

สารบัญ

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเอนไซม์

1

1.1 บทนำ (Introduction)	2
1.2 เอนไซม์คือแคตาลิสต์ (Enzyme as Catalyst)	4
1.3 บริเวณแอ็กทีฟหรือบริเวณเร่ง (Active Site)	5
1.4 โคแฟกเตอร์ (Cofactors)	9
1.5 ไอโซเอนไซม์ (Isoenzymes)	13
1.6 การเรียกชื่อเอนไซม์ (Enzyme Nomenclature)	19
1.7 แล-การจำแนกเอนไซม์ (Enzyme Classification)	13
1.7 การตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์ (Measuring Enzyme Activity)	22
1.8 กลไกการทำงานของเอนไซม์ (The Mechanism of Enzyme Catalysis)	25
1.9 จลนศาสตร์ของเอนไซม์ (Enzyme Kinetics)	27
1.10 ปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ (Factors Affecting Enzyme Activity)	41
1.11 การยับยั้งเอนไซม์ (Enzyme Inhibition)	46
1.12 การเสื่อมสภาพของเอนไซม์ (Enzyme Denaturation)	55
คำตามบทจบ	56
เอกสารอ้างอิง	57

บทที่ 2 เอนไซม์จากจุลินทรีย์

2.1 บทนำ (Introduction)	60
2.2 การควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์ (Control of Enzyme Synthesis)	69
2.2.1 การควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์ระดับยีน (Control of Enzyme Synthesis by Gene)	69
2.2.2 การควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์ระดับเมแทบอลิซึม (Control of Enzyme Synthesis by Metabolism)	70
1) การเหนี่ยวนำการสังเคราะห์เอนไซม์โดยซับสเตรต (Substrate Induction of Enzyme Synthesis)	70
2) การยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ (Repression of Enzyme Synthesis)	76
2.3 การผลิตเอนไซม์จากจุลินทรีย์ในระดับอุตสาหกรรม (Industrial Microbial Enzyme Production)	82
2.4 กระบวนการหมักเอนไซม์จากจุลินทรีย์ (Microbial Enzyme Fermentation Process)	91
คำตามบทจบ	100
เอกสารอ้างอิง	101

บทที่ 3 การเก็บเกี่ยวและ-การทำให้อเอนไซม์บริสุทธิ์

3.1 บทนำ (Introduction)	105
3.2 การแยกเอนไซม์ (Enzyme Isolation)	107
3.2.1 การกรอง (Filtration)	107
3.2.2 การหมุนเหวี่ยงหรือการเซนตริฟิวจ์ (Centrifugation)	110
3.2.3 การตกตะกอน (Flocculation and Coagulation)	119
3.3 การสกัดเอนไซม์ (Enzyme Extraction)	119
3.4 การทำลายเซลล์หรือการทำลายเซลล์ (Cell Disruption)	120
3.5 การกำจัดกรดนิวคลีอิก (Nucleic Acid Removal)	123
3.6 การทำให้เอนไซม์เข้มข้น (Enzyme Concentration)	123
3.7 การกำจัดเกลือและการเปลี่ยนบัฟเฟอร์ (Removing Salts and Changing the Buffer)	126
3.8 การทำให้เอนไซม์บริสุทธิ์ (Enzyme Purification)	128
3.8.1 โครมาโทกราฟีแบบเจลฟิลเตรชัน (Gel Filtration Chromatography)	129
3.8.2 โครมาโทกราฟีแบบแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Chromatography)	133
3.8.3 โครมาโทกราฟีแบบจำเพาะ (Affinity Chromatography)	136
3.8.4 โครมาโทกราฟีแบบดูดซับ (Adsorption Chromatography)	138
3.9 การตรวจสอบความบริสุทธิ์ (Monitoring Purification)	139
3.10 การทำให้แห้ง (Drying)	141
3.11 การเก็บรักษาเอนไซม์ (Enzyme Storage)	143
คำถามทบทวน	143
เอกสารอ้างอิง	144

บทที่ 4 การตรึงเอนไซม์และการประยุกต์ใช้

4.1 การตรึงเอนไซม์คืออะไร (What is Enzyme Immobilization?)	147
4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ตรึงรูป (Factors Affecting to Immobilized Enzyme Activity)	148
4.3 วิธีการตรึงเอนไซม์ (Methods of Enzyme Immobilization)	152
4.3.1 การยึดเกาะ (Carrier-Binding)	156
1) การยึดเกาะหรือการดูดซับทางกายภาพและเคมี (Physical-Chemical Adsorption)	156
2) การยึดเกาะด้วยความจำเพาะทางชีวภาพ (Biospecific Binding)	158
3) การยึดเกาะด้วยผลไอออน (Ionic Binding)	158
4) การยึดเกาะด้วยพันธะโควาเลนต์ (Covalent Binding)	159
4.3.2 การเชื่อมประสาน (Cross-Linking)	161
4.3.3 การกักเก็บ (Entrapting)	163
1) การกักเก็บในเจล (Gel Entrapment)	164
2) การกักเก็บในไฟเบอร์ (Fiber Entrapment)	167
3) การกักเก็บในไมโครแคปซูล (Microcapsule-Type Entrapment)	168
4.4 ถังปฏิกรณ์เอนไซม์ตรึงรูป (Immobilized Enzyme Reactor)	170
4.5 การประยุกต์ใช้เอนไซม์ตรึงรูป (Applications of Immobilized Enzymes)	182
คำถามทบทวน	191
เอกสารอ้างอิง	192

บทที่ 5 การประยุกต์ใช้เอนไซม์ในระดับอุตสาหกรรม

195

- | | | |
|------|--|-----|
| 5.1 | บทนำ (Introduction) | 198 |
| 5.2 | การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมสารซักฟอก
(Application of Enzymes in Detergent Industry) | 204 |
| 5.3 | การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ
(Application of Enzymes in Pulp and Paper Industry) | 209 |
| 5.4 | การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ
(Application of Enzymes in the Textile Industry) | 210 |
| 5.5 | การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมเครื่องหนัง
(Application of Enzymes in the Leather Industry) | 214 |
| 5.6 | การใช้อเอนไซม์ในการผลิตเชื้อเพลิงแอลกอฮอล์
(Application of Enzymes in Fuel Alcohol Production) | 214 |
| 5.7 | การใช้อเอนไซม์ในกระบวนการแปรรูปไขมันและน้ำมัน
(Application of Enzymes in Processing of Fats and Oils) | 215 |
| 5.8 | การใช้อเอนไซม์ในการดูแลสภาพส่วนบุคคล
(Application of Enzymes in Personal Care) | 216 |
| 5.9 | การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์
(Application of Enzymes in the Animal Feed) | 216 |
| 5.10 | การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมการผลิตนมแข็งหรือชีส
(Application of Enzymes in Cheese Making) | 217 |
| 5.11 | การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมขนมอบปังและขนมอบ
(Application of Enzymes in Baking Industry) | 219 |

5.12	การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป (Application of Enzymes in the Processed Food Industry)	220
5.13	การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมการผลิตซอสปรุงรสและซอสฉีก (Application of Enzymes in the Sauce Industry)	221
5.14	การใช้อเอนไซม์ในการสลายแป้งให้เป็นหรือการแปรรูปแป้ง (Application of Enzyme in Starch Hydrolysis or Starch Modification)	221
5.15	การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมซูโครส (Application of Enzymes in Sucrose Industry)	230
5.16	การใช้อแล็กตาลูในอุตสาหกรรมนม (Application of Lactases in the Dairy Industry)	230
5.17	การใช้อเอนไซม์ในอุตสาหกรรมน้ำผลไม้ ไวน์ เบียร์และการกลั่น (Application of Enzyme in the Fruit Juice, Wine, Brewing and Distilling Industries)	231
5.18	การใช้อกลูโคสออกซิเดสและแคตาเลสในอุตสาหกรรมอาหาร (Application of Glucose Oxidase and Catalase in the Food Industry)	233
5.19	การใช้อเอนไซม์ทางการแพทย์ (Medical Application of Enzymes)	234
	คำตามบททบทวน	237
	เอกสารอ้างอิง	238

ดรรชนี

243

ดรรชนีเอนไซม์

263



บทที่

1



ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเอนไซม์

Basic Knowledge of Enzymes

- 1.1 บทนำ (Introduction)
- 1.2 เอนไซม์คือแคตาไลสต์ (Enzyme as Catalyst)
- 1.3 บริเวณแอ็กทีฟหรือบริเวณเร่ง (Active Site)
- 1.4 โคแฟกเตอร์ (Cofactors)
- 1.5 ไอโซเอนไซม์ (Isoenzymes)
- 1.6 การเรียกชื่อเอนไซม์ (Enzyme Nomenclature)
และการจัดจำแนกเอนไซม์ (Enzyme Classification)
- 1.7 การตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์
(Measuring Enzyme Activity)
- 1.8 กลไกการทำงานของเอนไซม์ (The Mechanism of Enzyme
Catalysis)
- 1.9 จลนศาสตร์ของเอนไซม์ (Enzyme Kinetics)
- 1.10 ปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ (Factors Affecting
Enzyme Activity)
- 1.11 การยับยั้งเอนไซม์ (Enzyme Inhibition)
- 1.12 การเสื่อมสภาพของเอนไซม์ (Enzyme Denaturation)

ชื้อ

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE

สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



1110016113

ปราชญ์ พัฒนพิพิธไพศาล

เอนไซม์เทคโนโลยี / ปราชญ์ พัฒนพิพิธไพศาล

1. เอนไซม์

572.7

ISBN 978-974-03-3093-6

สพจ. 1706



สรรคุณคำวิชาการ ผู้สัจจก
www.ChulaPress.com
Knowledge to All

เลขหมู่ 660.63
ป 445
2556
เลขทะเบียน 20043
วันที่ 20 ก.ย. 2556

114940

ลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2556

การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้น

ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้จัดทำหน้า

ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

สาขา

ศาลาพระเกี้ยว โทร. 0-2218-7000-3 โทรสาร 0-2255-4441
สยามสแควร์ โทร. 0-2218-9881-2 โทรสาร 0-2254-9495
ม.นครสวรรค์ โทร. 0-5526-0162-4 โทรสาร 0-5526-0165
ม.เทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา โทร. 0-4421-6131-4 โทรสาร 0-4421-6135
ม.บูรพา จ.ชลบุรี โทร. 0-3839-4855-9 โทรสาร 0-3839-3239
โรงเรียนนายร้อย จปร. จ.นครนายก โทร. 0-3739-3023 โทรสาร 0-3739-3023
จัตุรัสจามจรี (CHAMCHURI SQUARE) ชั้น 4 โทร. 0-2160-5301-2 โทรสาร 0-2160-5304
รัตนวิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9 โทรสาร 0-2950-5405
Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ) โทร. 0-2255-4433 <http://www.chulabook.com>

เครือข่าย

ศูนย์หนังสือ ม.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย โทร. 0-5391-7020-4 โทรสาร 0-5391-7025
ศูนย์หนังสือ ม.วลัยลักษณ์ จ.นครศรีธรรมราช โทร. 0-7567-3648-51 โทรสาร 0-75673652
ร้านหนังสือบันทึรเทศา (สิงห์ สิงหเสนี) รวมคำแหง 43/1 โทร. 0-2538-2573 โทรสาร 0-2539-7091
ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเชียงราย จ.เชียงราย โทร. 0-5377-6000
ศูนย์หนังสือ ม.อุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี โทร. 0-4535-3140, 0-4528-8400-3 ต่อ 1803
โทรสาร 0-4535-3145
ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี โทร. 0-7735-5466, 0-7791-333
โทรสาร 0-7735-5468
ศูนย์หนังสือเทคโนโลยีโออาร์พีซี จ.ระยอง โทร. 0-3889-9130-2 ต่อ 331 โทรสาร 0-3889-9130
ต่อ 301
ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเทพสตรี จ.ลพบุรี โทร. 0-3642-7485-93

ร้านค้า หนังสือเข้าชั้นเรียน ติดต่อแผนกขายส่ง สาขารัตนวิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9

โทรสาร 0-2950-5405

กองบรรณาธิการ : รวีวรรณ จันทรมั่น

พิสูจน์อักษร : จุฑามาศ ตั้งจิตทวีชัย

ออกแบบปก : ชวินทร์ นามมุงคุณ

ออกแบบรูปเล่ม : รัตนา น้อยญาโณ

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร. 0-2218-3557, 0-2218-3563 [5608-018]

12

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ดัชนี (Index)



กรดอะมิโนเรสซิดิว (amino acid residue)	5, 6
กระบวนการหมักแบบอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง (solid state fermentation)	88, 91-96, 100, 119, 143
กระบวนการหมักแบบอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว (submerge fermentation)	88, 90, 93, 97-99, 119, 143, 217
กราฟปลายวีฟเวอร์เบอร์ก (Lineweaver-Burk plot)	39, 47-48, 50-52
กราฟเอดดี-ฮอฟสตี (Eadie-Hofstee plot)	39-40
กราฟเฮนส์-วูล์ฟ (Hanes-Woolf plot)	40
กลีเซอรอล (glycerol)	44, 81, 143, 170
กลุ่มพรอสเทติก (prosthetic group)	10, 56
กลูแคน (glucan)	65, 232-233
กลูโคโน-1,5-แล็กโทน (glucono-1,5-lactone)	213, 233
กลูทราแอลดีไฮด์ (glutaraldehyde)	158, 162-163
กลูเทน (gluten)	62, 89, 219-220
กัม (gum)	65, 164, 203, 211, 215
ก๊าซซาริน (sarin gas)	53
กานามัยซิน (kanamycin)	2
การกรอง (filtration)	65, 99, 103, 107-109, 119-120, 141, 173-174, 187, 232
การกรองอัลตราหรืออัลตราฟิลเตรชัน (ultrafiltration)	126-127, 173-174
การกักเก็บ (entrapping)	146, 155, 163-164, 188
การกักเก็บในเจล (gel entrapment)	146, 155, 163-164, 188

การกักเก็บในไฟเบอร์ (fiber entrapment)	146, 155, 163, 167
การกักเก็บในไมโครแคปซูล (microcapsule-type entrapment)	146, 163, 168
การคัดสรรเฉพาะ (selection method)	84-85
การโคแอกกูเลชัน (coagulation)	119
การเชื่อมประสาน (cross-linking)	146, 155, 161-163, 166-167
การเซนตริฟิวจ์ (centrifugation)	103, 107, 110
การดูดซับทางกายภาพและเคมี (physical-chemical adsorption)	145, 155-156
การตรึงเอนไซม์ (enzyme immobilization)	143, 145, 146-148, 150-152, 155-163, 165-166, 171, 188-191
การยับยั้งแบบแข่งขัน (competitive inhibition, CI)	46-49, 160
การยับยั้งแบบผันกลับได้ (reversible inhibition)	46
การยับยั้งแบบไม่แข่งขัน (noncompetitive inhibition, Non CI)	46, 50-53
การยับยั้งแบบไม่แข่งขันโดยตรง (uncompetitive inhibition, Un CI)	46, 51-52
การยับยั้งแบบไม่ผันกลับหรือแบบถาวร (irreversible inhibition)	46, 53
การยึดเกาะ (carrier-binding)	145-149, 155-156, 158, 159, 160-161, 163, 188, 191
การวิเคราะห์ฟลูออริเมตริก (fluorimetric assays)	25
การวิเคราะห์เรดิโอไอโซโทปิก (radioisotopic assays)	25
การวิเคราะห์สเปกโทรโฟโตเมตริก (spectrophotometric assay)	24
การวิเคราะห์อิเล็กโทรเคมีคอล (electrochemical assays)	25
กาแล็กทูโรนิกแอซิด (galacturonic acid)	75, 231
กาแล็กโทส (galactose)	64, 81, 164, 228, 230-231, 236
กิจกรรมจำเพาะ (specific activity)	23-24, 139, 152, 170

กลูโรนิกแอซิด (guluronic acid)	165
ไกลซิลไทโรซีนไกลซีน (glycyltyrosinylglycine)	35
ก	
คริสตัลไวโอเลต (crystal violet)	86
คอเลสเตอรอล (cholesterol)	3-4, 67, 122, 185
คลอแรมฟินิคอล (chloramphenicol)	86
คลอโรฟีโนลิก (chlorophenolic)	209
คลอโรลิกนิน (chlorolignin)	209
ความแรงไอออน (ionic strength)	23, 27, 44, 125, 134, 156, 158, 167
คอนคานาวัลินเอ (concanavalin A)	158
คอนเซนเทรตเวย์ไชรี่ป (concentrated whey syrup)	231
คอลลอยด์ (colloid)	169, 173, 207
คอลลโลเดียน (collodion)	170
ค่าคงที่จำเพาะ (specific constant)	112
เค-คาร์ราจีแนน (<i>k</i> -carrageenan)	164-165
เคซีนไฮโดรไลเสต (casein hydrolysate)	77
เครื่องกรองแบบต่อเนื่อง (continuous filtration)	108-109
เครื่องกรองแบบแบตช์ (batch filtration)	108
เครื่องเก็บแฟรกชัน (fraction collector)	128
เครื่องเก็บสัดส่วน (fraction collector)	128-129
เครื่องเซนตริฟิวจ์แบบคอนทินูอัสโฟล (continuous flow centrifuges)	113
เครื่องเซนตริฟิวจ์แบบโซลิดโบลว์สโครว์ (solid-bowl scroll centrifuge)	116
เครื่องเซนตริฟิวจ์แบบดิสก์โบลว์ (disc-bowl centrifuge)	117
เครื่องเซนตริฟิวจ์แบบทิวบูลาร์โบลว์ (tubular-bowl centrifuge)	118
เครื่องเซนตริฟิวจ์แบบมัลติแชมเบอร์ (multichamber centrifuge)	115-116

เครื่องเซนตริฟิวจ์แบบโลว์สปีด (low-speed centrifuges)	113-114
เครื่องเซนตริฟิวจ์แบบไหลต่อเนื่อง (continuous flow centrifuges)	108
เครื่องเซนตริฟิวจ์แบบไฮสปีด (high-speed centrifuges)	113-114
เครื่องเซนตริฟิวจ์แบบบาสเกต (basket centrifuge)	114-115
เครื่องดิสอินทิเกรเตอร์หรือไฮสปีดบีดมิลล์ (disintegrator or high-speed bead mill)	114-115
เครื่องทำแห้งแบบถังดรัม (drum-drier)	142
เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray-drier)	141
เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze-drier)	142
เครื่องไมโครเซนตริฟิวจ์ (microcentrifuges)	113
เครื่องไมโครฟิวจ์ (microfuges)	113
เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)	24
เครื่องอัลตราเซนตริฟิวจ์ (ultracentrifuges)	114
เครื่องฮิวส์เพรสหรือเอกซ์เพรส (huges press or x-press)	120
เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (homogenizer)	120
เคิร์ด (curd)	217
แคทาบอไลต์ (catabolite)	70, 76, 79-81, 100
แคทาลิสต์ (catalyst)	1, 4-5, 7, 25, 27, 31, 34, 41, 46, 56
แคทาลิซิสต์ (catalyse)	5, 22-23, 25, 36-38
แครกเกอร์ (cracker)	219
แคลเซียมโพรพิโอเนต (calcium propionate)	86
โคบาลามิน (cobalamin)	12
โคแฟกเตอร์ (cofactor)	1, 5, 7, 9-12, 23, 56, 136, 154, 208, 237
โครโทนิล-โคเอ (crotonyl-CoA)	38
โครมาโทกราฟี (chromatography)	104, 128-130, 132-133, 135-138
โครมาโทกราฟีแบบเจลฟิลเตรชัน (gel filtration chromatography)	104, 129-130, 132

โครมาโทกราฟีแบบแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange chromatography)	104, 129, 133, 135-136
โครมาโทกราฟีแบบจำเพาะ (affinity chromatography)	104, 129, 136-138
โครมาโทกราฟีแบบดูดซับ (adsorption chromatography)	104, 129, 138
โครมาโทแกรม (chromatogram)	128-129, 132
โคเอนไซม์ (coenzyme)	5, 10, 12-13, 23-24, 27, 56, 158
โคเอนไซม์ เอ (coenzyme A)	10, 12
โคแอกกูเลชัน (coagulation)	119
ไคติน (chitin)	84-85




จลนศาสตร์ (kinetic)	1, 13, 23, 27-28, 31, 34, 37, 148, 151, 154
จำนวนหมุนเวียน (turnover number)	5, 36-37, 56
จุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point; pI)	125
เจลซิลิกา (silica gel)	138, 190
เจลพอลิอะคริลาไมด์ (polyacrylamide gel)	140, 153, 184, 188
เจลฟิลเตรชัน (gel filtration)	128-130, 132, 143
เจลเมทริกซ์ (gel matrix)	130, 164
เจลาติน (gelatin)	3, 89, 119, 153, 169
เจลาติไนซ์ (gelatinize)	219, 221, 224
เจลาติไนเซชัน (gelatinization)	221



ซัคซิเนต (succinate)	48
ซัลเฟต (sulphate)	67, 77, 89, 122-124, 143, 164, 206, 209
ซัลโฟนาไมด์ (sulfonamide)	49
ซัลไฮดริล (sulfhydryl)	44, 51, 53, 56, 159
ซัสเพนชัน (suspension)	120, 221

ซิตริกแอซิด (citric acid)	125
ชิฟเบส (Schiff's base)	161
ซิลค์ดีกัมมิง (silk de-gumming)	212
ซิสเทอีน (cysteine)	51, 56, 159
ซีไลต์ (celite)	107, 170
ซีโอไลต์ (zeolite)	204
เซลลูโลสไนเตรต (cellulose nitrate)	168
เซลโลไบโอส (cellobiose)	81
เซลโลเฟน (cellophane)	126
เซอรีน (serine)	53-54, 159
แซ็กคาริฟาย (saccharify)	233
แซ็กคาริฟิเคชัน (saccharification)	201, 221-222, 224-225, 227-228, 233
แซ็กคาไรด์ (saccharide)	221
แซปฟาเดกซ์ (sephadex)	159
แซปฟาโรส (sapharose)	75, 159
โซเดียมคลอไรต์ (sodium chlorite)	213
โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodium carboxymethyl cellulose)	205-206
โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate)	125, 205
โซเดียมโคเลต (sodium cholate)	122
โซเดียมซัลไฟต์ (sodium sulfite)	209, 214
โซเดียมซิลิเกต (sodium silicate)	205
โซเดียมเซสควิคาร์บอเนต (sodium sesquicarbonate)	205
โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (sodium dodecyl sulphate)	122
โซเดียมโทลูอีน (sodium toluene)	205
โซเดียมไตรพอลิฟอสเฟต (sodium tripolyphosphate)	204, 206
โซเดียมเพอร์โบเรต (sodium perborate)	205-207
โซเดียมเมทาซิลิเกต (sodium metasilicate)	206
โซเดียมลอริลซัลเฟต (sodium lauryl sulphate)	122

โซเดียมแอลเคนคาร์บอกซีเลต (sodium alkane carboxylates)	206
โซเดียมแอลเคนซัลโฟเนต (sodium alkane sulfonate)	206
โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (sodium hypochlorite)	213
ไซโคลเดกซ์ทริน (cyclodextrin)	201, 229
ไซโคลเฮกซอไมด์ (cycloheximide)	85-86
ไซโทโครมซี (cytochrome c)	122
ไซยาโนเจนโบรมไนด์ (cyanogen bromide)	159
ไซลีนซัลโฟเนต (xylene sulfonate)	205
ไซแลน (xylan)	210
 ดินเหนียวเคลย์ (clays)	157
ดีเทอร์เจนต์ (detergen)	122
ดีบริงซิงเอนไซม์ (debranching enzyme)	223, 227
ดีแมนนูโรนิกแอซิด (D-mannuronic acid)	165
ดีออกซีอะดีโนซิลโคบาลามิน (deoxyadenosyl cobalamin)	12
ดีไฮโดรเอพิแอนดรอสเทอโรน (dehydroepiandrosterone)	53
เดกซ์ทริน (dextrin)	219, 221-223, 227, 233
เดกซ์ทรินแซ็กคาไรฟิเคชัน (dextrin saccharification)	64
เดกซ์เทรน (dextrans)	129, 159
เดกซ์โทรส (dextrose)	143, 222
ไดซัลไฟด์บริดจ์ (disulfide bridges)	51, 56
ไดอะโซไทเซชัน (diazotization)	161
ไดอะตอมไมต์ หรือดินเบา (diatomite)	109
ไดอะฟิลเตรชัน (diafiltration)	127
ไดเอทิลอีเทอร์ (diethylether)	124
ไดแอลลิซิส (dialysis)	126-127, 143, 181

ไดไอโซโพรพิลฟอสโฟลูออไรเดต (diisopropyl phosphofluoridate)	53
ไดไอโซโพรพิลฟอสโฟลูออโรฟอสเฟต (diisopropylfluorophosphate)	53
ไดไฮโดรเทอโรอิกแอซิด (dihydroteric acid)	49



ถังปฏิกรณ์ (reactor)	91, 97-98, 176-177, 224-225
ถังปฏิกรณ์แบบคอนทินิวอัลโฟลหรือไหลต่อเนื่อง (continuous flow reactors)	173, 175
ถังปฏิกรณ์แบบถังกวนที่มีเอนไซม์ตรึงรูป อยู่ภายในแผงกั้น (stirred tank with immobilized enzyme basket baffles)	171-172
ถังปฏิกรณ์แบบถังกวนสำหรับเอนไซม์ตรึงรูป (stirred tank with immobilized enzyme)	171-172
ถังปฏิกรณ์แบบถังกวนที่มีเอนไซม์ตรึงรูป อยู่ภายในที่กวน (stirred tank with immobilized enzyme basket paddles)	171-172
ถังปฏิกรณ์แบบต่อเนื่อง (continuous reactors)	171, 173, 177
ถังปฏิกรณ์แบบถังกวนต่อเนื่องที่ติดตั้ง การกรองเพื่อการนำกลับคืน (continuous stirred tank reactor with filtration recovery)	173-174
ถังปฏิกรณ์แบบถังกวนต่อเนื่องที่ติดตั้ง การกรองอัลตราเพื่อการนำกลับคืน (continuous stirred tank reactor with ultrafiltration recovery)	173-174
ถังปฏิกรณ์แบบถังกวนต่อเนื่องที่ติดตั้ง ถังจมน้ำเพื่อการนำกลับคืน (continuous stirred tank reactor with settling tank recovery)	173-174
ถังปฏิกรณ์แบบถังกวนต่อเนื่องที่มีเอนไซม์ ตรึงรูปอยู่ภายในที่กวน (continuous stirred tank reactor with immobilized enzyme basket paddles)	173-174

ถังปฏิกรณ์แบบถังกวนต่อเนื่องหรือซีเอสทีอาร์ (continuous stirred tank reactors)	173-174
ถังปฏิกรณ์แบบถาด (tray reactor)	91
ถังปฏิกรณ์แบบแบตช์ (batch reactors)	171-172, 182
ถังปฏิกรณ์แบบปลั๊กโฟลหรือไหลตามกัน (plug flow reactors; PFR)	167, 178
ถังปฏิกรณ์แบบแพ็กเบดที่มีการไหลย้อนกลับ (packed bed with recycle)	173
ถังปฏิกรณ์แบบแพ็กเบดที่มีการไหล ย้อนกลับทั้งหมด (total recycle packed bed reactor)	172
ถังปฏิกรณ์แบบแพ็กเบดหรือพีบีอาร์ (packed bed reactor)	170-171, 173, 175, 178-179, 191
ถังปฏิกรณ์แบบฟลูอิดไดซ์เบดที่มีการ ไหลย้อนกลับทั้งหมด (total recycle fluidized bed reactor)	172
ถังปฏิกรณ์แบบฟลูอิดไดซ์เบดหรือเอฟบีอาร์ (fluidized bed reactor)	97, 170, 173-175, 180-181
ถังปฏิกรณ์แบบฟิกซ์เบด (fixed bed reactor)	91, 97
ถังปฏิกรณ์แบบฟิลเตอร์เบด (filter bed reactor)	173-175
ถังปฏิกรณ์แบบแฟตเบด (flat bed reactor)	173, 175
ถังปฏิกรณ์แบบเมมเบรน (membrane reactor)	173-175, 181-182
ถังปฏิกรณ์แบบฮอลโลไฟเบอร์ (hollow fiber reactor)	173-175, 181
ถังปฏิกรณ์รวมซีเอสทีอาร์/ยูเอฟ (combined CSTR/UF Reactor)	176
ถังหมัก (fermentor)	83, 88-89, 94, 97-99



ทรานสคริปชัน (transcription)	71-72, 76, 80
ทรานสฟอร์มเมอร์ชัน (transformation)	166
ทรานสเลชัน (translation)	71-72, 76, 80
ทริปโทเฟน (tryptophan)	53, 70


ทรีโอนีน (threonine)	36, 159
ทวิน (tweens)	122
ทีโนพอลดีเอ็มเอส (tinopal DMS)	205
เทคนิคเอนริชเมนต์หรือการเสริมสารอาหาร (enrichment technique)	83-85
เตตระแซ็กคาไรด์ (tetrasaccharide)	227
เตตระไซคลิน (tetracycline)	86
เตตระไฮโดรโฟเลต (tetrahydrofolate)	12
เทิร์นโอเวอร์นัมเบอร์ (turnover number)	5, 37
ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)	209, 215
ไตรทัน (tritons)	122
ไทโรซีน (tyrosine)	75, 186
ไทอะมีน (thiamine)	12, 75
ไทอะมีนไพโรฟอสเฟต (thiamine pyrophosphate)	12
ไทโอซัลเฟต (thiosulphate)	213

U

น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar)	65, 183, 230
นิโคตินาไมด์อะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์ (nicotinamide adenine dinucleotide)	10, 12
นิโคตินาไมด์อะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์ฟอสเฟต (nicotinamide adenine dinucleotidephosphate)	53
นิโคตินิกแอซิด (nicotinic acid)	12
ไนเตรต (nitrate)	25
ไนสแททิน (nystatin)	85-86
ไนอะซิน (niacin)	12

U

บริเวณจับกับซับสเตรต (substrate binding site)	5, 7
--	------

บริเวณแอ็กทิฟหรือบริเวณเร่ง (active site)	1, 5-8, 36, 43, 47-50, 53-55, 148-149, 152, 158, 160, 162
บลีซิง (bleaching)	213
บั๊กเก็ต (bucket)	114
บิสกิต (biscuit)	202, 219-220
เบนซิลเพนนิซิลลิน (benzylpenicillin)	36, 38, 74, 176
เบนโซลไทโรซีนอะไมด์ (benzoyl tyrosinamide)	35
เบนทอนไนต์ (bentonite)	170
แบตช์ (batch)	90, 97, 108, 114, 171-172, 177, 179, 181-182, 189, 225
ไบโอไซทิน (biocytin)	12
ไบโอทิน (biotin)	12, 78
ไบโอสเค어링 (bioscouring)	211, 237
	
พลังงานของการกระตุ้น (energy of activation; E_a)	25-26, 56, 190
พลังงานอิสระของการกระตุ้น (free energy of activation; G^\ddagger)	25-27
พลาทินัม (platinum)	185
พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide)	153, 159, 164-165, 221, 231
พอลิไซคลิกแอโรแมติกไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatic hydrocarbon)	190
พอลิเพปไทด์ (polypeptide)	55-56, 71-72, 80
พอลิฟรุคแทน (polyfructans)	64
พอลิเมอร์ (polymer)	119, 125, 159, 164, 166, 169, 191, 210, 231
พอลิเมอร์ไรซ์ (polymerize)	163, 168
พอลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization)	166-167, 214
พอลิยูรีเทน (polyurethane)	153, 166
พอลิแล็กติกแอซิด (polylactic acid)	186
พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol)	153, 166-167

พอลิสไตรีน (polystyrene)	153, 170
พอลิสไตรีนซัลโฟเนต (polystyrene sulfonate)	162
พอลิอะคริลาไมด์ (polyacrylamide)	136, 153, 184, 188
พอลิเอทิลีนไกลคอล (polyethyleneglycol)	125, 207, 236
พอลิเอทิลีนอิมีน (polyethyleneimine)	123, 162
พอลิเอมีน (polyamine)	162
พันธะ α -1,4 กาลแล็กทูโรนิก (α -1,4 galacturonic bond)	232
พันธะกลูโคซิดิก (glucosidic bond)	16, 222-224, 227, 229
พันธะโคเวเลนต์ (covalent bond)	5, 10, 19, 53-55, 145, 155-156, 158-163, 185, 188, 191, 236
พันธะเอสเทอร์ (ester bond)	16
พันธะเอไมด์ (amide bond)	161
พันธะไอออน (ionic bond)	5, 156
พาราไทออน (parathion)	54
พาราอะมิโนเบนโซอิกแอซิด (para-aminobenzoic acid)	49
พุลลูลัน (pullulan)	74-75
เพกทิน (pectin)	85, 202, 231-232
เพกทิลเมทิลเอสเทอร์ (pectyl methyl esters)	232
เพนนิซิลลิน (penicillin)	3-4, 53-54, 67, 86, 183, 185, 189, 235
เพปติโดไกลแคน (peptidoglycan)	53, 121
เพปโทน (peptone)	3
เพปไทด์ (peptide)	133, 217
เพลตเฟรมฟิลเตอร์ (plate-frame filter)	108-109
เพอร์คาร์บอเนต (percarbonate)	213
เพอร์โบเรต (perborate)	213
แพนโททีนิกแอซิด (pantothenic acid)	12
โพแทสเซียม (potassium)	89, 165
โพรพานอล (propanol)	124
โพรพิลีนไกลคอล (propyleneglycol)	143
ไพมาริซิน (pimaricin)	86
ไพริดอกซอลฟอสเฟต (pyridoxal phosphate)	12

ไพริดอกซิน (pyridoxine) 12
ไพรีน (pyrene) 190



ฟรักโทส (fructose) 35, 64-65, 81, 100, 189, 198, 201-228, 230
ฟล็อกคูเลชัน (flocculation) 119
ฟลาวินอะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์ (flavin adenine dinucleotide) 10, 12
ฟลูออเรสซีน (fluorescein) 25
ฟลูออแรนทีน (fluoranthene) 190
ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) 215
ฟอสเฟต (phosphate) 8, 35, 53, 66, 77, 89, 208, 237
ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphor buffer) 119, 162, 166
ฟิลเตอร์เค้ก (filter cake) 109-110
ฟีนิลคีโตนูเรีย (phenylketonuria) 186
ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine) 53, 185-186, 217
ฟีแนนทรีน (phenanthrene) 190
ฟูมาเรต (fumarate) 38, 48
แฟรกชัน (fraction) 128, 139
โฟเลต (folate) 12
ไฟติกแอซิด (phytic acid) 66, 216
ไฟเตต (phytate) 216, 202
ไฟโบรอิน (fibroin) 212



มอนอเมอร์ (monomer) 166, 168
มอนอกลิเซอไรด์ (monoglyceride) 219
มอลทูลอส (maltulose) 224
มอลโทไตรออส (moltotriose) 227-228
มาลาไทออน (malathion) 54
มาเลต (malate) 38, 77

มาโลนิกแอซิด (malonic acid)	75
มิวแทนต์ (mutant)	74, 78, 81
มูโคเพปไทด์ (mucopeptide)	122
เมทัลโลเอนไซม์ (metalloenzyme)	9
เมทานอล (methanol)	124, 232
เมทิลเทอเทียรีบิวทิลอีเทอร์ (methyl <i>tert</i> -butyl ether)	214
เมทิลอัมเบลลิเฟอโรน (methylumbelliferone)	25
เมแทบอลิซึม (metabolism)	59, 69-71, 83, 90, 92-93, 147, 198, 236
เมทิซิลลิน (methicillin)	74
เมไทโอนีน (methionine)	78, 217
เมอแคปไทด์ (mercaptides)	51
แมนโนส (mannose)	35, 81, 208
โมลาส (molass)	89
ไมเซลล์ (micelles)	122

ย

ยีสต์ไฮโดรไลเสต (yeast hydrolysate)	89
-------------------------------------	----

ร

รีดิวซ์ (reduce)	56, 167, 171, 213, 222
เรซินแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange resin)	125, 133, 135, 153, 157, 187, 225
แรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waal' force)	5, 125, 138, 156
แรงไฮโดรโฟบิก (hydrophobic forces)	5
โรตารีแวกคิวัมฟิลเตอร์ (rotary vacuum filter)	109-110
โรเตอร์แบบฟิกซ์แองเกิล (fixed-angle rotors)	112, 114
โรเตอร์แบบเวอลติคัลทิวบ์ (vertical tube rotors)	112-114
โรเตอร์แบบสวิงเอาต์ (swing-out rotor)	112-114
ไรโบฟลาวิน (riboflavin)	12

๘

ลิแกนด์ (ligand)	136-137
ลิกวิฟาย (liquefy)	224-225, 228-229
ลิกวิฟแฟกชัน (liquefaction)	63, 65, 201, 221, 225
ลิเนียร์แอลคีนเบนซีนซัลโฟเนต (linear Alkene Benzene Sulfonate)	204
ลิแวน (levans)	64
เล็คทิน (lectin)	158
แล็กเทต (lactate)	13
แล็กโทส (lactose)	36, 64, 70, 74, 79, 183, 201, 228, 230-231

๙

วิภูภาคเบา (light phase)	117
วิภูภาคหนัก (heavy phase)	117
วาล์ว (valve)	108, 120
วิถีเพนโทสฟอสเฟต (pentose phosphate pathway)	53
เวย์ (whey)	64, 183, 230-231
เวิร์ต (wort)	63, 233

๑๐

สเคอริง (scouring)	202, 210, 212
สตาร์ชลิกวิฟแฟกชัน (starch liquefaction)	63, 201
สตาร์ชไฮโดรไลเสต (starch hydrolysate)	89
สเตรปโตมัยซิน (streptomycin)	86
สเปเซอร์อาร์ม (spacer arm)	136-137
สภาวะเปลี่ยน (transition state)	5, 7, 25-26, 56
สารคีเลต (chelating agent)	122
สารดูดซับ (adsorbent)	138, 157
สารตั้งตอ (precursor)	10, 12, 53



หน่วยกรองอัลตรา (ultrafiltration unit)	176
หมู่กรด (acidic group)	125
หมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group; COOH)	159
หมู่คาร์บอนเดี่ยว (one-carbon groups)	12
หมู่ซัลไฟด์ริล (sulfhydryl group; SH)	53, 56, 159
หมู่ไทโอล (thiol group)	159
หมู่เบส (basic group)	125
หมู่ฟังก์ชัน (functional group)	5, 15-16, 21, 133, 153-155, 159-162
หมู่ฟีนอลิก (phenolic group)	159
หมู่อะซิล (acyl group)	12
หมู่อะมิโน (amino group; NH ₂)	12, 159-160
หมู่อินโดล (indole group)	159
หมู่แอลคิล (alkyl group)	12
หมู่อิมิดาโซล (imidazole group)	159
หมู่เฮกเซน (hexane group)	136
หมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group; OH)	53-54, 159



ออกกอล (oxgall)	86
ออกซิไดส์ (oxidize)	14, 18, 51, 56, 86, 207-208, 211, 213, 233, 234
อัลโลส (allose)	35
ออสโมติกช็อก (osmotic shock)	121
อะการ์ (agar)	164
อะกาโรส (agarose)	129, 136, 153, 159, 164
อะซิล-D-อะมิโนแอซิด (acyl-D-amino acid)	188
อะแดปเตอร์ (adaptor)	114
อะมิกดาลิน (amygdalin)	185
อะมิโนเพนิซิลลินิกแอซิด (aminopenicillanic acid)	176, 189
อะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate)	190

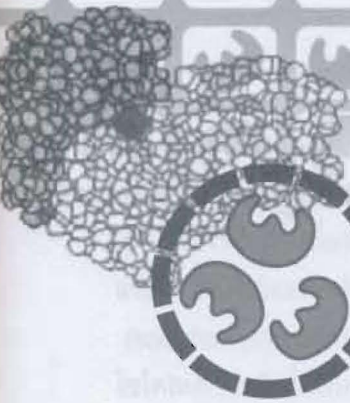
อัตราเร็วเริ่มต้น (initial velocity, V_0)	28-29, 34, 41, 43, 45
อัตราเร็วสูงสุด (maximum velocity, V_{max})	30, 34-35, 42
อัลจิเนต (alginate)	164-167, 191
อัลตราฟิลเตรชัน (ultrafiltration)	126
อัลตราฟิลเตรชันเมมเบรน (ultrafiltration membrane)	127
อัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet)	167, 205
อาร์บิทารี่ยูนิต (Arbitrary Units, AU)	23
อาหารเลี้ยงเชื้อเชิงซ้อน (complex media)	89
อาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์ (synthetic media)	89
อินเตอ์เอสเทอร์ิฟิเคชัน (interesterification)	215
อินทราเซลล์ลูลาเอนไซม์ (intracellular enzyme)	69, 99, 105-107, 119-120, 123,
อิมโมบิไลเซชัน (immobilization)	147
อิมัลชัน (emulsion)	169, 201-202, 219-220, 229
อิมัลซิฟาย (emulsify)	168
อิเล็กโทรด (electrode)	25, 152, 184-185
อิเล็กโทรโฟเรซิส (electrophoresis)	13, 140
เอกซ์ทราเซลล์ลูลาเอนไซม์ (extracellular enzyme)	61, 69, 82, 99, 105-106, 119
เอทานอล (ethanol)	66, 124, 185, 214-215
เอทานอลาไมด์ (ethanolamide)	125
เอทิลีนไดอะมีนไทรอะซีติกแอซิด (ethylene diamine triacetic acid)	122
เอไทโอนีน (ethionine)	78
เอนไซม์ตรึงรูป (immobilized enzyme)	147-148, 150-153, 156, 158, 164-166, 170-174, 180, 182, 185-186, 188-191
เอ็น-เมทิลแอซีทาไมด์ (N-methylacetamide)	75
เอนแนนทิโอเพียวคาร์บอกซิลิกแอซิด (enantiopure carboxylic acid)	203
เอนแนนทิโอเพียวแอลกอฮอล์ (enantiopure alcohol)	203
เอมิเดชัน (amidation)	161
แอกทิโนไมซีทีส (actinomycetes)	84
แอซีติกแอซิด (acetic acid)	125

แอสีทาไมด์ (acetamide)	75
แอสีทิลกลูโคซามีน (acetylglucosamine)	36
แอสีทิลโคลีน (acetylcholine)	38, 54-55
แอสีทิลไดเอทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (acetyldiethyl ammonium bromide)	122
แอสีทิล-แอล-ทริปโทเฟนอะไมด์ (acetyl-L-tryptophan amide)	35
แอสีเตต (acetate)	167
แอสีเตตบัฟเฟอร์ (acetate buffer)	126
แอสีโตน (acetone)	124
แอนติบอดี (antibody)	113, 158, 236
แอนติออกซิแดนต์ (antioxidant)	53, 64, 206
แอนทราซีน (anthracene)	190
แอนะล็อก (analog)	70, 74-75, 78, 136
แอปโปโปรตีน (apoprotein)	10
แอมิโลเพกทิน (amylopectin)	219, 221-223, 237
แอมิโลส (amylose)	221-223, 229, 237
แอริลเลชัน (arylation)	161
แอลกอฮอล์ (alcohol)	2, 14-15, 24, 166, 195, 198-200, 214
แอล-กลูโรนิกแอซิด (L-guluronic acid)	165
แอลคาไลเพอร์ออกไซด์ (alkaline peroxide)	210
แอลคิลเบนซีนซัลโฟเนตหรือเอบีเอส (alkyl benzene sulfonate)	204
แอลคิลอะมิโนซิลเลน (alkylaminosilane)	185
แอลคิลเอมีนกลาส (alkyl amine glass)	162
แอลคิเลชัน (alkylation)	161
แอลดีไฮด์ (aldehyde)	12, 14-15, 17, 162
แอลบูมิน (albumin)	153
แอสปาร์แทม (aspartame)	183, 228
ไอโซโพรพิล-บีตา-ไทโอไกลแลคโตไซด์ (isopropyl-beta-thiogalactoside)	74
ไอโซมอลโทส (isomaltose)	75, 224
ไอโซเมอร์ (isomer)	18
ไอโซเมอไรเซชัน (isomerization)	189

ไอโซเอนไซม์ (isoenzyme) 1, 13
ไอโอโดแอซีทิลเซลลูโลส (iodoacetylcellulose) 188



ฮอโลเอนไซม์ (holoenzyme) 10, 56
ฮีสทิดีน (histidine) 18, 70, 78
โฮโมอาร์จินีน (homoarginine) 53
ไฮคอนเวอร์ชันไซรัป (high-conversion syrup) 227
ไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxylapatite) 138
ไฮดรอกไซด์ (hydroxide) 133
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) 26, 36, 184, 207, 209, 212-213, 216, 233-234
ไฮโดรไลซ์ (hydrolyze) 16, 122, 186, 196, 199, 209, 212, 217, 219, 221-222, 224, 228, 230
ไฮโดรไลซิส (hydrolysis) 19, 21
ไฮโดรไลเสต (hydrolysate) 3, 77, 89
ไฮไดรด์ไอออน (hydride ion, $:H^-$) 12
ไฮโปคลอไรต์ (hypochlorite) 209
ไฮฟรักโทสคอร์นไซรัป (high-fructose corn syrup) 228
ไฮฟรักโทสไซรัป (high-fructose syrup) 182, 189, 224, 227
ไฮมอลโทสไซรัป (high-maltose syrup) 227-228



ดัชนีเอนไซม์ (Enzyme Index)



กลูคาเนส (glucanase)	60
กลูโคส-6-ฟอสฟาเทส (glucose 6-phosphatase)	11
กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนส (glucose-6-phosphate dehydrogenase; G6PD)	53
กลูโคสออกซิเดส (glucose oxidase)	14-15, 64, 67, 184, 186, 233-234, 237
กลูโคสไอโซเมอเรส (glucose isomerase)	21, 64, 87, 182, 189
กลูโคแอมิเลส (glucoamylase)	75, 95, 167-168, 182, 222-225, 227-228, 233
กลูตาไทโอนซินเทส (glutathione synthase)	19-20
กลูตาไทโอนเพอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase)	11
กลูตามิเนส (glutaminase)	235
กลูตามาตดีไฮโดรจีเนส (glutamate dehydrogenase)	77
แกมมา-แอมิเลส (γ -amylase)	224
ไกลโคเจนฟอสโฟริเลส (glycogen phosphorylase)	12
ไกลโคซิเดส (glycosidases)	16
ไกลโคเปปไทด์ทรานสเปปทิเดส (glycopeptidase transpeptidase)	53-54

ก

ครีเอทีนอะมิโดไฮโดรเลส (creatinine amidohydrolase)	67
ครีเอทีนเนส (creatininase)	67
คอเลสเตรอรอลออกซิเดส (cholesterol oxidase)	122
คอเลสเตรอรอลเอสเทอเรส (cholesterol esterase)	3-4, 67
คอลลาจีเนส (collagenase)	235
คาร์บอกซิลิกเอสเทอร์ไฮโดรเลส (carboxylic ester hydrolase)	16
คาร์บอกซีเพปทิเดส (carboxypeptidase)	11
คาร์บอนิกแอนไฮเดรส (carbonic anhydrase)	5, 11, 36-38
คาร์บามิลฟอสโฟไคเนส (carbaryl phophokinase)	162
คีโทสเตียรอยด์ไอโซเมอเรส (ketosteroid isomerase)	37
แคทาเลส (catalase)	11, 26, 36-38, 65, 76, 162, 170, 197, 202, 211, 213, 216, 233-234, 237
โครโทเนส (crotonase)	38
ไคโมซิน (chymosin)	3, 16-7, 217
ไคโมทริปซิน (chymotrypsin)	2, 13, 35, 37

ข

ซัคซิเนตดีไฮโดรจีเนส (succinate dehydrogenase; SDH)	12, 48
ซับทิลิซิน (subtilisin)	214
ซิงก์โปรทีเอส (zinc protease)	183
ซิงก์เมทัลโลโปรทีเอส (zinc metalloprotease)	62
ซินทีเทส (synthetases)	19
ซิส-ทรานส์-ไอโซเมอเรส (cis-trans-isomerase)	18
ซิสทาไทโอนีนซินทีเทส (cystathionine synthetase)	78
ซิสเทอีนโปรทีเอส (cysteine protease)	68, 208, 235
ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (superoxide dismutase)	11

ซูเครส (sucrase)	230
เซลลูเลส (cellulase)	13, 60, 65, 74-75, 80-81, 95, 167, 199-200, 202-203, 207-209, 211-212, 216, 233
เซอรินโพรทีเอส (serine protease)	208
แซ็กคาไรฟายอิงแอลฟาแอมิเลส (saccharifying alpha-amylase)	223
ไซโคลเดกซ์ทรินไกลโคซิลทรานสเฟอเรส (cyclodextrin glycosyltransferase)	201, 229
ไซโทโครมออกซิเดส (cytochrome oxidase)	9, 11
ไซลานเนส (xylanase)	65, 95, 201-203, 209-210, 216, 219-220
ไซโลสไอโซเมอเรส (xylose isomerase)	18-19



ดี-กลูโคสไอโซเมอเรส (D-glucose isomerase)	168
ดีคาร์บอกซิเลส (decarboxylases)	17, 25
ดีบรานซ์ซิงเอนไซม์ (debranching enzyme)	223, 227
ดีออกซีไรโบนิวคลีเอส (deoxyribonuclease)	23, 123
ดีเอ็นเอพอลิเมอร์เอส (DNA polymerase)	37, 62, 68
ดีเอ็นเอไลเกส (DNA ligases)	68
ดีไฮเดรเตส (dehydratases)	17
ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenases)	14
ไดไฮโดรเทอโรอิดซินทีเทส (dihydropteroate synthetase; DHPS)	49
ไดไฮโดรไพริมิดิเนส (dihydropyrimidinase)	183



ทรานสกลูตามิเนส (transglutaminase)	201-202, 214, 220
ทรานสเฟอเรส (transferase)	13, 15-16, 21, 231
ทริปซิน (trypsin)	2-3, 13, 21, 44, 60, 235
ทริปโทเฟนซินทีเทส (tryptophan synthetase)	37, 168
ทรีโอนีนดีอะมิเนส (threonine deaminase)	36
เทอร์มอลิซิน (thermolysin)	183, 208

ไตรอะซิลกลีเซอรอลลิเพส (triacylglycerol lipase)	170
ไทโรซิเนส (tyrosinase)	190
ไทมิดิเลตซินเทส (thymidylate synthase)	12
ไทโอซัลเฟตซัลเฟอร์ทรานสเฟอเรส (thiosulphate sulphur transferase)	67, 235
ไทโอเอสเทอร์ไฮโดรเลส (thiolester hydrolase)	16



นารินจีน (naringinase)	183
นิวคลีเอส (nuclease)	77
นิวทรัลโปรทีเอส (neutral protease)	62, 208, 212, 233
ไนเตรตรีดักเทส (nitrate reductase)	11
ไนไตรเลส (nitrilase)	203



บีตา-กลูคาเนส (β -glucanase)	65, 202, 216, 233
บีตา-กาแล็กโทซิเดส (β -galactoidase)	36, 64, 70, 74, 95, 168, 170, 183
บีตา-ดี-ฟรักโทฟูรานอซิเดส (β -D-fructofuranosidase)	157
บีตา-แล็กแทมเมส (β -lactamase)	37-38, 67, 235
บีตา-แอมมีเลส (β -amylase)	3, 60, 63, 87, 223, 227
โบรมีเลน (bromelain)	3, 60
โบวินเพนคลีเอติกไรโบนิวคลีเอส (bovine pancreatic ribonuclease)	123



ปาเปน (papain)	3, 60, 208, 221, 233
โปรตีนไดซัลไฟด์ไอโซเมอเรส (protein disulfide isomerase)	214



พอลิกลาแล็กตูโรเนส (polygalacturonase)	65, 232
พุลลูลาเนส (pullulanase)	65, 74-75, 122, 201, 222-223, 227-228
เพกทินเมทิลเอสเทอร์เอส (pectin methyl esterase)	201
เพกทินไลเอส (pectin lyase)	232
เพกทินเอสเทอร์เอส (pectin esterase)	75, 232
เพกทีเนส (pectinase)	4, 65, 95, 201-202, 198, 209-211
เพกเทตไลเอส (pectate lyase)	202, 211
เพนนิซิลลินบีตา-แล็กแทมเอส (penicillin beta-lactamase)	74
เพนนิซิลลินอะซิลเอส (penicillin acylase)	3-4, 183
เพนนิซิลลินแอมิเดส (penicillin amidase)	168, 176, 183, 189
เพนนิซิลลินเอส (penicillinase)	36-37
เพปซิน (pepsin)	2-3, 44, 217, 221
เพอร์ออกซิเดส (peroxidase)	3, 11, 14, 203, 211
โปรทีเนส (proteinase)	60
โปรทีเอส (proteases)	4, 16, 61-62, 77, 81, 91, 95, 198-203, 207-208, 211-214, 216-217, 219-221, 223
โพรพิโอนิลโคเอคาร์บอกซิเลส (propionyl CoA carboxylase)	11
ไพรูเวตคาร์บอกซิเลส (pyruvate carboxylase)	12, 21, 36
ไพรูเวตไคเนส (pyruvate kinase)	9, 11, 51
ไพรูเวตดีคาร์บอกซิเลส (pyruvate decarboxylase)	21
ไพรูเวตดีไฮโดรจีเนส (pyruvate dehydrogenase)	12



ฟอร์มิลทรานสเฟอเรส (formyltransferase)	15
ฟอสโฟลิเพส (phospholipase)	202-203, 215, 219
ฟอสฟาเทส (phosphatase)	24, 77
ฟีนิลอะลานีนไฮดรอกซิเลส (phenylalanine hydroxylase; PAH)	186
ฟูมาเรตไฮเดรตเอส (fumarate hydratase)	168

ฟูมาเรส (fumarase) 37-38
ไฟเทส (phytase) 66, 202, 216



มอนออะมีนออกซิเดส (monoamine oxidase) 12
มาลีเอตซิส-ทรานส์ไอโซเมอเรส
(maleat *cis-trans* isomerase) 75
มิวเทส (mutase) 18
เมทัลโลโปรทีเอส (metalloprotease) 208
เมทิลทรานสเฟอเรส (methyltransferase) 15
เมทิลมาโลนิลโคเอมิวเทส
(methylmalonyl-CoA mutase) 12
แมงกานีสเพอร์ออกซิเดส
(manganese peroxidase) 190
แมนนาเนส (mannanase) 200, 208



ยูริเคส (uricase) 68, 186, 235
ยูรีเอส (urease) 2-4, 11, 66, 68, 74, 170, 186-187, 191
ยูเรตออกซิเดส (urate oxidase) 68, 235
ยูโรไคเนส (urokinase) 235



ราซีเมส (racemase) 18, 188
ราฟฟิเนส (raffinase) 183
เรนนิน (rennin) 3, 17, 95, 217
เรนเนท (rennet) 60, 217
เรสตริกชันเอนโดนิวคลีเอส
(restriction endonucleases) 62, 68
แรรีกเอโปรตีน; เอทีพีเอส (RecA protein; ATPase) 37

โรดาเนส (rhodanase)	67, 235
ไรโบไซม์ (ribozyme)	4
ไรโบนิวคลีเอส (ribonuclease)	235
ไรโบนิวคลีโอไทด์รีดักเทส (ribonucleotide reductase)	11

า

ลิกนินเนส (ligninase)	209
ลิเพส (lipases)	16, 19, 60, 63, 75, 183, 198, 200-201, 203, 207, 209, 211, 213-216, 219, 220
แล็กเคส (laccase)	202-203, 232-233
แล็กเตตดีไฮโดรจีเนส (lactate dehydrogenase; LDH)	10, 12-13, 37
แล็กเทส (lactase)	13, 64, 183, 197, 201, 230-231
ไลเกส (ligases)	13, 19-21
ไลโซไซม์ (lysozyme)	3, 5-6, 36-37, 60, 122, 235
ไลปอกซีจีเนส (lipoxygenase)	202, 220
ไลเอส (lyases)	13, 17-18, 21

า

สเตรปโตไคเนส (streptokinase)	68, 235
------------------------------	---------

อ

ออกซิเดส (oxidases)	14
ออกซิโดรีดักเทส (oxidoreductases)	13-15, 18, 21, 198
ออกซีจีเนส (oxygenases)	14
ออกโซ-8-อะมิโน-พีลาร์โกเนตอะมิโดทรานสเฟอเรส (oxo-8-amino-pelargonate amidotransferase)	78
อะซิลเลส (acylase)	203
อะดีนิลเลตไซคลเลส (adenylate cyclase)	80
อะมิโนเปปทิเดส (aminopeptidase)	63

อะมีโนอะซิเลส (aminoacylase)	159, 168, 182, 188
แอมมีเลส (amylase)	4, 13, 23-24, 60-61, 74-75, 100, 198-199, 207-208, 212, 222, 225
แอมมีเลสทาคาไดแอสเทส (amylase takadiastase)	198
แอมมีโลกลูโคซิเดส (amylglucosidase)	81, 87, 182, 198, 201, 203, 216, 224
แอลิแฟติกแอมิเดส (aliphatic amidase)	75
แอลฟา-แอมมีเลส (alpha-amylase)	60, 63, 66, 81, 91, 95, 100, 211, 220-222, 224-225, 228, 233
อาร์จินีน-ทีอาร์เอ็นเอซินทีเทส (arginine-tRNA synthetase)	36
อาร์จีเนส (arginase)	11
อาร์เอ็นเอพอลิเมอร์เอส (RNA polymerase)	68
อินเวอร์เทส (invertase)	65, 74, 81, 157, 166-167, 230
อินนูลิเนส (inulinase)	64
อินโนซีนมอนออสเฟตดีไฮโดรจีเนส (inosine monophosphate dehydrogenase)	78
เอพิเมอร์เอส (epimerase)	18
เอกโซแอมมีเลส (exoamylase)	223
เอกโซไฮโดรเลส (exohydrolase)	227
เอนโดแอมมีเลส (endoamylase)	222-223
เอนโดไฮโดรเลส (endohydrolase)	223-224, 227
เอสเทอเรส (esterases)	16, 24
แอซิดิกโปรทีเอส (acidic proteases)	212, 221
แอซิทิลโคลีนเอสเทอเรส (acetylcholineesterase)	37-38, 54-55
แอซิทิลโคเอคาร์บอกซีเลส (acetyl CoA carboxylase)	12
แอซิทิลแล็กเตตดีคาร์บอกซีเลส (acetolactate decarboxylase)	202
แอซิทโทไฮดรอกซีแอซิดซินเทส (acetohydroxy acid synthase)	78
แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (alcohol dehydrogenase)	11, 21, 66, 170
แอลกอฮอล์ออกซิเดส (alcohol oxidase)	66
แอลคาลีโปรทีเอส (alkaline proteases)	62, 208, 212, 214

แอลคาไลโปรทีเอสซับทิลิซิน (alkaline protease subtilisin)	62
แอลคาไลฟอสฟาเทส (alkaline phosphatase)	53
แอลโดเลส (aldolases)	17
แอสโคเบตออกซิเดส (ascorbate oxidase)	158
แอสพาร์ติกเอนโดเปปติเดส (aspartic endopeptidase)	17
แอสพาร์ติกโปรทีเอส (aspartic protease)	63
แอสพาร์เทตอะมิโนทรานสเฟอเรส (aspartate aminotransferase)	15-16
แอสพาราจีนเนส (asparaginase)	3-4, 66, 122, 186, 170, 235-236
ไอโซเมอเรส (isomerases)	13, 18-19, 21
ไอโซแอมมีเลส (isoamylase)	227



ฮอร์สแรดิช (horseradish)	3
ฮิสทีดินแอมโมเนียไลเอส (histidine ammonia-lyase)	17-18
เฮกโซไคเนส (hexokinase)	8-9, 11, 21, 35
เฮมิเซลลูเลส (hemicellulase)	65, 209-211, 219, 232
เฮสเพอริดีเนส (hesperidinase)	183
ไฮดรอกซีเมทิลทรานสเฟอเรส (hydroxymethyltransferase)	15
ไฮแดนทอยเนส (hydantoinase)	183
ไฮโดรเลส (hydrolases)	16-17, 21, 24
ไฮอะลูโรโนกลูโคซามิเนส (hyaluronoglucosaminidase)	235
ไฮอะลูโรนินเนส (hyaluronidase)	235

ขอ

ปราณี พัฒนพิพิธไพศาล

เอนไซม์เทคโนโลยี / ปราณี พัฒนพิพิธไพศาล
1. เอนไซม์

572.7

ISBN 978-974-03-3093-6

สพจ. 1706

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE

สำนักหอสมุดฯ มหาวิทยาลัยพระปริท



1110016113



ศูนย์ศูนย์บริการ ผู้สังคม
www.ChulaPress.com
Knowledge to All

เลขหมู่ 660.63
ป 445
2556
เลขทะเบียน 20043
วันที่ 20 พ.ย. 2556

114940

ลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2556

การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้น

ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้จัดทำหน้า

ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

สาขา

ศาลาพระเกี้ยว โทร. 0-2218-7000-3 โทรสาร 0-2255-4441

สยามสแควร์ โทร. 0-2218-9881-2 โทรสาร 0-2254-9495

ม.เรศวร จ.พิษณุโลก โทร. 0-5526-0162-4 โทรสาร 0-5526-0165

ม.เทคโนโลยีสุรนารี จ.นครราชสีมา โทร. 0-4421-6131-4 โทรสาร 0-4421-6135

ม.บูรพา จ.ชลบุรี โทร. 0-3839-4855-9 โทรสาร 0-3839-3239

โรงเรียนนายร้อย จปร. จ.นครนายก โทร. 0-3739-3023 โทรสาร 0-3739-3023

จัตุรัสจามจรี (CHAMCHURI SQUARE) ชั้น 4 โทร. 0-2160-5301-2 โทรสาร 0-2160-5304

รัตนานิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9 โทรสาร 0-2950-5405

Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ) โทร. 0-2255-4433 <http://www.chulabook.com>

เครือข่าย

ศูนย์หนังสือ ม.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย โทร. 0-5391-7020-4 โทรสาร 0-5391-7025

ศูนย์หนังสือ ม.วลัยลักษณ์ จ.นครศรีธรรมราช โทร. 0-7567-3648-51 โทรสาร 0-75673652

ร้านหนังสือบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) งามคำแหง 43/1 โทร. 0-2538-2573 โทรสาร 0-2539-7091

ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ โทร. 0-5377-6000

ศูนย์หนังสือ ม.อุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี โทร. 0-4535-3140, 0-4528-8400-3 ต่อ 1803

โทรสาร 0-4535-3145

ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี โทร. 0-7735-5466, 0-7791-333

โทรสาร 0-7735-5468

ศูนย์หนังสือเทคโนโลยีโออาร์พีซี จ.ระยอง โทร. 0-3889-9130-2 ต่อ 331 โทรสาร 0-3889-9130

ต่อ 301

ศูนย์หนังสือ ม.ราชภัฏเทพสตรี จ.ลพบุรี โทร. 0-3642-7485-93

ร้านค้า หนังสือเข้าชั้นเรียน ติดต่อแผนกขายส่ง สาขารัตนานิเบศร์ (แยกแคราย) โทร. 0-2950-5408-9

โทรสาร 0-2950-5405

กองบรรณาธิการ : รวิวรรณ จันทรมั่น

พิสูจน์อักษร : จุฬามาต ตั้งจิตพิชัย

ออกแบบปก : ชวินทร์ นามมุงคุณ

ออกแบบรูปเล่ม : รัตนา น้อยญาโณ

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร. 0-2218-3557, 0-2218-3563 [5608-018]

123

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี