339
10B	12.5	การแปลรหัสในยูแคร์ไอต์	352
80A	12.6	การตัดแปรโปรตีนภายหลังการแปลรหัส	356
01A	12.7	การย่อยสลายโปรตีน	357

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

กรดอะมิโนลำดับที่ 21
 แซเพอโรน: การป้องกันการรวมตัวกันที่ไม่เหมาะสม
 ไซเลนดัมเทซันไม่จำเป็นต้องเสียบเสมอไป
 เราสามารถปรับตัวเมื่ออยู่ในระดับความสูงที่สูงมากได้หรือไม่



- สรุปท้ายบท
- แบบฝึกหัดท้ายบท
- เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท
- บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 13 เทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพของกรดนิวคลีอิก 361

93A	13.1	การทำบริสุทธิ์และการตรวจหากรดนิวคลีอิก	361
82A	13.2	เอนไซม์เอ็นโดนิวคลีเอสชนิดตัดจำเพาะ	365
01A	13.3	โคลนนิ่ง	368
11A	13.4	พันธุวิศวกรรม	377
54A	13.5	ห้องสมุดดีเอ็นเอ	384
64A	13.6	ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์	387
84A	13.7	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ	390
52A	13.8	การหาลำดับเบสของดีเอ็นเอ	394
	13.9	จีโนมิกส์และโปรตีโอมิกส์	397

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

พันธุวิศวกรรมในงานเกษตรกรรม
 การสร้างโปรตีนของมนุษย์จากเทคนิคพันธุวิศวกรรม
 การรวมโปรตีนและทำบริสุทธิ์อย่างรวดเร็ว
 CSI: ชีวเคมีกับการพิสูจน์ดีเอ็นเอในงานนิติเวชศาสตร์
 อาร์เอ็นเออินเทอร์เฟียร์เป็นเทคนิคล่าสุดในการศึกษา ยีน



- สรุปท้ายบท
- แบบฝึกหัดท้ายบท
- เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท
- บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 14	ไวรัส มะเร็ง และภูมิคุ้มกันวิทยา	401
14.1	ไวรัส	401
14.2	เรโทรไวรัส	409
14.3	ระบบภูมิคุ้มกัน	410
14.4	โรคมะเร็ง	425

ความเกี่ยวข้องของทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

การใช้ไวรัสในงานยีนบำบัด

อาร์เอ็นเอของไวรัสส่นกลลวงหลอกระบบภูมิคุ้มกัน

ระบบภูมิคุ้มกันและโรคมะเร็ง

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 15	ความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงพลังงานและ การถ่ายโอนอิเล็กทรอนิกส์ในเมแทบอลิซึม	439
15.1	สถานะมาตรฐานสำหรับการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระ	439
15.2	สถานะมาตรฐานดัดแปรสำหรับการประยุกต์เชิงชีวเคมี	440
15.3	ธรรมชาติของเมแทบอลิซึม	441
15.4	บทบาทของออกซิเดชันและรีดักชันในเมแทบอลิซึม	442
15.5	โคเอนไซม์ในปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันทางชีวภาพที่สำคัญ	443
15.6	การควบคุมของการผลิตและการใช้พลังงาน	446
15.7	โคเอนไซม์เอในการกระตุ้นวิถีเมแทบอลิซึม	452

ความเกี่ยวข้องของทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

การใช้ค่าคงที่สมดุลในการหาค่า ΔG°

สิ่งมีชีวิตต้องการพลังงาน-สิ่งมีชีวิตนำพลังงานไปใช้ได้อย่างไร

สิ่งมีชีวิตเป็นระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่เป็นเอกลักษณ์

ออกซิเดชันและรีดักชัน

การทำนายปฏิกิริยา: การคำนวณพลังงานอิสระ

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 16 คาร์โบไฮเดรต	81	457
16.1 น้ำตาล: โครงสร้างและสเตอริโอเคมี	81	457
16.2 ปฏิกิริยาของมอนอแซ็กคาไรด์	81	466
16.3 ออลิโกแซ็กคาไรด์ที่สำคัญ	81	472
16.4 โครงสร้างและหน้าที่ของพอลิแซ็กคาไรด์	81	475
16.5 ไกลโคโปรตีน	81	484

