สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำสู่การแยกสำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ	**1-46**
1.1 คำนำ	1
1.2 การนำเอาส่วนที่ไม่ละลายออกจากของเหลว	4
1.2.1 การกรอง	5
1.2.2 การหมุนเหวี่ยง	7
1.2.3 การทำให้เซลล์แตก	9
1.3 การแยกผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ	12
1.3.1 การสกัดของเหลวด้วยของเหลว	13
1.3.2 การดูดซับ	14
1.4 การทำให้ผลิตภัณฑ์มีความบริสุทธิ์ในขั้นต้น	15
1.4.1 โครมาโตกราฟี	15
1.4.2 การตกตะกอน	19
1.4.3 อัลตร้าฟิลเตรชัน	21
1.4.4 รีเวอร์ส ออสโมซิส	23
1.4.5 อิเล็กโทรไดอะไลซิส และการโฟกัสทางไอโซอิเล็กตริก	25
1.4.6 อิเล็กโทรโฟรีซิส	29
1.5 การทำให้ผลิตภัณฑ์มีความบริสุทธิ์ในขั้นสุดท้าย	31
1.5.1 การตกผลึก	31
1.5.2 การทำแห้ง	34
1.6 ตัวอย่างการแยกและการทำให้บริสุทธิ์ของสารชีวภาพบางชนิด	36
1.6.1 โมโนโคลนอลแอนติบอดี	36
1.6.2 โปรติเอส	37
1.6.3 แอล – ไลซีน	39
1.6.4 กรดซิตริก	40
แบบฝึกหัด	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 2 การกรอง	**47-114**
2.1 คำนำ	47
2.2 อุปกรณ์สำหรับการกรอง	49
2.2.1 เบด ฟิลเตอร์	50
2.2.2 ฟิลเตอร์เพรสแบบแผ่นและกรอบ	51
2.2.3 ลีฟ ฟิลเตอร์	54
2.2.4 เครื่องกรองโรตารีแบบต่อเนื่อง	55
2.2.4.1 เครื่องกรองด้วยสุญญากาศชนิดโรตารีดรัม	55
2.2.4.2 โรตารี ดิสค์ ฟิลเตอร์	57
2.3 ตัวกลางการกรองและสารช่วยกรอง	57
2.3.1 ตัวกลางการกรอง	57
2.3.2 สารช่วยกรอง	57
2.4 พรีทรีทเมนท์	58
2.4.1 การใช้ความร้อน	59
2.4.2 การทำให้เกิดการจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อน	59
2.4.3 การดูดซับบนสารช่วยกรอง	60
2.5 ทฤษฎีทั่วไปสำหรับการกรอง	61
2.5.1 กฎของ Darcy	62
2.5.2 เค้กที่อัดตัวไม่ได้	64
2.5.3 เค้กที่อัดตัวได้	80
2.6 การประยุกต์สมการการกรองสำหรับเครื่องกรองโรตารีแบบต่อเนื่อง	89
2.6.1 สมการสำหรับการก่อตัวของเค้ก	89
2.6.2 สมการสำหรับการล้างเค้ก	91
2.7 ไมโครฟิลเตรชัน	101
สัญลักษณ์	107

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	แบบฝึกหัด	109
บทที่ 3	**การหมุนเหวี่ยง**	**115-176**
3.1	คำนำ	115
3.2	การจมของของแข็งในสนามหมุนเหวี่ยง	117
3.3	เครื่องแยกโดยการหมุนเหวี่ยง	127
3.4	เครื่องหมุนเหวี่ยงชนิดท่อ	129
3.5	เครื่องหมุนเหวี่ยงชนิดดิสก์	137
3.6	การกรองโดยการหมุนเหวี่ยง	142
3.7	การแยกของเหลวในเครื่องหมุนเหวี่ยง	149
3.8	การขยายขนาดของการแยกโดยการหมุนเหวี่ยง	153
3.8.1	การขยายขนาดการแยกโดยใช้ค่า Gt	153
3.8.2	การขยายขนาดการแยกโดยใช้ค่า $\sum$	155
	สัญลักษณ์	171
	แบบฝึกหัด	173
บทที่ 4	**การทำให้เซลล์แตก**	**177-224**
4.1	คำนำ	177
4.2	โครงสร้างของเซลล์	178
4.3	การทำให้เซลล์แตกด้วยวิธีทางเคมี	181
4.3.1	การสลายเซลล์ด้วยเอนไซม์	182
4.3.2	ออสโมติก ช็อค	184
4.3.3	การใช้สารดีเทอร์เจนต์	185
4.3.4	การใช้ตัวทำละลายอินทรีย์	187
4.4	การทำให้เซลล์แตกด้วยวิธีเชิงกล	188

