

สารบัญ

	หน้า
ตอนที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเอนไซม์และเอนไซม์ในอุตสาหกรรม	1
บทที่ 1 เอนไซม์	3
1.1 นิยาม	4
1.2 ประวัติการค้นพบเอนไซม์	4
1.3 ความสำคัญของเอนไซม์ในการเป็นตัวเร่งทางชีวภาพ	5
1.3.1 เอนไซม์เพิ่มอัตราเร็วของปฏิกิริยาโดยการลดพลังงานกระตุ้น	5
1.3.2 เอนไซม์มีความจำเพาะสูงต่อซับสเตรต	8
1.3.3 เอนไซม์ถูกควบคุมได้	9
1.4 การจำแนกกลุ่มเอนไซม์และลักษณะเฉพาะกลุ่ม	10
1.4.1 การเรียกชื่อเอนไซม์	10
1.4.2 กลุ่มและลักษณะเฉพาะกลุ่มของเอนไซม์	11
1.5 โครงสร้างและบริเวณเร่งของเอนไซม์	15
1.5.1 โครงสร้าง 4 ระดับของเอนไซม์	15
1.5.2 ขนาดของเอนไซม์	18
1.5.3 บริเวณเร่งของเอนไซม์	18
1.5.4 บริเวณควบคุมของเอนไซม์	19
1.6 การเร่งปฏิกิริยาและจลนศาสตร์ของเอนไซม์	19
1.6.1 กลไกการเร่งปฏิกิริยา	20
1.6.2 จลนศาสตร์ของเอนไซม์	20
1.6.3 การวัดความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์	26
1.7 ความเสถียรของเอนไซม์	28
1.7.1 แรงขีดโครงสร้างที่ทำให้เอนไซม์เสถียร	28
1.7.2 วิธีทำให้เอนไซม์เสถียร	29

2.7.3	เอนไซม์ในการวิเคราะห์อาหาร	68
2.7.4	เอนไซม์ในการสังเคราะห์ทางเคมี	68
2.7.5	เอนไซม์ในพันธุวิศวกรรม	69
เอกสารอ้างอิง		69
บทที่ 3 การพัฒนาเอนไซม์		71
3.1	บทนำ	71
3.2	การค้นหาเอนไซม์ใหม่จากแหล่งธรรมชาติ	72
3.2.1	แหล่งในธรรมชาติของจุลินทรีย์	72
3.2.2	วิธีคัดกรองจุลินทรีย์และเอนไซม์	73
3.2.3	การหาข้อบ่งชี้ที่ไม่ใช่ข้อบ่งชี้ในธรรมชาติ	78
3.3	การพัฒนาเอนไซม์ให้มีสมบัติที่ดีขึ้น	78
3.3.1	การปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์	78
3.3.2	การปรับปรุงสถานะในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์	84
3.3.3	การปรับปรุงเอนไซม์	85
3.4	การตรึงเอนไซม์	89
3.4.1	นิยามและวัตถุประสงค์	89
3.4.2	เอนไซม์ตรึงและเซลล์ตรึง	90
3.4.3	การใช้เอนไซม์ตรึงและเซลล์ตรึงในอุตสาหกรรม	90
3.4.4	วิธีตรึง	91
3.5	เอนไซม์ประดิษฐ์	98
3.5.1	แอนติบอดีที่เร่งปฏิกิริยาได้	98
3.5.2	ไรโบไซม์	99
3.5.3	โปรตีนที่คล้ายเอนไซม์	100
3.5.4	แบบจำลองเอนไซม์	100
3.5.5	ตัวเร่งเคมีไครัล	101
เอกสารอ้างอิง		103

ตอนที่ 2 เอนไซม์ตัดแปรคาร์โบไฮเดรตที่ใช้มากในอุตสาหกรรม 107

บทที่ 4 แอลฟา-แอมิเลส 111

- 4.1 ลักษณะและสมบัติเฉพาะ 115
 - 4.1.1 การเร่งปฏิกิริยา 115
 - 4.1.2 ประวัติการค้นพบเอนไซม์ 115
 - 4.1.3 การแบ่งกลุ่ม 115
 - 4.1.4 แหล่งและสมบัติเฉพาะของเอนไซม์ 116
 - 4.1.5 กลไกการเร่งปฏิกิริยา 120
 - 4.1.6 ตัวอย่าง 121
 - 4.1.7 การวัดเอกทิวติ 123
- 4.2 โครงสร้างของเอนไซม์และยีน 127
 - 4.2.1 ยีนแอลฟา-แอมิเลส 127
 - 4.2.2 โครงสร้างสามมิติและบริเวณเร่งของเอนไซม์ 128
 - 4.2.3 บริเวณนุรักษ์ 131
 - 4.2.4 ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ 131
- 4.3 การประยุกต์ในอุตสาหกรรม 133
 - 4.3.1 การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร 134
 - 4.3.2 การประยุกต์ในอุตสาหกรรมประเภทอื่น 138

เอกสารอ้างอิง 141

บทที่ 5 บีตา-แอมิเลสและกลูโคแอมิเลส 145

เอนไซม์บีตา-แอมิเลส 145

- 5.1 ลักษณะและสมบัติเฉพาะ 145
 - 5.1.1 การเร่งปฏิกิริยา 145
 - 5.1.2 ประวัติการค้นพบเอนไซม์ 146
 - 5.1.3 การแบ่งกลุ่ม 146
 - 5.1.4 แหล่งและสมบัติของเอนไซม์ 146