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

วิตามินซีมีความเกี่ยวข้องกับน้ำตาล

ผลไม้ ดอกไม้ สีที่สดใส และการใช้ในทางการแพทย์

การพ่นน้ำตาลแลคโทส: ทำไมคนมากมายจึงไม่ต้องการตีมนม

ทำไมเส้นใยอาหารจึงดีสำหรับคุณ

อาหารคาร์โบไฮเดรตต่ำ

ไกลโคโปรตีนและการถ่ายเลือด

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท



บทที่ 17 ไกลโคลิซิส	891	487
17.1 ภาพรวมของวิถีไกลโคลิซิส	891	487
17.2 กระบวนการเปลี่ยนกลูโคส (C6) ไปเป็นกลีเซอรอลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต (C3)	891	491
17.3 กระบวนการสังเคราะห์ไพรูเวตจากกลีเซอรอลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต	891	499
17.4 เมแทบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจนของไพรูเวต	891	508
17.5 พลังงานที่ผลิตขึ้นจากวิถีไกลโคลิซิส	891	512

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

เชื้อเพลิงชีวภาพจากกระบวนการหมัก

กระบวนการเมแทบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจนและคราบฟันเกี่ยวข้องกันอย่างไร

โรคพิษสุราในทารกในครรภ์

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท



บทที่ 18	กลไกการสะสมและการควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต	515
18.1	ไกลโคเจนถูกผลิตและสลายได้อย่างไร	515
18.2	กลูโคซิโนอีจีนซิสผลิตกลูโคสจากไพรูเวต	523
18.3	การควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต	528
18.4	กลูโคสบางครั้งถูกเบี่ยงไปสู่วิถีเพนโทสฟอสเฟต	534

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

ทำไมนักกีฬาจึงต้องทำการสะสมไกลโคเจนไว้ในปริมาณมาก

วิถีเพนโทสฟอสเฟตและโลหิตจางชนิดที่มีการแตกของเม็ดเลือดแดง



สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 19	วัฏจักรกรดซิตริก	541
19.1	บทบาทของวัฏจักรของกรดซิตริกในเมแทบอลิซึม	541
19.2	วิถีโดยรวมของวัฏจักรกรดซิตริก	542
19.3	ไพรูเวตถูกเปลี่ยนเป็นแอสีทิล-โคเอได้อย่างไร	546
19.4	ปฏิกิริยาแต่ละปฏิกิริยาในวัฏจักรกรดซิตริก	550
19.5	การไหลและการแปลงสภาพพลังงานและการควบคุมวัฏจักรกรดซิตริก	559
19.6	วัฏจักรไกลออกซิลเลต: วิธีที่เกี่ยวข้อง	562
19.7	วัฏจักรกรดซิตริกกับแคแทบอลิซึม	564
19.8	วัฏจักรกรดซิตริกกับแอนาบอลิซึม	565
19.9	การเชื่อมต่อกับออกซิเจน	571

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

สารพิษในพืชและวัฏจักรกรดซิตริก

เหตุใดสัตว์จึงไม่สามารถใช้แหล่งพลังงานทุกแหล่งได้เหมือนกันกับพืชและแบคทีเรีย

เหตุใดการลดน้ำหนักจึงเป็นเรื่องยาก



สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 20	การขนส่งอิเล็กตรอนและปฏิกิริยาออกซิเดทีฟฟอสฟอริเลชัน	573
20.1	บทบาทของการขนส่งอิเล็กตรอนในเมแทบอลิซึม	573
20.2	ศักย์รีดักชันของลูกโซ่การขนส่งอิเล็กตรอน	575
20.3	การจัดเรียงตัวของส่วนประกอบเชิงซ้อนของการขนส่งอิเล็กตรอน	579

20.4	ความเชื่อมโยงระหว่างการขนส่งอิเล็กตรอนและฟอสฟอรีเลชัน	589
20.5	กลไกการคู่ควบในปฏิกิริยาออกซิเดทีฟฟอสฟอรีเลชัน	592
20.6	การขนส่งอิเล็กตรอนศึกษาได้โดยใช้ตัวยับยั้งกระบวนการหายใจ	596
20.7	กลไกการขนส่งไปกลับ	598
20.8	จำนวน ATP ที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยสมบูรณ์ของกลูโคส	601

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

เนื้อเยื่อไขมันสีน้ำตาลกับโรคอ้วน

กีฬาและเมแทบอลิซึม

ด้านมืดของวงการกีฬา

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท



บทที่ 21	กระบวนการสร้างและสลายไขมัน	603
21.1	ไขมันเป็นแหล่งกำเนิดและสะสมพลังงาน	603
21.2	กระบวนการสลายไขมัน	603
21.3	พลังงานที่เกิดขึ้นจากออกซิเดชันของกรดไขมัน	610
21.4	กระบวนการสลายกรดไขมันไม่อิ่มตัวและ กรดไขมันที่มีคาร์บอนเป็นจำนวนคี่	613
21.5	คีโตนบอดี	617
21.6	การสังเคราะห์กรดไขมัน	620
21.7	การสังเคราะห์แอซิลกลีเซอรอลและไขมันผสม	629
21.8	การสังเคราะห์คอเลสเตอรอล	634

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

คีโตนบอดีและการลดน้ำหนักอย่างมีประสิทธิภาพ

ยีนที่เกี่ยวข้องกับความอ้วน

แอซีทิล-โคเอนไซม์เอเป็นเป้าหมายใหม่ในการลดความอ้วน

โรคท่อเลือดแดงและหลอดเลือดแดงแข็ง

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท



บทที่ 22	กระบวนการสังเคราะห์แสง	647
22.1	กระบวนการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นในออร์แกเนลล์ที่เรียกว่าคลอโรพลาสต์	647
22.2	ระบบแสงที่ 1 และระบบแสงที่ 2 และ ปฏิกิริยาใช้แสงของกระบวนการสังเคราะห์แสง	651
22.3	กระบวนการสังเคราะห์แสงและการสร้าง ATP	659
22.4	วิวัฒนาการของกระบวนการสังเคราะห์แสง แบบผลิตออกซิเจนและแบบไม่ผลิตออกซิเจน	661
22.5	ปฏิกิริยาไม่ใช้แสงของกระบวนการสังเคราะห์แสง มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์	663
22.6	การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืชเขตร้อน	668

ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้



ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและพลังงานของแสง
การกำจัดวัชพืชด้วยตัวยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสง
ยีนในคลอโรพลาสต์

สรุปท้ายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 23	เมแทบอลิซึมของไนโตรเจน	673
23.1	เมแทบอลิซึมของไนโตรเจน: ภาพรวมทั่วไป	673
23.2	การตรึงไนโตรเจน	675
23.3	การยับยั้งเมแทบอลิซึมของไนโตรเจนแบบย้อนกลับ	676
23.4	การสังเคราะห์กรดอะมิโน	678
23.5	กรดอะมิโนจำเป็น	687
23.6	แคแทบอลิซึมของกรดอะมิโน	688
23.7	การสังเคราะห์เพียวรีน	693
23.8	แคแทบอลิซึมของเพียวรีน	696
23.9	การสังเคราะห์และแคแทบอลิซึมของไพริมิดีน	699
23.10	การเปลี่ยนไรโบนิวคลีโอไทด์ไปเป็นดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์	700
23.11	การเปลี่ยน dUTP ไปเป็น dTTP	704



ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

ทำไมปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในปุ๋ยจึงมีความสำคัญ
น้ำและการกำจัดของเสียไนโตรเจน
เคมีบำบัดและยาปฏิชีวนะ-ประโยชน์ที่ได้รับจากความต้องการการกรดโฟลิก



เล็ซ-ไนแซนซินโดรม

สรุปรายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท

บทที่ 24	บูรณาการของเมแทบอลิซึม: การส่งสัญญาณในระดับเซลล์	707
24.1	การเชื่อมต่อระหว่างวิถีเมแทบอลิซึม	707
24.2	ชีวเคมีกับโภชนาการ	709
24.3	ฮอร์โมนและสารส่งสัญญาณที่สอง	718
24.4	ฮอร์โมนและการควบคุมเมแทบอลิซึม	731
24.5	อินซูลินและบทบาทของอินซูลิน	735



ความเกี่ยวข้องทางชีวเคมีและการประยุกต์ความรู้

การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และการติดสุรา

ธาตุเหล็ก: ตัวอย่างของความต้องการแร่ธาตุ

อินซูลินและอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตต่ำ

ออกกำลังกายเป็นประจำทุกวันช่วยป้องกันโรคเบาหวาน

การค้นหาหนทางสู่การมีอายุยืนยาว

สรุปรายบท

แบบฝึกหัดท้ายบท

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท

บรรณานุกรมท้ายบท



Glossary (อภิธานศัพท์)

List of Abbreviations	740
The Standard Genetic Code	742
Names and Abbreviations of the Common Amino Acids	743