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.1 การทำให้เซลล์แตกโดยโซโมจีไนเซอร์	189
4.4.2 การทำให้แตกด้วยบีดมิลล์	204
4.4.2.1 จลน์ศาสตร์การแตกของเซลล์สำหรับบีดมิลล์	208
4.4.2.2 การขยายขนาดของบีดมิลล์	210
สัญลักษณ์	219
แบบฝึกหัด	221
บทที่ 5 การสกัด	**225-296**
5.1 คำนำ	225
5.2 เคมีของการสกัด	226
5.2.1 สมการพื้นฐาน	227
5.2.2 การเปลี่ยนแปลงตัวทำละลาย	229
5.2.3 การเปลี่ยนแปลงตัวถูกละลายด้วยอิออนคู่	229
5.2.4 การเปลี่ยนแปลงตัวถูกละลายด้วยพีเอช	231
5.3 การสกัดแบบแบช	236
5.3.1 วิธีการวิเคราะห์	237
5.3.2 วิธีเชิงกราฟ	240
5.4 การสกัดหลายขั้นตอน	244
5.4.1 เครื่องมือสำหรับการสกัด	245
5.4.2 วิธีการวิเคราะห์	246
5.4.3 วิธีเชิงกราฟ	249
5.5 ตัวอย่างการสกัดสารทางชีวภาพด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	263
5.6 การสกัดสารชีวภาพโดยใช้ระบบสองเฟสของสารละลายเอเควียส	266
5.6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการแบ่งส่วน	268
5.6.1.1 ความเข้มข้นโพลีเมอร์	269

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.6.1.2 น้ำหนักโมเลกุลของโพลีเมอร์และโปรตีน	270
5.6.1.3 เกลือ และ pH	271
5.6.1.4 โพลีเมอร์ที่มีประจุ	272
5.6.1.5 หมู่ไฮโดรโฟบิค	274
5.6.1.6 ลิแกนด์	275
5.6.1.7 อุณหภูมิ	275
5.6.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์สำหรับการสกัดด้วยระบบ ATPS	277
5.6.3 ตัวอย่างวิธีการสกัดสารทางชีวภาพด้วยระบบ ATPS	281
5.7 การออกแบบและการขยายขนาดเครื่องสกัด	282
5.7.1 การขยายขนาดของคอลัมน์สกัดชนิดเพลตสั่น	283
5.7.2 เครื่องสกัดชนิดหมุนเหวี่ยง	285
สัญลักษณ์	291
แบบฝึกหัด	293
บทที่ 6 การดูดซับ	**297-343**
6.1 คำนำ	297
6.2 ตัวดูดซับ	298
6.3 ความสัมพันธ์สมดุลสำหรับการดูดซับ	299
6.4 ไอโซเทอมการแลกเปลี่ยนอิออน	308
6.5 การดูดซับแบบแอฟฟินิตี	310
6.6 การดูดซับแบบแบช	311
6.7 การดูดซับในฟิกส์เบด	319
6.7.1 โมเดลพื้นฐานสำหรับทำนายการดูดซับ	322
6.7.2 ความจุของคอลัมน์และวิธีการออกแบบในการขยายขนาด	329
สัญลักษณ์	340

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แบบฝึกหัด	341
บรรณานุกรม	**344-347**
ดรรชนี	**348-357**