5.1.5	กลไกการเร่งปฏิกิริยา	148
5.1.6	ตัวยับยั้ง	149
5.1.7	การวัดแอกทिवิตี	149
5.2	โครงสร้างของเอนไซม์และยีน	150
5.2.1	ยีนบีตา-แอมิเลส	150
5.2.2	โครงสร้างสามมิติและบริเวณเร่งของเอนไซม์	151
5.2.3	บริเวณอนุรักษ์	153
5.3	การประยุกต์ในอุตสาหกรรม	155
5.3.1	อุตสาหกรรมแป้ง	155
5.3.2	อุตสาหกรรมเบียร์	156
เอนไซม์กลูโคแอมิเลส		157
5.4	ลักษณะและสมบัติเฉพาะ	157
5.4.1	การเร่งปฏิกิริยา	157
5.4.2	ประวัติการค้นพบเอนไซม์	158
5.4.3	การแบ่งกลุ่ม	158
5.4.4	แหล่งและสมบัติของเอนไซม์	158
5.4.5	กลไกการเร่งปฏิกิริยา	160
5.4.6	ตัวยับยั้ง	160
5.4.7	การวัดแอกทिवิตี	160
5.5	โครงสร้างของเอนไซม์และยีน	160
5.5.1	ยีนกลูโคแอมิเลส	160
5.5.2	โครงสร้างสามมิติและบริเวณเร่งของเอนไซม์	162
5.5.3	บริเวณอนุรักษ์	163
5.6	การประยุกต์ในอุตสาหกรรม	165
5.6.1	อุตสาหกรรมแป้ง	165
5.6.2	อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม	165
5.6.3	อุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์	165

เอกสารอ้างอิง	ไข่มุกแห่งวงการใบไม้เศรษฐกิจที่เข้ามาในวิถีชีวิตของคนไทย	2.1.2	166
บทที่ 6	เขตอุตสาหกรรมและเอมิเขตอุตสาหกรรม	ข้อบังคับ	169
เอมิเขตอุตสาหกรรม		มติที่ประชุมครั้งที่ ๖	172
6.1	ลักษณะและสมบัติเฉพาะ	หนังสือพิมพ์รายวัน	172
6.1.1	การเร่งปฏิบัติการ	หนังสือพิมพ์รายวัน	172
6.1.2	ประวัติการค้นพบเอมิ	หนังสือพิมพ์รายวัน	173
6.1.3	การแบ่งกลุ่ม	หนังสือพิมพ์รายวัน	173
6.1.4	แหล่งและสมบัติของเอมิ	หนังสือพิมพ์รายวัน	173
6.1.5	กลไกการเร่งปฏิบัติการ	หนังสือพิมพ์รายวัน	177
6.1.6	ตัวชี้วัด	หนังสือพิมพ์รายวัน	177
6.1.7	การวัดแยกวิธี	หนังสือพิมพ์รายวัน	177
6.2	โครงสร้างของเอมิและยีน	หนังสือพิมพ์รายวัน	180
6.2.1	ยีนเขตอุตสาหกรรม	หนังสือพิมพ์รายวัน	180
6.2.2	โครงสร้างสามมิติและบริเวณเร่งของเอมิ	หนังสือพิมพ์รายวัน	183
6.2.3	บริเวณอนุรักษ์	หนังสือพิมพ์รายวัน	185
เอมิเขตอุตสาหกรรม		หนังสือพิมพ์รายวัน	187
6.3	ลักษณะและสมบัติเฉพาะของไซเลนเนส	หนังสือพิมพ์รายวัน	187
6.3.1	เอมิไซเลนเนส	หนังสือพิมพ์รายวัน	188
6.3.2	เอมิไซเลนเนส	หนังสือพิมพ์รายวัน	190
6.4	ลักษณะและสมบัติเฉพาะของบีตา-กลูแคนเนส	หนังสือพิมพ์รายวัน	191
6.5	ลักษณะและสมบัติเฉพาะของแมนแนนเนส	หนังสือพิมพ์รายวัน	192
6.6	การประยุกต์ใช้เอมิย่อยผนังเซลล์พืชในอุตสาหกรรม	หนังสือพิมพ์รายวัน	194
6.6.1	การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร	หนังสือพิมพ์รายวัน	195
6.6.2	การประยุกต์ในอุตสาหกรรมประเภทอื่น	หนังสือพิมพ์รายวัน	197
เอกสารอ้างอิง			202
			146
			146

บทที่ 7 เพกทีเนส 205

7.1	ลักษณะและสมบัติเฉพาะ	207
7.1.1	การเร่งปฏิกิริยา	207
7.1.2	ประวัติการค้นพบเอนไซม์	209
7.1.3	การแบ่งกลุ่ม	210
7.1.4	แหล่งและสมบัติของเอนไซม์	210
7.1.5	กลไกการเร่งปฏิกิริยา	213
7.1.6	ตัวยับยั้ง	215
7.1.7	การวัดแอกทิวิตี	215
7.2	โครงสร้างของเอนไซม์และยีน	217
7.2.1	ยีนเพกทีเนส	217
7.2.2	โครงสร้างสามมิติและบริเวณเร่งของเอนไซม์	219
7.2.3	บริเวณอนุรักษ์	221
7.3	การประยุกต์ในอุตสาหกรรม	221
7.3.1	อุตสาหกรรมน้ำผลไม้และไวน์	221

เอกสารอ้างอิง 222

บทที่ 8 แล็กเทส 225

8.1	ลักษณะและสมบัติเฉพาะ	226
8.1.1	การเร่งปฏิกิริยา	226
8.1.2	ประวัติการค้นพบเอนไซม์	227
8.1.3	การแบ่งกลุ่ม	227
8.1.4	แหล่งและสมบัติของเอนไซม์	227
8.1.5	กลไกการเร่งปฏิกิริยา	228
8.1.6	ตัวยับยั้ง	228
8.1.7	การวัดแอกทิวิตี	229
8.2	โครงสร้างของเอนไซม์และยีน	230

8.2.1	ยีนเล็กเทส	230
8.2.2	โครงสร้างสามมิติและบริเวณเร่ง	231
8.2.3	บริเวณอนุรักษ์	231
8.3	การประยุกต์ในอุตสาหกรรม	233
8.3.1	การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม	233
8.4	การประยุกต์ในด้านที่ไม่ใช่อุตสาหกรรม	235
8.4.1	เอนไซม์ในการรักษาโรค	235
8.4.2	เอนไซม์ในการตรวจวินิจฉัยโรค	236
8.4.3	เอนไซม์ในการวิเคราะห์อาหาร	236
8.4.4	เอนไซม์ในงานวิจัยด้านชีววิทยาโมเลกุล	236
เอกสารอ้างอิง		238
บทที่ 9 กลูโคสไอโซเมอเรส		239
9.1	ลักษณะและสมบัติเฉพาะ	239
9.1.1	การเร่งปฏิกิริยา	239
9.1.2	ประวัติการค้นพบและการพัฒนาเอนไซม์	240
9.1.3	การแบ่งกลุ่ม	241
9.1.4	แหล่งและสมบัติของเอนไซม์	241
9.1.5	กลไกการเร่งปฏิกิริยา	242
9.1.6	ตัวยับยั้ง	244
9.1.7	การวัดแอกทิวิตี	244
9.2	โครงสร้างของเอนไซม์และยีน	246
9.2.1	ยีนกลูโคสไอโซเมอเรส	246
9.2.2	โครงสร้างสามมิติและบริเวณเร่ง	247
9.2.3	บริเวณอนุรักษ์	249
9.3	การประยุกต์ในอุตสาหกรรม	250
9.3.1	การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร	252
เอกสารอ้างอิง		254

บทที่ 10	ไซโคลเดกซ์ทรินไกลโคซิลเทรนส์เฟอร์ส	257
	ไซโคลเดกซ์ทริน	257
	โครงสร้าง สมบัติ และรูปแบบธรรมชาติ	257
	อนุพันธ์ของไซโคลเดกซ์ทริน	261
	สมบัติด้านความเป็นพิษของ CD	265
	เอนไซม์ CGTase	265
10.1	ลักษณะและสมบัติเฉพาะ	265
10.1.1	การเร่งปฏิกิริยา	265
10.1.2	ประวัติการค้นพบและการพัฒนาเอนไซม์และผลิตภัณฑ์	267
10.1.3	การแบ่งกลุ่ม	269
10.1.4	แหล่งและสมบัติของเอนไซม์	270
10.1.5	กลไกการเร่งปฏิกิริยา	274
10.1.6	ตัวยับยั้ง	276
10.1.7	การวัดแอกทิวิตี	276
10.2	โครงสร้างของเอนไซม์และยีน	278
10.2.1	ยีน CGTase	278
10.2.2	โครงสร้างสามมิติและบริเวณเร่ง	281
10.2.3	บริเวณอนุรักษ์	286
10.3	การประยุกต์ในอุตสาหกรรม	289
10.3.1	การผลิตไซโคลเดกซ์ทรินในระดับอุตสาหกรรม	289
10.3.2	การประยุกต์ใช้ไซโคลเดกซ์ทรินในอุตสาหกรรม	294
10.3.3	การประยุกต์ใช้ไซโคลเดกซ์ทรินในด้านอื่น	299
10.3.4	การประยุกต์ใช้ CGTase ในการผลิตอลิโกแซ็กคาไรด์และกลูโคไซด์	303
	เอกสารอ้างอิง	308

ตอนที่ 3 การควบคุมและข้อมูลเชิงเศรษฐกิจของเอ็นไซม์ ในอุตสาหกรรม 315

บทที่ 11 ความปลอดภัยและกฎหมายควบคุมเอ็นไซม์ในอุตสาหกรรม 317

11.1 ความปลอดภัยในการใช้เอ็นไซม์	318
11.1.1 ผลกระทบต่อสุขภาพ	318
11.1.2 การควบคุมในการผลิต	319
11.1.3 การตรวจวัดการกระจายในอากาศ	319
11.1.4 การตรวจดูแลสุขภาพอนามัย	320
11.2 บทบัญญัติและกฎหมายในการควบคุมการผลิต/ผลิตภัณฑ์	320
11.3 บทบัญญัติและกฎหมายในการควบคุมเอ็นไซม์	321
11.3.1 เอ็นไซม์สำหรับใช้ในอาหาร	322
11.3.2 เอ็นไซม์สำหรับใช้ในอาหารสัตว์	334
11.3.3 เอ็นไซม์สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอื่น	336

เอกสารอ้างอิง 339

บทที่ 12 เอ็นไซม์ในอุตสาหกรรมเชิงเศรษฐกิจและการตลาด 341

12.1 คุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคม	341
12.1.1 การลดต้นทุนการผลิต	342
12.1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์	343
12.1.3 การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	344
12.2 ตลาดสำหรับเอ็นไซม์	344
12.3 ต้นทุนของเอ็นไซม์ในอุตสาหกรรม	344
12.4 มูลค่าและส่วนแบ่งการตลาดของเอ็นไซม์ในอุตสาหกรรม	348
12.4.1 มูลค่าการตลาด	348
12.4.2 ส่วนแบ่งการตลาดตามบริษัทผู้ผลิต	354

เอกสารอ้างอิง 355

บทสรุป : การประยุกต์ใหม่และอนาคตของเอ็นไซม์ในอุตสาหกรรม	357
ตารางสรุปเอ็นไซม์ในอุตสาหกรรมแยกตามประเภทอุตสาหกรรม	357
การประยุกต์ใหม่ของเอ็นไซม์ในอุตสาหกรรม	360
เอ็นไซม์ในอุตสาหกรรมกลุ่มอาหาร	360
เอ็นไซม์ในอุตสาหกรรมกลุ่มอาหารสัตว์	361
เอ็นไซม์ในอุตสาหกรรมกลุ่มเทคนิคัล	362
อนาคตของเอ็นไซม์ในอุตสาหกรรม	366
แนวทางการพัฒนาการใช้เอ็นไซม์ในอุตสาหกรรมในอนาคต	367
เอกสารอ้างอิง	368
ภาคผนวก	369
ดัชนี	381

ตอนที่ 1

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเอ็นไซม์และเอ็นไซม์ในอุตสาหกรรม

๑ เอ็นไซม์ (บทที่ 1)

๑ เอ็นไซม์ในอุตสาหกรรม (บทที่ 2)

๑ การพัฒนาเอ็นไซม์ (บทที่ 3)

ดรรชนี

อักษร e และ f ท้ายตัวเลขหน้า หมายถึง คำที่ปรากฏในตารางและรูปภาพในหน้านั้น

- กฎหมายควบคุมอาหาร 329
- กฎหมายตำรา 330
- กรดกลูคูโรนิก 188
- กรดกาแล็กทูโรนิก 205
- กระบวนการคราฟต์ 199
- กระบวนการโคจิ 38, 117
- กระบวนการหมัก/การหมัก 36, 135 - 138, 141, 156, 317, 343
- กลุ่ม GRAS 44, 72, 228
- กลูแคน 303
- กลูเทน 105, 166, 325
- กลูโคซิลเซอราไมด์ 67, 82t
- กลูโคไซด์ 257, 267, 289, 303, 304t, 307
- กลูโคโนแล็กโทน 160f, 82t
- กลูโคแมนแนน 187, 193 - 194
- กลูโคแอมิเลส 38, 56t, 63t, 111 - 113, 133, 135, 137f, 138, 157 - 165, 250, 252, 262, 272, 281, 325, 346, 364, 369
- การวัดแอกทิวิตี 160
 - การแบ่งกลุ่ม 158
 - การประยุกต์ 165
 - การเร่งปฏิกิริยา 157, 160
 - โครงสร้างและยีน 160-164
 - ตัวยับยั้ง 160
 - ประวัติ 158
 - แหล่งและสมบัติ 158-159
- กลูโคส 38, 57t, 83, 86, 89, 109, 110, 135, 225, 236, 239, 266, 277, 342, 365
- กลูโคสไซรัป 141, 155, 165, 234, 253t
- กลูโคสออกซิเดส 47, (53, 60, 63)t, 67, 78, 88, 160, 179, 229, 245, 277, 343, 362, 369
- กลูโคสไอโซเมอเรส 38, 51t, 59t, 86, 89 - 93, 95, 109, 135, 196, 239-253, 326, 346, 364
- การวัดแอกทิวิตี 244 - 345
 - การแบ่งกลุ่ม 241
 - การประยุกต์ 250 - 253
 - การเร่งปฏิกิริยา 239, 242
 - โครงสร้างและยีน 246 - 249
 - ตัวยับยั้ง 244
 - ประวัติ 240
 - แหล่งและสมบัติ 241 - 242
- กลูทาร์ลดีไฮด์ 92t, 94, 95, 251t
- กลูทาริลแอมิเลส 62t, 91t
- กัม 193, 196
- กัวกัม 64t, 193, 201, 364
- กาแล็กทูโรแนน 205, 206f
- กาแล็กโทกลูโคแมนแนน 171
- กาแล็กโทซิเดส 262
- กาแล็กโทโนแล็กโทน 229
- กาแล็กโทแมนแนน 64t, 171, 187, 193, 194, 201

- กาเล็กโทส 39, 57t, 88, 193, 206, 225, 229,
236, 253t
- การกลายพันธุ์ 79, 80
- การกลายยีนที่ตำแหน่งเฉพาะ 81, 85, 201t, 275,
286
- การคัดกรองจุลินทรีย์ 73
- การคัดกรองยีน 76
- การคัดกรองเอนไซม์ 73
- การตรึงเอนไซม์ 71, 89
- การแทนที่นิวคลีโอฟิลิก 120, 121, 148, 177,
228, 274
- การปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ 78
- การเปลี่ยนรูปโดยจุลินทรีย์ 36
- การแปรรูปแป้ง 109
- การยับยั้งแบบย้อนกลับ 9
- ไกลเคชัน 244
- ไกลโคเจน 111, 115
- ไกลโคโคน 110, 226, 231
- ไกลโคซิเดส 109, 228
- ไกลโคซิลไฮโดรเลส 115, 128, 146, 158, 173 -
177, 188, 190, 210, 213, 227, 260, 270
- คอเลสเทอรอล 48, 295, 296t
- คอเลสเทอรอลออกซิเดส 48
- ครีเอทีนไคเนส 67
- ความปลอดภัยในการใช้เอนไซม์ 318 - 320
- คาร์โบไฮเดรส 52, 109, 110, 257, 327t, 352,
362
- เครื่องปฏิกรณ์ 46, 241
- แคทาเลส 4, 6, 11, 53t, 61t, 198, 325, 327t, 365
- แคร์ราจีแนน 92t, 95 - 97
- โคเอกูเลชันแพกเตอร์ 82t
- โคโมซิน 37, 40, 45, 58t, 81t, 234, 324t, 328t,
333, 346
- จุลินทรีย์ตัดแปรพันธุกรรม 80, 345t, 346
- เจลลาทีนัส 118, 127, 290
- ชีวศาสตร์สนเทศ 77
- ซอร์บิทอล 244, 253t
- ซัปไทโลซิน 48, (58, 59, 65)t, 84, 86t, 87t, 320,
335, 369
- ซีเทรตไลเอส 68
- ซีรีนโปรตีเอส 45
- ซูเครส 226
- ซูโครส 109, 134, 225, 226, 239, 241, 252,
253t, 303, 367
- ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส 82t
- เซลล์ตรึง 36, 90, 92, 95, 239, 241, 250, 251t
- เซลล์เลส (51, 57, 63)t, 109, 170, 172 - 186,
189, 216, 221, 325, 327t, 342, 352, 365,
368
- การวัดแอกทีวิตี 177 - 179
 - การแบ่งกลุ่ม 173
 - การประยุกต์ 194 - 201
 - การเร่งปฏิกิริยา 172, 177
 - โครงสร้างและยีน 180-186
 - ตัวยับยั้ง 177
 - ประวัติ 173
 - แหล่งและสมบัติ 173 - 176
- เซลลูโลส (57, 62, 63)t, 72, 94, 109, 169 - 178,
183, 186, 194, 197, 198
- เซลลูโลโซม 173 - 176, 181, 186, 189

- เซลล์ไฮโปเอส 169, 172, 177, 190
- เซลล์ไฮโปโอส 169, 172, 177, 190
- เซลล์ไฮโปไฮโครเลส 172
- แซ็กคาริฟายอิงเอนไซม์ 119, 127
- ไซลิทอล 244
- ไซลูลอส 238, 240, 242, 244
- ไซเลน 57t, 63t, 74, 171, 187 - 189, 194, 197, 242
- ไซเลนเนส 57t, 63t, 74, 138, 171, 184, 187 - 190, 194 - 197, 199, 335, 342, 363
- ไซโคลเดกซ์ทริน/CD 36(51, 54, 61)t, 84, 100 - 102, 110, 112t, 123, 131, 135, 136, 149, 153, 257 - 265, 289 - 306, 364
- กลุ่ม CD วงใหญ่ 259f, 260, 261, 302
 - การผลิตในอุตสาหกรรม 289 - 294
 - การประยุกต์ 294 - 302, 305 - 306
 - โครงสร้าง สมบัติ 257 - 259
 - พอลิเมอร์ 263
 - เมแทบอลิซึม 272 - 274
 - สมบัติด้านความเป็นพิษ 265
 - อนุพันธ์ 261 - 264
- ไซโคล (มอลโท) เดกซ์ทรินเนส/CDase 131, 268, 272, 273f, 285
- ไซโคลเดกซ์ทรินไกลโคซิลทรานส์เฟอเรส/CGTase 36(51, 54, 61)t, 72, 73, 84, 86t, 109 - 112, 135, 151, 265 - 307, 361t
- การวัดแอกทิวิตี 276 - 278
 - การแบ่งกลุ่ม 269 - 270
 - การประยุกต์ 303 - 304, 307
 - การเร่งปฏิกิริยา 265 - 267, 274 - 275
 - โครงสร้างและยีน 278 - 288
 - ตัวอย่าง 276
 - ประวัติ 267 - 269
 - แหล่งและสมบัติ 270 - 272
- ไซลอส 86, 89, 171, 187, 188, 240 - 242, 250, 253t
- ไซลอสไฮโดรเมอเรส 86, 89, 239
- ดีอะมิเดชัน 286
- ดีเอ็นเอนิวคลีเอส 69
- ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส 69
- ดีเอ็นเอไลเกส 69
- เดกซ์ทริน 109, 112t, 115, 119, 134 - 137, 145, 155, 156, 165, 257, 267, 364
- เดกซ์โทรส 135, 165
- ไดออกซิจีนเนส 367, 368
- ไดเอสเทส 4, 117, 146
- ตัวช่วยเติม 260, 302
- ตัวตรวจวัด 300 - 301
- ตัวรับประจุ 301 - 302
- ตัวเลขค้นเวียน 23, 25
- ต้นทุนการผลิต 342 - 343
- ต้นทุนของเอนไซม์ 344 - 347
- ถังหมัก 46
- ทรัพยากรหมุนเวียน 170, 342, 369
- ทรีปซิน 10 - 11, 324t, 328t
- ทากาไดเอสเทส 37, 117
- ทากาเอมีเลส 117
- เทคโนโลยีการถ่ายยีน 45
- เทอร์โมไลซิน 65t, 261, 367
- ทรานส์กลูโคซิเลชัน 266, 274, 275

แทรนส์กลูตามีนส 54t, 360t, 362
 แทรนส์เฟอรัส 11 - 12, (51, 54, 61)t, 109, 110, 227, 229, 235, 257, 269, 327t, 351
 ไทรโอสฟอสเฟตไอโซเมอเรส 129, 244
 นมปลอดแล็กโทส 226, 233
 นมพร้อมมันเนซ 229, 233
 นารินจินส 41
 น้ำตาลไซรัป 38, 115, 136, 235, 239, 253t
 น้ำตาลฟรีไบโอดีค 196, 223, 227, 235
 น้ำตาลรีควิง 124, 149, 160, 277
 น้ำตาลอินเวิร์ต 226, 239, 252, 253t
 นิวทรัลโปรตีนเอส 44f
 นิโคทิनाไมด์ 92t, 305t, 367
 นีโอพูแลนส 112, 131, 285, 287
 ไนโทรลีส 367
 ไนโทรไฮดรอกซีส 66t, 79, 90, 92t, 366, 367
 บทบัญญัติและกฎหมายในการควบคุมเอนไซม์ 321-338
 บริเวณจับเซลล์โลส/CBD 176, 180, 184, 186
 บริเวณจับแป้งดิบ 129, 151, 162, 163, 287
 บริเวณเร่ง
 - ลักษณะร่อง 129, 184, 185f, 284
 - ลักษณะถุง 162, 231, 232f, 248
 - ลักษณะอุโมงค์ 184, 185f
 บีตา-กลูแคน/-กลูแคนส 57t, 137f, 171, 187, 191, 192, 195 - 197, 325, 331, 335, 343, 363
 บีตา-กลูโคซิเดส 172, 187t, 193
 บีตา-กาแล็กแทนส 187t
 บีตา-กาแล็กโทซิเดส 225, 230, 236, 306t

บีตา-กาแล็กโทส 226, 236
 บีตา-ไซโลซิเดส 188, 190, 191t
 บีตา-แมนโนซิเดส 192
 บีตา-แอมิเลส 45, 56t, 111 - 113, 125, 135 - 137, 141, 145 - 156, 177, 195
 - การวัดแอกทิวิตี 149
 - การแบ่งกลุ่ม 146
 - การประยุกต์ 155 - 156
 - การเร่งปฏิกิริยา 145, 148
 - โครงสร้างและชิ้น 150 - 155
 - ตัวยับยั้ง 149
 - ประวัติ 146
 - แหล่งและสมบัติ 146 - 147
 แบบที่เรียดัดแปรพันธุกรรม 139, 176, 289
 แบบจำลองเอนไซม์ 100 - 101, 299
 โบรมิเลน 45, 58t, 65t, 324t, 328t, 369
 โบโอพลาสติก 369
 โบโอพอลิเมอร์ 369
 โบโอทานอล 365, 368
 ปาเปน 37, 40, 45, 65t, 137f, 324t, 328t, 369
 แป้งชนิดพิเศษ 82
 แป้งแปรรูป 134, 135, 364
 โปรตีนชิป 77
 โปรตีนลูกผสม 77, 236
 โปรตีนเอส 37, 40, 50(51, 58, 64)t, 87, 137 - 139, 141, 161, 163, 190, 197, 218, 234, 318, 325, 344, 352, 362, 364
 พระราชบัญญัติอาหาร 333
 พระราชบัญญัติมาตรฐานอุตสาหกรรม 338
 พลังงานกระตุ้น 5 - 8

พอลิกลีแกนด์พอลิโพรพิลีน/PG 64t, 207 - 210, 212, 213, 215, 217 - 222

พันธะเพปไทด์ 15

พอลิแลน 112t

พอลิแลนเนส 111, 112t, 131, 135, 156, 165, 262, 273, 282, 326, 361t

เพกติก 205, 207, 215, 216

เพกทิน (55, 57, 59, 64, 66)t, 109, 171, 205 - 207, 207, 209 - 213, 215 - 216, 220 - 222, 331, 343

เพกทินเมทิลเอสเทอร์/PME 55t, 59t, 207 - 210, 212 - 215, 217 - 222, 360t

เพกทินแอสซีทิลเอสเทอร์/PAE 208, 212, 214, 217, 218

เพกทินไลเอส/PL 59t, 207 - 211, 213 - 216, 218 - 221, 365

เพกทินเนส 51t, 109, 137f, 172, 195, 198 - 200, 205 - 222, 325, 336, 342, 343, 360t

- การวัดแอกทิวิตี 215 - 217
- การแบ่งกลุ่ม 210
- การประยุกต์ 221 - 222
- การเร่งปฏิกิริยา 207 - 209, 213 - 214
- โครงสร้างและชิ้น 217 - 221
- ตัวยับยั้ง 215
- ประวัติ 209
- แหล่งและสมบัติ 210 - 212

เพกเทต 212, 216, 222

เพกเทตไลเอส/PAL 207 - 211, 213 - 221

เพนิซิลลิน 39, 43, 51t, 65t, 74, 368

เพนิซิลลินแอสซีเลส 39, 43, 47, 51t, 65t, 90 - 93

เพนโทซาน 171, 335, 343

เพปซิน 4, 27, 37, 324t, 328t

เพอร์ออกซิเดส 53t, 67, 78, 86t, 179, 229, 236, 245, 365, 369

ฟรุกโทส 56t, 110, 135, 165, 226, 239, 240, 242, 244, 245, 252, 253t

ฟรุกโทสไซรัป 59t, 89, 109, 165, 234, 240, 252

ฟรุกโทสไซรัปความเข้มข้นสูง/HFCS 38, 91, 92t, 95, 240, 250, 252, 253, 346, 364

ฟอสโฟไลเฟส 328t, 361t, 362, 366

ไฟซิน 45, 58t, 328t

ไฟติก/ไฟกิน 55t, 335, 358t, 361

ไฟเทส 55t, 81t, 335, 342, 344, 351, 361

มวลดชีวภาพ 46, 169, 194, 368

มอลโทเดกซ์ทริน 273

มอลโทส 109, 124, 135, 136, 145, 153, 156, 157, 253t, 273

มอลโทสไซรัป 155, 156

มอลโทอลิโกซิดซูโครส 303

มูลค่าการตลาดของเอนไซม์ 348 - 353

เมแทบอลิซึมปฐมภูมิ 45

แมนนิทอล 253t

แมนแนน 192, 193, 196

แมนแนนเนส 64t, 81t, 171, 187t, 192 - 196, 199 - 201, 344, 364

แมนโนซิเดส 262

แมนโนส 64t, 118, 158, 192, 193, 253t

ยาปฏิชีวนะ 39, 43, (60, 62, 65, 66)t, 74, 92, 109

ยูรีเอส 5, 6, 11, 236, 328t
 ยูเรตออกซิเดส 67
 ยูโรโคเนส 67, 82t
 รีคอมบิแนนต์ดีเอ็นเอ 40, 48, 69, 71, 80, 81, 85, 87, 237f, 332
 รีคอมบิแนนต์เอนไซม์/โปรตีน 80 - 82, 87, 125, 201t, 302, 327t, 328t, 345t
 รีเวิร์สแทรนสคริปเทส 69
 รีเอเจนต์ชุดตรวจกลูโคส 179
 เรนิน 37, 45, 234
 เรนเนต 37, 326, 328t, 346
 เรสทริกชันเอนโดนิวคลีเอส 69
 แรมโนกาเล็กทูโรเนส 219
 แรมโนกาเล็กทูโรแนน 205, 206f
 แรมโนส 206
 โรคพรวงเล็กเทส 39, 57, 67, 225, 228, 233, 235
 โรโบไซม์ 4, 72, 99
 โรโบนิวคลีเอส 15, 97
 โรโบส 214
 ลิกนิน (60, 63, 64)t, 169, 199, 200
 ลิกโนเซลลูโลส 169, 170, 365
 ลิกวิฟายอิงเอนไซม์ 119, 127
 แล็กเคส 60t, 198, 200, 363, 365, 369
 แล็กเทดีไฮโดรจีนส 17f, 18, 68
 แล็กเทส 39, 51t, 57t, 67, 68, 91t, 109, 110, 225 - 237, 325, 342, 360t
 - การวัดแอกทิวิตี 229 - 230
 - การแบ่งกลุ่ม 227
 - การประยุกต์ 233 - 237

- การเร่งปฏิกิริยา 226, 228
 - โครงสร้างและยีน 230 - 233
 - ตัวอย่าง 28
 - ประวัติ 227
 - แหล่งและสมบัติ 227 - 228
 แล็กโทส 39, 68, 110, 225 - 230, 233 - 236, 253t
 แล็กโทสไซรัป 234
 แล็กโทสไฮโดรไลเซต 225, 227, 233, 234
 ไลเลส 11, 14, 351
 ไลโซไซม์ 5, 17f, 330, 369
 ไลพอกซีจีนส 54t, 362
 ไลเพส (51, 54, 62)t, 68, 75, 81t, 87t, 89, 91t, 141, 200, 219, 325, 342, 352, 362, 366
 ไลเอส 11, 13, 59t, 66t, 207, 210, 213, 351
 วัตถุเจือปนอาหาร 334
 วิตามินซี 304t, 307t
 วิตามินบี 1 304t
 วิธีการปฏิบัติที่ดี/GMP 320, 333
 วิธีตัดแปรทางเคมี 85
 วิธี/เทคนิคไบโออิมพริ้นดิง 71, 87, 260
 วิธี/เทคนิคโปรตีนวิศวกรรม 71, 85, 87, 139, 140, 250, 364
 วิธี/เทคนิควิวัฒนาการแบบกำหนด 83, 364, 368
 วิศวกรรมเมแทบอลิซึม 71, 82, 349
 สถานะแทรนซิชัน 6, 8, 19, 98, 99, 121, 228, 231, 243, 249
 สมมูลย์เดกซ์โทรส 135
 ส่วนแบ่งการตลาด 354

สัตว์กระเพาะเดียว 197, 335
 สัตว์เคี้ยวเอื้อง/สัตว์หลายกระเพาะ 176, 197, 334, 335
 สารโคโรล 298t, 299, 362t, 368
 สารช่วยในกระบวนการผลิต 322, 328, 329, 331, 362
 สารต้านแบคทีเรีย/รา 297t, 298t, 299, 303
 สารต้านโภชนาการ 197, 323, 335, 363
 สารต้านอนุมูลอิสระ 307t
 สารเติมแต่งในอาหาร 322, 326, 329, 330, 332
 สารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ 295
 สารประกอบเชิงซ้อนอินทูลชัน 258, 259f, 267, 276, 294
 สารเพิ่มออกเทนในน้ำมัน 365
 สารฟอกขาว 139
 สารให้ความหวาน 109, 135, 156, 165, 239, 303, 349, 364
 สิ่งมีชีวิตที่ถูกดัดแปรทางพันธุกรรม/GMO 80, 331
 ออกซิเดส 343, 369
 ออกซิไดร์ดักเทศ 11, 60t, 351
 ออกโซคาร์บอนเนียม 121, 148
 ออโรซิน 58t, 335
 อะไกลโคน 110, 226, 231
 อะคาร์โบส 121, 123, 160, 164f, 276
 อะคริลาไมด์ 66t, 92t, 95-97, 366
 อะคริโลไนไทรล์ 66t, 366
 อะมิโนแอซิดแทรนส์อะมิเนส 61t
 อะมิโนแอซิดออกซิเดส 60t
 อะมิโนแอซิดเลส 38, 65t, 90, 91t, 93, 367

อะราบีโนซิเดส 57t
 อะราบีโนไซเลน 197
 อะราบีโนส 57t, 170, 188, 206
 อาหารกำหนดคุณภาพ 333
 อาหารควบคุมฉลาก 334
 อาหารควบคุมเฉพาะ 333
 อินทรอน 99, 142, 150, 180, 218f
 อินเวอร์เทส 6t, 38, 39, 226, 239, 324t, 325, 330
 อุตสาหกรรมกลุ่มเทคนิคัล 346, 349, 351, 360t, 364
 - การสังเคราะห์ทางเคมี 298t, 299, 362t, 366
 - ไขมันและน้ำมัน 361t, 366
 - เครื่องสำอาง 65t, 295, 297t
 - แป้ง (51, 54, 56, 59, 61)t, 134, 155, 165, 196, 252, 361t, 364
 - ฟอกหนัง 51, 362t
 - สารซักฟอก 50, (51, 62-65)t, 133, 139, 200-201, 349, 351, 360t, 364
 - สิ่งทอ (51, 60-64, 66)t, 138, 197-199, 295, 298t, 361t, 365
 - ยา 141, 297t, 298t
 - เยื่อและกระดาษ (51, 60, 62-64)t, 199-200, 361t, 365
 - วัสดุบรรจุภัณฑ์ 298t, 299
 - แอลกอฮอล์/เชื้อเพลิง 141, 165, 361t, 365
 อุตสาหกรรมกลุ่มอาหาร 294, 295, 296t, 349, 359t, 362
 - ขนบแป้งอบ (51, 53, 54, 56, 58, 59)t, 136, 196, 359t

ติ - เครื่องดื่ม น้ำผลไม้ ไวน์ เบียร์ สุรา (53, 54, 55, 56, 57, 58, 59), 68, 136 - 138, 156, 165, 195, 221, 360
 ติ - นมและผลิตภัณฑ์นม (51, 53, 57), 233 - 235, 360
 ติ - สารเติมแต่งในอาหาร 196, 235
 อุตสาหกรรมกลุ่มอาหารสัตว์ (51, 55 - 59), 138, 197, 349, 360, 363
 เอกซอน 142, 150
 เอนไซม์
 - กลไกการเร่งปฏิกิริยา 20
 - การจำแนกกลุ่ม 10 - 15
 - การตรึงเอนไซม์ 30
 - การประยุกต์ 30 - 31
 - การสูญเสียสภาพธรรมชาติ 7, 27, 28, 29
 - ความเสถียร 28 - 30, 42 - 43, 44f
 - ความจำเพาะ 8
 - โครงสร้าง 15 - 19
 - จลนศาสตร์ 20 - 25
 - นิยามและประวัติการค้นพบ 4 - 5
 - เอนไซม์ควบคุม 9, 19
 - เอนไซม์แอลโลสเตอริก 9, 19, 20f, 24
 - แอกทิวิตี 26 - 28, 42 - 43, 44f
 - แอกทิวิตีจำเพาะ 26
 เอนไซม์ค็อกเทล 195, 197
 เอนไซม์เครื่องหมาย 236
 เอนไซม์จาก GMO 329, 331 - 334, 337
 เอนไซม์นอกเซลล์ 39, 47, 73, 146, 175, 181, 190, 193, 228, 270, 272

เอนไซม์ในเซลล์ 39, 47, 190, 228, 234, 241, 250
 เอนไซม์ใน
 - การรักษาโรค 52, 235
 - การตรวจวินิจฉัยโรค 67, 236
 - การวิเคราะห์อาหาร 68, 236
 - การสังเคราะห์ทางเคมี 68
 - งานวิจัย 236, 299 - 302
 - พันธุวิศวกรรม 69
 เอนไซม์ในฐานะ GRAS 327, 332
 เอนไซม์ในอุตสาหกรรม
 - การประยุกต์ 51 - 68
 - ที่ผลิตในปริมาณมาก 50
 - นิยาม 35
 - ประวัติการใช้ 36
 - ลักษณะที่เหมาะสม 40
 - แหล่งและการผลิตเชิงพาณิชย์ 44
 เอนไซม์ตัดแปรคาร์โบไฮเดรต 50, 109
 เอนไซม์ตัดจำเพาะ 67
 เอนไซม์ตรึง 38, 39, 233, 239, 240, 250, 294, 366
 - การใช้ในอุตสาหกรรม 90
 - นิยามและวัตถุประสงค์ 89
 - วิธีตรึง 91 - 97
 - เอนไซม์ตรึงและเซลล์ตรึง 190 - 192
 เอนไซม์ทนร้อน 27, 291
 เอนไซม์ประดิษฐ์ 71, 98
 เอนไซม์ผง 49, 117, 306, 318, 319, 334
 เอนไซม์ภายนอก 51, 321
 เอนไซม์ภายใน 192, 322, 334 - 335

- เอนไซม์เม็ด 235, 250, 319
- เอนไซม์ย่อยแป้ง 47, 269, 270, 283f, 335, 342, 344
- เอนไซม์ย่อยผนังเซลล์ 172, 194
- เอสเทอร์ส 207, 210, 219, 220
- เอซีโทแล็กเทคทีการับออกซิเลส 59t, 137f, 362
- แอนติบอดีที่เร่งปฏิกิริยาได้ 98 - 100
- แอนติบอดีสังเคราะห์ 302
- แอมิเดชัน 190
- แอมิเลส 38, 51t, 74, 109, 111, 128, 131, 150, 183, 194 - 196, 325, 344, 352, 365
- แอมิโลกลูโคซิเดส 80
- แอมิโลเพกทิน 82, 113, 114, 123, 136, 157t, 159t, 290, 363
- แอมิโลมอลเทส 256, 260
- แอมิโลส 82, 112 - 114, 120, 123, 136, 157t, 159t, 169, 290
- แอลคาไลน์ฟอสฟาเทส 24, 27, 236
- แอลจินต 92t, 95 - 97
- แอลฟา-กลูคูโรนิเดส 187t
- แอลฟา-กลูโคซิเดส 111, 112t, 149, 278
- แอลฟา-กาแล็กโทซิเดส 82t, 187t, 193, 327t
- แอลฟา-อะราบีโนซิเดส 187t
- แอลฟา-แอมิเลส 36, 56t, 62t, 87t, 110, 111 - 141, 149 - 151, 156, 158, 165, 197, 252, 260, 270, 281, 285, 325, 335, 342, 364
- การวัดแอกทิวิตี 123 - 127
 - การแบ่งกลุ่ม 115
 - การประยุกต์ 133 - 141
 - การเร่งปฏิกิริยา 115, 120 - 121
 - ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ 131
 - โครงสร้างและชิ้น 127 - 131
 - ตัวยับยั้ง 121 - 123
 - ประวัติ 115
 - แหล่งและสมบัติ 116 - 120
- แอสพาร์เทม 65t, 351, 367
- แอสพาราจีนเนส 47, 67
- โอเปอรอนโมเดล 230
- ไอโซกลูโคส 239
- ไอโซไซม์ 10
- ไอโซพูกลูแลเนส 112t
- ไอโซมอลทูลอส 73, 92t
- ไอโซมอลโทส 157t, 160
- ไอโซเมอร์ส 11, 14, 51t, 109, 110, 239, 241, 351
- ไอโซแอมิเลส 112t, 282
- เฮมิเซลลูเลส 51t, 57t, 170, 171, 187, 194 - 201, 221, 325, 335, 342, 365
- การประยุกต์ 194 - 201
 - ไซแลเนส 187 - 190
 - บีตา-กลูแคนเนส 191 - 192
 - แมนแนนเนส 192 - 194
- เฮมิเซลลูโลส 51t, 63t, 72, 169, 196, 200
- ไฮโดรโฟบิกคลัสเตอร์ 109
- ไฮโดรเลส 12, (50, 51, 62)t, 67, 109, 110, 115, 173, 207, 210, 226, 227, 286, 351, 364
- ไฮบริโดเชชัน 79

เปี่ยมสุข พงษ์สวัสดิ์

เอนไซม์ตัดแปรคาร์โบไฮเดรตในอุตสาหกรรม / เปี่ยมสุข พงษ์สวัสดิ์

1. เอนไซม์ 2. เอนไซม์ -- การใช้ในอุตสาหกรรม.

660.634

ISBN 978-974-03-2269-6

สปจ. 1240



สรรคุณเล่าวิชาการ ผู้สัจจ
www.ChulaPress.com
Knowledge to All

เลขหมู่ 660.63
ช/ 616
2551 / 2
เลขทะเบียน ๑๐๐๖๕
วันที่ 22 ก.ค. 2557
11547๐

ลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2551

การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้นต้องได้รับ
อนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้จัดจำหน่าย

ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

สาขา

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

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

ม.นเรศวร 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

CALL CENTER โทร. 0-2255-4433 <http://www.chulabook.com>

เครือข่าย

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

ศูนย์หนังสือทะเลแก้ว ม.ราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก โทร. 0-5526-7010 โทรสาร 0-5521-6388

ศูนย์หนังสือ ม.วลัยลักษณ์ จ.นครศรีธรรมราช โทร. 0-7567-3648-51 โทรสาร 0-7567-3652

ศูนย์หนังสือศรีจ.ตรัง โทร. 0-7521-8115 โทรสาร 0-7521-8115

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

ร้านค้า, หนังสือเข้าชั้นเรียน ติดต่อแผนกขายส่ง สยามสแควร์ ชั้น 14 โทร. 0-2218-9889-90 โทรสาร 0-2254-9495

กองบรรณาธิการ : รวีวรรณ จันทร์มั่น

ออกแบบปก : ชัชวาล ชันตคเชนชาติ

ภาพปก : แสดงรูปแอมัลโลสซิบสเตอร์ โครงสร้าง $(\alpha/\beta)_n$ barrel ของเอนไซม์สกูลแอลฟา-แอมิลเลส และผลิตภัณฑ์ไซโคล-
เดกซ์ทรีนและอลิโกแซ็กคาไรด์สายตรง

ออกแบบรูปเล่ม : รองศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมสุข พงษ์สวัสดิ์

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร. 0-2218-3557, 0-2218-3563 [5111-038/1,000 (2)]

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



1110016284