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
	บทที่ 1 บทนำ	
1.1-1	ขั้นตอนหลักๆ ในกระบวนการหลังการหมัก	2
1.4-1	การแยกองค์ประกอบในของผสมด้วยวิธีโครมาโตกราฟี ตัวถูกละลายที่แตกต่างกัน 3 ชนิด แสดงด้วยรูปวงกลม สี่เหลี่ยม และสามเหลี่ยม	16
1.4-2	เปรียบเทียบลักษณะการกรองแบบ (a) การกรองแบบไหลข้าม และ (b) การกรองที่ใช้กันทั่วไป	21
1.4-3	ความดันออสโมติกข้ามเมมเบรน	24
1.4-4	การกรองแยกเกลือออกจากสารละลายโปรตีนด้วยวิธีอิเล็กโทรไดอะไลซิส	27
1.4-5	การโฟกัสทางไอโซอิเล็กตริก สำหรับการแยกโปรตีน 3 ชนิด โดยการป้อนสารละลายโปรตีนที่ pH 6.8 เข้าไปยังห้องกลางของอุปกรณ์แยกซึ่งกั้นด้วยเมมเบรนชนิดไม่มีประจุทั้งสองข้าง ไมโอโกลบินจะเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนไปยังขั้วลบในห้องด้านซ้ายมือ และไทโรโกลบิน จะเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนไปยังขั้วบวกในห้องด้านขวามือ	28
1.4-6	ประจุของโปรตีนไทโรโกลบิน ฮีโมโกลบิน และไมโอโกลบิน ที่ค่าพีเอชต่างๆ	28
1.4-7	หลักพื้นฐานของวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส (a) ในสนามไฟฟ้า อิออนประจุบวกจะเริ่มเคลื่อนที่ไปทางขั้วลบ และอิออนประจุลบจะเคลื่อนที่ไปทางขั้วบวก โมเลกุลที่ไม่มีประจุจะไม่มีการเคลื่อนที่ (b) เมื่อเวลาผ่านไป โมเลกุลทั้งสามชนิดจะแยกออกจากกันชัดเจน	30
1.5-1	บริเวณอิ่มตัวยิ่งยวด ธรรมชาติของการเกิดนิวคลีเอชันของผลึกและการเติบโตของผลึกจะมีความแตกต่างกันใน 3 บริเวณ เหนือเส้นกราฟการละลาย	33
1.6-1	การแยกและการทำให้บริสุทธิ์ของโมโนโคลนอลแอนติบอดี	37
1.6-2	กระบวนการแยกเอนไซม์โปรติเอสในรูปที่เป็นของเหลวและของแข็ง	38
1.6-3	การแยกและการทำให้บริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์แอล-ไลซีนเกรดอาหารสัตว์และเกรดอาหารสำหรับมนุษย์	40
1.6-4	กระบวนการแยกและการทำให้บริสุทธิ์ของกรดซิตริกที่ใช้วิธีการตะกอนด้วย $Ca(OH)_2$	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
1.6-5	กระบวนการแยกและการทำให้บริสุทธิ์ของกรดซิตริกที่ใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	43
P1.2	ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวฮอร์โมนสำหรับการเจริญเติบโตของคนที่ยังไม่ได้เรียงลำดับขั้นตอน	45
P1.3	ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเอนไซม์คะตะเลส	46
	บทที่ 2 การกรอง	
2.1-1	อุปกรณ์การกรองอย่างง่ายในห้องทดลอง	48
2.2-1	เบด ฟิลเตอร์ ของอนุภาคของแข็ง	51
2.2-2	ไดอะแกรมของฟิลเตอร์เพรสแบบแผ่นและกรอบ สำหรับกรองของไหลแขวนลอย	52
2.2-3	ไดอะแกรมของฟิลเตอร์เพรสแบบแผ่นและกรอบที่มีช่องสำหรับผ่านน้ำล้างเข้าและช่องเปิดสำหรับปล่อยของเหลวที่กรองได้	53
2.2-4	ลีฟ ฟิลเตอร์	55
2.2-5	เครื่องกรองแบบต่อเนื่องชนิดโรตารีดรัม	56
2.5-1	การกรองของเหลวที่ได้จากการหมักยาปฏิชีวนะ erythromycin ในตัวอย่าง 2.5-1	69
2.5-2	การพล็อตระหว่าง t/V กับ V สำหรับการกรองเซลล์ยีสต์ *(Saccharomyces carlbergensis)* ที่ความดันคงที่ สำหรับตัวอย่าง 2.5-3	76
2.5-3	การพล็อตของข้อมูลจากการกรองแบบแบชสำหรับการหาค่า α และ R_M ในตัวอย่าง 2.5-4	77
2.5-4	ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของเค้กเทียบกับค่าความดันลด	81
2.7-1	กระบวนการไมโครฟิลเตรชัน ของเหลวที่ป้อนถูกหมุนเวียนอย่างรวดเร็วผ่านผิวหน้าของเมมเบรนเพื่อลดการสะสมของเค้ก	102
2.7-2	เครื่องกรองแบบแผ่นและกรอบ สำหรับการกรองแบบไมโครฟิลเตรชัน	104

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.7-3	เครื่องกรองแบบแผ่นเมมเบรนม้วน	105
2.7-4	เครื่องกรองแบบไฟเบอร์กลวง	106
	บทที่ 3 การหมุนเหวี่ยง	
3.3-1	รูปแบบต่างๆของเครื่องแยกโดยการหมุนเหวี่ยง	128
3.4-1	เครื่องหมุนเหวี่ยงชนิดท่อ ซึ่งให้ของเหลวแขวนลอยไหลเข้าทางข้างล่างของท่ออย่างช้าๆ และไหลออกด้านบน ของแข็งจะถูกเหวี่ยงออกไปโดยแรงหนีศูนย์กลางและถูกกักอยู่บนผนังของท่อที่ตำแหน่ง R_0	129
3.5-1	ไดอะแกรมของหน้าตัดของเครื่องหมุนเหวี่ยงชนิดดิสค์ ซึ่งแสดงเส้นทางการไหลของของไหล และของแข็งถูกแยกออกที่บริเวณขอบถัง	137
3.5-2	ไดอะแกรมของบริเวณระหว่างดิสค์	138
3.6-1	เครื่องหมุนเหวี่ยงชนิดตะกร้า	142
3.7-1	เครื่องหมุนเหวี่ยงชนิดท่อสำหรับการแยกของเหลว 2 ชนิด	150
3.8-1	แสดงกระแสการไหลของของไหล จากการแยกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงในตัวอย่าง 3.8-5	167
	บทที่ 4 การทำให้เซลล์แตก	
4.2-1	แสดงผนังเซลล์ของจุลินทรีย์พวกโปรคาริโอท	179
4.2-2	เนื้อเยื่อพลาสมา (plasma membrane)	180
4.2-3	เซลล์พวกยูคาริโอท	181
4.3-1	ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่สามารถแยกได้จากการย่อยสลายเซลล์จุลินทรีย์ด้วยเอนไซม์	182
4.3-2	แสดงโครงสร้างของผนังเซลล์ในขณะการย่อยสลายเซลล์ยีสต์	183
4.3-3	โครงสร้างโมเลกุลของจุลินทรีย์แกรมลบ	184
4.3-4	แสดงตัวอย่างโครงสร้างของสารดีเทอร์เจนต์	186

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.4-1	เปรียบเทียบการทำให้เซลล์แตกระหว่างวิธีเชิงกลและวิธีทางเคมี สำหรับการปลดปล่อยผลิตภัณฑ์ภายในเซลล์	189
4.4-2	วาล์วสำหรับโฮโมจีไนเซอร์ความดันสูง (A = มือหมุนสำหรับควบคุมความดัน, B = spring-loaded valve rod, C = วาล์ว (valve), D = วาล์วซีท (valve seat), E = อิมแพคท์ริง (impact ring))	190
4.4-3	การแตกของเซลล์ยีสต์เป็นฟังก์ชันกับจำนวนการผ่านวาล์วของสารแขวนลอยเซลล์ (N)	193
4.4-4	ค่าคงที่อัตราเร็วสำหรับการแตกของเซลล์ยีสต์ขนมปังซึ่งเป็นฟังก์ชันของความดันโฮโมจีไนเซอร์	194
4.4-5	การละลายของเอนไซม์ glucose-6-phosphate dehydrogenaseจาก *Saccharomyces cerevisiae* ที่เป็นฟังก์ชันของความดันและวาล์ว	197
4.4-6	วาล์วสำหรับโฮโมจีไนเซอร์	198
4.4-7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนภายในเซลล์กับจำนวนการผ่านวาล์วที่ใช้ในการทำให้เซลล์แตกด้วยโฮโมจีไนเซอร์ความดันสูง ในตัวอย่าง 4.4-1	202
4.4-8	ลักษณะทั่วไปของบีดมิลล์แนวนอน	206
4.4-9	การจัดเตรียมดิสค์ (disks) หรือพิน (pins) บนเพลาขับของบีดมิลล์ชนิดตัวกวนความเร็วสูง (a) ดิสค์มีศูนย์กลางเดียวกัน, (b) ดิสค์ในลักษณะบิดกัน, (c) ตัวกวนชนิดพิน	207
4.4-10	การทำให้เซลล์แตกโดยการบดแบบแบชในบีดมิลล์ด้วยตัวกวน 2 ชนิด คือ ตัวกวนชนิดเหล็กกล้าไร้สนิม และตัวกวนชนิดโพลียูรีเทน	211
4.4-11	การพล็อตระหว่าง $\ln(R_m/R_m - R)$ กับ t จากข้อมูลในตาราง 4.4-3	215

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
	บทที่ 5 การสกัด	
5.2-1	ความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ทางเคมีของตัวถูกละลายกับความเข้มข้น	228
5.3-1	อุปกรณ์สกัด กรวยแยกสำหรับใช้ในห้องทดลอง ถังผสม-ถังแยก ที่ออกแบบในลักษณะต่างๆ จะถูกใช้ในกระบวนการสกัดขนาดใหญ่	237
5.3-2	การสกัดแบบแบช	241
5.3-3	การทำสทริปปิงกรดอะมิโน	244
5.4-1	การแยกเพนนิซิลลินจากเบียร์ด้วยตัวทำละลายสกัด amyl acetate อาศัยหน่วยสกัด 3 หน่วย	245
5.4-2	การสกัดแบบไหลสวนทางหลายขั้นตอน แต่ละขั้นหรือแต่ละหน่วยสกัด จะแทนด้วยตัวเลข 1, 2, ... n ขั้น	246
5.4-3	การวิเคราะห์เชิงกราฟของการสกัดแบบไหลสวนทาง โดยอาศัยเส้นสมดุล (ซึ่งอาจไม่เป็นเส้นตรงก็ได้) กับเส้นดำเนินการ	250
5.4-4	การสกัด Actinomycin (หาจำนวนขั้นในการสกัดด้วยวิธีเชิงกราฟ)	253
5.4-5	การสทริปปิงแบบไหลสวนทางหลายขั้นตอน	254
5.4-6	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหน่วยสกัด (n) กับอัตราการไหล ของตัวทำละลายสกัด (V)	259
5.4-7	ไดอะแกรมการไหลสำหรับขั้นสัมผัสแบบไหลข้ามหลายขั้นตอน	261
5.5-1	การสกัดเพนนิซิลลินจากของเหลวหมักด้วยตัวทำละลายอินทรีย์	266
5.6-1	เฟสไดอะแกรมสำหรับระบบ PEG 6000 - dextran D48 ที่ 20°C	269
5.6-2	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนที่มีต่อการแบ่งส่วนในระบบ PEG 6000 – เด็กซ์แทรน 500 ด้วย pH ที่จุดไอโซอิเล็กตริกของโปรตีน	270
5.6-3	การสกัดเอนไซม์บางชนิดที่เร่งปฏิกิริยาต่อน้ำตาล (glycolytic enzymes) จากยีสต์ขนมปัง (baker's yeast) ด้วย PEG ประจุบวก (ระบบเฟสสกัด ประกอบด้วย 6.6% dextran 500 และ 6.4% trimethylamino-PEG 800)	273

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
	ที่อุณหภูมิ 22°C (a = hexokinase, b = pyruvate kinase, c = 3-phosphoglycerate kinase, d = triosephosphate isomerase, e = enolase)	
5.6-4	การแบ่งส่วนของโปรตีนที่อาศัยคุณสมบัติทางไฮโดรโฟบิค ในระบบของ 8% dextran 70, 8% PEG 8000, 100 mM K_2SO_4, 2 mM sodium phosphate buffer pH 7.1 ในสภาพที่มีและไม่มี palmitoyl-PEG (P-PEG) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ PEG ในปริมาณต่างๆ Δ logK คือผลต่างของค่า logK ในระบบที่มีและไม่มี P-PEG ที่สภาวะอุณหภูมิ 23°C	274
5.6-5	การแบ่งส่วนที่อาศัยการจับกันอย่างจำเพาะเจาะจงของ phosphofructokinase (PFK) จาก *Saccharomyces cerevisiae* กับเฟสโพลีเมอร์ (a) การแบ่งส่วนในระบบด้วยการเพิ่มความเข้มข้นของ Cibacron blue F3G-A PEG (Cb-PEG) องค์ประกอบของระบบ : 7% dextran 500, 5% PEG 8,000, 50 mM sodium phosphate buffer pH 7.0, 0.5 mM EDTA, 5 mM 2-mercaptoethanol อุณหภูมิ 0°C. (b) พล็อตส่วนกลับของข้อมูลใน (a). (c) ผลของความเข้มข้นโพลีเมอร์ต่อการแบ่งส่วนของ PFK ในสภาวะที่อิ่มตัวด้วย Cb-PEG (●) 3% Cb-PEG และในสภาวะที่ปราศจากCb-PEG (○)ระบบประกอบด้วยความเข้มข้นต่างๆ ของ dextran และ PEG ในอัตราส่วน 1.5 : 1	276
5.6-6	การแยกเอนไซม์ที่อยู่ภายในเซลล์จุลินทรีย์ ด้วยวิธีการสกัดระบบของเหลว-ของเหลว (liquid-liquid extraction)	282
5.7-1	ไดอะแกรมของคอลัมน์สกัดชนิดเพลตสั่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 900 mm (36 in)	284
	บทที่ 6 การดูดซับ	
6.3-1	ไอโซเทอมการดูดซับ	299
6.3-2	ไอโซเทอม Freundlich ของกระบวนการดูดซับ Gentamicin	304
6.3-3	แผนภาพของกระบวนการดูดซับในตัวอย่าง 6.3-2	306
6.6-1	การวิเคราะห์เชิงกราฟของกระบวนการดูดซับแบบแบช	312

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
6.6-2	การดูดซับแบบแบชของ Gentamicin	314
6.7-1	การเคลื่อนที่ของบริเวณดูดซับ และกราฟ breakthrough สำหรับการดูดซับในคอลัมน์ฟิกส์เบด	320
6.7-2	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของตัวถูกละลายในของเหลวเทียบกับระยะทางในคอลัมน์ สำหรับกระบวนการดูดซับในฟิกส์เบด (พฤติกรรมภายในคอลัมน์)	321
6.7-3	ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟ breakthrough ปริมาณตัวถูกละลายที่สูญเสียในของเหลวที่ออกจากคอลัมน์และปริมาณเบดของแข็งที่ไม่ได้ใช้ในการดูดซับ	322
6.7-4	คอลัมน์ฟิกส์เบดสำหรับการวิเคราะห์สมดุลมวล	325
6.7-5	ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องในการดูดซับตัวถูกละลายจากของเหลวไปยังอนุภาคตัวดูดซับของแข็งที่มีความพรุน	327
6.7-6	อินทิเกรชันของกราฟ breakthrough สำหรับคอลัมน์ฟิกส์เบด พื้นที่อินทิเกรชันทางด้านซ้ายของเส้นแนวตั้ง ที่เวลา t จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณของตัวถูกละลายที่ถูกดูดซับจนกระทั่งถึงที่เวลานั้นและสัดส่วนของความเข้มข้นของตัวถูกละลายในของเหลวต่อความเข้มข้นของตัวถูกละลายในของเหลวที่ป้อนสู่คอลัมน์ คือ C_A/C_{Ao}	330
6.7-7	กราฟ breakthrough สำหรับตัวอย่าง 6.7-3	335
6.7-8	กราฟ breakthrough สำหรับการดูดซับผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรมชนิดหนึ่งในคอลัมน์ฟิกส์เบด ในตัวอย่าง 6.7-2	337

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
	บทที่ 1 บทนำ	
1.1-1	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากการหมักหรือกระบวนการทางชีวภาพ	2
1.4-1	วิธีทางโครมาโตกราฟีสำหรับการแยกทางชีวภาพ	17
	บทที่ 2 การกรอง	
2.4-1	ตัวอย่างการพรีทรีทเมนท์ของเหลวที่ได้จากการหมัก	59
2.4-2	คุณสมบัติของสารช่วยกรอง	61
P2.2A	ปริมาตรฟิลเตรทที่ระยะเวลาต่างๆของการหมัก	110
P2.2B	เวลาที่ต้องการสำหรับการกรองให้ได้ฟิลเตรท 30 cm^3	110
P2.5	ข้อมูลที่ได้จากการกรองเส้นใยรา	113
	บทที่ 3 การหมุนเหวี่ยง	
3.8-1	ตัวอย่างค่า Gt ของเซลล์หรืออนุภาคทางชีวภาพ	154
	บทที่ 4 การทำให้เซลล์แตก	
4.4-1	ผลของความดันดำเนินการที่มีต่อประสิทธิภาพในการทำให้เซลล์แตกในกระบวนการโฮโมจีไนเซชันความดันสูง	197
4.4-2	ข้อมูลการบดเซลล์ยีสต์แบบแบชในมิลล์ที่อาศัยตัวกวน	213
4.4-3	ข้อมูลจากการบดเซลล์ยีสต์แบบแบชสำหรับการพล็อตกราฟในรูป 4.4-11	214
	บทที่ 5 การสกัด	
5.2-1	ค่า pK_a ของตัวถูกละลายทางชีวภาพบางชนิด	233
5.5-1	ค่าสัมประสิทธิ์การแบ่งส่วน, K ของแอลกอฮอล์บางชนิดระหว่างเฟสน้ำ-ตัวทำละลายอินทรีย์ ที่อุณหภูมิ 25 °C	264

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.6-1	ตัวอย่างของระบบสองเฟสของสารละลายเอเควียส (ATPS)	268
P5.8	ข้อมูลจากการสกัดด้วยคอลัมน์สกัดชนิดเพลตสั่นในระดับต้นแบบ	295

บทที่ 6 การดูดซับ

6.6-1	สัดส่วนของความเข้มข้นเอนไซม์ (C/C_F) ที่วัดได้ที่เวลาต่าง ๆ	316
6.7-1	ความเข้มข้น breakthrough สำหรับตัวอย่าง 6.7-1	333
6.7-2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ (C_A)ที่ระยะเวลา (t) ต่างๆ	337
P6.6	ข้อมูลจากกระบวนการดูดซับกรด aspartic บนตัวดูดซับชนิดแลกเปลี่ยนอิออนที่สภาวะสมดุล	342
P6.7	ข้อมูลจากกระบวนการดูดซับ cephalosporin ในคอลัมน์ฟิกส์เบด	343

ซื้อ
5 มี.ค. 49

กระบวนการแยก สำหรับ เทคโนโลยีชีวภาพ 1

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
1110005657

เลขหมู่ 547.2
ก 86
2548
เลขทะเบียน 13644
วันที่ 6 ธ.ค. 2549
34328

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โสภา กลิ่นจันทร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี